



**T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**BAZI KENT AĞAÇLARININ BİYOKÜTLE VE KARBON
DEPOLAMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ: RİZE İLİ
ZİRAAT BOTANİK PARKI ÖRNEĞİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Cansu ÖZTEKİN KARA

**Danışman
Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında, Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI danışmanlığında, Cansu ÖZTEKİN KARA tarafından hazırlanan *Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Rize İli Ziraat Botanik Parkı Örneği* adlı bu tez çalışması, 12/09/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvanı, Adı Soyadı

İmza

Başkan

: Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Üye

: Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI

Üye

: Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER

ETİK BEYAN

Peyzaj Mimarlığı Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Rize İli Ziraat Botanik Parkı Örneği” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.12/09/2022

Cansu ÖZTEKİN KARA

ÖN SÖZ

Çalışmayla, Dünyayı etkileyen küresel ısınmanın en büyük nedenlerinden biri olan karbon salınımını kontrol altına alarak Rize ilini yaşanabilir kent haline getirmek için ilk adım atılmış olunacaktır.

Eğitim hayatım boyunca beni destekleyen aileme ve tezin arazi aşamasından yardımcı olan arkadaşlarım Gülcay ve Türker OĞUZTÜRK, kızım Deniz KARA ve eşim Tahsin KARA' ya teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri yapılmasında yardımcı olan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğrencilerine ve Arş. Gör. Merve ÜÇÖK ve Arş. Gör. Fatma AYDIN' a teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca bana yol gösteren, görüş ve bilgilerini benden esirgemeyen ve analiz verilerinin değerlendirilmesinde yardımcı olan değerli hocalarım Prof. Dr. Turan YÜKSEK ve Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunu seçtiğim zaman beni geri çevirmeden kabul eden, çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan ve analizlerimin yapılmasında imkân ve kaynaklarını bana sunan değerli danışmanım Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI' ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Cansu ÖZTEKİN KARA

2022/RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	2
1.1. Küresel Isınma ile Mücadelenin Önemi.....	3
1.2. Kentsel Açık Yeşil Alanlar	5
1.3. Kent Bitkileri ve Kent Ekosistemi	8
1.4. Karbon Tutma ve Depolama	9
1.5. Kent Ağaçlarındaki Karbon Depolama Miktarlarının Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler.....	12
1.6. Topraktaki Karbon Depolama Miktarlarının Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler.....	13
1.7. Literatür Özeti	13
2. RİZE İLİ ZİRAAT BOTANİK PARKI KARBON DEPOLAMA MİKTARI.....	16
2.1. Rize İli Genel Bilgiler	16
2.2. Materyal	17
2.2.1. Rize İlinde Ön Plana Çıkan Rekreasyon Alanları.....	17
2.2.1.1. Ziraat Botanik Parkı ve Çalışmada Kullanılan Kent Ağaçları..	18
2.3. Yöntem.....	26
2.4. Bulgular.....	40
2.4.1. Ziraat Botanik Parkı Ağaç Envanteri ve Analizi	40
2.4.2. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Biyokütle Veri Analizi ve Karbon Tutma Miktarları.....	44
2.4.2.1. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Biyokütle Verileri.....	44

2.4.2.2. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Karbon Tutma Miktarları	48
2.4.3. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların İzdüşümlerindeki Toprakta Karbon Miktarları.....	53
2.4.4. Ziraat Botanik Parkında Elde Edilen Karbon Tutma Miktarlarının Yoğunluk Analizleri	55
2.4.5. Ziraat Botanik Parkı Toprak Veri Analizleri	59
3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	67
3.1. Tartışma.....	67
3.1.1. KARBİYOSİS Programını Kullanın Diğer Çalışmalar ile Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Karbon Tutma Miktarlarının İrdelenmesi	67
3.2. Sonuç ve Öneriler.....	69
KAYNAKÇA.....	72
EKLER	77

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Peyzaj Mimarlığı
Tez Türü : Yüksek Lisans Tezi
Danışman : Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI
Hazırlayan : Cansu ÖZTEKİN KARA
Yıl : 2022
Sayfa Sayısı : 91

ÖZET

BAZI KENT AĞAÇLARININ BİYOKÜTLE VE KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ: RİZE İLİ ZİRAAT BOTANİK PARKI ÖRNEĞİ

Kentlerde bitkiler küresel ısınma ile mücadelede karbon depolama açısından önemli rol oynamaktadır.

Çalışmada Rize Ziraat Botanik Parkı'nda örnek alınan taksonların bitkisel kütlelerinde ve iz düşümlerindeki toprak alanlarda depoladıkları karbonun tespit edilmesi, tahribatsız karbon depolama miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ziraat Botanik Parkı'nda yapılan envanter çalışması göz önünde bulundurularak 5 adet geniş yapraklı, 5 adet ibrelili yapraklı olmak üzere 10 taksondan 3'er adet olmak üzere 30 adet bitki taksonu belirlenmiştir. İğne yapraklı taksonlarda en fazla karbon tutma kapasitesine sahip ağaç *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don'u takip eden takson ise *Picea orientalis* (L.) Peterm'dir. Geniş yapraklı taksonlarda ise *Olea europaea* L. ve *Magnolia grandiflora* L. en fazla karbon tutma kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanındaki bitki taksonların izdüşümlerinden alınan toprak verilerinde; en yüksek kum değerinde ibrelili bitkilerin olduğu deneme alanında (2 nolu), en yüksek toz oranına yapraklı türlerin olduğu (1 nolu) deneme alanında ve en yüksek kil miktarına karışık türlerin olduğu (3 nolu) deneme alanında rastlanmıştır.

Çalışmada incelenen taksonlarda toprak üstü ve toprak altı karbon depolama miktarları göz önüne alındığında alanda yer alan taksonlardan *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, *Picea orientalis* (L.) Peterm, *Magnolia grandiflora* L., *Olea europaea* L.'da karbon depolama miktarlarının yüksek olduğu görülmüştür. Aynı zamanda geniş yapraklı +ibrelili taksonların bir arada bulunduğu alanlardaki topraklarda organik karbonun yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbon depolama, KARBİYOSİS yöntemi, Ziraat Botanik Parkı, Rize

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Landscape Architecture

Thesis Type : Master Thesis

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI

Author : Cansu ÖZTEKİN KARA

Year : 2022

Pages : 91

ABSTRACT

DETERMINATION OF BIOMASS AND CARBON STORAGE CAPACITY OF SOME URBAN TREES: EXAMPLE OF RİZE AGRICULTURAL BOTANICAL PARK

Plants, which are an important part of cities in the fight against global warming in cities, play an important role in terms of carbon storage.

In this study, it was aimed to determine the carbon storage in the plant mass of taxa determined in Rize Agricultural Botanical Park and in the soil areas at trace falls, and to determine the amount of non-destructive carbon storage. Considering the inventory study conducted in the Agricultural Botanical Park, 30 plant taxa were determined, including 3 of 10 taxa, including 5 broad-leaved, 5 coniferous taxa. The tree with the greatest carbon retention capacity in coniferous taxa is *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don The taxon that follows is *Picea orientalis* L. Peterm. In broad-leaved taxa, *Olea europaea* L and *Magnolia grandiflora* L. it has been determined that it has the most carbon retention capacity.

In soil data taken from projections of plant taxa in the research area; the highest sand value was found in the experimental area with needle plants (No. 2), the highest dust rate was found in the experimental area with leafy species (No. 1) and the highest amount of clay in the mixed species (No. 3).

As a result of the study, considering the amounts of above-ground and subsoil carbon storage of cacsos, *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, *Picea orientalis* (L.) Peterm, *Magnolia grandiflora* L., *Olea europaea* L. it was observed that the carbon storage amounts of taxa are high, and it was found that organic carbon is at a high level in the soils in the areas where broad-leaved + needle taxa, that is, carbon sequestration capacity is high, are found in the areas where carbon is found together.

Keywords: Carbon storage, KARBİYOSİS method, Ziraat Botanical Park, Rize

KISALTMALAR

BMİDÇS	:	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
C	:	Karbon
CH ₄	:	Metan
CO ₂	:	Karbondiyoksit
Cr ₂ O ₇	:	Kromat
Gt	:	Gigaton
G	:	Gram
Kg	:	Kilogram
UFORE	:	Kent Ormanı Etkileri Modeli

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Rize ili rekreasyon alanları ve takson sayıları	18
Tablo 2. Ziraat Botanik Parkında örnek alınan taksonlar	21
Tablo 3. Çalışma kapsamında izlenecek yöntem	26
Tablo 4. KARBİYOSİS programı kullanıcıları için ağaç envanter bilgi formu	30
Tablo 5. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısım Toplanan Envanter Verileri	41
Tablo 6. Ziraat Botanik Parkı 2. Kısımda Toplanan Envanter Verileri	42
Tablo 7. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısımda Toplanan Envanter Verileri	43
Tablo 8. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri	45
Tablo 9. Ziraat Botanik Parkı 2. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri	46
Tablo 10. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri	47
Tablo 11. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri	50
Tablo 12. Ziraat Botanik Parkı 2.Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri	51
Tablo 13. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri	52
Tablo 14. Araştırma alanı toprak özelliklerinin analizine ait bulgular	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Karbon depolama kelimesi ile ilgili ilk beş ülkenin sıralaması.....	3
Şekil 2. Kent ekosisteminin genel yapısı.....	9
Şekil 3. Ağaçlarda biyokütle bileşenleri.....	10
Şekil 4. Ekosistemde karbon döngüsü.....	11
Şekil 5. Rize ilinin Türkiye’deki konumu	16
Şekil 6. Rize ili ve ilçeleri	16
Şekil 7. Rize iline ait beş büyük rekreasyon alanların konumları	18
Şekil 8. Ziraat Botanik Parkı’nın Rize ilindeki konumu	19
Şekil 9. Ziraat Botanik Parkı genel yerleşim planı	19
Şekil 10. Ziraat Botanik Parkı örnek alınan taksonların konumları	20
Şekil 11. Örnek alınan taksonlara ait fotoğraflar:.....	22
Şekil 12. 1. kısım takson konumları	27
Şekil 13. 2. kısım takson konumları	28
Şekil 14. 3. kısım takson konumları.	28
Şekil 15. Ağaç Envanter çalışmasında kullanılan aletler	29
Şekil 16. Dallanmanın gövdeden ayrı olduğu taksonlar için gövde boyu.....	31
Şekil 17. Dallanmanın gövde üzerinde olduğu taksonlar için gövde boyu	31
Şekil 18. Eğri gövdeli taksonlar için gövde boyu.....	32
Şekil 19. Gövde alt çapı ölçümü.....	32
Şekil 20. Dal ve yaprak örneği alınmasına yardımcı görsel	33
Şekil 21. Envanter çalışmasından görüntüler	34
Şekil 22. KARBİYOSİS Genel Arayüzü.....	35
Şekil 23. Toprak örnekleri noktaları.....	35
Şekil 24. Takson izdüşümündeki toprak örnek noktaları	36
Şekil 25. Toprak örneği alınması.....	36
Şekil 26. Toprak örneklerinin laboratuvar analizleri için hazırlanması	37
Şekil 27. Toprak analizleri.....	38
Şekil 28. Toprak örnekleri laboratuvar analizleri	39
Şekil 29. KARBİYOSİS Arayüzü	48

Şekil 30. KARBİYOSİS Veri Giriş Arayüzü	48
Şekil 31. Verilerin ArcGis10.6 programında öznitelik tablosu	55
Şekil 32. 1.Kısım yoğunluk analizi	56
Şekil 33. 2.Kısım yoğunluk analizi	57
Şekil 34. 3.Kısım yoğunluk analizi	58
Şekil 35. Toprak A deneme alanı azot yoğunluk analizi	60
Şekil 36. Toprak B deneme alanı azot yoğunluk analizi	61
Şekil 37. Toprak A deneme alanı organik madde yoğunluk analizi	62
Şekil 38. Toprak B deneme alanı organik madde yoğunluk analizi	63
Şekil 39. Toprak A deneme alanı organik karbon yoğunluk analizi	64
Şekil 40. Toprak B deneme alanı organik madde yoğunluk analizi	65

GİRİŞ

Tüm dünyada insan etkisi sonucu atmosferde artan sera gazı küresel ısınmaya neden olmaktadır. Hızlı kentleşme ve hızla yaygınlaşan teknoloji sonucu atmosferde oluşan ve sera etkisi yapan gazlar hızla artmaktadır. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sera gazlarının hızla artmasıyla küresel ısınmanın neden olduğu ve insan başta olmak üzere bitki ve hayvan türlerinin yaşamını tehdit eden doğa felaketleri görülmeye başlamıştır (Akın, 2006).

İklim değişikliği; nedeni ne olursa olsun karşılaştırılabilir zaman dilimi içerisinde gözlenen, büyük ölçekli ve yerel etkileri bulunan, dolaylı veya doğrudan küresel atmosferin yapısını bozan insan kaynaklı iklimde oluşan, yavaş gelişen ve uzun süreli değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede süreç; bilimsel verilerin toplanması, eylem stratejileri ve yükümlülükler olmak üzere üç ayrı grupta incelenebilir (Karal ve Gençay, 2020).

Karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) benzeri atmosferde sera etkisi yapan gazların artışı küresel ısınmanın sebebidir. CO₂ sera gazları içerisinde en yüksek paya sahiptir ve bu gazdan dolayı antropojenik sera etkisinin %50-60'ı CO₂ gazından meydana gelmektedir. Küresel karbon dengesini atmosferde eşit tutmak için insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının en az seviyeye indirilmesi gerekmektedir (Yılmaz vd., 2015).

Atmosfer, karasal ekosistemler ve okyanuslar dünyada en önemli karbon birikim alanlarıdır. İnsanlar karasal ekosisteme yaptıkları müdahalelerden kaynaklı küresel ısınmada etkin rol oynamaktadır (Mısır vd., 2011).

1. GENEL BİLGİLER

Bitkiler toprak üstünde karbon depolandığı gibi köklerinde de karbon depolamaktadır. Bitkide depolanan karbon miktarı ağaç boyu, gövde çapı, taç genişliği, yaprak yoğunluğu vb. strüktürel özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Toprak altında depolanan karbon kazı derinliği, nem, tekstür, organik madde vb. parametrelere göre değişiklik göstermektedir.

Ormanların karbon depolama miktarlarının belirlenmesinde toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki önemli bileşeni bulunmaktadır (Mısır vd., 2011). Ormanlar birim alanda bağladıkları yüksek karbon miktarı ve karbon tutabilme özelliklerinden dolayı küresel ısınmanın önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Brown, 1997).

Pellegrini vd (2021).’de yaptıkları küresel bir araştırmaya göre, şiddetli ve sık yaşanan yangınlar orman yoğunluğunu ve ağaçların gövde boyunu azaltarak ormanların karbon tutma kabiliyetine zarar vermektedir. Nemli bölgeler ağaçların hızlı büyümesi için gerekli alanlar olmasına rağmen yangına karşı savunmasız alanlardır.

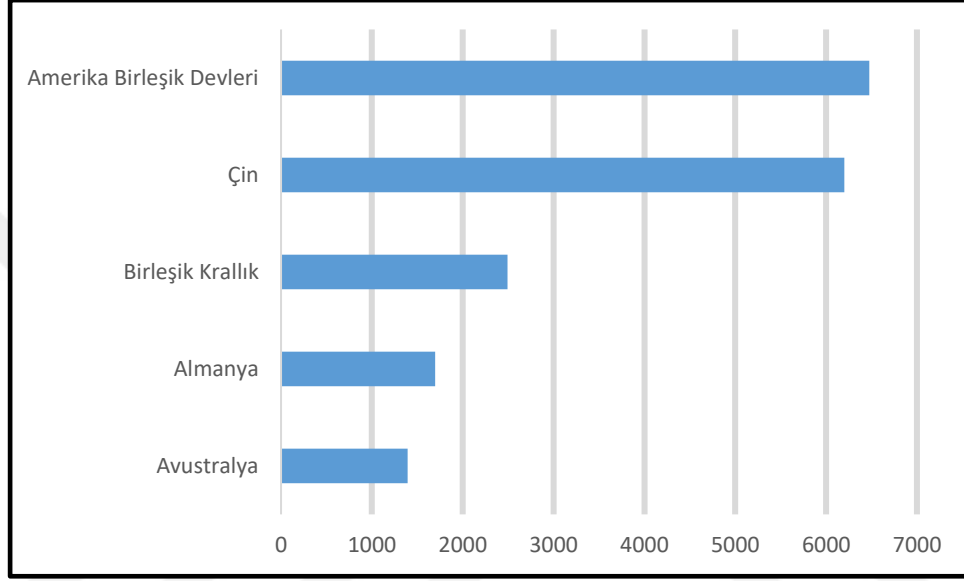
Ormanlardaki ekolojik alan ile kentlerin sahip olduğu ekolojik alanlar ve özellikler birbirinden farklıdır. Kentlerdeki parklar da karbon depolama açısından faydalı alanlardır. Kentte bitki gelişimini etkileyen çok daha fazla sayıda etken vardır. Bunlar iklim, toprak çevre kirliliği ve sanayileşme gibi etkenlerdir (Akkuş, 2014).

Kentsel alanlardan salınan karbon ekolojik olarak en önemli sorunlardandır. Bundan dolayı bu ekolojik sorun göz önünde bulundurularak, peyzaj mimarı bakış açısıyla kentsel alanlarda yapılacak olan rekreasyon alanlarının tasarımında kullanılacak bitki materyalinin seçimi önem arz etmektedir. Bitki seçimi, ekolojik açıdan kente katkı sağlayacak olan taksonlardan yapılmalıdır. Ağaçlar karbon depolayarak salınımı minimum düzeye indirmek için yardımcı olur. Bu alanlarda karbon depolama miktarlarının tespit edilmesi ve karbon salınımının önlenmesi için yapılacak çalışmalar da bu açıdan önemlidir.

Küresel ısınmanın etkisinin azaltılması için günümüzde artan kentleşmeyle birlikte azalan hatta yok olan yeşil alanları artırmak önemlidir. Kentlerde küresel ısınma ile mücadelede bitkiler, karbon depolama açısından da önemli rol oynamaktadır. Kent kimliği açısından önemli olan yeşil alanlar içerisinde bitkilerin sera gazı azaltılmasındaki rolü için o alandaki karbon depolama miktarının ortaya

konulması bu çalışmadaki temel amaçtır.

Scopus veri tabanında yapılan “karbon depolama (carbon storage)” anahtar kelimeli taramada, çalışmaların “çevrebilimleri (environmental sciences)” dalında 1955-2021 yılları arası çalışılan ve gelişmekte olan bir konu olduğu saptanmıştır. 2022 yılı içinde çalışmaların yapıldığı ve devam ettiği görülmektedir. 24.507 adet yayından sadece 178 tanesinin Türkiye’ye ait olduğu tespit edilmiştir (Scopus, 2022).



Şekil 1. Karbon depolama kelimesi ile ilgili ilk beş ülkenin sıralaması

Şekil 1’de verilen grafiğe göre küresel değişimde önemli bir yer tutan konunun ilk beş ülkenin sıralaması verilmiştir.

Dünyanın en büyük sorunlarından olan küresel ısınma ile mücadelede iklim değişikliğine neden olan sera gazları atmosferde azaltılması gerekir. Bu çalışmanın amacı da takson ve izdüşümlerindeki toprakta karbon depolama miktarları hesaplanarak biyokütlesinde fazla karbon depolayan takson tespit edilecektir. Bu şekilde de planlaması yapılacak kentsel alanlarda da örnek alınan taksonlar kullanılarak düşük karbonlu alanlar tasarlanmış olacaktır.

1.1. Küresel Isınma ile Mücadelenin Önemi

İnsan müdahalesi sonucu oluşan küresel ısınma ile mücadele edilerek iklim değişikliği önüne geçilme konusunda azaltma ve uyum olmak üzere iki önemli yaklaşımın bulunduğunu söylemek mümkündür. Birinci yaklaşım (azaltma); insan

kaynaklı küresel ısınma ile mücadele için gerekli tedbirlerin alınmasını hedeflemektedir. İkinci yaklaşım (uyum) ise; küresel mücadele ile iklim değişikliğinin potansiyel etkilerine karşı toplum ve ekonomilerin hazırlıklı olmasını hedefleyen uyum yaklaşımını kapsamaktadır. Sorunun temel nedeni olarak insan kaynaklı sera gazı emisyonlarında kısıntıya gitmek, azaltma yaklaşımı içinde değerlendirilirken; daha kurak bir iklime uyumlu bitki taksonlarının geliştirilmesi uyum yaklaşımı içinde değerlendirilebilir (Doğan ve Tüzer, 2011). Azaltma ve uyum yaklaşımlarının hedeflediği iklim değişikliğine gerekli tedbirler alınması Rize ilinde yapılacak bu tez çalışmasının hedefleri arasında yer almaktadır.

Ülkemizde ve dünyada sürekli artarak devam eden küresel ısınma ile mücadele edilerek iklim değişikliğinin önüne geçilmesi için çeşitli uluslararası sözleşmeler imzalanmıştır. Bu sözleşmeler;

1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)
2. Kyoto Protokolü
3. Paris Anlaşması

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS); günümüzde çevre problemlerinin en büyüğü olarak kabul edilmiştir. Dünyada küresel ısınmanın başlanmasıyla birlikte *RİO Dünya Zirvesi* olarak da bilinen 3-14 Haziran 1992 yılında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda iklim değişikliği, çölleşme ve biyolojik çeşitlilik konuları dünyadaki en önemli çevre sorunları olarak gündeme gelmiş ve BMİDÇS imzaya açılmıştır. İklim değişikliğinden kaynaklanan endişeler sonucu 1992 yılında kabul edilerek ve 21 Mart 1994 yılında yürürlüğe girmiştir (Karal ve Gençay, 2020). Küresel iklim değişikliği üzerinde atmosferde tehlikeli bir hal alan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının etkisini önleyecek bir seviyede bulundurmak ve CO₂ başta olmak üzere sera gazı emisyonlarını 1990 yılı s yaklaşık 187 milyon ton CO₂ seviyesinde tutulması BMİDÇS ile amaçlanmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013).

Kyoto Protokolü; BMİDÇS'nin hukuki anlamda bağlayıcılığını arttıran, küresel ısınma ile mücadele edilerek iklim değişikliğine uluslararası iş birliğini bir aşama daha ileri götüren yaptırımlara sahip bir belge niteliğindedir (Karal ve Gençay, 2020).

Sera gazlarının 2000 yılı sonrasında azaltılmasına yönelik yasal yükümlülükler

Kyoto Protokolü ile düzenlenmiştir. Gelişmiş ülkelere, sera gazı salınımlarından kaynaklı küresel ısınma ile mücadele edilerek iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için en düşük maliyetle yüklenmek, ulusal sınırlarının dışına çıkma kolaylığı sağlamaktadır (Türkeş, 2006).

Protokole göre; hedeflerini telafi etmek ve ormansızlaşma ile mücadele için ormancılık alanında ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırma, arazi kullanımı ve değişikliği gibi sera gazlarını atmosferden çeken bazı insan kaynaklı faaliyetler sanayileşmiş devletlerce kullanabilmektedir. Bu faaliyetlerdeki, ormansızlaşma gibi karbon depolarını tüketen net değişiklikler ise müsaade edilen salım oranından düşülecektir. Fakat hangi usullere göre gerçekleşeceği Protokol'de belirtilmemiştir (Sarıbeyoğlu Skalar, 2014)

Paris Anlaşması, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'nden ayıran en temel faktör, anlaşmaya taraf olan ülkelere sorumluluk yüklenmesi ile ilk çok uluslu anlaşma özelliğine sahip olmasıdır. Yıllar süren müzakereler sonrası Paris anlaşması, ülkelerin ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesi ve azaltım kapasitesi esasına göre belirledikleri planlarla hareket etmelerini sağlayacaktır (Karal ve Gençay,2020).

Paris Anlaşması, sanayi devrimi öncesi seviyeden bugüne kadar artan küresel ısınmanın 2°C altında tutulmasını, sınır hedefin de 1,5°C dolmasını hedefliyor. Eğer 1,5°C'lik Paris hedefi karşılanmazsa, ekonomik olarak gelişmiş olan yüksek enlemlerdeki bölgelerin aksine, ekonomik olarak daha az gelişmiş olan tropik bölgelerdeki popülasyonlar ve ekosistemler daha fazla zarar göreceklerdir (King and Harrington, 2018).

1.2. Kentsel Açık Yeşil Alanlar

Uygarlık tarihinin başlangıcı olan kentsel alanlar, insanların toplu yaşama veya sosyalleşme olanaklarının ortaya konduğu yaşam biçimi ve mekânı olarak ifade edilebilir (Gül ve Küçük, 2001).

Kentlere göçlerin artmasıyla 1995 ve 2030 yılları arasında (Önder ve Akbulut,2011) nüfusun artışıyla kentlerde yaşamak insanlar için zor bir durum haline gelmiştir. İnsanlar eğitim ve çalışma hayatlarının dışında serbest zaman diye bir kavram oluşmaktadır. İnsanlar farklı zamanlarda meydana gelen serbest zamanlarında; stresten ya da stres ortamından uzaklaşmak, dinlenmek, gezmek, eğlenmek, daha

sağlıklı yaşama, sevdikleri ile hoş vakit geçirmek için açık veya kapalı mekanlarda kentsel alanlarda etkinliklere ihtiyaç duymaktadırlar.

23804 sayılı İmar Yönetmeliği'ne göre yeşil alan; “Toplumun yararlanması için ayrılan oyun bahçesi, çocuk bahçeleri, dinlenme, gezinti, piknik, eğlence ve kıyı alanları toplamıdır. İnterpol ölçekteki fuar, botanik ve hayvanat bahçeleri ve bölgesel parklar da yeşil alan kapsamındadır” şeklinde tanımlanmaktadır (Bayramoğlu ve Yurdakul, 2019).

Açık ve yeşil alanların kentsel planlama sürecinde, rekreasyonel alan bağlamında düzenlenmesi kentlerde ortaya çıkan çevre ve hava kirliliği, betonlaşma, çarpık kentleşme gibi olumsuz etkilerin giderilmesinde oldukça önemlidir (Uygur ve Özkan, 2022).

