



**Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinin Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Kampüs
Örneğinde İncelenmesi**
**Investigation of Regulatory Ecosystem Services in the Case of Aydın Adnan Menderes
University Campus**
Ebru ERSOY TONYALOĞLU¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın/Türkiye
ebru.ersoy@adu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2945-3885>

Doi: <https://doi.org/10.53463/ecopers.20230202>

Corresponding Author/İletişim yazarı: Ebru ERSOY TONYALOĞLU

E-mail: ebru.ersoy@adu.edu.tr



ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsündeki ağaç örtüsünün sağladığı düzenleyici ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlere ilişkin parasal değerleri analiz etmek ve geleceğe yönelik önerilerde bulunmaktır. Çalışma, i-Tree Canopy uygulaması kullanılarak 7 farklı arazi örtüsü tipini 2160 noktada değerlendirmiştir. Sonuçlar, ağaç taç örtüsünün çeşitli kirletici maddeleri uzaklaştırdığını (\$8.802), yılda 34,98 ton karbon yakaladığını ve toplamda 878,44 ton karbon depoladığını göstermiştir (\$294.736). Toplam tahmini ekonomik değer ise \$303.537 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçları, kampüsteki düşük ağaç örtüsünün düzenleyici ekosistem hizmetleri açısından kısıtlayıcı bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak potansiyel bir artışın, kampüs ve kent genelinde düzenleyici ekosistem hizmetleri ve ekonomik fayda sağlama konusunda büyük bir potansiyele işaret ettiği belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: ADÜ, arazi örtüsü, i-Tree Canopy, kampüs, taç örtüsü.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyse the regulatory ecosystem services provided by the tree cover in the central campus of Aydın Adnan Menderes University and the monetary values related to these services and to make recommendations for the future. The study evaluated 7 different land cover types at 2160 points using i-Tree Canopy application. The results showed that tree canopy cover removes various pollutants (\$8,802), captures 34.98 tonnes of carbon per year and stores a total of 878.44 tonnes of carbon (\$294,736). The total estimated economic value was \$303,537. The results of the study reveal that the low tree cover on campus is a limiting factor in terms of regulating ecosystem services. However, a potential increase indicates a great potential for providing regulatory ecosystem services and economic benefits on campus and throughout the city.

Key words: ADU, land cover, i-Tree Canopy, campus, crown cover.

1. GİRİŞ

Kentlerde sokak ağaçları olarak da bilinen kent ağaçları; sokaklar, parklar, kaldırımlar ve kentlerdeki yeşil alanlar dahil olmak üzere kentsel ve kırsal alanlara dikilmiş olan ağaçları ifade etmektedir. Kentlerde ağaçlar geçmişte daha çok estetik değerleri nedeniyle tanınmakta ve özellikle kent peyzajlarında yoğunlukla yer alan asfalt gibi sert zeminler ile binaların monoton görünümünün yumuşatılmasına yardımcı olan elemanlar olarak görülmekteydi. Ayrıca ağaçların, kereste ve yiyecek dahil olmak üzere sağladıkları malzemeler için doğal parasal değeri de büyük önem taşımaktadır. Buna karşın kent ağaçları, kentsel peyzajın temel bileşenleri olarak çok çeşitli çevresel, sosyal ve ekonomik faydalara katkıda bulunan çok yönlü varlıklardır (Prather ve ark., 2018; Scholz ve ark., 2018). Örneğin, gölge ve estetik, kent ağaçlarının sağladığı önemli hizmetler olsa da atmosferdeki kirleticileri emerek oksijen sağlama gibi daha az belirgin faydaları çevre ve insanlara sunmaktadırlar. Bununla birlikte, yağmur suyu kontrolü ve toprak stabilizasyonu, binaların yakınında kullanıldıklarında güneşten gölge sağlayarak yaz aylarında klimalardan gelen enerji tüketimini azaltma, kışın ise ısıtma maliyetlerini azaltma gibi faydalar da sağlamaktadırlar (Zhang ve ark.; 2012; Nowak ve ark., 2016). Ağaçlar doğal olarak dalları ve yapraklarının fiziksel yapısına bağlı olarak havadan partikül maddelerin toplanmasına yardımcı olmaktadır. Tüm bu ekosistem hizmetleri ise genellikle ağaç örtüsünün yoğunluğuna bağlı olarak katlanarak artış göstermektedir.