Rekreasyon insanların boş zamanlarında yaptıkları birçok etkinliği ifade etmektedir. Farklı bir deyişle ile açık ya da kapalı mekânlarda bireylerin boş zamanlarını değerlendirmek, eğlenmek, spor yapmak, çeşitli gösterilere katılmak, müze yerlerini ziyaret etmek, tiyatro, sinema izlemek gibi çeşitli aktiviteleri içine alan serbest zaman etkinlikleridir (Eren ve Koçyiğit, 2020). Rekreasyon faaliyetleri şehirlerde aynı zamanda şehre yakın kırsal alanlarda gerçekleştirilebilmektedir. Kentlerdeki rekreasyon faaliyetleri, sinema, tiyatro, eğlence merkezi, kültür ve sanat merkezi, park ve hayvanat bahçesi gibi kapalı ve açık alanlarda gerçekleştirilebilmektedir (Şimşek, 2012; Doldur ve Nesipoğlu, 2022).

Rekreasyon alanları, kentlerde bireylere yaşam kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlayan, biyoçeşitliliği destekleme ve ekolojik olarak insanların olumsuz koşullarından kurtulma imkânı sağlamaktadır (Karaşah, 2017).

Rekreasyon alanlarının biçimsel olarak sınıflandırılmasındaki ana kriterler (Kıroğlu, 2007);

1. Büyüklük,
2. Ulaşılabilirlik
3. Sunu(arz) çeşitliliği
4. Kaynak ve kullanım açısından taşıma kapasitesidir.

Rekreasyonel alanlar kullanımlar ve kullanıcılar açısından fonksiyon ve kapasitelerine göre beş grupta incelenebilir (Uzun ve Altunkasa, 1991). Bunlar:

1. Konuta bağlı rekreasyonel alanlar: Kişilerin serbest zamanlarında konut

çevresindeki rekreasyonel alanların konutta yaşayanların gereksinimlerini karşılayacak alanlardır.

2. Mahalleye bağlı rekreasyonel alanlar: Mahalle bünyesinde yaşayan kişilerin rekreasyon gereksinimlerini karşılayan beş bin kişilik nüfusa hizmet eden alanlardır.
3. Mahalle birliğine bağlı rekreasyon alanları: Genellikle 3-4 mahalleye hizmet eden geniş yaya aksları üzerinde bulunurlar. Çevre mahallelerde yaşayan kişilerin rekreasyon ihtiyaçlarını karşılayan alanlardır.
4. Kent rekreasyon alanları: Tüm kentte 100.000'den fazla nüfusa hizmet eden, genellikle otomobille ulaşım sağlanabilen ve genellikle yoğun yaya bölgesinde bulunan alanlardır. Mahalle birliğinden farklı olarak çeşitli rekreasyon aktivitelerine olanak sağlar.
5. Bölgesel rekreasyon alanları: Bölge ya da metropolitende yaşayan kişilerin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Rekreasyonel kaynaklar açısından oldukça zengin alanlardır. Otomobille ulaşım sağlanabilecek mesafededir.

Doğal alanların tercih edilme sebepleri sekiz madde ile tanımlanmaktadır. Bunlar; doğal, kültürel, görünümü açık, sosyal, mekânsal, türlerce zengin, korunaklı ve dingin olmasıdır (Özçiftçi, 2021). Bu sebepten dolayı açık alan rekreasyonu insanlar tarafından tercih edilmektedir. Açık alan rekreasyonu deyince ilk akla gelen ulusal ormanlar ve ulusal parklar, şehir içi ve dışındaki mesire yerleri ile tabiat koruma alanlarıdır. Araştırmalar ortaya koymaktadır ki doğal ortamda gerçekleştirilen her türlü faaliyet kapalı alanda gerçekleştirilen faaliyetlere kıyasla bireye daha geniş fiziksel imkânlar sunmakta ve neticesinde daha yoğun bir sosyal, duygusal, psikolojik doyum sağlamaktadır (Dirlik, 2016; Çuhadar ve Gönül, 2022).

Kentlerde insan-çevre ilişkisinin sağlıklı yürümesi için kentsel ve bölgesel ölçekte açık yeşil alan gereksinimini, rekreasyon planlamasının önemini artırmıştır (Akten, 2003). İnsanların kentsel rekreasyon alanlarından beklediği serbest zamanlarında temiz hava, rahatlık, sessizlik, doğal güzellik vb. özellikleri barındıran alanlar olmasıdır.

Kent, mimari yapılar, açık-yeşil alanlar ve bunların birbirleriyle olan ilişkileri ve bütünlüğü ifade etmektedir. Açık-yeşil alanlar, insan ile doğa arasındaki dengeyi sağlamak ve kentlinin yaşam koşullarının iyileştirilmesinde önemli bir konuma

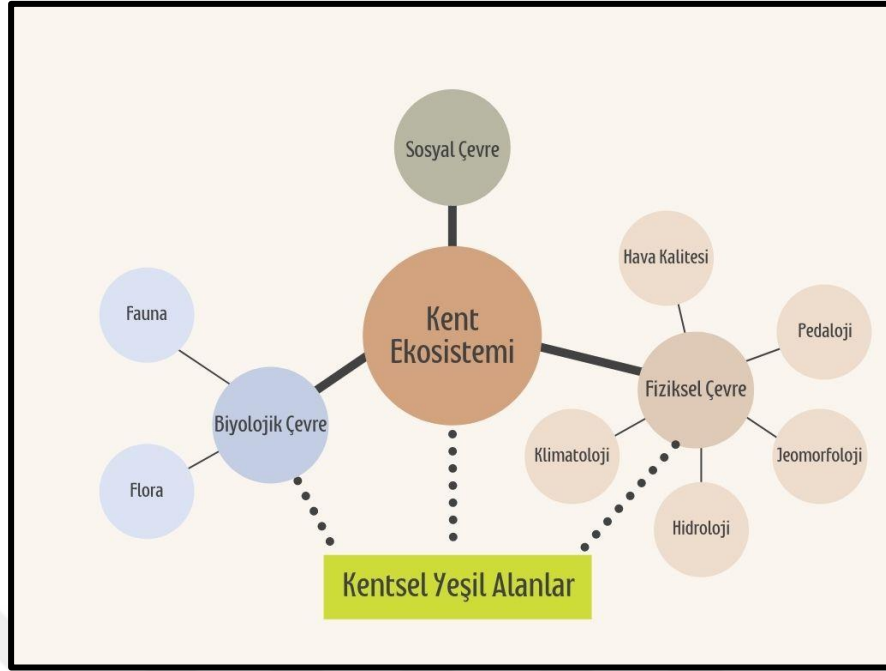
sahiptir. Bundan dolayı gelişmiş ülkelerde açık-yeşil alanların nitelik ve nicelikleri, yaşam kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda pek çok gelişmiş ülke, insanların zihinsel ve fiziksel ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak insan yaşamı için uygun kent mekânı veya ekolojisini planlama ve oluşturma çabasına yönelmektedirler (Gül ve Küçük, 2001).

1.3. Kent Bitkileri ve Kent Ekosistemi

Kent bitkileri varlığı ile kentsel mekâna ve insanlara estetik ve işlevsel katkı sağlayan doğal elemanlardır (Serin ve Gül, 2006). Kent bitkileri; •

- Kent içi iklim koşullarını iyileştirme
- Hava kirliliğini azaltma,
- Rüzgâr perdesi olma,
- Gölge faktörü olma,
- Maskeleye,
- Gürültü kirliliğini önleme,
- Trafik düzenleyici olma (özellikle yol ağaçları),
- Ölçek olma,
- Halkın dinlenme ve seyir yeri olma,
- Kentlilerin sağlığını (ruh ve beden) düzeltme,
- Doğa özlemini azaltma,
- Mevsimsel değişimleri fark ettirme,
- Estetik,
- Bina ve çevresinin değerini artırma vb. gibi birçok görsel ve işlevsel etkilere sahiptir (Dirik, 1997).

Kentsel ekosistem kavramını basit bir şekilde tanımlamak gerekirse, sokak ağaçları ve göletler de dâhil olmak üzere kentlerde yer alan tüm doğal yeşil ve mavi alanlar kentsel ekosistemin bir parçasıdır (Bolund ve Hunhammar, 1999).



Şekil 2. Kent ekosisteminin genel yapısı

Kaynak. Bilgili, 2009

Ağaçların ve kentsel yeşil alanların kent ekosistemi üzerindeki etkileri bozulan iklimsel yapı kapsamında değerlendirilebilir. Şekil 2’de verilen kent ekosisteminin genel yapısı;

1. Havanın serinletilmesi
2. Nispi hava neminin artışı
3. Temiz hava temini
4. Havanın filtrelenmesi
5. Gürültünün absorpsiyonu
6. Oksijen üretimi
7. Sera etkisinin azaltılması
8. Enerji tasarrufunu kapsamaktadır (Barış, 2005).

Kent ağaçları, soliter veya grup olarak bile olsalar orman ekosistemleri kadar biyoçeşitlilik açısından güvenli yaşam alanlarıdır (Tuğluer, 2015).

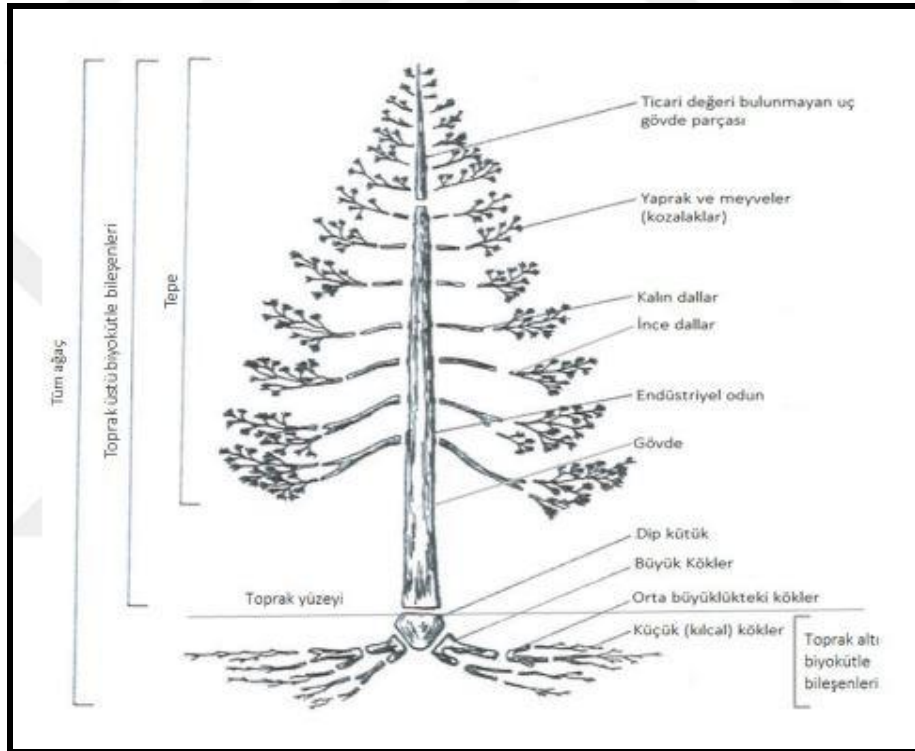
1.4. Karbon Tutma ve Depolama

Karbon depolama, atmosfere yayılan karbon miktarının karasal ekosistemler ve okyanusal ekosistemler tarafından depolanmasına ve atmosferdeki CO₂ gazının

azalmasıdır (Büyüktürkmen, 2021). Karbon depolama miktarı hesaplanabilmesi için toprak üstü ve toprak altı biyokütle kavramı ortaya çıkmaktadır (Atak ve Tonyaloğlu, 2019).

Karbon stoklarının miktarının ortaya konmasındaki en büyük belirsizliklerden birisi, bitkilerin farklı yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişen dendrometrik özelliklerini kullanarak biyokütlelerinin tahmin edilmesinde standart modellerin olmamasıdır. Bu nedenle, küresel ısınmayı azaltmaya yönelik yapılan projelerde, bitkilerin biyokütlesinin bir bölümünü örnekleyecek ölçüde farklı ekosistemlerde depolanan karbon hakkında verilerin toplanması çok önemlidir (Gülçin, 2021).

Karasal ekosistemlerde ağaçlar toprak üstünde en çok karbon depolayan materyallerdir. Öncelikle ağaçların karbon depolama miktarlarının hesaplanabilmesi için biyokütlelerinin bilinmesi gerekir. Biyokütle hesaplanabilmesi için; orta ağaç yöntemi, tabakalandırılmış orta ağaç yöntemi, regresyon analizi yöntemi, birim alan yöntemi, tepe alanı yöntemi ve göğüs yüzey alan oranı gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Aydın, 2016). Şekil 3’ de ağaçlardaki biyokütle bileşenleri verilmiştir.



Şekil 3. Ağaçlarda biyokütle bileşenleri

Kaynak. Aydın, 2016

Karbon, büyük oranda toprak bünyesinde organik ve inorganik yapıda yer almakla birlikte, canlıların dokularında ve atmosferde bulunur. Atmosferdeki karbon miktarının normalden daha fazla olması küresel ısınmayı meydana getirmektedir. Topraktaki karbon miktarının azalması halinde ise toprak, organik maddece fakirleşmekte, üzerinde barındırdığı biyolojik çeşitlilik azalmaktadır. Sağlıklı bir ekosistemde toprak, üzerindeki bitki örtüsü ve bünyesindeki mikroorganizmalarla, atmosferdeki karbondioksiti emme özelliğine sahiptir. Böylece karbon büyük oranda toprakta depolanır. Ancak üzerindeki bitki örtüsü yok edilerek çıplak bırakılan ve sürekli işlenen topraklar, buharlaşma eğilimine girer ve nem kaybeder. Karbon ise oksitlenerek (CO₂) buharla birlikte atmosfere karışır. Bünyesindeki nem ve karbonu kaybeden toprakta, kum, kil ve silt içeriği artar. Buda çölleşmeye neden olmaktadır (Özyol, 2022).

1.5. Kent Ağaçlarındaki Karbon Depolama Miktarlarının Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler

Nowak ve Crane (2000) tarafından geliştirilen UFORE modeli (Kent Ormanı Etkileri Modeli), kent ağaçlarının yapısını ve işlevsel etkilerini belirlemek için geliştirilmiş bir yazılımdır. Her ağacın envanter özelliklerine göre (takson çeşitliliği, çap dağılımı, yaprak alanı, yaprak biyokütlesi ve yapısal özellikler) karbon depolama miktarlarını ortaya koyan yöntemdir.

Akkuş (2014)' a yaptığı kent içindeki ağaçların karbon tutma miktarlarını belirlemek için; Amerika Enerji Bilgi Yönetimi “*U.S. Department of Energy, Energy Information Administration*” tarafından geliştirilen yöntemi kullanmıştır. Bu yöntem parklarda, yol kenarları ve bahçelerde dikilen bireysel ağaçlardaki karbon depolama miktarlarını hesaplanması sebebiyle geliştirilmiştir. Yöntemin amacı, ağacın yaşı dikildiği andan itibaren hesaplamaktadır. Envanter çalışması yapıldıktan sonra ArcGis10.6 programına aktararak hesaplama yapılmıştır.

Tuğluer (2019)' e geliştirdiği KARBİYOSİS programı kapsamında oluşturulan ağaç envanter formundaki (gövde boyu, gövde dip ve uç çapı, kabuk kalınlığı, örnek alınan dal yüzdesi, örnek alınan dal yaş ağırlığı, örnek alınan yaprak yüzdesi, örnek alınan yaprak yaş ağırlığı) bilgileri elde edilerek envanter forumuna yazılır. Daha sonra bu form bilgisayar ortamına girilerek KARBİYOSİS programına aktarılır. Bu şekilde

biyokütle ve karbon depolama miktarları hesaplanacaktır. Bu program bazı formüller vasıtasıyla ibreli ve geniş yapraklı ortak katsayılar kullanılarak ağaçlar için kullanılabilir bir programdır.

1.6. Topraktaki Karbon Depolama Miktarlarının Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler

Orman toprakları hakkında yapılmış onlarca çalışma olmasına rağmen, bunlar doğrudan karbona odaklanmadığı için birim alanda depolanmış organik karbon miktarının hesaplanması gerekmiştir. Bunun için aşağıdaki formül yardımıyla 1 m derinlik için 1 ha alandaki karbon miktarı hesaplanmıştır.

$$TOK_d = \sum_d C_i \times ITM_i \times H_i$$

TOK_d 1 m derinlikteki toprak organik karbon miktarı (kg m^{-3}), C_i i horizonundaki toprağın organik karbon içeriği (%), ITM_i i horizonundaki fırın kurusu ince toprak miktarı ($\phi < 2 \text{ mm}$) (kg cm^{-3}), H Horizon kalınlığı (mm), i ve k ise toprak horizonlarıdır (Tolunay ve Çömez, 2008).

Topraktaki organik karbon miktarı Wackley-Black ıslak yakma yöntemi ile belirlenmektedir. Yöntemin esası, örneği kromik ve sülfürik asit ile işleme tabi tutarak, kapsadığı organik karbonun kromat (Cr_2O_7)⁻² ile oksitlenmesini sağlamak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan arta kalan kromatın demir sülfat ya da mohr tuzu ile titre edilip örnekte bulunan karbonu saptayarak, organik madde miktarını bulmaktır (Karagöz, 1991).

1.7. Literatür Özeti

Asan (1995)' a çalışmasında Türkiye ormanlarındaki son 40 yıl içindeki değişimi sayısal olarak ortaya konarak, Türkiye ormanlarında karbon dengesi belirlenmiştir

İnce (2011) çalışmasında; Landsat ETM + uydu görüntüsü üzerinden Türkiye ormanları için Asan (1995) tarafından belirlenen BEF1 katsayısı kullanılarak karbon depolama miktarı kullanılmıştır.

Kocabaş (2011) yaptığı çalışmada Türkiye'de düşük karbonlu kentleşmeye giden yolun varlığı tespit edilmiştir.

Akkuş (2014) yaptığı çalışmada; kentsel yol ağaçlarının karbon tutma kapasitesi belirlenmesi için kullanılan yöntemin Türkiye koşullarında kullanılabilirliği ve uygulanabilirliği tespit edilmiştir. Karbon tutma miktarını belirlemek için Amerika Enerji Bilgi Yönetimi “U.S. Department of Energy, Energy Information Administration” tarafından geliştirilmiş yöntem ortaya konulmuştur.

Değermenci ve Zengin (2016) çalışmalarında, 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait toprak üstü ve toprak altı biyokütleyle bağlı karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal olarak ne gibi değişim gösterdiği, ArcGIS 10.2TM yazılımı kullanılarak karbon depolama haritaları oluşturulmuştur. Yıllara ait sonuçlar incelendiğinde özellikle verimli ormanlardaki biyokütle ve karbon birikimi miktarlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Biyokütle ve karbon birikimindeki artışlar bozuk orman alanlarını azaltmakta ve verimli orman alanlarının arttırmaktadır.

Budak ve Günal (2018)’ın yaptıkları çalışmada; Yukarı Dicle Havzasında farklı arazi kullanımları altındaki topraklarının C depolama potansiyellerinin belirlenmesi ve haritalarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Gül ve Tuğluer (2018) yaptıkları çalışmada; UFORE modeli i-Tree Eco uluslararası sürümünün Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı’ndaki ağaç envanter verileri kullanılarak denemek amacıyla yapılmıştır. Türkiye’de ilk defa uygulanan UFORE yönteminin bazı sınırlamalarına rağmen uygulanabileceği ve kent ağaçlarının ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinde özellikle yersel ağaç envanterinin detaylı olarak yapılmasının da önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Ma and vd. (2018)’nin yaptıkları çalışmada, 4318 taksondan veri sentezleyerek bitkilerdeki karbon içeriğinin küresel bir analizi yapılmıştır.

Tuğluer (2019) yaptığı çalışmada; Isparta Kent Bulvarı’nda 10 adet kent ağacında envanter verileri elde edilmiş, özkütle, toprak üstü biyokütle ve karbon depolama kapasitesi belirlenmiş, ağaçların biyokütle ve karbon depolama miktarının belirlenmesine yönelik formüller oluşturulmuştur. Oluşturulan formüller ile ulaşılan sonuçlar literatürdeki biyokütle ve karbon depolama hesaplama yöntemleri ile karşılaştırıldığında uygun sonuçlara ulaşıldığı anlaşılmıştır. Elde edilen formüller bir yazılım dili ile programlanarak KARBİYOSİS (Karbon Depolama ve Biyokütle Hesaplama Sistemi) adlı masa üstü program geliştirilmiştir.

Canedoli and vd. (2019)'nin çalışmalarında İtalya'nın en geniş kentsel alanı olan (Milano) da organik karbon stoğunu st toprakta belirleyerek farklı arazi kullanımlarında (park / park dışı) ve örtüleri (ormanlık / otlak) karşılaştırma yapmışlardır.

Anbarashan vd. (2020), Hindistan'da, yerli yerli ağaç türleriyle yeniden ağaçlandırma programları yeni bir çalışmadır. Tek ve karışık takson plantasyonlarını arasındaki büyümeyi, yer üstü biyokütlesine ve karbon depolanmasının tahmin edilmesi ortaya konmuştur.

Büyüktürkmen (2021) yaptığı çalışmada peyzaj tasarım alanlarında karbon tutma miktarları göz önünde bulundurularak bitkisel tasarımlarda önemli bir kriter olarak değerlendirmek amacıyla KARBİYOSİS programı kullanılarak rekreasyon alanlarının karbon tutma değerleri ortaya konulmuştur.

Lu and vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada; bitki tiplerinin ortamlarda karbon depolanmasını etkileyen etmenleri ortaya koymak için 27 şehir parkı (genç: 5-15, yaşlı> 70 yıl) ve Güney Finlandiya'da 10 adet ormanın (>80 yıl) toprak kabiliyet sınıfını incelemişlerdir.

Kırteke ve Oğuz (2022)'un yaptıkları çalışmada; Malatya ili Turgut zal bulvarında bulunan toplam 568 ağaç, çalı ve ağaççık taksonları için bir Web-Tabanlı Ağaç Bilgi Sistemi oluşturulması amaçlanmıştır. Aynı zamanda U.S. Department of Energy, Energy Information Administration tarafından geliştirilmiş yöntem kullanılarak ağaç karbon tutma değerleri belirlenerek bilgi sisteminde depolanmıştır.

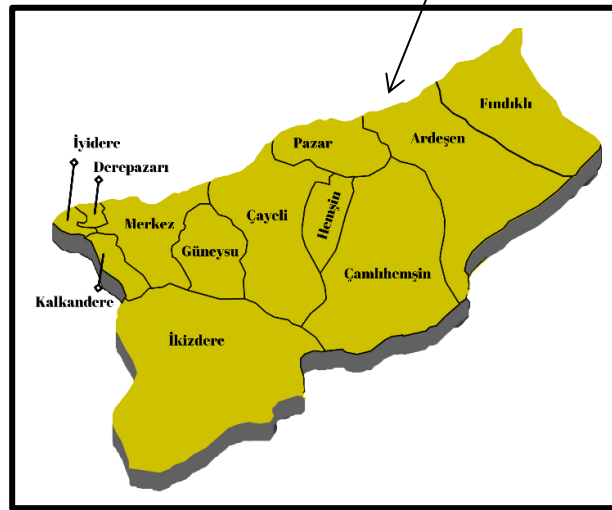
2. RİZE İLİ ZİRAAT BOTANİK PARKI KARBON DEPOLAMA MİKTARI

2.1. Rize İli Genel Bilgiler

Rize’de kuzeydoğu Anadolu’da, Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40°-22' ve 41°-28' doğu meridyenleri ile 40°-20' ve 41°-20' kuzey paralelleri arasında yer alır. Şekil 5’te Rize ilinin Türkiye’deki konumu verilmiştir. Batıdan Trabzon’un Of, Doğudan Artvin’in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri, güneyden Erzurum’un İspir ve kuzeyden Doğu Karadeniz ile çevrili olan Rize’nin göller hariç yüzölçümü 3920 km²’dir. Rize ilinin 12 adet ilçesi bulunmaktadır. Bunlar; Ardeşen, Çamlıhemşin, Çayeli, Der pazarı, Fındıklı, Güneysu, Hemşin, İkizdere, İyidere, Kalkandere ve Pazar’dır (Şekil 6), (Rize Valiliği, 2022).



Şekil 5. Rize ilinin Türkiye’deki konumu



Şekil 6. Rize ili ve ilçeleri

Rize, yeryüzü şekilleri bakımından Doğu Karadeniz kıyı sıradağlarının kuzey yamacında yer alır. Rize toprakları genellikle dağlık ve engebelerdir. Topografyası kıyı şeridi ve alüvyon düzlükleri, derin vadilerle yarılmış dağlık saha ve yüksek dağlık saha ve buzul topoğrafyası olmak üzere üç grupta incelenir (Rize İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2022).

Rize ili Karadeniz iklimine sahiptir. Karadeniz ikliminin özelliği, yazları serin kışları ılıman ve her mevsim yağışlıdır. Bunda en büyük etken dağların kıyıya paralel uzanmasıdır. Rize'nin yıllık ortalama sıcaklığı 14°C' dir. Rize'de bugüne kadar kaydedilen en düşük sıcaklık -7°C, en yüksek sıcaklık ise 38°C olarak tespit edilmiştir. En soğuk ay ocak, en sıcak ay temmuzdur. Yıllık yağış miktarı 2300 mm'nin üzerinde olan Rize en çok yağış alan ilimizdir. Rize'de yağış her mevsimi görülmesinden dolayı kurak mevsimi yoktur. Rize'de en az yağış ilkbaharda, en çok yağış sonbaharda görülür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). Rize ilindeki yıllık normal yüzeysel akış değeri toplamı 1120 mm'dir. Rize il genelinde en geniş alanda yayılış yapan toprak gurubu (tüm alanın % 62.07'si) kırmızı sarı podzolik topraklardır (Yüksek, 2017).

2.2. Materyal

2.2.1. Rize İlinde Ön Plana Çıkan Rekreasyon Alanları

Rize ili merkezinde 57 adet kentsel yeşil alan tespit edilmiştir. Bu alanlarda 305 farklı bitki taksonu yer almaktadır. Kapladıkları alan büyüklüklerine göre büyükten küçüğe doğru Sahil Parkı/Sahil Mesut Parkı, Ziraat Botanik Parkı, Tuzcuoğlu Memişağa Parkı, Fener Üniversite Rekreasyon Parkı ve 28 Ağustos Fetih Parkı olmak üzere sıralanmaktadır (Çorbacı vd., 2020). Tablo 1'de bu beş parka ait alan ve takson sayıları verilmiştir. Şekil 7'de beş büyük parkın konumu verilmiştir. Ziraat Botanik Parkı'nın çalışma alanı olarak seçilmesi, en zengin takson çeşitliliğine sahip olması, kapladığı alan bakımından en büyüklerden biri olması, ilk kent parkı olması nedeni ile bitkilerin habitüsünün çok gelişmiş olması olarak sıralanmaktadır. Rize'ye ilk çay bitkisini getiren Zihni Derin Bey'in 1924 yılında gitmiş olduğu Batum gezisinde getirdiği çay tohumu ve fidanları, narenciye, bazı meyve çeşitleri ile *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don, *Cycas*

revoluta L., *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. ve *Magnolia grandiflora* L. egzotik taksonlarını da getirerek Ziraat Botanik Parkı'nın diktirdiği bilinmektedir. Yaklaşık 100 yaşında olan bu bitki taksonlarını da içerisinde barındırması çalışma alanı olarak seçiminde etkili olmuştur.

Tablo 1. Rize ili rekreasyon alanları ve takson sayıları

PARKLAR	ALAN (m ²)	TAKSON SAYISI
Sahil Parkı/Sahil Mesut Parkı	194 258,85	87
Tuzcuoğlu Memişağa Parkı	3487,05	41
Fener Üniversite Rekreasyon Parkı	1500	116
Ziraat Botanik Parkı	28481,80	125
28 Ağustos Fetih Parkı	10,62	29

Kaynak. Ekren ve Çorbacı, 2021



Şekil 7. Rize iline ait beş büyük rekreasyon alanlarının konumları

Kaynak. Google, Google Maps (Erişim Ocak 2022).

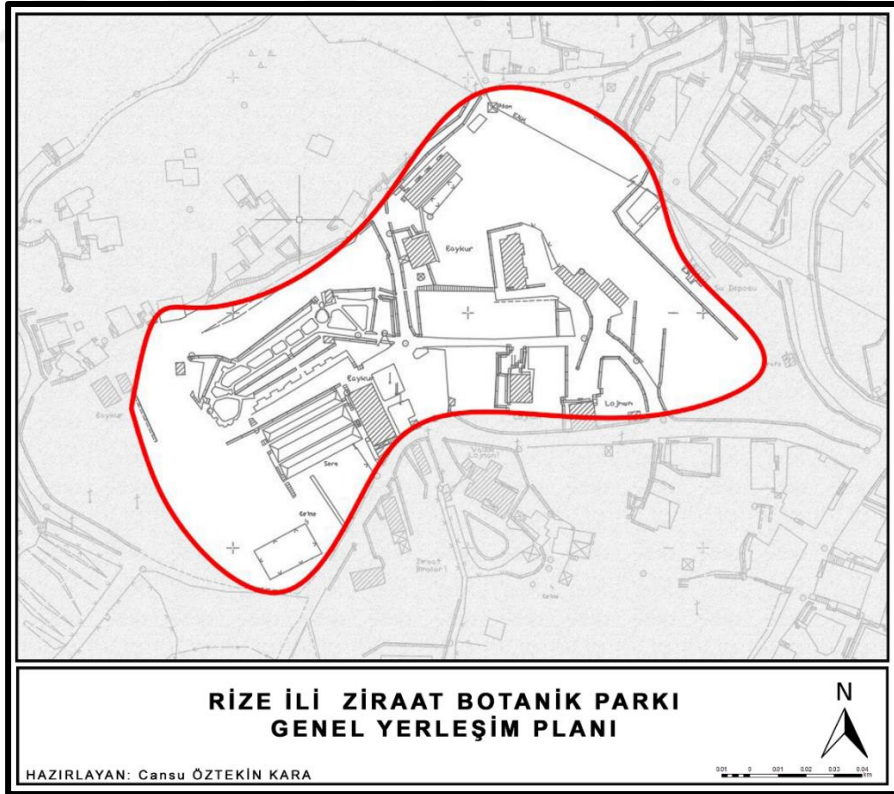
2.2.1.1. Ziraat Botanik Parkı ve Çalışmada Kullanılan Kent Ağaçları

Çalışma alanı olarak belirlenen Ziraat Botanik Parkı'nın konumu Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Ziraat Botanik Parkı'nın Rize ilindeki konumu

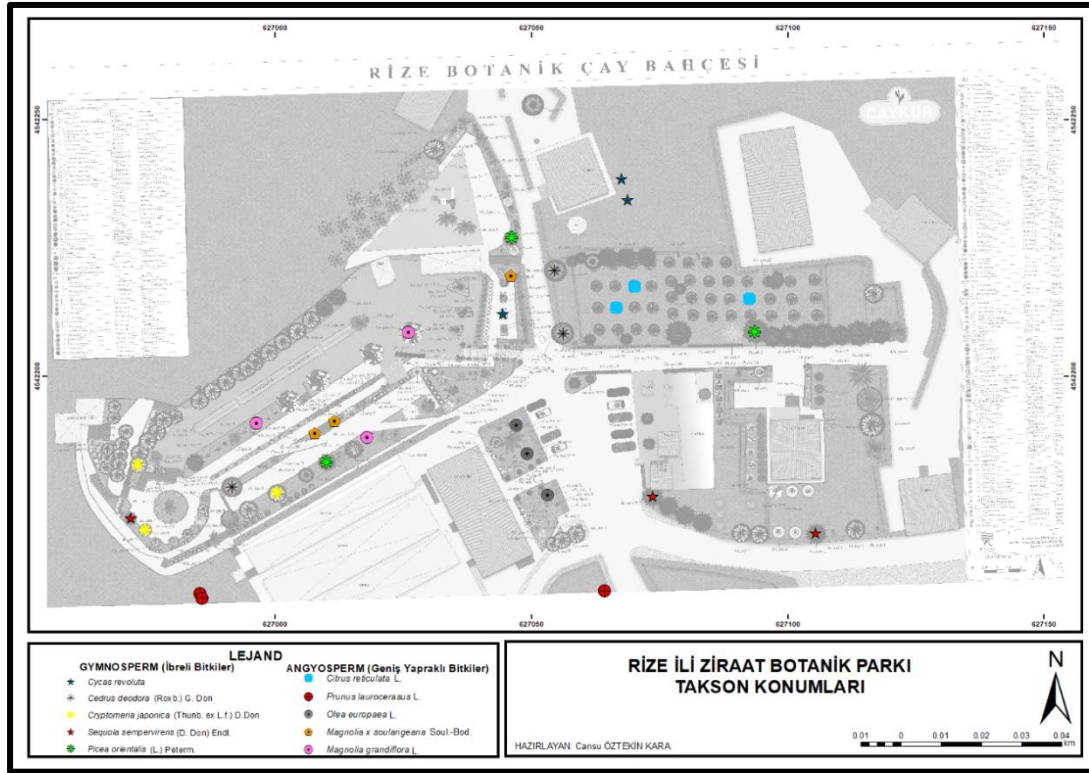
Kaynak. Google, Google Maps (Erişim Ocak 2022).



Şekil 9. Ziraat Botanik Parkı genel yerleşim planı

Şekil 9 'da verilen genel yerleşim planı 28481,80 m² 'lik alanın 14579,74 m² 'lik kısmı rekreatif olarak kullanılmaktadır. Bu rekreatif alanın yaklaşık 4519,09 m² yeşil alandır. Diğer rekreatif olarak kullanılmayan alanların peyzaj tasarım projeleri yapılmaktadır.

Ağaç taksonları olarak, park genelinde en fazla sayıda bulunan 5 adet geniş yapraklı bitkiler, 5 adet ibreli bitkiler olmak üzere 10 taksondan 3'er adet olmak üzere 30 adet bitki taksonu belirlenmiştir. Tablo 2' de seçilen bitki taksonları seçilen ağaç taksonları, yaprak tipleri ve yaşam formları verilmiştir. Taksonların alan içerisindeki konumları Şekil 10'da ve fotoğrafları Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10. Ziraat Botanik Parkı örnek alınan taksonların konumları

Tablo 2. Ziraat Botanik Parkında örnek alınan taksonlar

LATİNCE ADI	FAMİLYA	TÜRKÇE ADI	YAPRAK TİPİ	YAŞAM FORMU
<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	PINACEAE	Himalaya Sediri	İbrel bitkiler	Egzotik
<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.)D. Don	CUPRESSACEAE	Japon Kadife Çamı	İbrel bitkiler	Egzotik
<i>Cycas revoluta</i> L.	CYCADACEAE	Yalancı Sago Palmiyesi	İbrel bitkiler	Egzotik
<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	PINACEAE	Doğu Karadeniz Ladini	İbrel bitkiler	Doğal
<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.	TAXODIACEAE- CUPRESSACEAE	Sekoya/Sahil Sekoyası	İbrel bitkiler	Egzotik
<i>Citrus reticulata</i> L.	RUTACEAE	Mandalina	Geniş yapraklı	Egzotik
<i>Magnolia grandiflora</i> L.	MAGNOLIACEAE	Büyük Çiçekli Manolya	Geniş yapraklı	Egzotik
<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.- Bod.	MAGNOLIACEAE	Yaprağını Döken Manolya	Geniş yapraklı	Doğal
<i>Olea europaea</i> L.	OLEACEAE	Zeytin	Geniş yapraklı	Doğal
<i>Prunus laurocerasus</i> L.	ROSACEAE	Karayemiş	Geniş yapraklı	Doğal



Şekil 11. Örnek alınan taksonlara ait fotoğraflar:

(a) *Picea orientalis* (L.) Peterm., (b) *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., (c) *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don, (d) *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, (e) *Cycas revoluta* L., (f) *Magnolia grandiflora* L., (g) *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod., (h) *Olea europaea* L., (i) *Prunus laurocerasus* L., (j) *Citrus reticulata* L.

• İbrelî Bitkiler

Picea orientalis (L.) Peterm.-Doğu Karadeniz Ladini

Genel yayılışını Türkiye ve Kafkasya olmak üzere, Doğu Karadeniz dağlarında ormanlar kurmaktadır. 40-50 m arası boy yapan herdem yeşil bir ağaçtır. Kabuk genç gövdelerde açık ve düzgün, yaşlı gövdelerde koyu renkli ve çatlaklıdır (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). 1,5-2 m gövde çapı ve geniş konik bir tepe yapar, bol sayıdaki sık dalları yere kadar inmektedir. Genç sürgünleri çok sık, parlak açık kahve renkli ve tüylü; ibrelî yaprakları parlak koyu-yeşil, çok kısa uçları küt, sürgünlere yatık durumdadır (Pamay, 1992).

Sequoia sempervirens (D. Don) Endl. - Sekoya/Sahil Sekoyası

Kuzey Amerika'da, Kuzey Kaliforniya ve Oregon'un sahil kesimlerinde doğal olarak bulunmaktadır. Hızlı büyür, gölgeye dayanıklıdır, özellikle gençken soğuk rüzgârlara karşı hassastır. 60-90 m boy yapan herdem yeşil, dünyanın en uzun ağaçlarıdır (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Yaşlı gövdelerin kabuk özellikleri çok kalın (15-25 cm), boyuna derin çatlaklı, lifli ve tarçın kırmızısı rengindedir. İki tip yaprak bulunmaktadır. Birinci tip yapraklar; sürgün üzerinde, 1-2,5 cm uzunluğunda, iki sıralı dizilmiş, sürgünün ucunda ve tabanında kısaldığından balık kılıcı görünümünde ve üst yüzleri koyu yeşil renktedir. İkinci tip yapraklar; ana sürgün uçlarında ve kozalak taşıyan verimli sürgünler üzerinde yer alır ve 0,5-1 cm uzunluğunda, sivri uçlu olup sürgünlere çok sıralı sarmal dizilmişlerdir Tomurcuklar küre şeklindedir, üzerinde çok sayıda sivri uçlu birçok tomurcuk pulları bulunmaktadır. Genç ağaçlarda dallar incedir, sonradan kalınlaşır ve gövdeye çevrel olarak dizilmiştir (Yaltırık, 1988).

Cryptomeria japonica (Thunb. ex L.f.) D. Don – Japon Kadife Çamı

Çin ve Japonya'da doğal olarak yetişmektedir. Bol yağışlı ve derin topraklı yetişme ortamları isteyen bir taksondur. Gençlik döneminde hızlı büyür ve ışık ihtiyacı az olup yaz kuraklığına karşı hassastır. Karadeniz Bölgesinde nemin yüksek olduğu bölge boyunca yetiştirilebilir. Oldukça görsel ve dekoratif bir ağaçtır. Helezonik dallar yana doğru uzanmış veya çok az sarkıktır. Küçük dallar genellikle aşağıya doğru sarkıktır (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Gövde kabuğu kırmızımsı-kahve ve şeritler halindedir. Genç sürgünleri tüysüzdür. Yeşil iğne yaprakları 3-4 köşeli, 6-12 mm uzun, koyu-yeşil renkli ve yaprak ucu sivri, sert ve batıcıdır. Kozalakları 1-3 cm büyük, kozalak pullarının kenarları dişli ve sürgün uçlarında yer alır; her pul altında 2-5 tohum bulunur (Pamay, 1992).

Cedrus deodora (Roxb.) G. Don- Himalaya Sediri

Kuzeybatı Himalayalar, Afganistan ve Bulucistan dağlarında 1300-2300 m'ler arasında yayılış yapar. Değerli bir orman ve park ağacıdır. 40-50 m kadar boylanan 3 m çapa ulaşabilen bir ağaçtır (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Gençken tepesi

piramit, yatay dallara sahip ve sarkık olan sürgünler ve yaşlanınca yaygın bir tepe formu gösterir. Genç sürgünleri tüylü olup iğne yaprakları uzun ince, 30'u bir arada açık mavi-yeşil renklidir, kozalakları 7-10 cm uzun 5-6 cm çaplı ve fıçı şeklinde, kozalak rengi önce mavimsi, sonra kırmızımsı-kahve renklidir (Pamay, 1992).

Cycas revoluta L. – Yalancı sago palmyesi

Tropik Asya, Avustralya ve Polinezya'da yetişen yaklaşık 20 taksonu vardır. Akdeniz ve Ege bölgelerinde dış mekânda kullanılan süs bitkisi, soğuk yerlerde ise salon bitkisidir. 6 m'ye kadar boylanabilen ve yavaş büyüyen “yaşayan fosil”dir. Gövdeleri dallanmaz veya seyrek olarak dallanır. Odunsu olan gövdeleri eski yaprak saplarının kalıntıları ile örtülüdür (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Yaprak uzunlukları 60-90 cm tüysü biçimlidir; yaprakçık sayısı 60-80 çifttir ve 5-8 mm geniş ve 12-16 cm uzundur uçları sivri-batıcı, üst yüzü parlak koyu-yeşil, alt yüzü bej tüylerle kaplıdır (Pamay, 1992).

- *Geniş yapraklılar*

Magnolia grandiflora L.-Büyük Çiçekli Manolya

Amerika'nın güneydoğu kesimlerindeki nehir kenarlarında ve nemli kesimlerde 0-120 m'ler arasında doğal olarak yetişmektedir. Herdem yeşil ağaçların gösterişli taksonlarından olduğundan ılıman iklime sahip ülkelerde süs bitkisi olarak yetiştirilebilir. 37 m'ye kadar boy yapan taksonlardır. Sürgün özü bölmeli veya boştur. Kabuğu kalın, gri ve gençlikte düzgün, yaşlandığında kalın levhalar halinde çatlaklıdır (Anşin ve Özkan, 1993). Dallar genellikle gri, kahverengi ve yeşil renklerindedir. Oldukça kırılğandır. Dallar genellikle ağaç büyüdükçe sarkar. Dalları çok gösterişli değildir, ancak yapı bakımından güçlüdür. Yaprakları uzun-oval şeklinde, 12-20 cm uzun, üst yüzü parlak koyu-yeşil, alt yüzü bej kısa tüylerle kaplıdır; 2 cm uzun sapı vardır. Çiçekleri beyaz kokulu ve çanak biçimlidir; 9-12 taç yaprak ile 3 çanak yapraktan oluşmaktadır (Pamay, 1992).

Magnolia x soulangeana Soul.-Bod.-Yaprağını Döken Manolya

M. denudata ve *M. Liliflora* taksonlarının melezidir. İlk olarak Paris yakınlarında Soulange-Bodin'in bahçesinde yetiştirilmiştir. İlk çiçek güzelliği ile

1826'da gözlemlenmiş ve bu tarihten sonra tüm Avrupa bahçelerinin en popüler bitki taksonlarından biri haline gelmiştir. Genellikle 3-4 m boy yapan, kışın yaprağını döken türlerdir. Sürgün özü bölmeli veya boştur Kabuk gümüşü gri renklidir (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Yaprakları, iri ve 15 cm uzunluğunda, ters oval-eliptik biçimlidir. Yapraklanmadan önce çiçekleri 10 cm uzunluğunda, beyazımsı-pembe renkli, dıştan kırmızımsı şeritlerle kaplı; çanağımsı biçimlidir (Pamay, 1992).

Olea europaea L.-Zeytin

Genel yayılışı Akdeniz havzasında yapan taksondur. Tarih boyunca insanlar tarafından meyveleri için yetiştirilmektedir. Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Marmara'nın güney kısımları ile yer yer Karadeniz Bölgesi'nde yayılış yapmaktadır. Sürgünler silindirik ya da dört köşelidir (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). Kalın, çatlaklı ve burgulu bir gövdeye sahiptir. Yapraklarının üstü gri-yeşil ve altı mavimsi-gümüşü renklidir. Rüzgârlı havalarda ağaç, gri ya da gümüşü renkli görünümü almaktadır (Pamay, 1992).

Prunus laurocerasus L.-Karayemiş

Güneydoğu Avrupa, Güneybatı Asya ve Karadeniz kıyılarında doğal olarak bulunmaktadır. Karayemiş özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde sıklıkla rastlanmakta ve yemişleri yenilmektedir (Çebi, 2018; Anşin ve Özkan, 1993). 5-6 m boy, yuvarlak bir tepe yapar; sürgünleri açık-yeşil, yapraklarının üst yüzü parlak koyu- yeşil, altı açık yeşildir; derimsi, 5-15 cm uzunluğunda, tam kenarlıdır. Gövdesi odunsu doku ve grimsi kabuktur, yarı odunsu dallar ise grimsi yeşildir (Pamay, 1992). Çalışma alanında kullanılan *Prunus laurocerasus* L. 7-8 m boy ve 7 m tepe çapı yapmaktadır.

Citrus reticulata L.-Mandalina

Akdeniz havzasında yaygın bir şekilde kültüre alınan bu taksonun doğal yayılış alanı Çin'dir. İnce ve sık dikenli dalları olan 4-6 m boy yapan herdem yeşil kısa boylu ağaçtır. Yaprakları, eliptik ya da geniş yumurtamsı veya dar uzundur ve yaprak rengi parlak yeşildir (Akkemik, 2018; Anşin ve Özkan, 1993).

2.3. Yöntem

Tez çalışması kapsamında belirlenen Ziraat botanik Parkında bulunan 125 takson içerisinden alanda yoğunlukta olarak bulunan 5 adet ibreli bitkiler (*Picea orientalis* (L.) Peterm, *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl., *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.)D. Don, *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, *Cycas revoluta* L.) ve 5 adet geniş yapraklı (*Magnolia grandiflora* L., *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod., *Olea europaea* L., *Prunus laurocerasus* L., *Citrus reticulata* L.) ve her birinden 3'er adet olmak üzere toplam 30 adet kent ağacının yaprak, dal ve gövde örneklerinden KARBİYOSİS (Ağaçların Biyokütle ve Karbon Depolama Hesaplanması) programında biyokütle ve karbon depolama miktarları hesaplanmıştır.

Örnek alınan taksonların izdüşümlerindeki topraktan 3 noktada belirlenerek oradaki topraktan örnek alınarak laboratuvar ortamında analizleri yapılmıştır.

Ağaç envanter çalışması sonrasında KARBİYOSİS programında elde edilen ve toprak analizleri sonucu ortaya karbon depolama miktarları ArcGis10.6 programı kullanılarak yoğunluk analizleri yapılmıştır.

Çalışmanın kapsamına göre izlenecek aşamalar Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. Çalışma kapsamında izlenecek yöntem

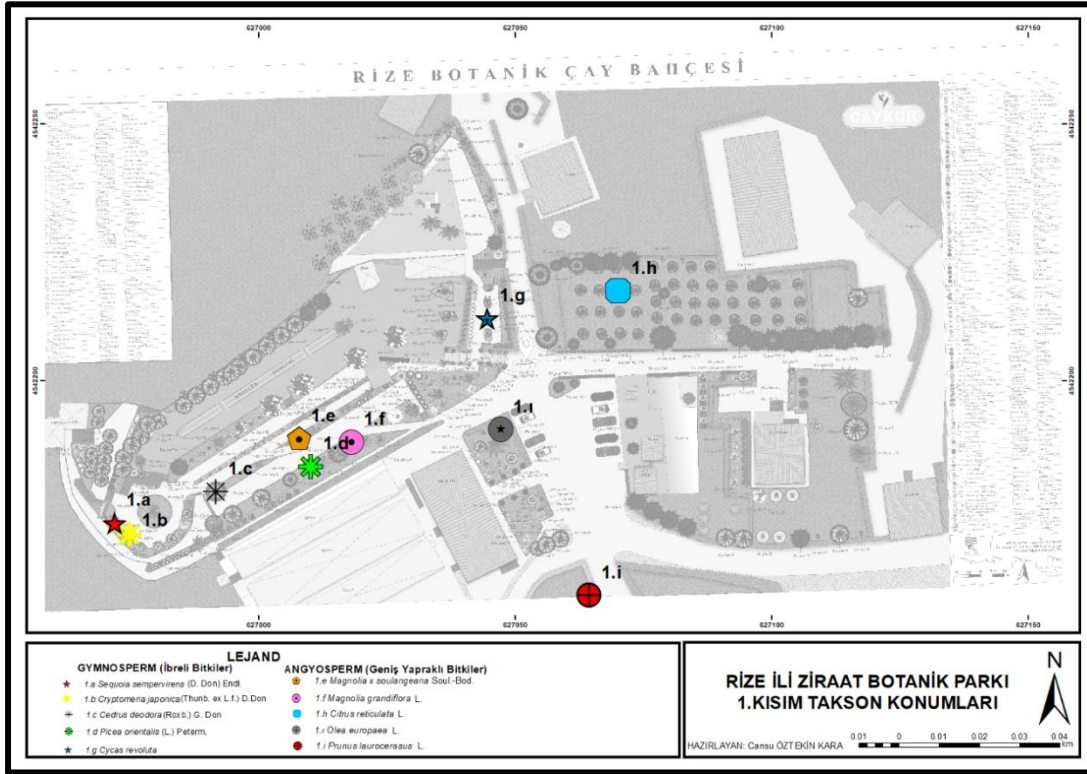
AŞAMALAR	YÖNTEM
1	Literatür Çalışması
2	Deneme Alanının Seçilmesi
3	Deneme Alanlarında Bitki Örnekleme
4	Deneme Alanlarında Toprak Örnekleme
5	Bitki Örneklerine Ait Analizler
6	Toprak Örneklerine Ait Analizler
7	Değerlendirme Yöntemleri
8	Tartışma, sonuç ve önerilerin getirilmesi

Aşama 1: Literatür Çalışması

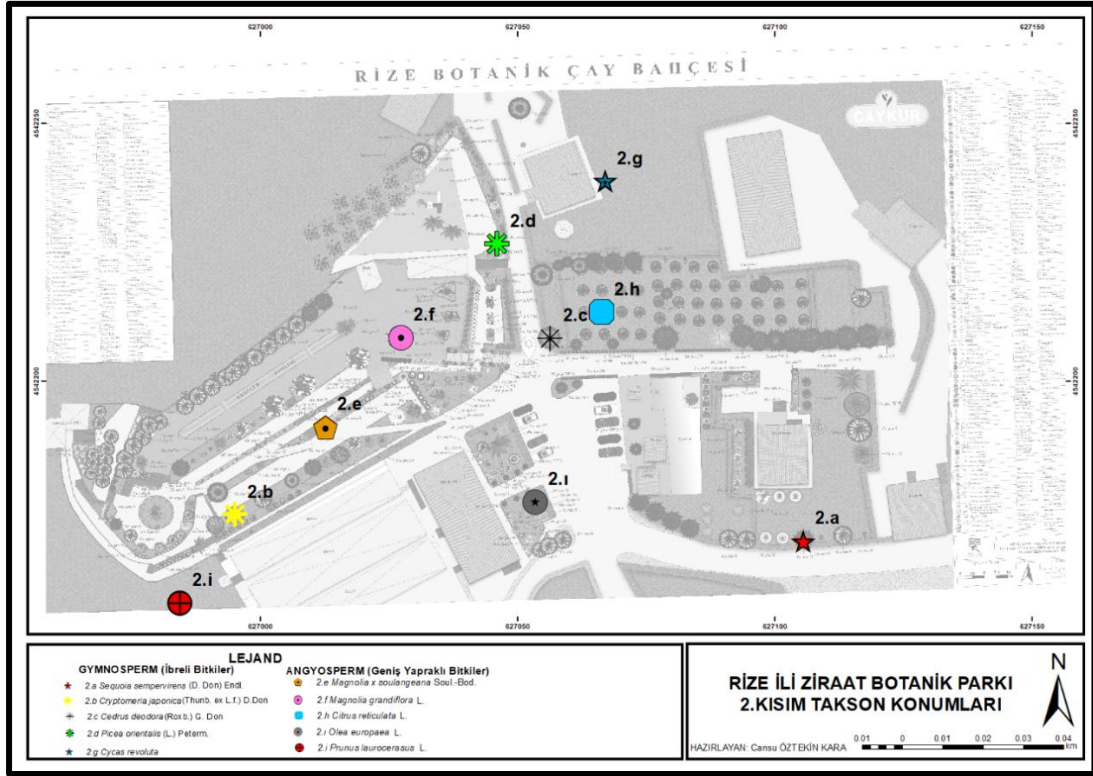
Tez çalışması ile ilgili literatür çalışması yapılarak konuyla ilgili güncel bilgiler elde edilmiştir.