Birçok ülke ve kentte küçük ölçekli kentler olarak da görülen üniversite kampüsleri içerdikleri yoğun yapısal öğeler (binalar, yol ve sert zeminler) ve her türlü donanımına sahip tesisler ile sahip olduğu yüksek nüfus ve kent içinde kritik bir konuma sahip olması nedeniyle kent peyzajında önemli bir rol oynamakta ve kentler ile kent halkı üzerinde çok çeşitli olumlu etkilere sahip olmaktadır (Wibowo ve ark., 2019; Wang ve ark., 2021). Üniversite kampüsleri kentler için sadece eğitim kurumu ve olanaklarını sunmaktan öte; kent peyzajının sosyal, kültürel, ekonomik ve çevresel dokusuna katkıda bulunan dinamik ve çok yönlü mekânlardır. Üniversite kampüslerinin kentlerdeki varlığı, kent halkının yaşam kalitesinin zenginleşmesine, kentlerin sürdürülebilir ve kapsayıcı bir şekilde büyümesine ve gelişmesine yardımcı olmaktadır (Colding ve Barthel, 2017). Bununla birlikte üniversite kampüsleri sahip oldukları yeşil alanlar, çeşitli bitki örtüsü ve eğitim fırsatları sayesinde insan sağlığını, ekolojik çeşitliliği ve kent halkının genel refahını destekleyen çeşitli faydaların sağlanmasında kent ekosistemini geliştiren ve ekosistem hizmetlerinin sağlanmasına yardımcı olan mekânlardır (Srivani ve Hokao, 2013). Üniversite kampüsleri, kentsel alanlarda sürdürülebilir uygulamalar, çevrenin korunması ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi için yaşayan laboratuvarlar olarak hizmet verebilmektedir.

Toplumda olumlu değişime ilham verme potansiyeline sahiptirler ve daha yeşil, daha dayanıklı ve ekolojik açıdan bilinçli kentlerin yaratılmasında model alan bir işlevi de üstlenmektedirler.

Üniversite kampüsleri de dahil olmak üzere kent ağaçlarının varlığı, kent halkı ile ekosistemlerin refahını da destekleyen dirençli ve canlı kentler yaratmak için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle son zamanlarda, kent ağaçlarının ekonomik ve çevresel faydalarının ölçülmesine ve değerlendirilmesine yönelik tekniklere ilişkin ilgi de artmıştır. Örneğin gölge örtüsü oluşumunu sağlayan sağlıklı ve işlevsel yaprakların miktarı, ağaçlar tarafından sağlanan ekosistem hizmetlerin değerlendirilmesinde kullanılan en basit yöntemlerden birisidir (Nowak ve ark., 1996; Nowak ve Greenfield, 2012). Bununla ilişkili olarak kentler ve yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda optimum gölge alan kapsamının %30-40 olması önerilmektedir. Bir kentsel peyzajda gerçek gölge alan kapsamının ölçülmesi çok fazla zaman ve maliyet gerektirdiği için bu ölçümler kent halkı ile gerçekleştirilen anketler aracılığıyla tespit edilmeye çalışılmaktadır (Manzo, 2011; Hwang ve Wiseman, 2020). Ayrıca, ağaç taç örtüsünün analizinde uzaktan algılama verilerine dayalı birçok çalışma da yapılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin hatalı sınıflandırma ve değerlendirmeye neden olabilen, temelde uydu görüntülerinin mekânsal ve zamansal çözünürlüğüne bağlı birçok kısıtı bulunmaktadır (Nowak ve Greenfield, 2012).