Aşama 2: Deneme Alanının Seçilmesi

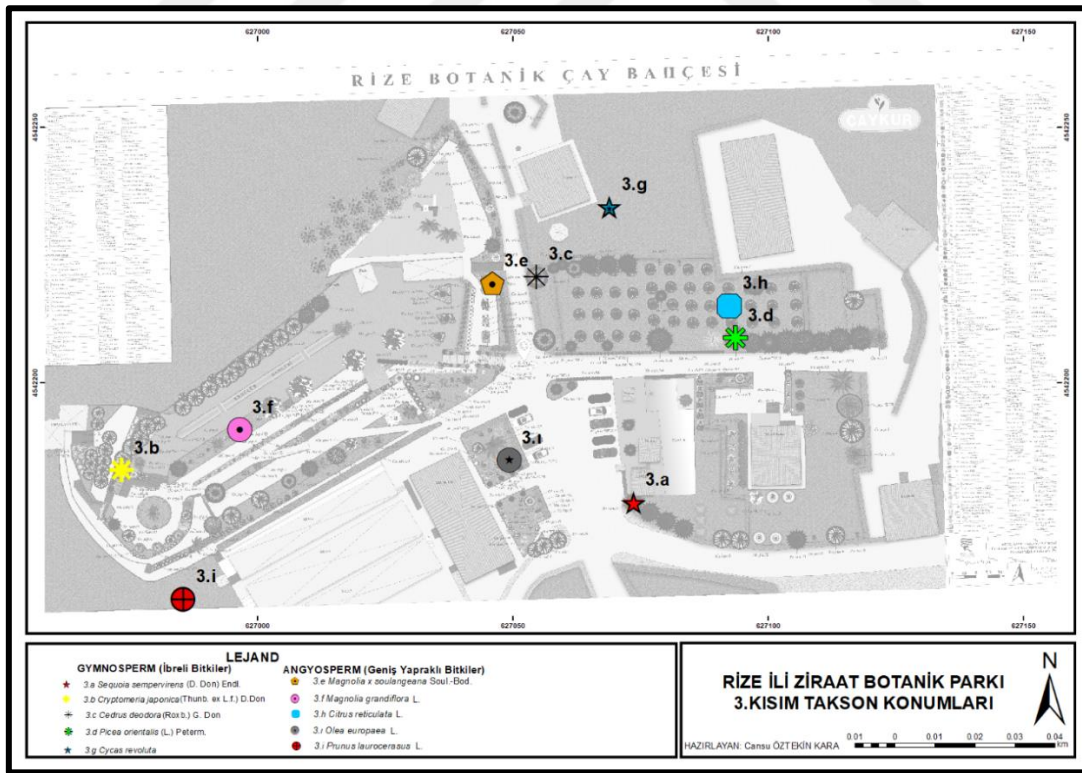
Yerli ve yabancı kaynak taraması ile arazi çalışması yapılarak Rize ili sınırları içerisinde tez konusuna uygun çalışma alanı belirlenmiştir. Bu alanda yapılan bitki envanter çalışmaları göz önünde bulundurularak 5 adet geniş yapraklı, 5 adet ibreli takson olmak üzere 10 taksondan 3'er adet olmak üzere 30 adet bitki taksonu belirlenerek plan üzerine işlenmiştir. Şekil 12, 13 ve 14'te örnek alınan takson konumları verilmiştir.



Şekil 12. 1. kısım takson konumları



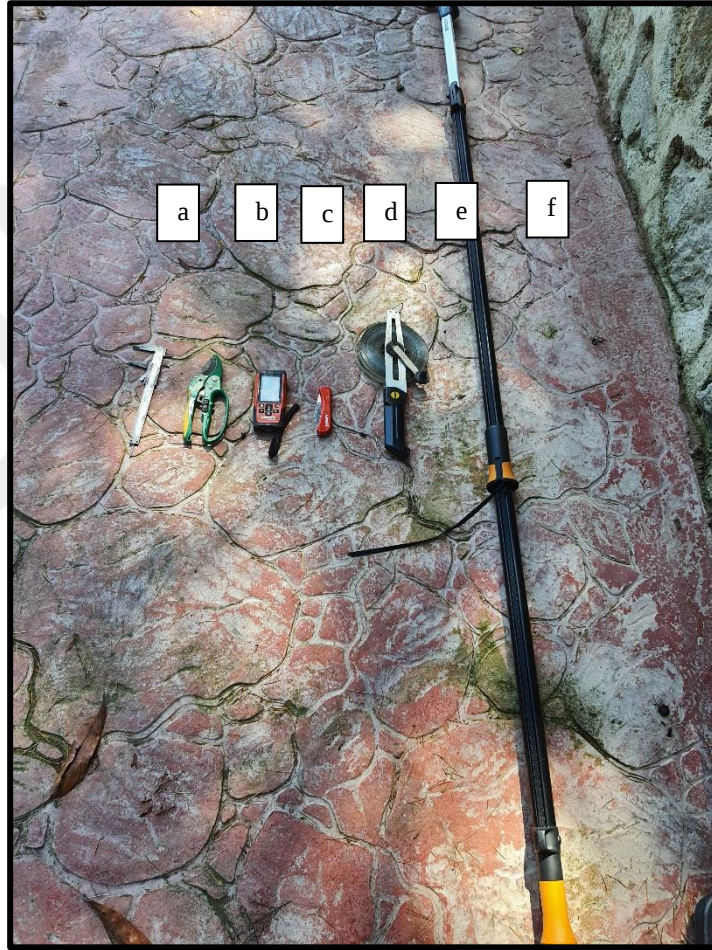
Şekil 13. 2. kısım takson konumları



Şekil 14. 3. kısım takson konumları.

Aşama 3: Deneme Alanlarında Bitki Örneklemesi

Ziraat Botanik Parkı'nda. belirlenen ağaçlara ait; numune no, tür, Latince adı, yaprak tipi, gövde boyu, gövde dip çapı, gövde uç çap, kabuk kalınlığı, örnek alınan dal yüzdesi, örnek alınan dal yaş ağırlığı, örnek alınan yaprak yüzdesi, örnek alınan yaprak yaş ağırlığı verilerinin KARBİYOSİS programına aktarılmak üzere ölçümler yapılmıştır. Şekil 15' de envanter çalışmasında kullanılan aletler verilmiştir.



Şekil 15. Ağaç Envanter çalışmasında kullanılan aletler

(a) Kumpas, (b) Dal budama makası., (c) Lazer metre, (d) Çakı, (e) Çelik şerit metre
(f) Teleskobik dal budama makası

Belirtilen numunelerin toplanmasındaki amaç KARBİYOSİS programına gerekli bilgilerin girilmesi için Tablo 4' de verilen Ağaç Envanter Formu oluşturulmuştur. Programda hesaplamalar ve programa veri girişleri KARBİYOSİS programı geliştiricileri yardımı ile yapılmıştır.

Formda belirtilen bilgileri elde etmek amacıyla lazer metre, şerit metre, kumpas, çakı, dal budama makası, teleskopik dal budama makası gibi materyaller kullanarak numuneler toplanmıştır.

Tablo 4. KARBİYOSİS programı kullanıcıları için ağaç envanter bilgi formu

KARBİYOSİS Kullanıcıları İçin Ağaç Envanter Bilgi Formu									
Numune no	Takson	Latince adı	Yaprak Tipi (1:Geniş yapraklı bitkiler) (2:İbrelî bitkiler)	Gövde Boyu (cm)	Gövde Dip Çapı h:0 (cm)	Gövde Uç Çapı h:max (cm)	Kabuk Kalınlığı (cm)	Örnek Alınan Dal Yüzdesi (%)	Örnek Alınan Dal Yaş Ağırlığı (gr)
									Örnek Alınan Yaprak Yüzdesi (%)
									Örnek Alınan Yaprak Yaş Ağırlığı (gr)

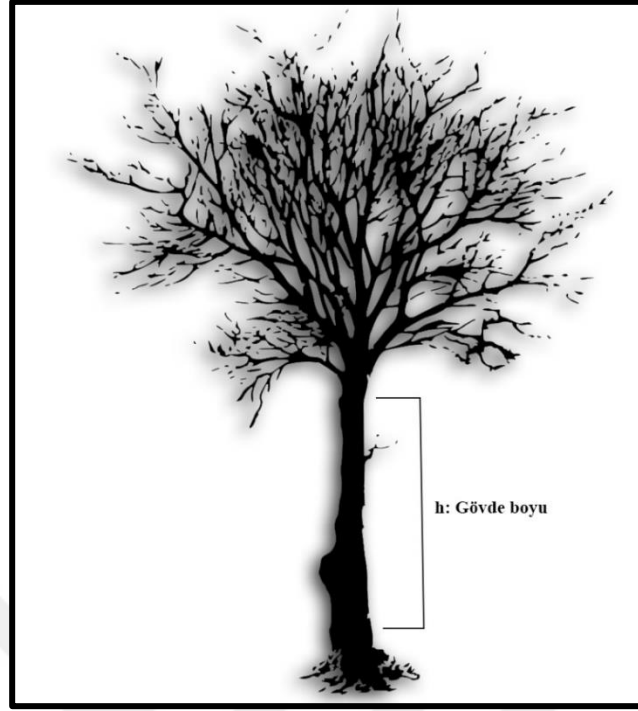
Kaynak. Tuğluer, 2019

Numune no: Yapılan çalışmada envanteri çıkarılan ağacı diğer ağaçlardan ayıran kod numarasıdır. Bu numara özellikle aynı taksonlara ait ağaçların birbirinden ayırt edilebilmesi için gereklidir.

Takson Latince adı: Taksonların bilimsel dildeki Latince adlarını belirtmektedir.

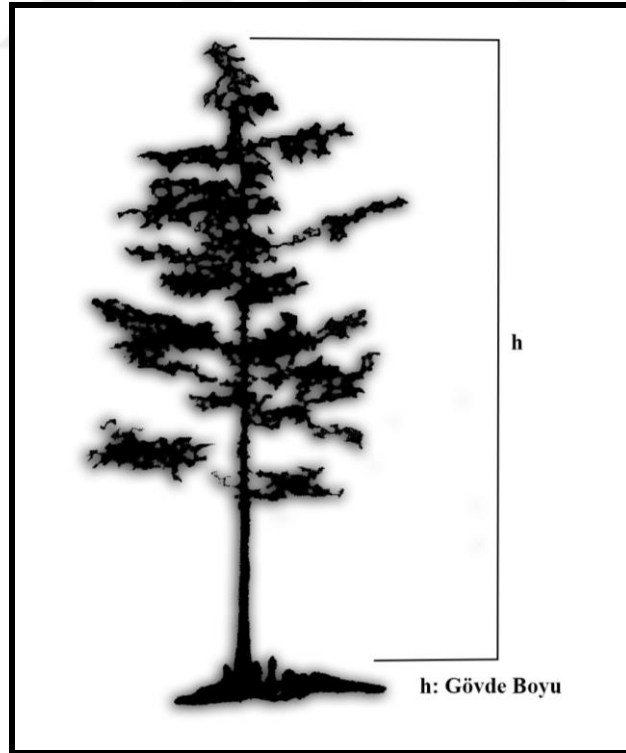
Yaprak Tipi: Ağaçların ibrelî veya geniş yapraklı olduğunu belirtmektedir. Envanter formuna ve programa girilirken geniş yapraklı taksonlar için “1” kodunu ibrelî taksonlar için “2” kodu girilmelidir.

Gövde Boyu: Ağaçların dallanma durumuna göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, geniş yapraklı ağaçlarda dallanma gövdeden başlayarak ayrılıyorsa gövde boyu taban boyu ile dallanmanın başladığı nokta arasında belirlenmektedir (Şekil 16). İbrelî taksonlarda ise dallanma gövde üzerindedir ve gövde boyu tabanla gövdenin en uç kısmı olan nokta arası olarak belirlenir (Şekil 17). Gövdesi eğik olan ağaçlarda gövde boyu gövde üzerinden eğiklik durumuna göre ölçülerek yüksekliği belirlenmektedir (Şekil 18).



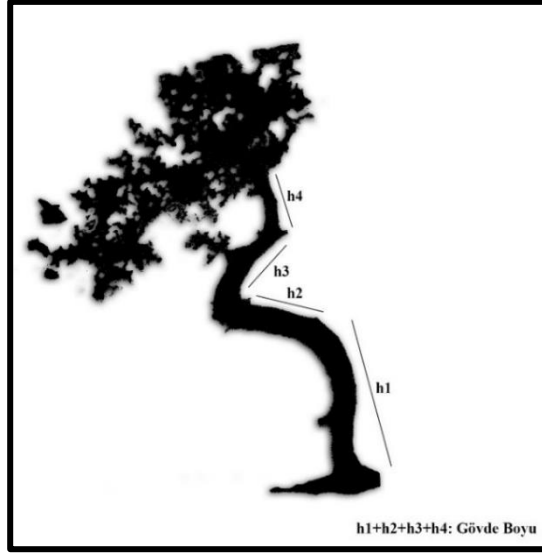
Şekil 16. Dallanmanın gövdeden ayrı olduğu taksonlar için gövde boyu

Kaynak. Tuğluer, 2019



Şekil 17. Dallanmanın gövde üzerinde olduğu taksonlar için gövde boyu

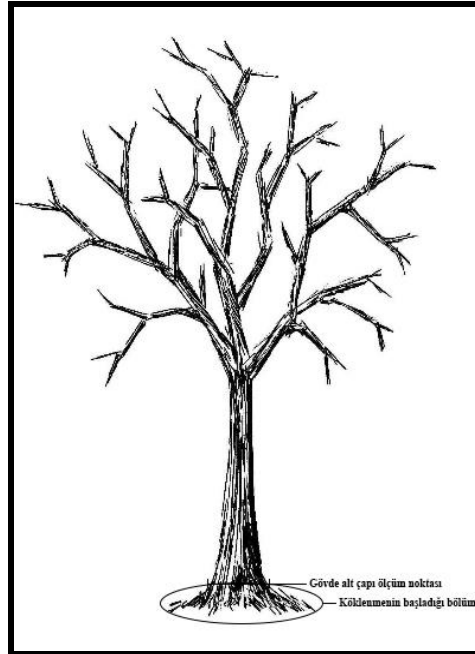
Kaynak. Tuğluer, 2019



Şekil 18. Eğri gövdeli taksonlar için gövde boyu

Kaynak. Tuğluer, 2019

Gövde Dip Çapı: Gövdenin toprakla buluştuğu ve köklenmenin bittiği kısmının çap genişliğini ifade etmektedir. Eğer köklenme toprak yüzeyinde devam ediyorsa ölçüm köklenmenin bittiği ağaç gövdesinin başladığı en alt noktadan yapılmalıdır (Şekil 19).



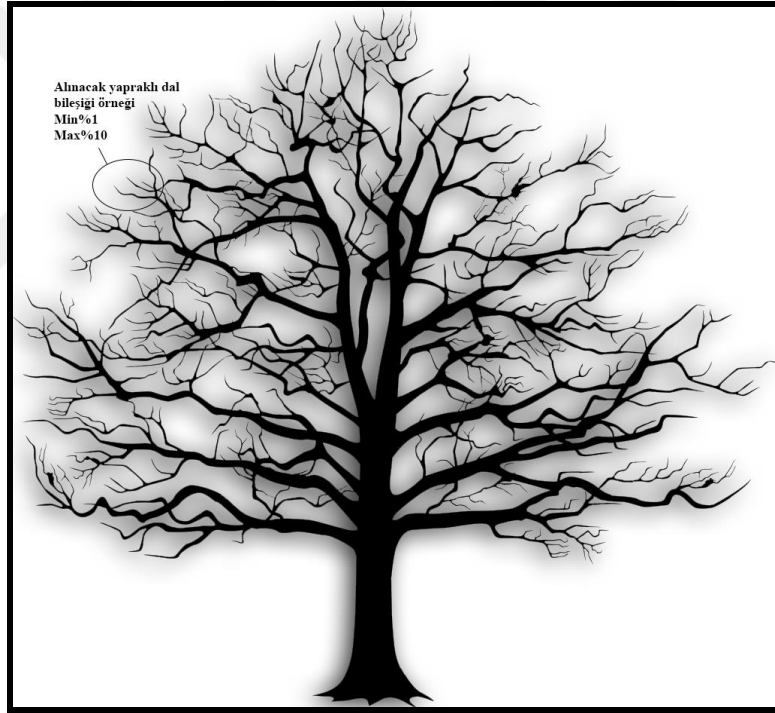
Şekil 19. Gövde alt çapı ölçümü

Kaynak. Tuğluer, 2019

Gövde Uç Çap: Şekil 16, Şekil 17, Şekil 18'e göre ifade edilen ağaç tiplerine göre (geniş ve ibrelî yapraklı) gövdenin en uç kısmının çapını belirtmektedir.

Kabuk Kalınlığı: Ağacı temsil edecek şekilde ağacın üç noktasından alınan kabuk parçalarının ortalama kalınlığını ifade etmektedir

Örnek Alınan Dal Yüzdesi: Ağaçların dallanmalarına örnek teşkil edecek en az 3 noktadan dal sayma yöntemi ile ağaç dalı örneği alınmalıdır. Alınan örneklerin ağaçtaki dallanma sayısına göre yüzde oranı tahmin edilip daha sonra yapraklarından sıyrılarak yaş ağırlıkları tartılmalıdır (Şekil 20). Dal sayma yöntemi; ağaç üzerindeki dallar boyutlarına göre derecelere ayrılarak bu dalların sayım işlemi gerçekleşmiş daha sonra alınan örneklerin toplam dal ve bu dallar üzerindeki yaprak miktarına göre oranlama yapılarak yüzdeleri belirlenmiştir.



Şekil 20. Dal ve yaprak örneği alınmasına yardımcı görsel

Kaynak. Tuğluer, 2019

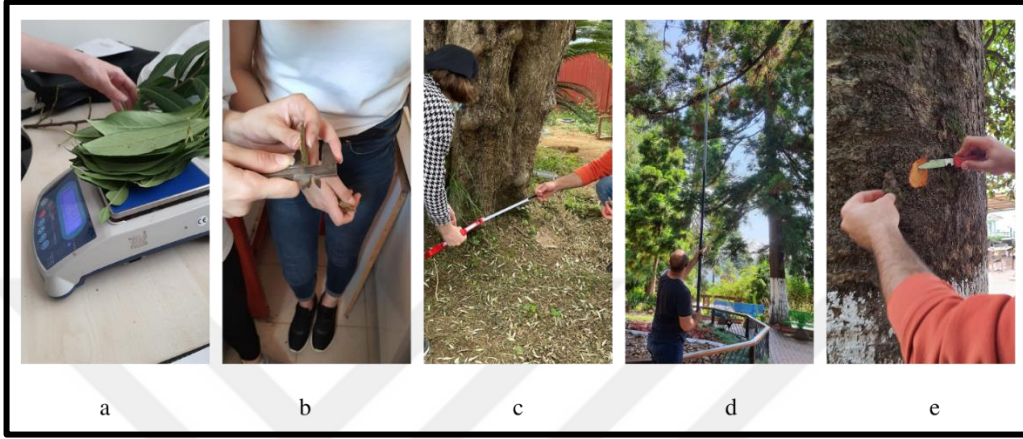
Örnek Alınan Dal Yaş Ağırlığı: Örnek alınan dal parçalarının yapraklarından sıyrılmış haldeki yaş ağırlığını ifade etmektedir.

Örnek Alınan Yaprak Yüzdesi: Ağaçların yapraklı dallarından ağaç üzerinde örnek teşkil edecek en az 3 noktadan yapraklı ağaç dalı örneği alınmalıdır. Alınan

örneklerin ağaçtaki dallanma sayısına göre dal üzerindeki yaprak yüzde oranı tahmin edilip daha sonra bu yapraklar dallardan sıyrılarak yaş ağırlıkları tartılmalıdır.

Örnek Alınan Yaprak Yaş Ağırlığı: Örnek alınan dal parçalarından sıyrılan yaprakların yaş ağırlığını ifade etmektedir.

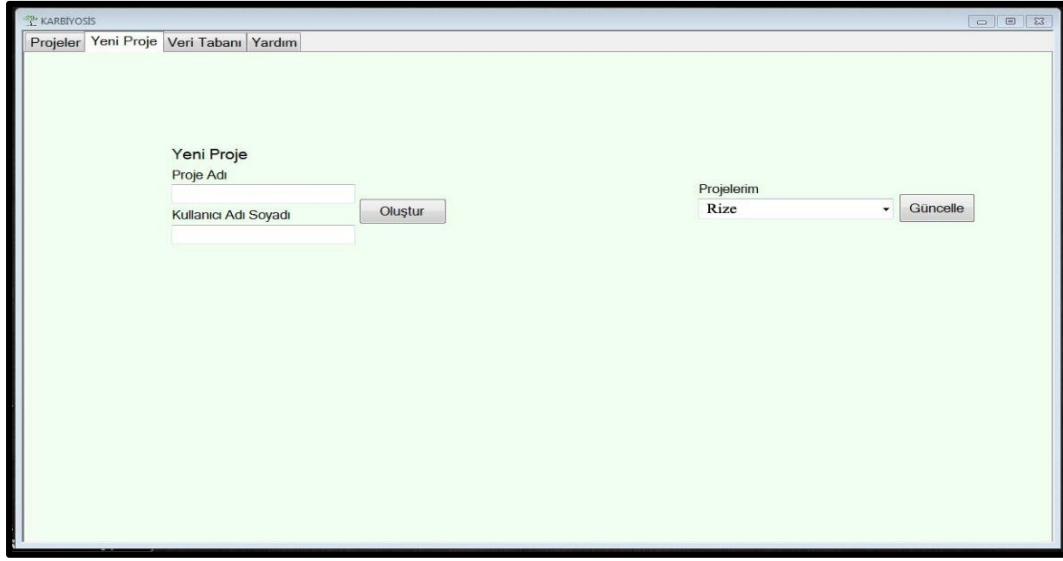
Şekil 21’ deneme alanında bitki envanter çalışmasından görüntüler verilmiştir.



Şekil 21. Envanter çalışmasından görüntüler

(a) Bitki örneklerinin hassas tartı ile tartılması, (b) Kumpas ile kabuk kalınlığı ölçümü, (c) Gövde dip çap ölçümü, (d) Teleskobik dal budama ile örnek alımı, (e) Kabuk örneği alımı

KARBİYOSİS programına yukarıda belirtildiği gibi kullanıcıları tarafından veriler girilerek toplam biyokütle ve karbon tutma kapasiteleri rapor halinde verilmektedir. KARBİYOSİS programına ait ara yüz görüntüleri Şekil 22’de verilmiştir.

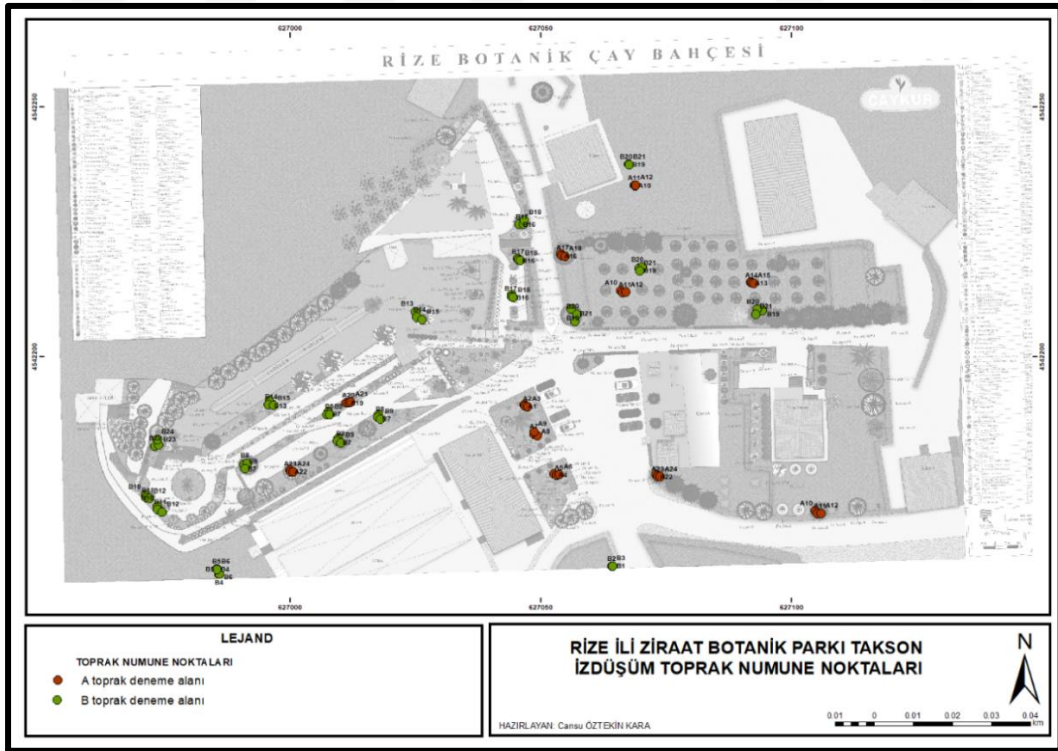


Şekil 22. KARBIYOSİS Genel Arayüzü

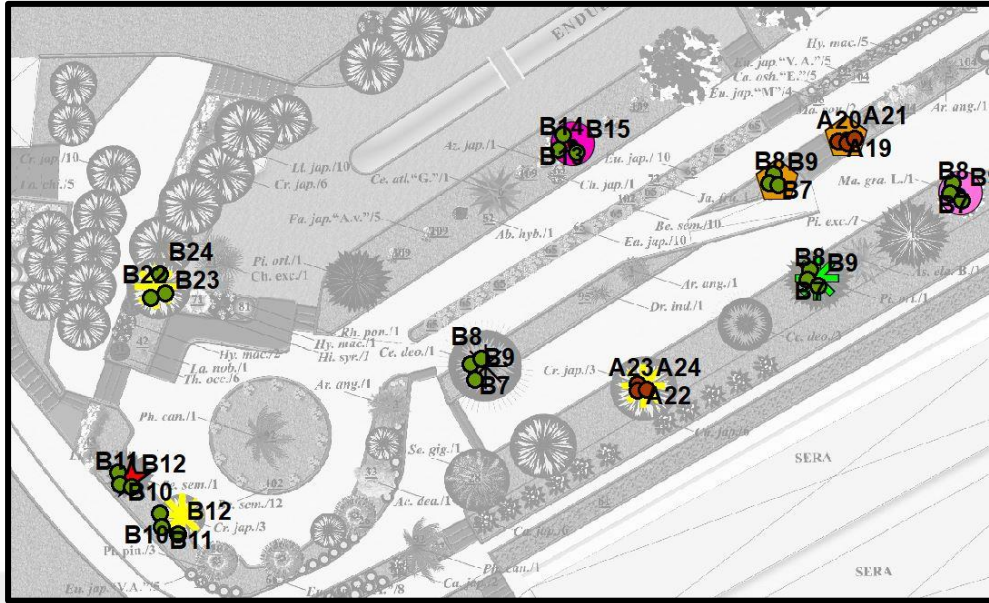
Kaynak. Tuğluer, 2019

Aşama 4: Deneme Alanlarında Toprak Örneklemesi

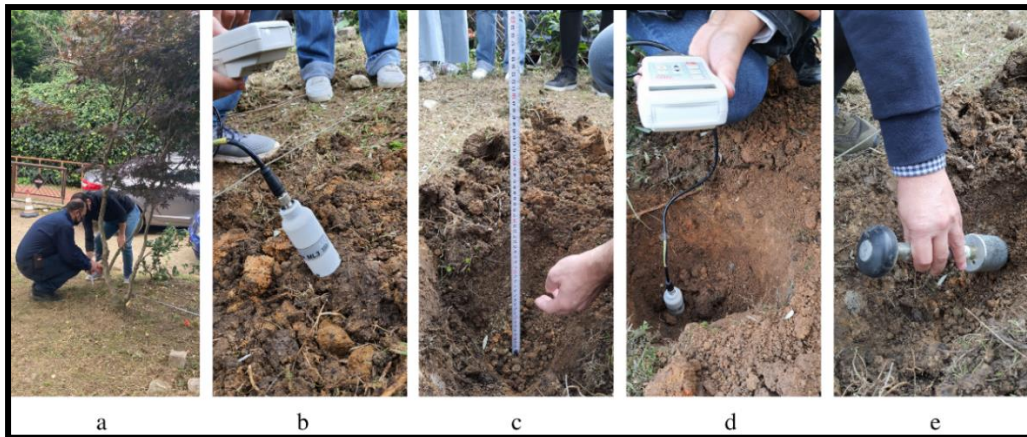
Örnek alınan taksonların izdüşümlerinden 2 m içerisinde araziyi en iyi temsil edecek 3 nokta seçilmiştir. Şekil 23 ve 24’te toprak örnekleme noktaları verilmiştir.



Şekil 23. Toprak örnekleri noktaları



İlk olarak üst toprağın ve 30 cm derinlik açılarak alt toprağın nem ölçer aleti ile nem ölçümü yapılmıştır. Analizler için gerekli toprak örnekleri 30 cm derinliği arasından alınmıştır. Kelepçe örnekleri açılan derinliğin 15 cm derinlik ölçülerek kelepçeler çakılarak ve 5 cm toprak örneği alınmıştır. 15 cm derinlikten laboratuvar analizine gönderilmek üzere etiketli poşetlere toprak örneği alınmıştır. Şekil 25’de deneme alanında toprak örnekleme görüntüleri verilmiştir.



(a) Ağacın izdüşümünden 2 m alanın belirlenmesi, (b) Toprak üstü nem ölçümü, (c) 30 cm derinlik açılması, (d) Alt toprağın nem ölçümü, (e) 15 cm derinliğe kelepçe çakılması

Alınan toprak örnekleri numaralandırılıp karton üzerine serilerek 2 mm'lik elekten elemeye uygun olana kadar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kurutulan toprak örnekleri elekten daha iyi elenmesi için porselen havanda dövülerek 2 mm'lik elekten elenmiştir. Kelepçeli toprak örnekleri de ilk olarak toprak + kelepçe tartılarak, daha sonra toprak kelepçeden çıkartılarak ayrı ayrı tartılmıştır. Kelepçeden çıkan toprak 2 mm'lik elekten elendikten sonra 2 mm küçük ve büyük topraklar tartılmıştır. Şekil 26'da toprak örneklerinin analize hazırlanması verilmiştir.



Şekil 26. Toprak örneklerinin laboratuvar analizleri için hazırlanması

(a) Toprakların kurutulması için serilmesi, (b) Kurutulan toprağın porselen havanda dövülmesi, (c) 2 mm'lik elekten geçirilmesi, (d) Toprak ve kelepçenin tartılması, (e) Kelepçenin tartılması, (f) 2 mm küçük toprağın tartılması, (g) 2 mm büyük toprağın tartılması, (h) Kilitli poşetlere konulması

Aşama 5: Bitki Örneklerine Ait Analizler

Tuğluer (2019) tarafından geliştirilen KARBİYOSİS programında ağaç envanter çalışmasından sonra toprak üstü karbon depolama ve biyokütle tahmini

olarak elde edilmektedir. Programın çalışması için gerekli ağaç envanter çalışması yapılarak envanter formuna girilmiştir. Daha sonra KARBİYOSİS programına bu formu girerek ağaçların biyokütle ve karbon tutma miktarları hesaplayarak sonuç raporu çıkarılmıştır.

Aşama 6: Toprak Örneklerine Ait Analizler

Toprak örneklerine ait veriler ANOVA testine göre, toprak örneklerinin bitki karışımına göre değişimi Duncan testine göre yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23 Programı kullanılmıştır. Şekil 27 ve 28’da toprak örneklerinin laboratuvar analizleri verilmiştir.

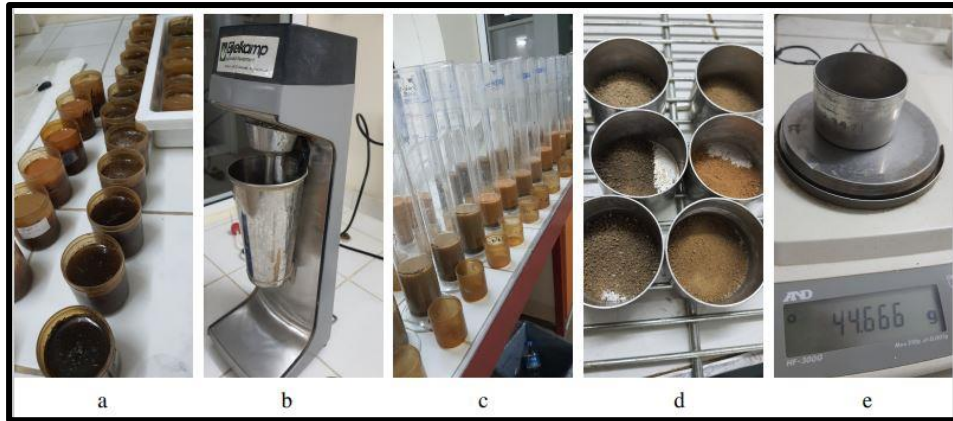
Laboratuvar Analizler

Tekstür Analizi

Tekstür analizi 2 mm’lik elekten geçirilmiş toprak örnekleri üzerinde Bouyoucos’un hidrometre yöntemine göre belirlenmiştir. (Şekil 27.a, b ve c) Adlandırma Amerikan sistemine göre Tomerrup sistemine göre yapılmıştır (Yüksek, 2001).

Hacim Ağırlığının Belirlenmesi

Örneğin fırın kurusu (Şekil 27.d ve e) ağırlığının silindirin hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır (Yüksek, 2001).



Şekil 27. Toprak analizleri

(a) Toprak örneklerinin sodyum ve saf su ile bekletilmesi (b) Mikser ile karıştırılması, (c) Cam silindirde 2 saat bekletilerek değerlerin okunması, (d) Fırın kurusu için örneklerin fırına verilmesi, (e) Fırın kurularının tartılması
Nem (%)

Araştırma alanında toprak örnekleme sırasında Delta Soil Moisture cihazı ile ölçülmüştür (Yüksek, 2001).

pH

Toprak örneklerinin pH 1/5 oranında sulandırma faktörü ile belirlenmiştir.

Azot (% N)

Toprak örneklerinin azot mikrojel dahi yöntemi ile ölçülmüştür.

Fosfor (P: ppm)

Toprak örneklerinin fosfor 660 dalga boyutu spektrometri yöntemi ile ölçülmüştür (Şekil 28.a ve b).

Organik Madde (%)

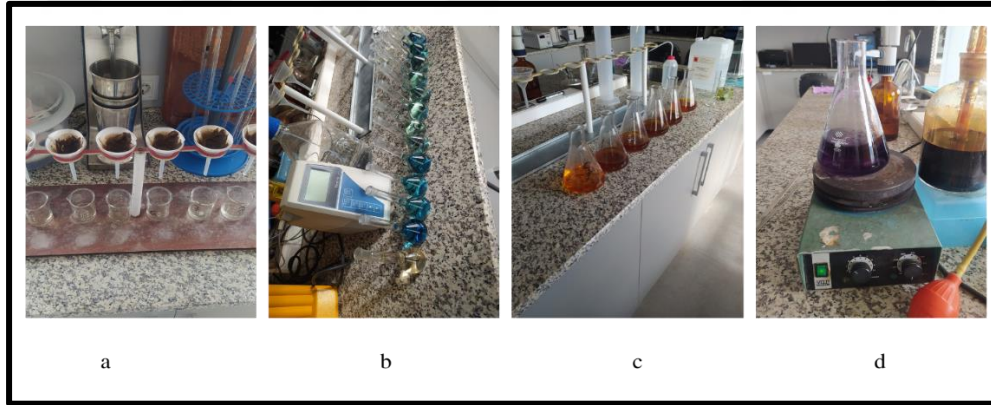
Toprak örneklerindeki organik madde miktarı renk dönüşüm titrasyon yöntemiyle ölçülmüştür (Şekil 28.c ve d).

Organik Karbon (%)

Toprak örneklerindeki organik karbon miktarı renk dönüşüm titrasyon yöntemiyle ölçülmüştür.

C/N oranı

Organik karbon değerinin azot değerine bölünmesi ile hesaplanmıştır.



Şekil 28. Toprak örnekleri laboratuvar analizleri

(a) Fosfor süzülmesi (b) Fosforun dışı vurulması, (c) Organik madde, (d) Organik madde tayini

Aşama 7: Değerlendirme Yöntemleri

Ziraat Botanik Parkına ait proje Wgs84 datum ve UTM Zone 37 coğrafi koordinatlarıyla ArcGis10.6 programına aktarılmıştır. Elde edilen toprak altı ve toprak üstü karbon miktarları ArcGis10.6 programı veri tabanına işlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda yoğunluk analizleri yapılmıştır.

Aşama 8: Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Elde edilen bulgular sonucunda karbon depolanmayla ilgili öneriler getirilmiştir.

2.4. Bulgular

2.4.1. Ziraat Botanik Parkı Ağaç Envanteri ve Analizi

Envanter çalışması sonucu elde edilen verilerin hepsi Tablo 5, 6 ve 7’de verilmiştir. Örnek alınan taksonların gövde boyu, gövde dip çapı, gövde uç çapları birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Kabuk kalınlığı olarak 1.kısımda en fazla *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don. ve en düşük değere sahip takson *Citrus reticulata* L.’dır. 2. kısımda en yüksek kabuk kalınlığı *Magnolia grandiflora* L.’nın en düşük değer *Citrus reticulata* L.’dır. 3. kısımda ise en yüksek değer *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don. ve en düşük kabuk kalınlığına sahip taksonlar ise *Citrus reticulata* L. ve *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod.’dır. Örnek alınan dal yüzdesi, örnek alınan yaprak yüzdesi ve örnek alınan dal yaş ağırlığı örnek alınan taksonlarda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Örnek alınan yaprak yaş ağırlığı olarak da 1.kısımda örnek alınan taksonlar diğerlerine göre yüksek değerler elde edilmiştir.

Tablo 5. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısım Toplanan Envanter Verileri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇEVRESİ h:0 (cm)	GÖVDE UÇ ÇAPI h:max (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAŞ AĞIRLIĞI (gr)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (gr)
1.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	2400	55	8	0.3	0.02	15.17	0.6	77.29
1.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	2200	65	5	0.2	0.04	15.79	0.8	122.83
1.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	2000	70	4	0.8	0.7	37.53	0.1	108.27
1.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	1800	52	6	0.6	0.4	64.09	0.33	300.23
1.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	160	11	9	0.2	0.9	41.18	1.2	28.56
1.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	140	20	16	0.25	0.3	34.69	0.98	101.54
1.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	160	20	30	0.7	0.9	2.33	0.6	17.67
1.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	70	13	10	0.13	0.6	22.86	0.8	45.59
1.i	<i>Olea europaea</i> L.	1	180	75	100	0.53	0.1	26.94	0.1	19.91
1.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	1	150	30	30	0.4	0.2	26.23	0.6	98.3

Tablo 6. Ziraat Botanik Parkı 2. Kısımda Toplanan Envanter Verileri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇEVRESİ h:0 (cm)	GÖVDE UÇ ÇAPI h:max (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAŞ AĞIRLIĞI (gr)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (gr)
2.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	2200	60	8	1.5	0.02	3	0.6	8.67
2.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	1700	60	5	0.5	0.04	4	0.8	31.33
2.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	2000	70	4	1.3	0.7	1.33	0.1	11.67
2.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	1300	45	6	0.8	0.4	4.33	0.33	9.67
2.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	175	10	8	3.5	0.9	7.67	1.2	5.67
2.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	410	80	70	1	0.3	5	0.98	44.67
2.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	160	30	40	0.6	0.9	1	0.6	12
2.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	80	13	10	0.3	0.6	3	0.8	10
2.ı	<i>Olea europaea</i> L	1	170	90	90	0.8	0.1	4.33	0.1	6
2.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	170	35	30	0.5	0.2	6.67	0.6	33.33

Tablo 7. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısımda Toplanan Envanter Verileri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇEVRESİ h:0 (cm)	GÖVDE UÇ ÇAPI h:max (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAŞ AĞIRLIĞI (gr)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (gr)
3.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	2000	60	8	1.4	0.02	10.67	0.6	28.33
3.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	1350	60	5	4	0.04	3	0.8	34.33
3.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	1250	70	4	6.5	0.7	11	0.1	16
3.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	1700	82	6	0.7	0.4	4.33	0.33	8.67
3.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	180	10	8	0.3	0.9	4.33	1.2	8.33
3.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	180	15	15	0.6	0.3	2.67	0.98	53.33
3.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	165	35	40	1	0.9	2	0.6	12.33
3.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	80	13	10	0.3	0.6	2	0.8	6
3.ı	<i>Olea europaea</i> L	1	170	65	80	0.5	0.1	9.33	0.1	7
3.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	170	30	35	0.4	0.2	5.33	0.6	25.33

2.4.2. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Biyokütle Veri Analizi ve Karbon Tutma Miktarları

2.4.2.1. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Biyokütle Verileri

Ziraat Botanik Parkı'nda yapılan envanter verilerinin toplanmasından sonra KARBİYOSİS programına elde edilmiş sonuçlar girilerek toplam biyokütle tahmini elde edilerek rapor haline getirilmiştir.

Alandaki tespit edilen ibreli ve geniş yapraklı ağaçların KARBİYOSİS programında gövde, dal ve yaprak biyokütelleri hesaplanmıştır. Tablo 8, 9 ve 10'da envanter sonucu hesaplanan toplam biyokütle miktarları verilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda en fazla toplam biyokütle miktarına sahip ibreli takson 1. Kısımda toplam biyokütle yüzdesi %30,55 ve 2000,23 kg *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don., 2.kısımda en fazla toplam biyokütle miktarına sahip ibreli ağaç toplam biyokütle yüzdesi %29,73 ve 1945.83 kg *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don 3. kısımda ise toplam biyokütle yüzdesi %33,14 ve 1916,58 kg *Picea orientalis* (L.) Peterm'dir. Toplam 15 adet ibreli ağaçlarda en az toplam biyokütle miktarına sahip takson ise *Cycas revoluta* L.'dir.

Geniş yapraklı ağaçlarda en fazla biyokütle miktarına sahip taksonlar 1. Kısımda toplam biyokütle yüzdesi % 9.55 ve 625,1 kg *Olea europaea* L, 2. kısımda toplam biyokütle yüzdesi %15,23 ve 996,52 kg *Magnolia grandiflora* L. ve 3. kısımda toplam biyokütle yüzdesi %6,84 ve 395,70 kg *Olea europaea* L 'dir. Toplam 15 adet geniş yapraklı ağaçlarda en az biyokütle miktarına sahip takson ise *Citrus reticulata* L.'dir.

Ziraat Botanik Park'ında belirlenen 10 taksondan 1, 2 ve 3. kısımlarında en fazla biyokütle miktarına sahip ibreli taksonlar *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don ve *Picea orientalis* (L.) Peterm'dir. Geniş yapraklı ağaçlardan 1, 2 ve 3. kısımlarında en fazla biyokütle miktarına sahip taksonlar ise *Magnolia grandiflora* L. ve *Olea europaea* L.'dir.

Tablo 8. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BİYOKÜTLESİ (gr)	GÖVDE KABUĞU BİYOKÜTLESİ (gr)	DAL BİYOKÜTLESİ (gr)	YAPRAK BİYOKÜTLESİ (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE YÜZDESİ (%)
1.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	1216957	28189.16	37916.67	6312.29	1289375	19.69
1.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	1546251	19183.06	19741.67	7523.54	1592699	24.32
1.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	1853741	88088.39	2711.52	55684.98	2000226	30.55
1.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	789088.2	38548.9	8010.83	44579.61	880227.5	13.44
1.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	6969.59	545.07	2425.24	1002.15	10942.05	0.17
1.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	19450.65	1056.32	6127.98	4362.8	30997.75	0.47
1.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	31944.5	3430.52	129.63	1442.78	36947.43	0.56
1.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	4149.1	178.63	2019.3	2399.4	8746.43	0.13
1.i	<i>Olea europaea</i> L	1	588636.6	13799.81	14278.2	8382.1	625096.7	9.55
1.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	56071.8	2986.64	6951.83	6898.3	72908.57	1.11
Toplam			6113259	196006.5	100312.9	136188.5	6537224	100

Tablo 9. Ziraat Botanik Parkı 2. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri

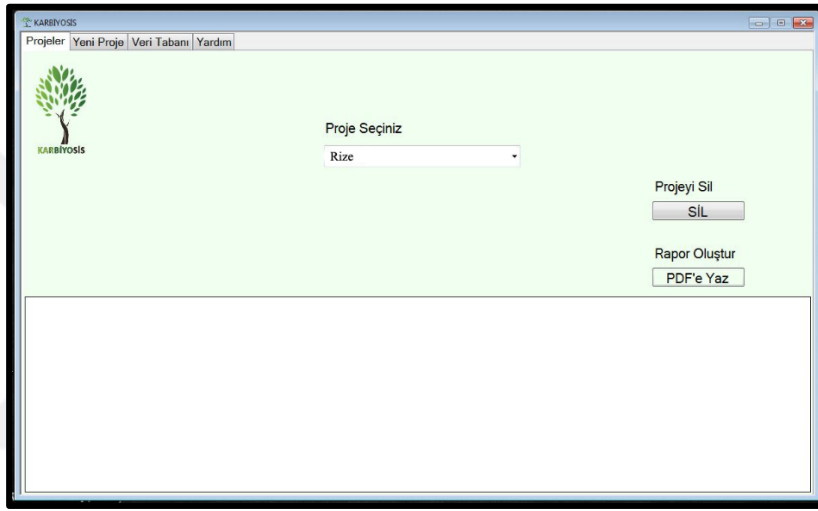
NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BİYOKÜTLESİ (gr)	GÖVDE KABUĞU BİYOKÜTLESİ (gr)	DAL BİYOKÜTLESİ (gr)	YAPRAK BİYOKÜTLESİ (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE YÜZDESİ (%)
2.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	1209867	134498.8	7500	707.78	1352574	20.67
2.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	997672.2	34118.72	5000	1919.17	1038710	15.87
2.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	1798539	141193.4	96.32	6000.17	1945829	29.73
2.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	418049.1	32368.63	541.67	1435.35	452394.7	6.91
2.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	519.28	6077.47	451.48	198.84	7247.07	0.11
2.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	943207.2	50513.28	883.33	1919.16	996523	15.23
2.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	63367.81	4137.97	55.56	980	68541.34	1.05
2.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	4475.03	464.37	265	526.34	5730.73	0.09
2.ı	<i>Olea europaea</i> L.	1	569511	20174.22	2296.67	2526.42	594508.3	9.08
2.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	1	74224.89	4568.44	1766.67	2339.28	82899.27	1.27
	Toplam		6079433	428115.3	18856.69	18552.5	6544957	100

Tablo 10. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Biyokütle Miktarları ve Yüzdeleri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE BİYOKÜTLESİ (gr)	GÖVDE KABUĞU BİYOKÜTLESİ (gr)	DAL BİYOKÜTLESİ (gr)	YAPRAK BİYOKÜTLESİ (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE (gr)	TOPLAM BİYOKÜTLE YÜZDESİ (%)
3.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	1108214	114466	26666.67	2313.89	1251661	21.64
3.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	614676.2	193411.4	3750	2102.92	813940.6	14.07
3.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	823051.8	377848.5	794.67	8228.8	1209924	20.92
3.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	1850379	64374.14	541.67	1286.87	1916582	33.14
3.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	6101.11	821.57	255.19	292.41	7470.28	0.13
3.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	15583.92	2661.19	471.11	2291.54	21007.76	0.36
3.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	70829.45	7540.08	111.11	1007.22	79487.87	1.37
3.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	4475.03	464.37	176.67	315.8	5431.87	0.09
3.ı	<i>Olea europaea</i> L	1	377610.1	10191.13	4946.67	2947.49	395695.4	6.84
3.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	75150.18	3666	1413.33	1777.85	82007.36	1.42
	Toplam		4946071	775444.4	39127.08	22564.79	5783207	100

2.4.2.2. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Karbon Tutma Miktarları

Karbon tutma miktarlarının hesaplanabilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Ziraat Botanik Parkı için ibreli taksonlar ve geniş yapraklı ağaçların gövde, kabuk, dal ve yaprak karbon tutma miktarları KARBİYOSİS programında hesaplanmıştır. Envanter çalışması sonucu elde edilen veriler eksiksiz girildiğinde karbon tutma verileri hesaplanarak rapor halinde sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 29 ve Şekil 30’ da KARBİYOSİS programının ana sayfası ve veri girişi ara yüzleri verilmiştir.



Şekil 29. KARBİYOSİS Arayüzü

Kaynak. Tuğluer, 2019

Kod	Ağaç Türü	Gövde Boyu	Gövde Dıp Çapı	Gövde Uç Çapı	Kabuk Kalınlığı	Dal Yüzdesi	Dal Ağırlığı	Yaprak Yüzdesi
21	Pinus nigra subsp. Pallasiana	620	31	8	1,90	1	1750	1
22	Pinus pinea	560	35	10	2,50	1,5	2185	1,5
23	Pinus pinea	380	39	10	2,50	1,5	1250	1,5
24	Pinus pinea	590	35	10	2,50	1	1100	1
25	Robinia pseudoacacia "Umbraculifera"	180	21	13	0,80	2	480	2
26	Robinia pseudoacacia "Umbraculifera"	198	21	16	0,75	3	945	3
27	Robinia pseudoacacia "Umbraculifera"	178	22	13	0,80	2	645	2
28	Tilia tomentosa	182	26	16	0,40	2,5	480	2,5

Şekil 30. KARBİYOSİS Veri Giriş Arayüzü

Kaynak. Tuğluer, 2019

Ziraat Botanik Parkı karbon tutma miktarları incelendiğinde belirlenen 10 taksondan en fazla karbon tutma kapasitesine sahip ağacın *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don ve *Picea orientalis* (L.) Peterm olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanına ait geniş ve ibreli yapraklı taksonların karbon tutma kapasitelerine bakıldığında; Tablo 11’ de verilen 1. kısım örnek alınan taksonların sonuçlarına göre en fazla karbon tutma kapasitesine ibreli taksonlarda 952820,60 gr ve %30,62 *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, geniş yapraklı taksonlardan ise 288860,57 gr ve %9,28 *Olea europaea* L.’dır.

Tablo 12 envanter çalışmasında örnek alınan taksonlara göre ibreli taksonlarda 927907,85 gr ve %29,95 *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, geniş yapraklı taksonlarda 460592,94 gr ve %14,87 *Magnolia grandiflora* L. en fazla karbon tutma kapasitelerine sahiptir.

Tablo 13’e örnek alınan taksonlara göre ibreli taksonlarda 914936,00 gr ve %33,14 *Picea orientalis* (L.) Peterm ve geniş yapraklı taksonlarda en fazla karbon tutma 182910,70 gr ve %6,63 *Olea europaea* L. en fazla karbon tutma kapasitelerine sahiptir.