Kent peyzajlarında bitki örtüsü ve özellikle çoklu ekosistem hizmeti sağlama potansiyeli olan ağaçların korunmasıyla ilişkili olarak, kent ağaçlarının miktarının tespit edilmesi; yerel yönetimler, kent yöneticileri ve peyzaj plancıları ile tasarımcılarını sürdürülebilir kalkınma açısından daha fazla yeşil altyapı ögesinin kente entegre edilmesi yönünde motive edebilmektedir. Bu nedenle kentsel sürdürülebilirliğin teşvik edilebilmesi için hızlı ve düşük maliyetli önlemlerin alınmasına yardımcı olabilecek yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Orman Servisi (United States Department of Agriculture Forest Service- USDA) tarafından geliştirilen i-Tree, Google Earth'ten alınan görüntüler üzerinden ağaç örtüsünün sağladığı ekosistem hizmetlerini ölçmek ve bu hizmetlerin parasal karşılığını tahmin etmek için bir dizi web tabanlı araç sağlamaktadır. Son yıllarda, dünya genelinde hızla kentleşen alanlarda kent ağaçlarını haritalamak ve ekosistem hizmetlerini tahmin etmek için çok sayıda çalışma farklı i-Tree araçları yoluyla değerlendirilmiştir (Tuğluer ve Gül, 2018; Tonyaloğlu ve ark., 2021). Önceki çalışmalar genellikle sokak ağaçları, kent parkları ve yerleşim alanlarının sağladığı ekosistem hizmetlerine odaklanırken, kent ekosisteminin önemli bir bileşeni olan üniversite kampüslerinde yer alan ağaç taç örtüsüne ilişkin ülkemizde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır (Hepcan ve Hepcan, 2017; Dilaver ve ark., 2017). Günümüzde, üniversite kampüslerinin çevre üzerindeki etkisinin de giderek önem

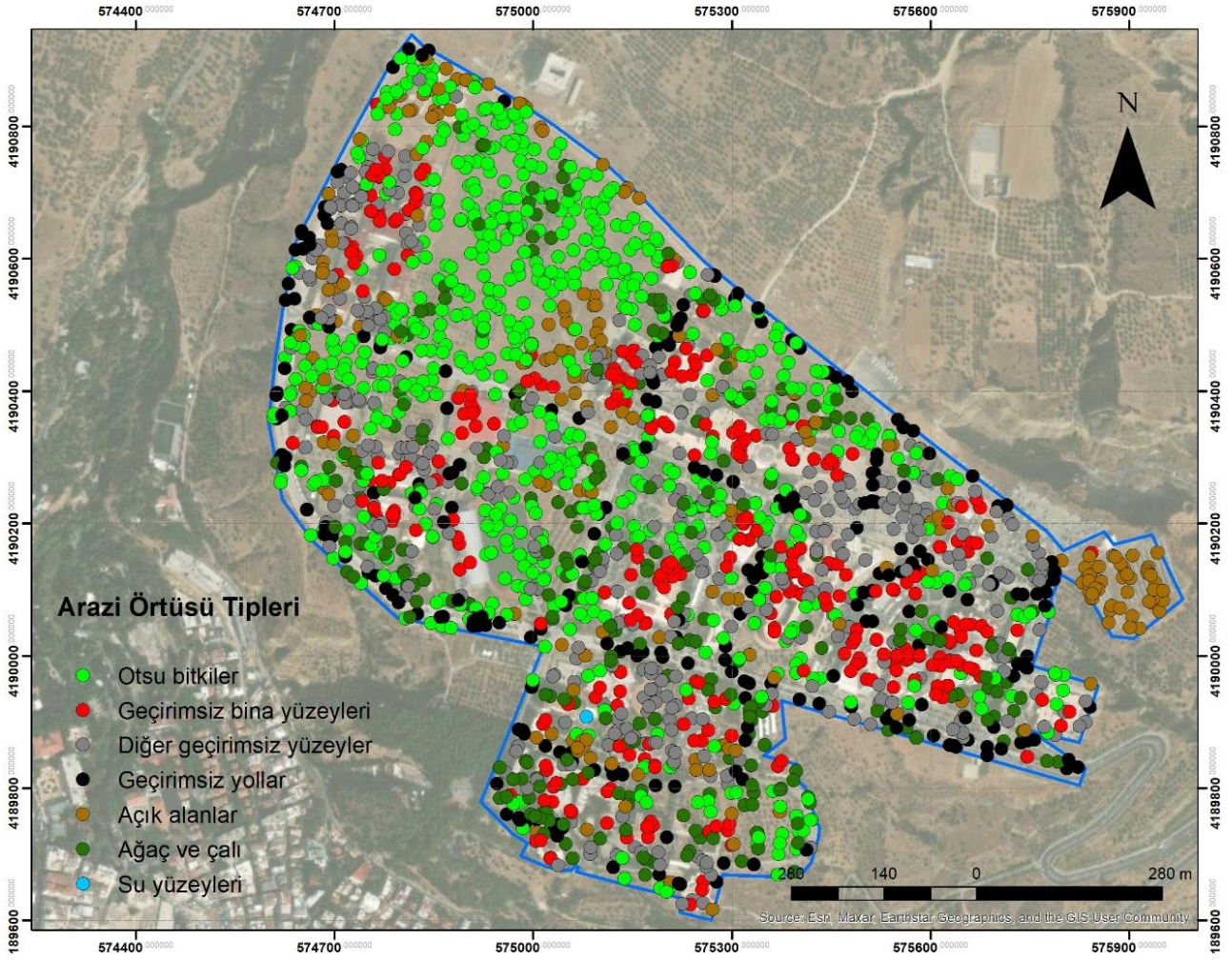
kazanmasından ötürü bu çalışmanın amacı, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsündeki arazi örtüsü tipleri ve ağaçların i-Tree Canopy ile tespit edilerek sağladıkları potansiyel düzenleyici ekosistem hizmetleri ve parasal değerin analiz edilerek geleceğe yönelik önerilerde bulunulmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde gerçekleştirilmiştir. 1992 yılında kurulan ve 25 yerleşkeden oluşan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi toplam 73 akademik birimde eğitim-öğretim vermektedir. Örnek çalışma alanı olarak ele alınan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsü Efeler ilçesi içinde yer almakta ve yaklaşık 89ha'lık bir alan kaplamaktadır (Şekil 1).