Tablo 11. Ziraat Botanik Parkı 1. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	GÖVDE KABUĞU KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	DAL KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	YAPRAK KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI YÜZDESİ (%)
1.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	580731.9	13606.91	18055.92	2961.09	615355.8	19.78
1.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	737870.9	9259.66	9400.98	3529.29	760060.8	24.43
1.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	880712.3	43973.72	1294.48	26840.16	952820.6	30.62
1.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	376552.9	18607.55	3814.76	20912.29	419887.5	13.5
1.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	3224.83	247.41	1118.52	436.33	5027.09	0.16
1.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	8999.82	479.46	2826.22	1899.56	14205.07	0.46
1.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	15243.92	1655.91	61.73	676.81	17638.37	0.57
1.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	1919.79	81.08	931.3	1044.7	3976.87	0.13
1.ı	<i>Olea europaea</i> L	1	272362.2	6263.73	6585.11	3649.57	288860.6	9.28
1.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	25944.42	1355.64	3206.19	3003.52	33509.76	1.08
	Toplam		2903563	95531.08	47295.2	64953.33	3111342	100

Tablo 12. Ziraat Botanik Parkı 2.Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	GÖVDE KABUĞU KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	DAL KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	YAPRAK KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI YÜZDESİ (%)
2.a	<i>Sequoia sempervirens (D. Don) Endl</i>	2	577348.59	64922.55	3571.5	332.02	646174.66	20.86
2.b	<i>Cryptomeria japonica (Thunb. ex L.f.) D.Don</i>	2	476089.17	16469.1	2381	900.28	495839.56	16
2.c	<i>Cedrus deodora (Roxb.) G. Don</i>	2	854486.02	70483.77	45.98	2892.08	927907.85	29.95
2.d	<i>Picea orientalis (L.) Peterm</i>	2	199493.01	15624.34	257.94	673.32	216048.61	6.97
2.e	<i>Magnolia x soulangeana Soul.-Bod</i>	1	240.27	2758.56	208.22	86.57	3293.63	0.11
2.f	<i>Magnolia grandiflora L.</i>	1	436421.96	22927.98	407.39	835.6	460592.94	14.87
2.g	<i>Cycas revoluta L.</i>	2	30239.12	1997.4	26.46	459.72	32722.69	1.06
2.h	<i>Citrus reticulata L.</i>	1	2070.6	210.78	122.22	229.17	2632.76	0.08
2.ı	<i>Olea europaea L</i>	1	263512.74	9157.08	1059.22	1100	274829.05	8.87
2.i	<i>Prunus laurocerasus L</i>	1	34343.86	2073.61	814.79	1018.52	38250.78	1.23
Toplam			2874245	206625.2	8894.73	8527.29	3098293	100

Tablo 13. Ziraat Botanik Parkı 3. Kısıma Ait Ağaçların Toplam Karbon Tutma Miktarı ve Yüzdeleri

NUMUNE NO	TÜR LATİNCE ADI	YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İğne Yapraklı)	GÖVDE KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	GÖVDE KABUĞU KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	DAL KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	YAPRAK KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI (gr)	TOPLAM KARBON TUTMA MİKTARI YÜZDESİ (%)
3.a	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl	2	528839.73	55252.73	12698.67	1085.45	597876.57	21.66
3.b	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	2	293323.48	93359.7	1785.75	986.48	389455.41	14.11
3.c	<i>Cedrus deodora</i> (Roxb.) G. Don	2	391031.93	188621.96	379.38	3966.28	583999.54	21.15
3.d	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm	2	883000.99	31073.4	257.94	603.67	914936	33.14
3.e	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod	1	2822.98	372.91	117.69	127.32	3440.9	0.12
3.f	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	1	7210.68	1207.91	217.28	997.74	9633.6	0.35
3.g	<i>Cycas revoluta</i> L.	2	33799.81	3639.6	52.91	472.49	37964.81	1.38
3.h	<i>Citrus reticulata</i> L.	1	2070.6	210.78	81.48	137.5	2500.35	0.09
3.ı	<i>Olea europaea</i> L	1	174720.2	4625.75	2281.4	1283.34	182910.7	6.63
3.i	<i>Prunus laurocerasus</i> L	1	34771.99	1664	651.83	774.08	37861.89	1.37
Toplam			2351592	380028.7	18524.32	10434.33	2760580	100

2.4.3. Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların İzdüşümlerindeki Toprakta Karbon Miktarları

Topraktaki karbon depolama miktarını belirlemek için bitkilerin izdüşümlerinden 3 farklı noktadan kelepçe yardımıyla toprak örnekleri alınmıştır. Bu noktalarda nem ölçümü yapılmıştır.

Alınan toprak örneklerinin laboratuvar analizine hazırlanması için yapılan aşamalar verilmiştir. Serilerek kurutulan topraklar 2mm'lik eleklerden geçirilerek, kelepçe ve elenen toprak örnekleri tartılarak laboratuvar analizine gönderilmiştir. P (fosfor), pH, N (azot), organik madde, organik karbon (C) ve tekstür (kum, kil, toz) analizleri yapılmıştır. Şekil 27' de analizlerden görüntüler verilmiştir.

Araştırma alanı toprakları kumlu killi balçık tekstürdedir. En yüksek kum değerinde ibreli bitkilerin olduğu deneme alanında (2 nolu), en yüksek toz oranına yapraklı türlerin olduğu (1 nolu) deneme alanında ve en yüksek kil miktarına karışık türlerin olduğu (3 nolu) deneme alanında rastlanmıştır. Ancak kum, toz ve kil değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz seviyededir (Tablo 14). Araştırma alanı topraklarında hacim ağırlığı değerleri 1.21-1.31 g/cm³ arasında değişmektedir. En yüksek hacim ağırlığı değerine ibreli bitkilerin olduğu deneme alanında rastlanırken; en düşük hacim ağırlığına yapraklı + ibreli karışık bitkilerin olduğu deneme alanında rastlanmıştır. Ancak, deneme alanlarına göre hacim ağırlığı değerleri arasındaki fark önemsiz seviyedir. Araştırma sahası deneme topraklarındaki pH değerleri 5.65-6.34 arasında değişmektedir. Deneme alanlarına göre pH değerleri arasındaki değişim istatistiksel olarak önemsiz seviyededir. Araştırma alanı topraklarındaki azot değerleri %0.135- 0.236 arasında değişmektedir. En yüksek azot değerine yapraklı bitkilerin hâkim olduğu deneme alanında rastlanmıştır. Azot miktarı bakımından yapraklı-ibreli ve yapraklı- ibreli + yapraklı karışımın olduğu deneme alanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli seviyededir. Deneme alanlarında en yüksek organik madde ve en yüksek organik karbon değerlerine yapraklı +ibreli karışımının olduğu topraklarda, en düşük organik madde ve organik karbon değerlerine yapraklı bitkilerin hakim olduğu deneme alanlarında rastlanmıştır. Yapraklı-ibreli ve yapraklı- yapraklı +ibreli bitkilerin bulunduğu alanlardaki toprakların organik madde ve organik karbon değerleri arasındaki değişimin istatistiksel olarak önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14). Korelasyon tablosu Ek.1' de verilmiştir.

Tablo 14. Araştırma alanı toprak özelliklerinin analizine ait bulgular

Toprak Özellikleri	AKS	N	Ortalama	Std. Hata	F Oranı	Önem Seviyesi
Kum (%)	1	24	62.64	7.96	0.284	0.754
	2	12	64.15	8.32		N. S
	3	12	61.24	7.99		
Toz (%)	1	24	15.97	0.98	0.036	0.964
	2	12	15.45	1.68		N. S
	3	12	15.76	1.88		
Kil (%)	1	24	21.39	2.05	0.266	0.768
	2	12	20.40	2.15		N. S
	3	12	23.00	2.11		
Hacim Ağırlığı (Pa:g/cm ³)	1	24	1,30	0.0573	0.673	0.515
	2	12	1,33	0.0681		N. S
	3	12	1.21	0.0827		
Nem (%)	1	24	4.27	0.281	1.082	0.347
	2	12	4.28	0.479		N. S
	3	12	4.95	0.334		
pH	1	24	6.34	0.163	2.844	0.069
	2	12	5.65	0.290		N. S
	3	12	6.17	0.192		
Azot (% N)	1	24	0.135 ^b	0.017	8.273	0.01
	2	12	0.236 ^a	0.030		1-2**
	3	12	0.255 ^a	0.029		1-3**
Organik Madde (%)	1	24	2.75 ^b	0.357	7.649	0.01**
	2	12	4.75 ^a	0.617		
	3	12	5.08 ^a	0.596		
Organik Karbon (%)	1	24	1.59 ^b	0.207	8.010	0.01**
	2	12	2.77 ^a	0.355		
	3	12	2.97 ^a	0.346		
Fosfor (P: ppm)	1	24	29.12	3.93	2.817	0.070
	2	12	37.50	5.28		N. S
	3	12	45.25	6.20		
C/N oranı	1	24	11.97	0.129	2.891	0.066
	2	12	11.72	0.680		N. S
	3	12	11.58	0.770		

AKS: Arazi kullanım şekli (bitki örtüsüne göre, 1: Geniş yapraklı bitkiler, 2: İbrelî bitkiler, 3: Karışık bitkiler), N.S: 0.05 Yanılma ile önemsiz, *: 0.05 yanılma ile önemli, **: 0.01 Yanılma ile önemli.
Deneme alanlarındaki toprak tekstürü: kumlu killi balçık (Amerikan sınıflandırma sistemine göre)

2.4.4. Ziraat Botanik Parkında Elde Edilen Karbon Tutma Miktarlarının Yoğunluk Analizleri

Elde edilen veriler doğrultusunda veri tabanına girilerek bilgi sistemi oluşturulmuştur. Şekil 31’de verilerin ArcGis10.6 programına girilerek öznetelik tablosunda gösterimi verilmiştir.

a

TUR LATİNCİ ADI	TUR TÜRKÇE ADI	YAPRAK TİPİ	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇAPİ (cm)	GÖVDE İÇ ÇAPİ (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN DAL YAŞ AĞIRLIĞI (g)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (g)	KARBON TUTMA (g)	KARBON YÜZDE (%)
Citrus reticulata L.	Mandarin	1	70	13	10	0.13	0.6	22.88	0.6	45.89	3878.87	0.13
Hagnolia grandiflora L.	Yapraklı Çiçekli Mandarın	1	180	11	9	0.2	0.6	41.98	1.2	28.94	1627.98	0.16
Citrus reticulata L.	Boyuk Çiçekli Mandarın	1	140	20	18	0.25	0.3	34.69	0.96	151.54	1425.57	0.48
Citrus reticulata L.	Skas	2	180	70	230	0.7	0.9	2.35	0.6	17.87	17628.37	0.27
Citrus reticulata L.	Karavay	1	150	30	20	0.4	0.2	26.25	0.6	94.3	3300.76	1.66
Citrus reticulata L.	Zeytin	1	180	75	100	0.13	0.1	26.94	0.1	19.91	2888.61	0.38
Rosa carolina L. Peten	Doğu Karadeniz Ladin	2	1800	180	600	0.6	0.4	64.59	0.35	309.23	4188.7	13.5
Sequoia sempervirens (D.Don)	Sekoya Sahil Sekoyası	2	2400	187	700	0.5	0.02	15.17	0.6	77.29	61535.5	19.79
Cryptomeria japonica (Thunb.) Japan Kadi	Çam	2	2000	230	1100	0.2	0.04	15.76	0.6	122.25	76006.5	24.43
Cedrus deodora (Roth.) G. Go Himalaya Sadi		2	2000	400	1400	0.6	0.7	37.53	0.1	188.87	95826.1	30.62

b

TUR LATİNCİ ADI	TUR TÜRKÇE ADI	YAPRAK TİPİ	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇAPİ (cm)	GÖVDE İÇ ÇAPİ (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN DAL YAŞ AĞIRLIĞI (g)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (g)	KARBON TUTMA (g)	KARBON YÜZDE (%)
Citrus reticulata L.	Zeytin	1	120	60	80	0.5	0.1	4.35	0.1	6	27452.1	0.07
Hagnolia grandiflora L.	Boyuk Çiçekli Mandarın	1	410	80	70	1	0.3	5	0.68	44.67	46082.9	14.67
Citrus reticulata L.	Karavay	1	190	30	20	0.5	0.2	6.87	0.6	25.33	3508.78	1.23
Hagnolia grandiflora L.	Yapraklı Çiçekli Mandarın	1	175	10	9	0.5	0.9	7.87	1.2	5.67	3209.63	0.11
Citrus reticulata L.	Mandarin	1	80	13	10	0.3	0.6	5	0.5	60	2632.76	0.68
Rosa carolina L. Peten	Doğu Karadeniz Ladin	2	1300	45	6	1.8	0.4	4.35	0.35	18.67	21884.6	6.97
Citrus reticulata L.	Skas	2	180	30	40	0.6	0.9	1	0.6	12	32752.49	1.06
Sequoia sempervirens (D.Don)	Sekoya Sahil Sekoyası	2	2000	60	3	1.5	0.02	3	0.6	8.67	64671.7	26.86
Cedrus deodora (Roth.) Himalaya Sadi		2	2000	70	4	1.3	0.7	1.35	0.1	11.67	92787.9	28.95
Cryptomeria japonica (Thunb.) Japan Kadi	Çam	2	1700	60	5	0.5	0.04	4	0.6	21.33	49526.6	18

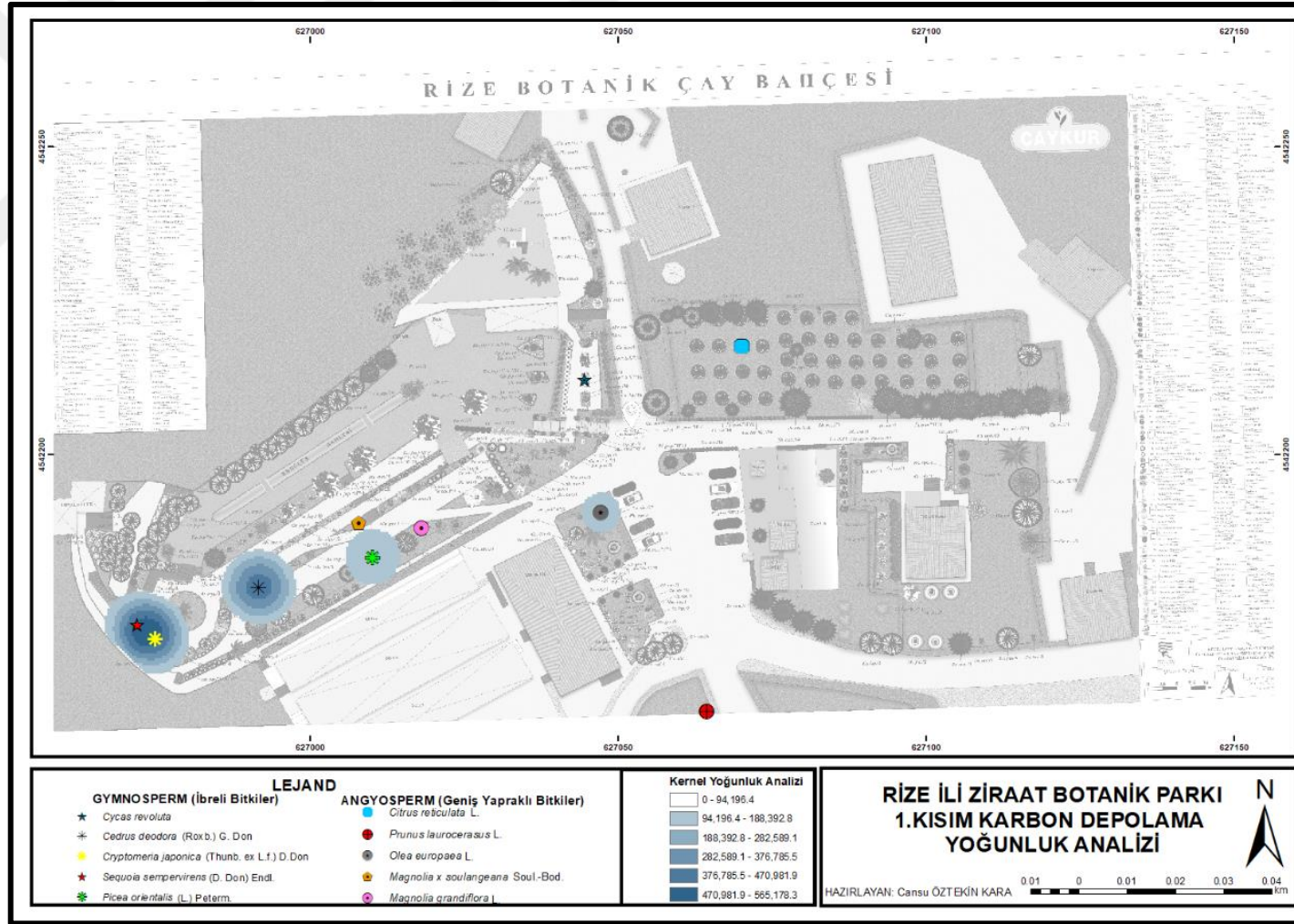
c

TUR LATİNCİ ADI	TUR TÜRKÇE ADI	YAPRAK TİPİ	GÖVDE BOYU (cm)	GÖVDE DİP ÇAPİ (cm)	GÖVDE İÇ ÇAPİ (cm)	KABUK KALINLIĞI (cm)	ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN DAL YAŞ AĞIRLIĞI (g)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (g)	KARBON TUTMA (g)	KARBON YÜZDE (%)
Citrus reticulata L.	Zeytin	1	170	60	80	0.5	0.1	6.35	0.1	7	16291.7	0.63
Citrus reticulata L.	Karavay	1	170	30	20	0.4	0.2	6.6	0.6	25.33	3788.88	1.37
Hagnolia grandiflora L.	Yapraklı Çiçekli Mandarın	1	180	10	9	0.5	0.9	4.35	1.2	6.35	3446.9	0.12
Hagnolia grandiflora L.	Boyuk Çiçekli Mandarın	1	180	10	84	0.6	0.3	2.67	0.68	52.35	6653.4	0.26
Citrus reticulata L.	Skas	1	80	13	10	0.3	0.6	5	0.6	6	2668.36	0.83
Citrus reticulata L.	Skas	2	180	30	40	0.6	0.9	1	0.6	12.33	37964.81	1.39
Rosa carolina L. Peten	Doğu Karadeniz Ladin	2	1700	60	6	0.7	0.4	4.35	0.35	8.67	37468.66	13.74
Cryptomeria japonica (Thunb.) Japan Kadi	Çam	2	1500	60	5	0.4	0.04	6.6	0.6	24.33	38445.4	14.11
Sequoia sempervirens (D.Don)	Sekoya Sahil Sekoyası	2	2000	60	6	1.4	0.02	18.67	0.6	28.33	167976.6	27.66
Cedrus deodora (Roth.) Himalaya Sadi		2	1250	70	4	0.5	0.7	11	0.1	18	68388.8	21.15

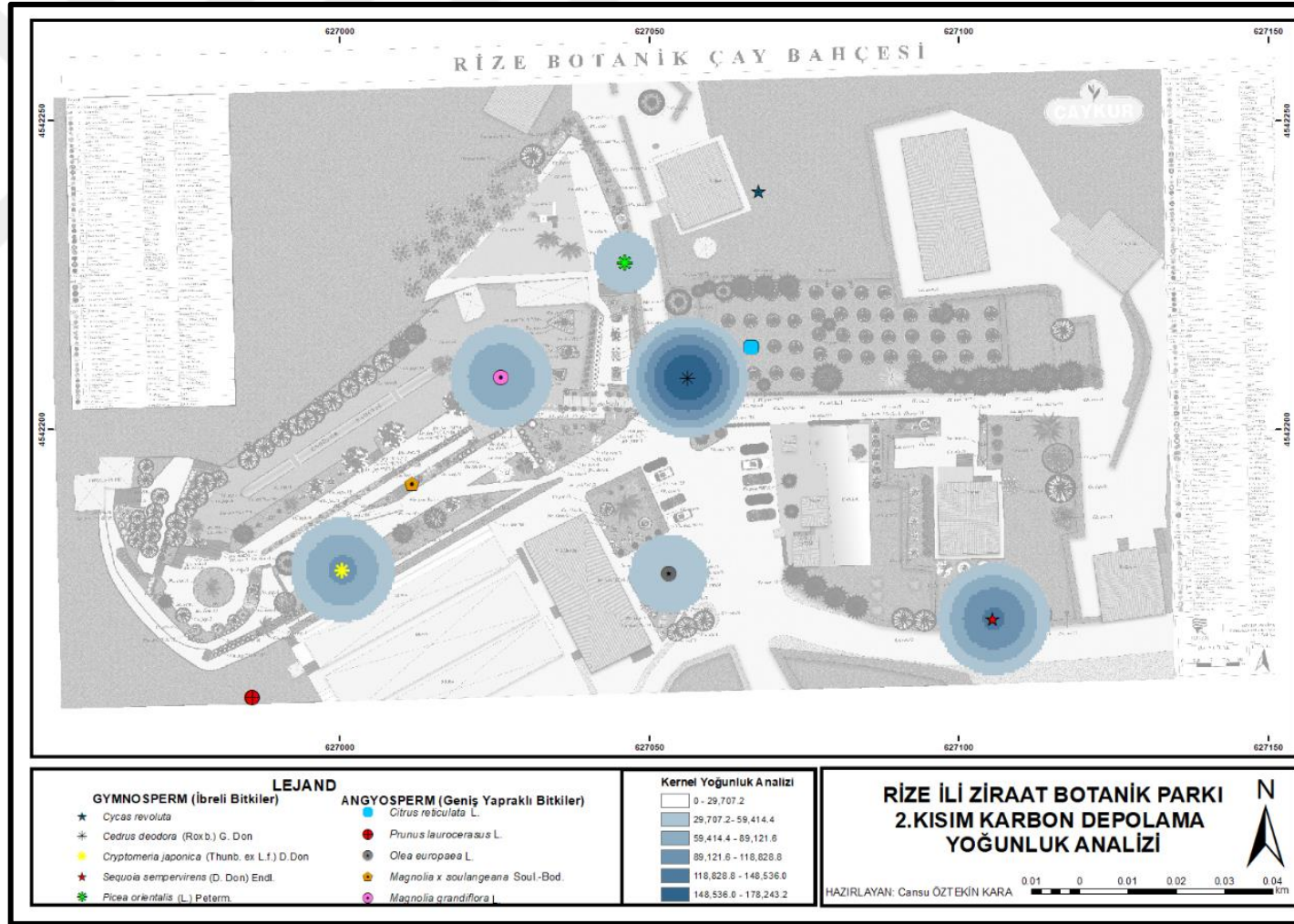
Şekil 31. Verilerin ArcGis10.6 programında öznetelik tablosu

(a) 1.Kısıma ait öznetelik tablosu, (b) 2.Kısıma ait öznetelik tablosu, (c) 3.Kısıma ait öznetelik tablosu

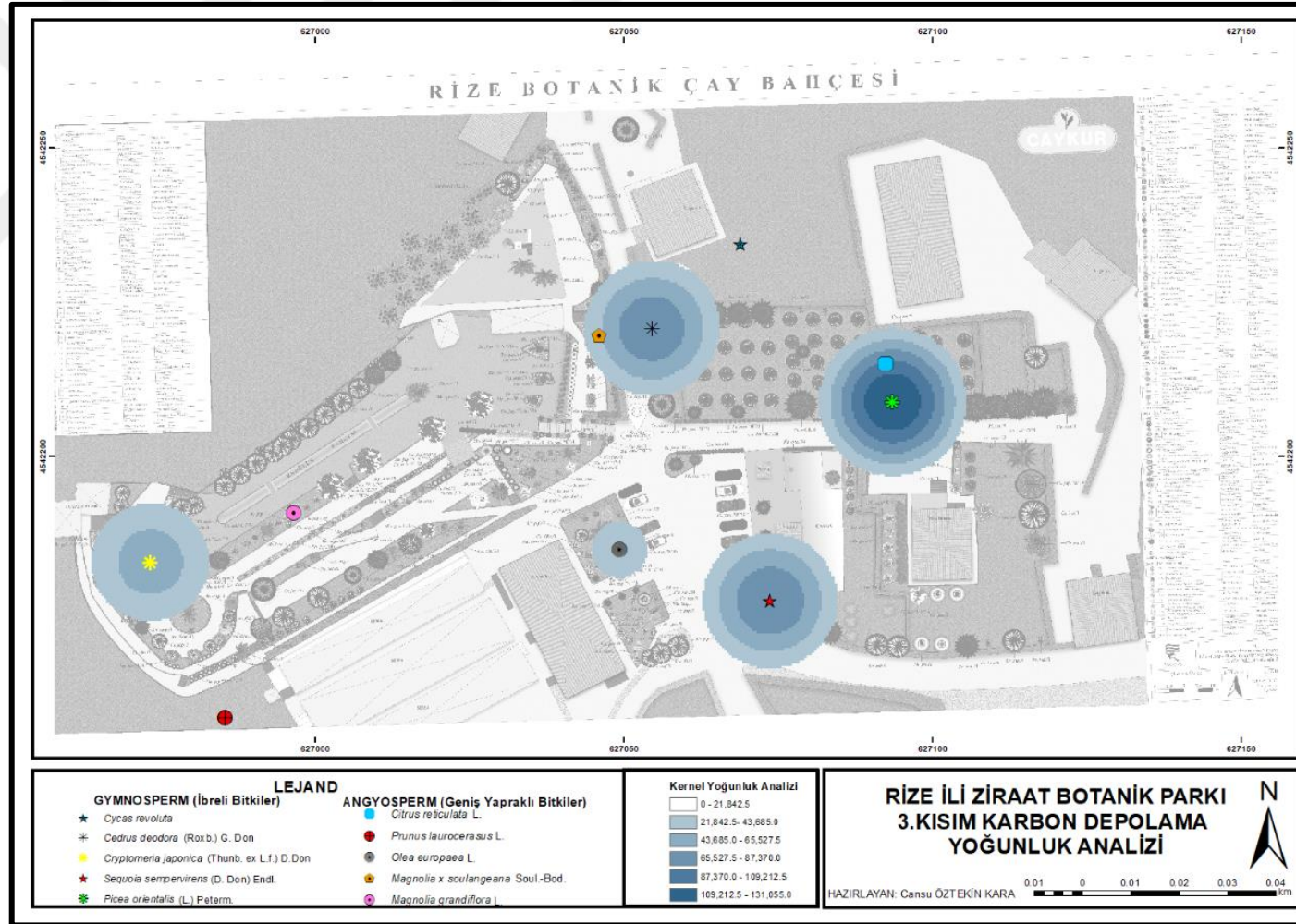
Öznetelik tablosundaki karbon depolama miktarlarına göre ArcGis10.6 mekânsal istatistik ara yüzü olan Kernel yoğunluk analizi yöntemi kullanılarak yoğunluk analiz haritaları oluşturulmuştur. Örnek alınan taksonlara ait karbon depolama miktarlarının yoğunluk analizleri verilmiştir.



Şekil 32. 1.Kısım yoğunluk analizi



Şekil 33. 2.Kısım yoğunluk analizi

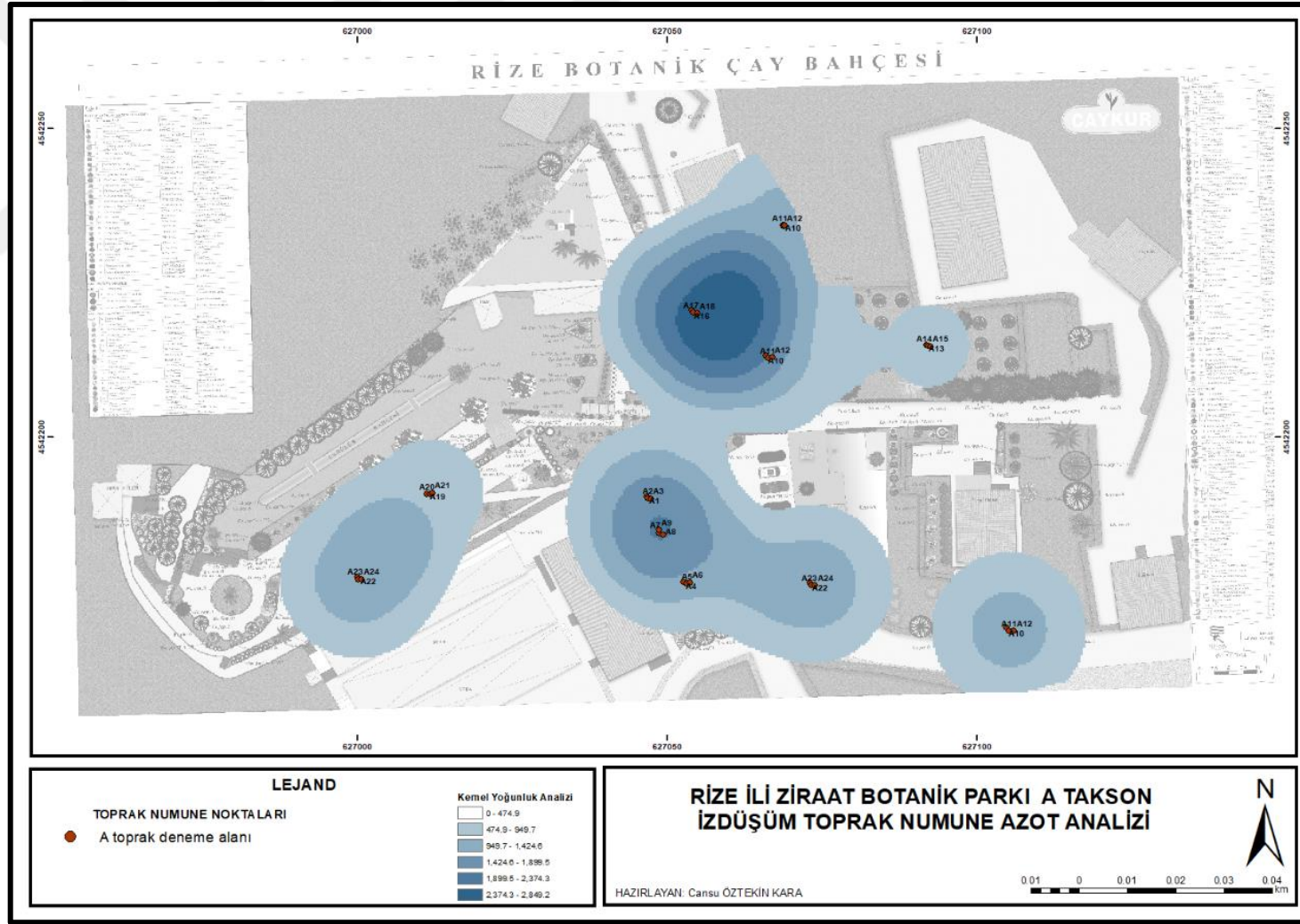


Şekil 34. 3.Kısım yoğunluk analizi

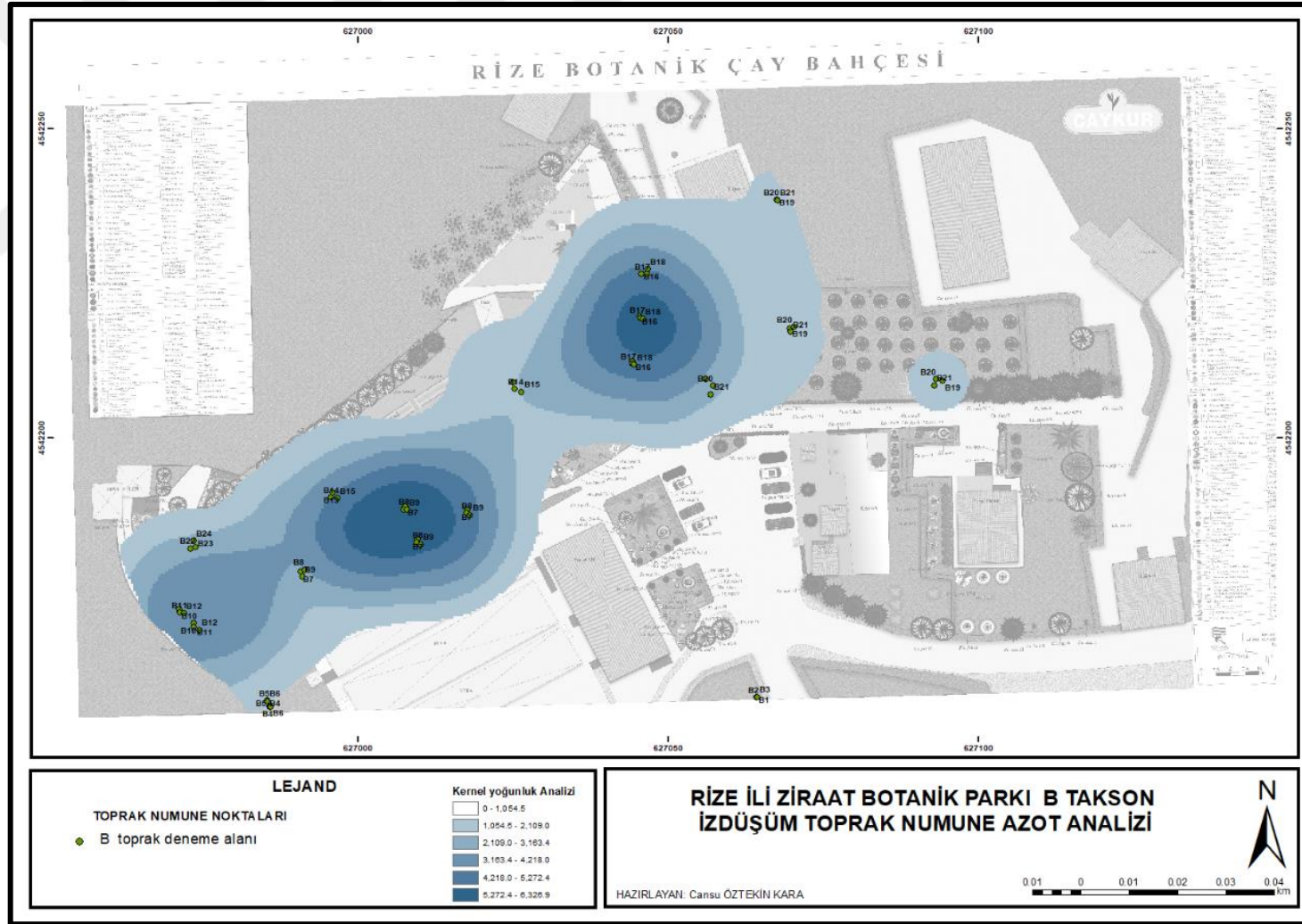
Yoğunluk haritalarında bakıldığında ibreli taksonlarda 1. ve 2. kısımlarda *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don. 3.kısımda ise *Picea orientalis* (L.) Peterm ve geniş yapraklı taksonlarda ise 1. ve 3.kısımlarda *Olea europaea* L. 2.kısımda *Magnolia grandiflora* L. karbon depolama miktarları bakımından yoğun olduğu gözlenmiştir.

2.4.5. Ziraat Botanik Parkı Toprak Veri Analizleri

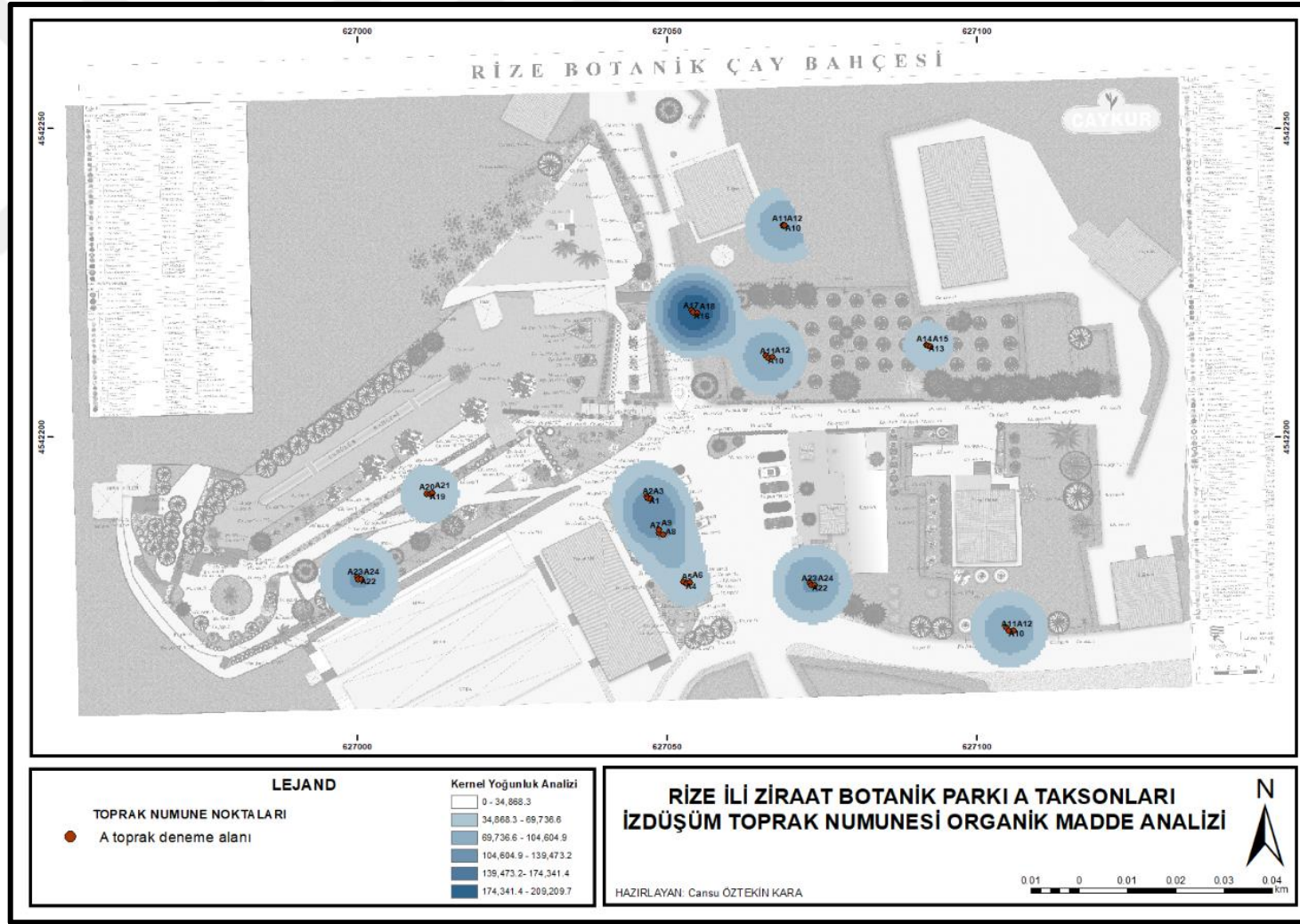
Ziraat Botanik Parkı'nda tespit edilen taksonların izdüşümlerinden alınan toprak örnekleri noktaların laboratuvar analizleri sonucuna göre hacim ağırlığı ve pH istatistiksel olarak önemsiz seviyededir. Bu sebepten dolayı azot, organik madde ve organik karbon verilerinin ArcGis10.6 mekânsal istatistik ara yüzü olan Kernel yoğunluk analizi yöntemi ile yapılmıştır. Elde edilen yoğunluk haritaları aşağıda verilmiştir.



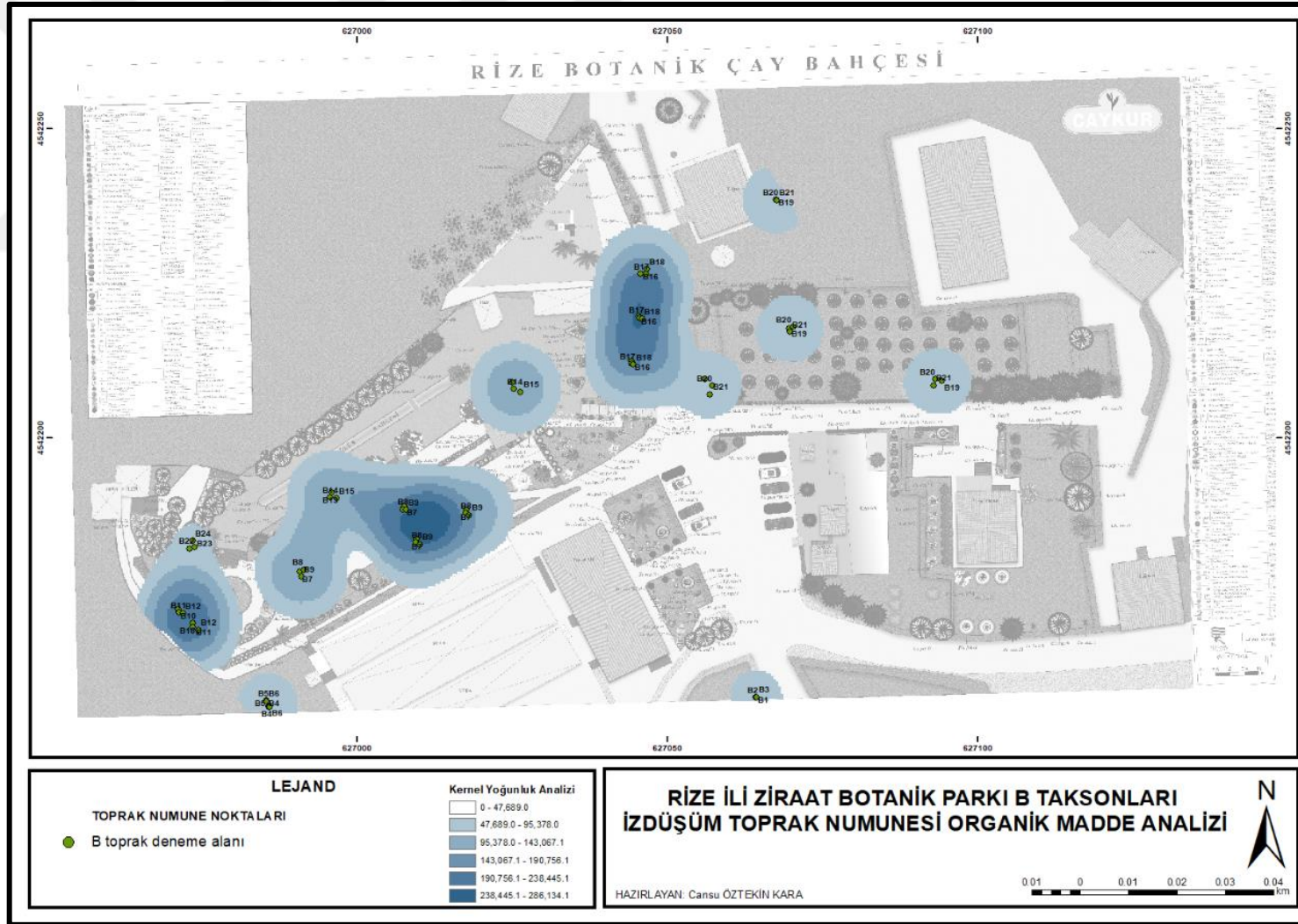
Şekil 35. Toprak A deneme alanı azot yoğunluk analizi



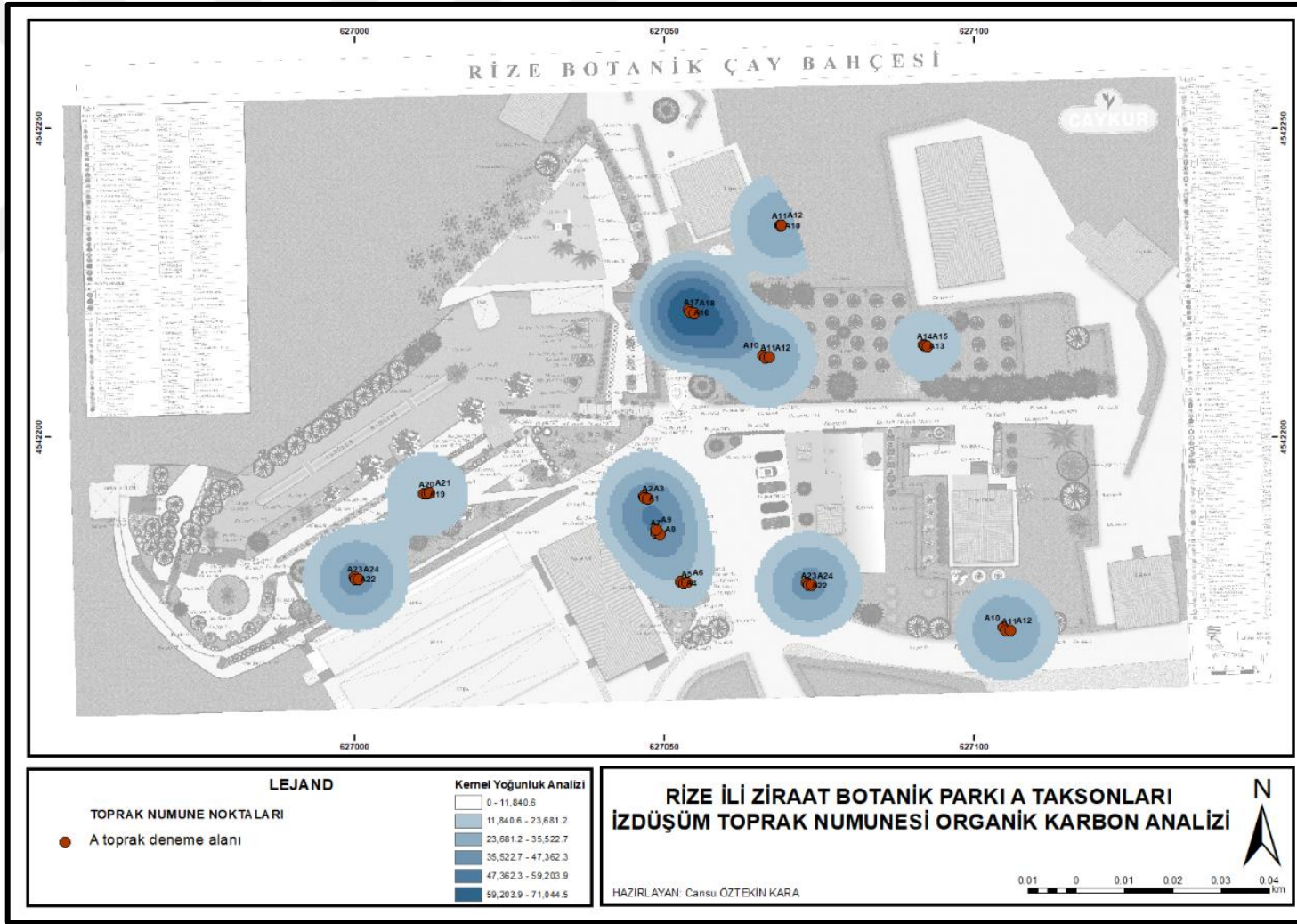
Şekil 36. Toprak B deneme alanı azot yoğunluk analizi



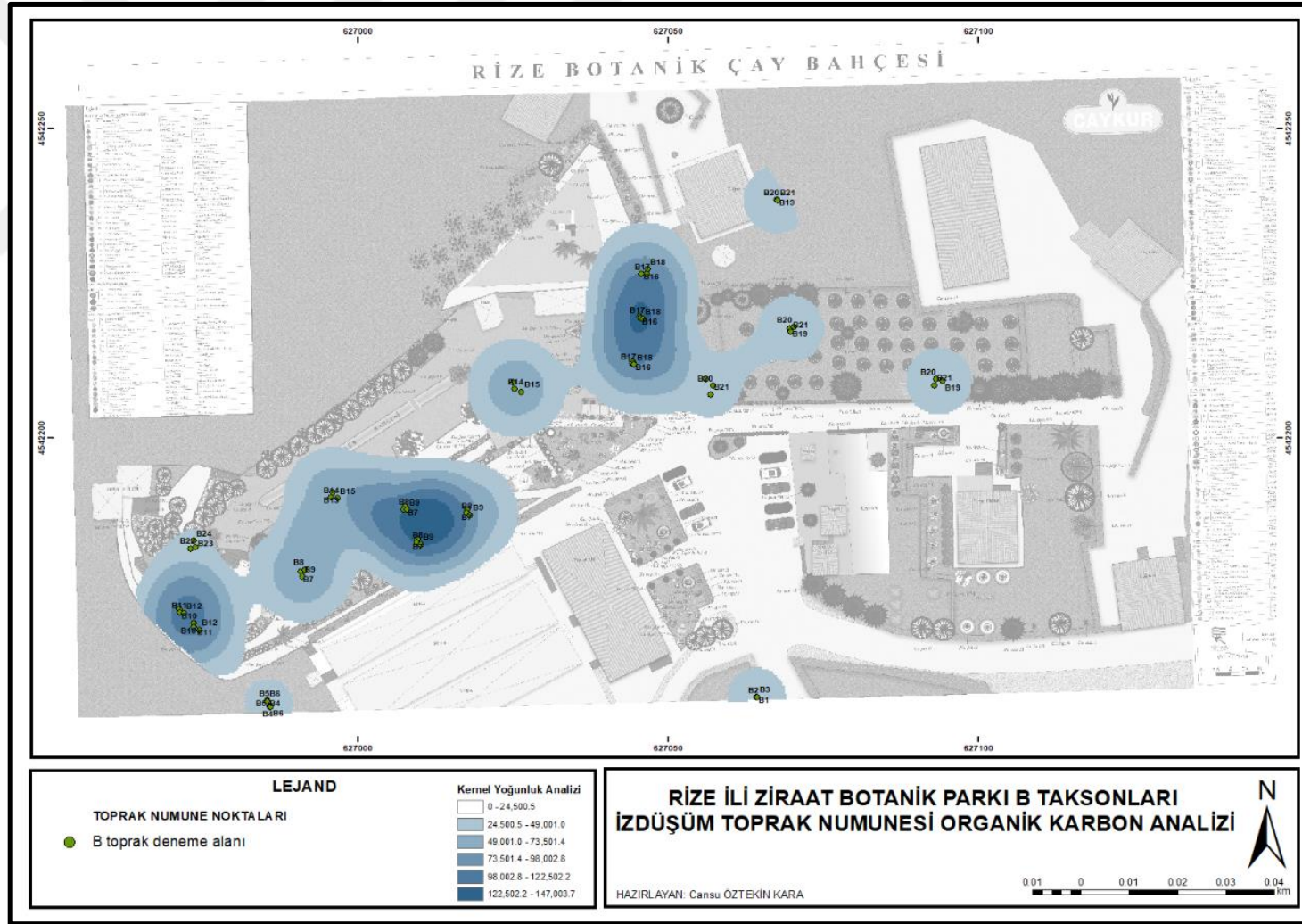
Şekil 37. Toprak A deneme alanı organik madde yoğunluk analizi



Şekil 38. Toprak B deneme alanı oranik madde yoğunluk analizi



Şekil 39. Toprak A deneme alanı organik karbon yoğunluk analizi



Şekil 40. Toprak B deneme alanı organik madde yoğunluk analizi

Yapılan yoğunluk analizleri sonucu azot, organik madde ve organik karbon en yoğun olduğu A deneme alanında *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don (3 nolu rnekleme) B deneme alanında en yoğun olduğu *Picea orientalis* (L.) Peterm (2 nolu rnekleme), *Cycas revoluta* L. (1 nolu örnekleme) ve *Magnolia x soulangeana* Soul.-Bod (3 nolu örnekleme) taksonlarında gözlemlenmiştir. şekil 35 ve 36'te azot yoğunluk analizleri, şekil 37 ve 38'da organik karbon analizleri, şekil 39 ve 40 'de organik madde analizleri verilmiştir.



3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

3.1. Tartışma

3.1.1. KARBİYOSİS Programını Kullanan Diğer Çalışmalar ile Ziraat Botanik Parkında Belirlenen Ağaçların Karbon Tutma Miktarlarının İrdelenmesi

Son yıllarda ülkemizde önemli bir çevre sorunu olan küresel ısınma ile yüz yüze gelinmiştir. Bitkilerde ve toprakta karbon depolama miktarının arttırmak küresel ısınmayı engellemede basit ve etkin bir yöntemdir. Bunun için literatürde belirtilen birçok yöntem kullanılmıştır. Bu çalışmada da Ziraat Botanik Parkı'nda yoğun olan taksonlardan belirlenerek KARBİYOSİS yöntemi ile karbon tutma miktarları belirlenmiştir.