Çalışmanın yürütülmesinde Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Orman Servisi (United States Department of Agriculture Forest Service- USDA) tarafından geliştirilen i-Tree araçlarından i-Tree Canopy kullanılmıştır. i-Tree Canopy aracı çalışılan alandaki tüm çalı ve ağaç bitki örtüsünü tek sınıf altında ele alarak düzenleyici hizmetler ve bunların ekonomik değerlendirilmesini tahminlemektedir (Hilde ve Paterson, 2014). Geniş alanlarda kısa sürede hızlı ve maliyetsiz tahminlemelerin yapılmasına olanak tanımaktadır.

i-Tree Canopy aracı 3 temel aşamadan geçilerek kullanılmaktadır. Bunlar çalışma alanı sınırlarının belirlenmesi ve web-tabanlı araca yüklenmesi, çalışma alanı içinde yer alan arazi örtüsü tiplerinin belirlenmesi ve son olarak rastgele nokta örnekleri üzerinden arazi örtüsünün sınıflandırılması şeklindedir. Çalışma alanı sınırları ArcMap 10.5.1 yazılımında altlık harita (Basemap) üzerinde sayısallaştırıldıktan sonra i-Tree Canopy'ye aktarılmış ve çalışma alanında araç içinde tanımlı 7 arazi örtüsü sınıfı değerlendirmeye alınmıştır. Bunlar; ağaç ve çalı örtüsü, otsu bitkiler, geçirimsiz bina yüzeyleri, geçirimsiz yollar, diğer geçirimsiz yüzeyler, açık alanlar ve su yüzeylerinden oluşmaktadır. Çalışma alanında ağaç taç örtüsü ve diğer arazi örtülerinin belirlenmesi ve hava kalitesi bakımından sağlanan düzenleyici ekosistem hizmetlerinin hesaplanması için 2600 rastgele nokta üzerinden değerlendirme yapılmıştır. i-Tree Canopy aracının kullanım kılavuzunda toplam 500-1000 nokta sayısının kullanılması tavsiye ediliyor olsa da, bu çalışmada nokta sayısının belirlenmesinde hata payının her arazi örtüsü tipi için ± 1 'in altında olmasına dikkat edilerek çalışmanın doğruluğunun arttırılması hedeflenmiştir (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017). Son olarak elde edilen sonuçlar i-Tree Canopy aracından rapor olarak elde edilerek değerlendirme ve önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyonu

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

i-Tree Canopy aracı kullanılarak 2600 nokta üzerinden Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde belirlenen Çalışma alanında arazi örtüsü tipleri ve her bir arazi örtüsü tipi için kullanılan rastgele nokta sayısı, arazi örtüsü tiplerinin toplam alanları (ha, %) ile standart hata oranları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. i-Tree canopy aracı arazi örtüsü sınıfları ve alansal dağılımları

Arazi Örtüsü Sınıfı	Arazi Örtüsü Tanımı	Rastgele nokta sayısı	Oransal alan (%)	Alan (ha)	Standart Hata Oranları (\pm SH)
Ağaç ve çalı	Ağaç ve boylu çalılarla örtülü alanlar	275	12,73	11,43	\pm 0,64
Otsu bitkiler	Çim ve otsu bitkilerle örtülü alanlar	674	31,20	28,02	\pm 0,90
Geçirimsiz yüzeyleri	Tüm binalar ve diğer yapısal öğeler	318	14,72	13,22	\pm 0,68
Geçirimsiz yollar	Asfalt, beton vb. gibi yollar	260	12,04	10,81	\pm 0,63
Diğer geçirimsiz yüzeyler	Yapay zemin malzemeleri ile örtülü alanlar	413	19,12	17,17	\pm 0,76
Açık alanlar	Bitki örtüsü bulundurmeyan toprak yüzeyle örtülü veya çıplak alanlar	219	10,14	9,10	\pm 0,58
Su yüzeyleri	Yapay ve doğal su yüzeyleri	1	0,05	0,04	\pm 0,04
Toplam		2600	100	89,78	

Yapılan değerlendirme sonucunda Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünün yarısına yakın bir bölümü bina, yollar ve diğer geçirimsiz yüzeylerden oluşmaktadır (%45,88). Kampüs alanının büyük bir bölümü ise (%31,20 ve 28,02ha) otsu bitkilerden oluşurken, ağaç ve çalı örtüsü toplam kampüs alanının sadece %12,73'ünü kaplamaktadır (11,43ha). Bitki örtüsü bulundurmeyen toprak yüzeyle örtülü veya çıplak alanların meydana getirdiği açık alanlar arazi örtüsü 9,10ha'lık yüzey alanı ile toplam çalışma alanının %10,14'ünü oluşturmaktadır. Çalışma alanında neredeyse hiç bulunmayan arazi örtüsü ise su yüzeylerinden oluşmaktadır.

i-Tree Canopy aracında gerçekleştirilen arazi örtüsü sınıflandırması sonucunda Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünün düzenleyici ekosistem hizmetlerine ilişkin olarak bir yıl içinde atmosferden uzaklaştırılan kirleticiler, karbon yakalama ve depolama miktarları ve bunların parasal karşılıkları (\$) Çizelge 2'de verilmiştir. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde yer alan ağaçların yıllık olarak havadan toplam 771,52 kg gaz ve partikül kirletici uzaklaştırırken, taç örtüsü tarafından yakalanan yıllık tahmini karbon miktarı 34,98 ton, taç örtüsünün depoladığı toplam karbon miktarı ise 878,44 ton olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Çalışma alanında ağaç örtüsünün sağladığı düzenleyici ekosistem hizmetleri

Atmosferden uzaklaştırılan kirleticiler	Miktar	±SH	Değer (\$)	±SH
Karbon monoksit- CO (yıllık)	0.01 g	±0.00	0	±0
Nitrojen dioksit- NO ₂ (yıllık)	134.029,66 g	±7.550,29	48	±3
Ozon- O ₃ (yıllık)	473.831,07 g	±26.692,30	915	±52
Partikül madde- PM2.5 (yıllık)	52.002,36 g	±2.929,45	3796	±214
Kükürt dioksit- SO ₂ (yıllık)	17.691,03 g	±996,59	2	±0
Partikül madde- PM10-2.5 (yıllık)	93.964,17 g	±5.293,28	4040	±228
Odunsu bitkilerin yakaladığı karbon dioksit- CO ₂ seq (yıllık)	34,98 ton	±1,97	11287	±636
Odunsu bitkilerin depoladığı karbon dioksit- CO ₂ stor	878,44 ton	±49,49	283449	±15,968

Toplam çalışma alanının %12,73'ünü oluşturan ağaç taç örtüsünün gaz ve partikül kirletici uzaklaştırmasına ilişkin ekonomik fayda \$8.802, yakalanan ve depolanan karbona karşılık gelen tahmini ekonomik değer ise \$294.736 olarak hesaplanmıştır. Ağaç taç örtüsünün hava kalitesi bakımından en yüksek potansiyel düzenleyici hizmet ve ekonomik fayda; yıllık Ozon (O₃) ve Nitrojen dioksit (NO₂)'in havadan uzaklaştırılması olarak belirlenmiştir.