KARBİYOSİS yöntemi Türkiye'de Kahramanmaraş ve Isparta illerinde bulunan bulvar ve mesire alanında uygulanmıştır. Çalışmada da Rize ilinde bulunan botanik parkında bu yöntem kullanılarak karbon depolama miktarları hesaplanmıştır. Türkiye'de ilk olan bu programın yöntemi uygularken ağaçlara zarar vermeden tahribatsız bir şekilde hesaplama yapmaktadır. Ağaç sınırlaması olmaksızın kentlerde karbon depolama kapasiteleri hesaplanabilmektedir. Fakat bu yöntem detaylı envanter çalışması gerekmektedir. Elde edilen veriler sadece geliştiriciler tarafından programa girilmektedir.

Büyüktürkmen (2021), yapmış olduğu tez çalışmasında Kahramanmaraş Kılavuzlu Parkı ve Mesire Alanı'nda tespit edilen 446 adet ağacın toplam karbon depolama kapasitesi 48,2 ton olarak belirlenmiştir. Alanda en fazla karbon tutma miktarına sahip takson *Cupressus sempervirens* var.*horizontalis* ve en az karbon tutma kapasitesine sahip takson ise *Magnolia grandiflora* L. tespit edilmiştir.

Tuğluer (2019), yapmış olduğu tez çalışmasında Isparta Kenti Bulvarı'nda bulunan 10 adet taksonun toplam karbon depolama miktarı 2,4 ton olduğu tespit edilmiştir. Çalışma da geniş yapraklı taksonlar da karbon depolama yüzdesi en fazla olan *Koelreuteria paniculata* Laxm. (Altuni fener ağacı) ve iğne yapraklı taksonlarda karbon depolama yüzdesi en fazla olan *Pinus pinea* L. (Fıstık çamı) olarak belirlenmiştir.

Rize ili Ziraat Botanik Parkında tespit edilen 30 adet ağaçtan toplam karbon

depolama kapasitesi 8,97 ton olduğu tespit edilmiştir. Çalışma da *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don ve *Picea orientalis* (L.) Peterm, geniş yapraklı taksonlardan ise *Olea europaea* L. ve *Magnolia grandiflora* L. karbon depolama yüzdesi olarak en fazla taksonlar olarak tespit edilmiştir.

Çalışmalar karşılaştırıldığında; üç çalışma alanı, bulunduğu iller ve örnek alınan takson sayıları farklıdır. Alan büyüklüğü ve takson sayıları fazla olan çalışmada fazla karbon depolandığı gözlenmiştir. Çalışmalar da örnek alınan taksonlarda ortak olan *Magnolia grandiflora* L. Büyüktürkmen (2021)'in çalışmasında gövde yüksekliği 153 cm olan 20466,66 gr ve %0,04 iken Rize ilinde gövde yükseklikleri 1.kısımda 140 cm,2. kısımda 410cm ve 3. kısımda 180 cm olan *Magnolia grandiflora* L. 460592,94 gr ve %14,87 karbon depolama kapasitelerine sahiptir. Bu nedeni de bulunduğu yerin iklim koşuluna bağılı taksonun boy, gövde, dal, kabuk yaprak ve toprak özelliğine göre gelişimini bağılıdır.

Lu vd. (2021) Finlandiya da 27 farklı kent parklarında yaprak dökmeyen ağaçlarda kentsel topraklarda yüksek miktarda karbon depolandığı verisi elde edilmiştir. Kent parkları yaşlarına (genç park, eski park ve referans orman) göre sınıflandırılarak buralardan yaprak döken ve dökmeyen ağaçların izdüşümlerinden toprak örnekleri alınarak analiz yapılmıştır. Kentsel parkların tırmıklanması çöp ayrışımı topraklarda karbon depolanmasını etkilemektedir. Elde edilen sonuçlara göre serin kentlerdeki yaprak dökmeyen ağaçların oranını artırarak ekosistemi güçlendirici etki yapmaktadır.

Ma (2018) küresel ölçekte 4318 taksonun karbon depolama miktarının belirlenmesinde bitkinin organlarının etkileri incelenmiştir. Bitkinin organları incelendiğinde yapraklardaki karbon içeriği köklerde biriken karbon miktarından daha fazladır. Yaşam formları incelendiğinden odunsu bitkilerin otsu bitkilere göre daha fazla karbon depolandığı elde edilmiştir.

Literatür incelendiğinde karbon ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle bitki taksonları genel olarak kent ağaçları olarak ifade edilmiştir, fakat ağaçların dışında boylu çalılar ya da odunsu özelliği olan çalıların ve yer örtücülerinde karbon tutma kapasiteleri bulunmaktadır. Bu sebeple kent ağaçları yerine kent bitkileri olarak da denmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir.

3.2. Sonuç ve Öneriler

Dünyamızda küresel ısınmada mücadelede ağaçların önemini göz ardı edemeyiz. Küresel ısınma ya etkili sera gazları en çok kentleşme, sanayileşmeden kaynaklı kentsel alanlarda depolanması oldukça fazladır. Dünyanın karbon depolama merkezleri okyanuslar toprak ve ağaçlardır. Bu nedenle özellikle kentsel alanlarda toprak özellikleri dikkate alarak bitkilerin doğru uygulamalar ve sayıları artırılarak daha fazla yeşil alanlar elde edilebilir.

Biyokütle miktarı fazla olan ibreli takson 1. kısımda %30,55 ve 2000,23 kg *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don., 2.kısımda en fazla toplam biyokütle miktarına sahip ibreli ağaç %29,73 ve 1945,83 kg *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don 3. kısımda ise %33,14 ve 1916,58 kg *Picea orientalis* (L.) Peterm'dir. Geniş yapraklı ağaçlarda en fazla biyokütle miktarına sahip taksonlar 1. kısımda %9.55 ve 625,1 kg *Olea europaea* L., 2. kısımda %15,23 ve 996,52 kg *Magnolia grandiflora* L. ve 3. kısımda %6,84 ve 395,70 kg *Olea europaea* L elde edilmiştir.

Karbon tutma kapasitesi fazla olan ibreli taksonlar da 1.kısımda 952,820 kg ve %30,62, 2.kısımda 927,907 kg ve %29,95 *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don ve 3.kısımda 914,936 kg ve %33,14 *Picea orientalis* (L.) Peterm ve geniş yapraklı taksonlar ise 1.kısımda 288,860 kg ve %9.28, 3.kısımda 182,910 kg ve %6,63 *Olea europaea* L. ve 2.kısımda 460,592 kg ve %14,87 *Magnolia grandiflora* L. olduğu tespit edilmiştir.

Taksonların toprak üstü ve toprak altı karbon depolama miktarları göz önüne alındığında *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, *Picea orientalis* (L.) Peterm, *Magnolia grandiflora* L., *Olea europaea* L. taksonların karbon depolama miktarlarının yüksek olduğu görülmüş olup çevresel etkiler bakımından Rize il merkezinde park alanlarında bahsi geçen taksonların kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca toprakta organik madde ve karbon bakımından geniş yapraklı+ ibreli karışımın en yüksek seviyede olduğu bulgusundan hareketle planlama yapılırken bahsi geçen taksonların karışık halde kullanılması daha fazla karbon depolama sağlayacağı için düşük karbonlu kentleşmeye adım atılmış olacaktır.

Cedrus deodora (Roxb.) G. Don taksonu ele alınarak birlikte dendrolojik özellikleri ile benzer özellikler gösteren aynı familya ve cinsten olan doğal taksonlarımızdan olan *Cedrus libani* L. sürdürülebilir ekosistemler açısından kent

parklarında kullanılabilir. *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don çalışmada en yüksek karbon tutma kapasitesine sahip takson ve *Cedrus libani* L. Tuğluer, (2019) tez çalışmasında ikinci en yüksek karbon tutma kapasitesine sahip ibreli takson olduğu elde edilmiştir. Yani aynı familya ve cinse ait bitki taksonlarından karbon tutma kapasitesi yüksek bitkilerin bitkisel tasarımlarda kullanılabilirliği sonucu çıkabilir. Sürdürülebilir biyoçeşitlilik açısından doğal taksonlardan karbon tutma kapasitesi yüksek olan taksonlar tercih edilmelidir.

Tuğluer, (2019) yaptığı çalışma sonucuna göre %48,93 *Pinus pinea* L. en yüksek karbon tutma kapasitesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu takson Rize ili iklim ve koşullarında da yetişebildiği ve mevcut parklarda da bulunduğu bölgede yapılacak planlamalarda bu takson kullanılabilir. Yapılan bütün çalışmalar ele alındığında çıkan sonuçlara göre karbon tutma kapasitesi yüksek olan taksonlar konusunda belli bir havuz oluşturulması önem arz etmektedir.

Elde ettiğimiz ve daha önceden yapılan çalışmalar doğrultusunda biyokütlesi büyük olan ağaç iyi karbon tutabilir fakat bununla birlikte uygun koşullar, iklim, toprak, adaptasyon ve uzun ömürlü olması gerekir. Bu şekilde ağacı karbon depolama verimliliği açısından da önem arz etmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 1 hektar ibreli orman yılda 30 ton geniş yapraklı orman 16 ton O₂ üretmektedir (URL 8). Bu bilgiye istinaden yaptığımız bu çalışmada da ibreli taksonların bünyelerinde daha fazla karbon depoladığı elde edilmiştir. Planlama yapılırken bu bilgiler doğrultusunda bitkilendirme tasarımlarında ibreli taksonların daha fazla tercih edilmesi gerekmektedir.

Kentsel ya da kırsal yeşil alanlardaki bitkilendirme çalışmalarındaki bitki envanterlerinin çıkartılması, biyokütle ve karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Envanter çalışması sonrası alanlardaki taksonların karbon depolamaları hesaplanarak yeni yapılacak çalışmalar için veri elde edilmesi sağlanabilir. Örneğin bu çalışma Rize ili için yapılacak yeni alanlarda kullanılacak taksonlar için bir altlık oluşturabilir.

Çalışma belirlenen bitki taksonlarının izdüşümlerinden alınan toprak analizlerine göre en yüksek organik ve azot miktarları yapraklı+ ibreli taksonlarının karışın bulunduğu topraklar önemli seviyededir. Bu bakımdan planlama yapılırken

alandaki toprak özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Toprak özelliklerine göre de en uygun olan takson seçimi yapılmalıdır.

Scopus veri tabanında karbon depolama ile ilgili çalışma yapan ülke sıralamasında Türkiye 31. sırada olması karbon depolama konusunda çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Rekreasyonel alanların planlanmasında karbon depolama miktarları bilinen taksonlar kullanarak Rize ili örnek alınarak yaşanabilir kentler meydana getirmek hedeflenmektedir.

Küresel ısınmanın en önemli sorunlarından olan karbon salınımını azaltabilmek için peyzaj mimarlarının görevi olarak tasarımlarda bitki takson seçiminin önemi çalışma sonucu ortaya çıkmıştır. Kullandığımız KARBİYOSİS yöntemiyle ağaçların fiziksel özellikleri hakkında bilgi edinerek en kısa sürede karbon depolama miktarlarını hesaplayarak orman alanları dışındaki parklar, refüjler, bulvarlar ve kentsel alanlarda da tespit edilmiş olunacaktır.

KAYNAKÇA

- Akın, G., (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*,46,29-43s.
- Akkemik, Ü., (2018), Türkiye'nin Ağaç ve Çalıları, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları,116s.
- Akkurt, Y. ve Akten, M., (2020). Kent parklarında ekosistem hizmetlerinin rolü. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 6(1), 348-357s.
- Akkuş, F.G., (2014). Kentsel yol ağaçlarının karbon tutma değerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 109.
- Akten,M., (2003). Isparta ilindeki bazı rekreasyon alanlarının mevcut potansiyellerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*,115-132s.
- Anbarashan, M., Padmavathy, A., Alexandar R. and Dhatchanamoorhty N., (2020). Survival, growth, aboveground biomass, and carbon sequestration of mono and mixed native tree species plantations on the Coromandel Coast of India.*Geology, Ecology, and Landscapes*, 4:2, 111-120s.
- Anşın, R. ve Özkan, Z.C., (1993). Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 167, 512s.
- Atak, B.K. ve Tonyaloğlu, E.E., (2019). Aydın ili örneğinde karbon depolama potansiyelinin mekânsal ve zamansal analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 778-786s.
- Aydın, A.C., (2016). .Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde biyokütle araştırmaları. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 174.
- Bayramoğlu, E., ve Yurdakul, N. M., (2019). Kentsel açık mekân olarak meydanların yaşam kalitesine etkileri: Trabzon örneği. *Journal of History Culture and Art Research*, 8(1), 425-435.
- Barış, M.E., (2005). Kent planlaması, kent ekosistemi ve ağaçlar. *TMMOB Şehir Plancıları Odası Planlama Dergisi*, 156-164s.
- Bilgili, B.C., (2009). Ankara kenti yeşil alanlarının kent ekosistemine olan etkilerinin bazı ekolojik göstergeler çerçevesinde değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye,165.
- Bolund, P. and Hunhammar, S., (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301s.

- Brown, S., (1997). Ormanlar ve iklim değişikliği: karbon rezervi olarak ormanlık alanların rolü, *XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri*, Cilt:1, s.89-102, 13-22 Ekim, Antalya.
- Büyüktürkmen, B., (2021). Rekreatyon alanlarının karbon tutma değerinin belirlenmesi: kılavuzlu parkı ve mesire alanı örneği- Kahramanmaraş. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 158.
- Çebi, A., (2018). Taflan (*Prunus laurocerasus* L) yaprağı ve çekirdeğinin ferrotiyosiyanat metoduyla total antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. Giresun Üniversitesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 109-114s.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2013). Türkiye İklim Değişikliği 5.Bildirimi. 30 Mart 2022 tarihinde <https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/banner/banner595.pdf> sayfasından edinilmiştir.
- Çorbacı, Ö., Abay, G., Oğuztürk, T. ve Üçok, M., (2020). Kentsel Rekreatyonel Alanlardaki Bitki Varlığı; Rize Örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*,16-40s.
- Çuhadar, A., ve Gönül, K., (2022). Serbest zaman ve rekreatyon kavramları. *ASAD-2021: Spor-Eğitim-Sağlık*, 321.
- Dirlik, R., (2016). Açık Alan Rekreatyon Faaliyetlerinin Yaşam Doyumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, Türkiye, 104.
- Dirik, H., (1997). Kent ağaçlarının yönetimi. *Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu*, İstanbul, 29-40s.
- Doğan, S. and Tüzer, (2011) M. Küresel iklim değişikliği ile mücadele: genel yaklaşımlar ve uluslararası çabalar. *İstanbul Sosyolojik Araştırmalar Dergisi*,154-194s.
- Doldur, H., ve Nesipoğlu, Ö., (2022). Antakya Şehri ve Yakın Çevresinde Rekreatyon Faaliyetlerinin Özellikleri ve Dağılışı. *Journal Of Geography*, (44), 44.
- Ekren, E. ve Çorbacı, Ö.L., (2021). Etnobotanik kullanım olanakları üzerine bir araştırma: Rize kentsel açık yeşil alanlar örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*.6(4),487-497s.
- Erbaş,A.E. ve Salt, E., (2020). Rekreatif alan" ve "rekreatyon alanı" kavramlarının mekânsal planlar bağlamında değerlendirilmesi. *Journal Of Awareness*, 5(1), 13-26s.
- Eren, C. ve Koçyiğit, M., (2020). Kent imajının ve kentsel rekreatyon alanlarına yönelik algının ölçümü. Aksaray Üniversitesi, *Aksaray İletişim Dergisi*, 2 (1), 66-81s.

- Gül, A. ve Küçük, V., (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 27-48s.
- Gülçin, D., (2021). Uzaktan algılama ve CBS teknikleri ile peyzaj çeşitliliği ve karbon depolama potansiyeli arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 89-96s.
- Karagöz, Ö., (1991). Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (ph, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 39(3), 65-81s.
- Karal, K. ve Gençay, G., (2020). Ormansızlaşmanın küresel iklim değişikliğine etkilerinin hukuksal boyutlarının incelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2):571-579s. 10.24011/barofd.697275.
- Karaşah, B., (2017). Kentsel ve kırsal rekreasyon alanlarına yönelik kullanıcı tercihlerinin belirlenmesi ‘Artvin kenti örneği’. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 58-69s.
- Kıroğlu, E., (2007). Erzurum kenti ve yakın çevresindeki bazı rekreasyon alanlarının görsel peyzaj kalitesi yönünden değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye, 173s.
- Kırteke, M. ve Oguz, H., (2022). ArcGis online ile web-tabanlı ağaç bilgi sisteminin geliştirilmesi: Turgut Özal bulvarı- Malatya örneği. *Turkish Journal Of Forest Science*, 6(1), 286-309s.
- King, A.D., ve Harrington, L.J., (2018), The Inequality of climate change from 1.5 to 2°C of global warming. *Geophysical Research Letters*, 45, 5030-5033s.
- Koçyiğit, R., (2008). Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 81-85s.
- Köse, İ., (2018). İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye’nin Paris Anlaşması’nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 55-81s. <https://doi.org/10.18354/esam.329348>.
- Lu, C., Kotze, D.J. ve Setälä, H.M., (2021). Evergreen trees stimulate carbon accumulation in urban soils via high root production and slow litter decomposition. *Science of the Total Environment*, 774(2021), 145129
- Ma, S., He, F., Tian, D., Zou, D., Yan, Z., Yan, Y., Zhou, T., Huang, K., Shen, H., and Fang, J., (2018). Variations and determinants of carbon content in plants: a global synthesis. *Biogeosciences*, 15, 693-702.
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, (2022). 1/500.000 Ölçekli jeoloji haritaları. 18 Mart 2022 tarihinde <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas> sayfasından edinilmiştir.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2022). Anonim. 29 Mart 2022 tarihinde <https://mgm.gov.tr> sayfasından edinilmiştir.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 2002(116), 381-389.
- Orman Genel Müdürlüğü, (2022). Anonim. 7 Eylül 2022 tarihinde www.ogm.gov.tr sayfasından edinilmiştir.
- Önder, S. ve Akbulut, Ç.D., (2011). Kentsel açık-yeşil alanlarda kullanılan bitki materyalinin değerlendirilmesi; Aksaray kenti örneği. Selçuk Üniversitesi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 93-100.
- Özçiftçi, İ., (2021). Rekreatyon alanlarının özellikleri ile zihinsel yenileme potansiyeli arasındaki ilişkinin irdelenmesi: İzmir-Kültürpark örneği. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 108s.
- Özyol, K., (2022). Çölleşmenin ekosisteme etkileri ve çölleşmeyi tersine çevirme yolunda sürdürülebilir tarımın önemi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 113-122s.
- Pamay, B., (1992). Bitki Materyali I Ağaç ve Ağaçcıklar. 144s.
- Pellegrini, A., Refsland, T. ve Jackson, R.B., (2021). Decadal changes in fire frequencies shift tree communities and functional traits. *Nature Ecology and Evolution*, 504-512s.
- Rebele, F., (1994). Urban ecology and special features of urban ecosystems. *Global Ecology and Biogeography Letter*, vol. 4, pp. 173–187s.
- Rize İl Tarım Orman Müdürlüğü, (2022). Coğrafi yapı. 18 Mart 2022 tarihinde <https://rize.tarimorman.gov.tr/Menu/12/Cografı-Yapı> sayfasından edinilmiştir.
- Rize Valiliği, (2022). Rize'nin tarihçesi. 18 Mart 2022 tarihinde <https://rize.gov.tr/tarihce> sayfasından edinilmiştir.
- Sarıbeyoğlu Skalar, M., (2014). Ormanlara ilişkin küresel bir antlaşmanın yokluğunda uluslararası hukukta ormanların korunması. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*, 4(2), 47-76. s.
- Scopus, (2022). Analyze search results of title-abs-key (carbon and storage) and (limit-to (subjarea , "envi")). 26 Temmuz 2022 tarihinde <https://www.scopus.com/> sayfasından edinilmiştir.
- Serin, N. ve Gül, A., (2006). Kent ormancılığı kavramı ve ısparta kent içi ölçeğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 97-115s.

- Şimşek, K. Y., (2012). Boş zaman ve rekreasyon endüstrisi, Boş Zaman ve Rekreasyon Yönetimi. Kocaekşi,S. (Ed), (26-52), Anadolu Üniversitesi Yayın. No: 2497.
- Tolunay, D. ve Çömez, A., (2008). Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye’deki durum. *Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar*, İstanbul, 13-14 Aralık 2007, 97-108s.
- Tuğluer, M., (2015). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde Ufore modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye,110s.
- Tuğluer, M., (2019). Bazı kent ağaçlarının biyokütle ve karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 129s.
- Türkeş, M., (2006). Küresel iklimin geleceği ve kyoto protokolü. *Jeopolitik* 29,99-107s.
- Uygur, A. ve Özkan, N. B., (2022). Kentsel planlamada rekreatif yeşil alanların rolü. *Journal Of Recreation and Tourism Research*. 9(2), 70-81.
- Uzun, G., Altunkasa F. M., (1991). Rekreasyonel Planlamada Arz ve Talep. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:6 Yardımcı Ders kitapları Yayın No:1, Adana.
- Ülker, C., Mısır, M. ve Mısır, N., (2011). Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Kahramanmaraş,26-28 Ekim 2011,524-531s.
- Yaltırık, F., (1988). Dendroloji I *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). Taş Matbaası, Yayın No:3443, 312.
- Yılmaz, B., Mısır, M. ve Kolay, O., (2015). Küresel iklim değişikliği ile mücadelede ormanların karbon depolama kapasitesinin uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi.
- Yüksek, T., (2001). Rize-Pazar Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Aşınım Eğilimi Değerlerinin Araştırılması, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 201s, 2001.
- Yüksek, T., (2017). Rize İli Arazi Kullanım Durumu, Bazı Ormancılık Çalışmaları ve Yağışların Zamansal Dağılımının Genel Bir Değerlendirilmesi, *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 59-66s.

EKLER

Ek-1. Toprak örnekleri korelasyon sonuçları

		AKS	HA	Nem	pH	N	OM	OK	P	CN	Kil	Silt	Kum
AK S	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	1	,11	,18	-	,492	,476	,485	,33	,33	,062	-	-
	on		9	6	,141	**	**	**	3*	5*	,022	,045	
	Sig. (2-tailed)		,41	,20	,338	,000	,001	,000	,021	,020	,676	,880	,762
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
HA	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	,119	1	,01	-	,092	,090	,091	,32	,08	,072	-	-
	on			3	,111	,092	,090	,091	5*	5	,020	,056	
	Sig. (2-tailed)	,419		,93	,454	,536	,545	,537	,024	,564	,627	,895	,706
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Ne m	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	,186	,01	1	-	,054	,053	,052	,20	,13	,346	,229	,191
	on		3		,265	,054	,053	,052	7	9	*		
	Sig. (2-tailed)	,204	,93		,069	,717	,722	,726	,158	,345	,016	,117	,194
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
pH	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	,141	,11	,26	1	,298	,325	,290	,18	,27	,467	-	-
	on		1	5		*	*	*	4	0	**	,151	,349
	Sig. (2-tailed)	,338	,45	,06		,040	,024	,046	,211	,063	,001	,304	,015
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
N	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	,492	,09	,05	,298	1	,991	,999	,22	,30	-	-	,286
	on	**	2	4	*		**	**	1	7*	,170	,217	*
	Sig. (2-tailed)	,000	,53	,71	,040		,000	,000	,132	,034	,249	,138	,049
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
O M	Pearson	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Correlati	,476	,09	,05	,325	,991	1	,991	,20	,27	-	-	,287
	on	**	0	3	*	**		**	7	6	,174	,214	*
	Sig. (2-tailed)	,001	,54	,72	,024	,000		,000	,157	,057	,238	,143	,048
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

Ek-1 (Devam). Toprak örnekleri korelasyon sonuçları

OK	Pearson	,485	-	-	-	,999	,991	1	,22	-	-	-	,293
	Correlati	**	,09	,05	,290	**	**		1	,27	-	-	*
	on		1	2	*					5	,172	,226	
	Sig. (2-	,000	,53	,72	,046	,000	,000		,13	,05	,243	,122	,044
	tailed)		7	6					2	9			
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
P	Pearson	,333	-	-						-			
	Correlati	*	,32	,20	,184	,221	,207	,221	1	,12	,188	-	-
	on		5*	7						5		,215	,052
	Sig. (2-	,021	,02	,15	,211	,132	,157	,132		,39	,199	,143	,728
	tailed)		4	8						6			
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
CN	Pearson	-	-	,13		-	-	-	-	-	-	-	
	Correlati	,335	,08	,13	,270	,307	-	-	,12	1	-	-	,148
	on	*	5	9		*	,276	,275	5		,100	,093	
	Sig. (2-	,020	,56	,34	,063	,034	,057	,059	,39		,500	,529	,317
	tailed)		4	5					6				
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Kil	Pearson	,062	,07	-	,467	-	-	-	,18	-			-
	Correlati		2	,34	**	,170	,174	,172	8	,10	1	-	,821
	on			6*						0		,198	**
	Sig. (2-	,676	,62	,01	,001	,249	,238	,243	,19	,50		,177	,000
	tailed)		7	6					9	0			
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Silt	Pearson	-	-	,22	-	-	-	-	-	-	-		-
	Correlati	,022	,02	,9	,151	,217	,214	,226	,21	,09	-	1	,397
	on		0						5	3	,198		**
	Sig. (2-	,880	,89	,11	,304	,138	,143	,122	,14	,52			,005
	tailed)		5	7					3	9	,177		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
Kum	Pearson	-	-	,19	-	,286	,287	,293	-	-	-	-	
	Correlati	,045	,05	,1	,349	*	*	*	,05	,14	,821	,397	1
	on		6		*				2	8	**	**	
	Sig. (2-	,762	,70	,19	,015	,049	,048	,044	,72	,31	,000	,005	
	tailed)		6	4					8	7			
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