Çalışma alanı için tahmin edilen bu değerler diğer çalışmalarda elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında, maalesef hem ağaç örtüsü hem de elde edilebilecek potansiyel düzenleyici hizmetler bakımından Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünün oldukça geride olduğu ifade edilebilir. Örneğin; Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan Oregon State Üniversitesi kampüsünde ağaçların bir yılda atmosferden uzaklaştırdığı NO₂ miktarı Aydın

Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde elde edilen değerlerden yaklaşık 20 kat fazladır (Phillips ve ark., 2013). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde yer alan otsu bitkiler (%31,20) ve açık alanların (%10,14) oranı düşünüldüğünde potansiyel olarak çok daha fazla ağaç örtüsü aracılığıyla ekosistem hizmeti ve ekonomik fayda sağlanabileceği ortadadır. Bununla birlikte, Ege Üniversitesi Lojmanlar kampüsü ve Ankara Üniversitesi Tandoğan kampüsünde de hem ağaç örtüsü hem de sağlanan faydalar bakımından Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde elde edilebilecek potansiyel faydalardan çok daha fazlası elde edilebilmektedir (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017; Dilaver ve ark., 2017). Bu sonuçlarda her ne kadar kampüslerin kullanım biçimleri ve kuruluş zamanları etkili olsa da yüksek ağaç örtüsü miktarının sağladığı potansiyel faydalar bakımından dikkat çekici oldukları açıktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çevre üzerindeki etkisinin de giderek önem kazandığı üniversite kampüslerinde yer alan ağaç örtüsünün sağladığı düzenleyici ekosistem hizmetleri ve bunlara ilişkin parasal değerler Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsü örneği üzerinden analiz edilmiştir. Web tabanlı i-Tree Canopy uygulaması kullanılarak 7 arazi örtüsü tipi ve alansal dağılımları rastgele 2160 nokta üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışma alanında %12,73 orana sahip ağaç taç örtüsünün havadan toplam 771,52 kg gaz ve partikül kirletici uzaklaştırdığı, 34,98 ton karbon yakaladığı ve 878,44 ton karbon depoladığı tespit edilmiştir. Bu hizmetlerin toplam ekonomik değeri ise \$303.537 olarak tahmin edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ışığında Aydın Adnan Menderes Üniversitesi merkez kampüsünde ağaç örtüsünün az olması ve bunun düzenleyici ekosistem hizmetleri bakımından bir sınırlayıcı faktör olması dikkat çekmektedir. Ancak ağaç örtüsünün artırılmasına olanak sağlayacak büyük potansiyele de sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda hem kampüs içinde hem de tüm kent için düzenleyici ekosistem hizmetleri ve bunların getireceği ekonomik fayda bakımından da iyi bir potansiyele sahip olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte, ağaç örtüsünün iyileştirilmesi ve arttırılması önemli bir yatırım kaynağı gerektirmektedir. Ancak bu ve benzeri çalışmalar yoluyla hem kampüslerin hem de kentlerin kazanacağı faydaların karar verici, planıcı ve tasarımcılara aktarılması yatırımların bu yönde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada da olduğu gibi diğer arazi örtüsü tipleri ile birlikte ağaç örtüsünün sağlayacağı faydalara (ekosistem hizmeti ve ekonomik açıdan) ilişkin genel tahmin ve değerlendirmelerin yapılması özellikle geniş alanlar için bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Ancak, burada

kullanılan yöntemin direk planlama ve tasarım çalışmalarına aktarılması mümkün olmayacaktır. Bu nedenle bir sonraki aşamada farklı ağaç ve çalı türlerini, bunların taç-gövde-kök ve farklı kısımlarına (gövde, dal, ibre ve kabuk vb. gibi) ait detayları da dikkate alan arazi çalışmasına dayalı araştırmalara gereksinim duyulacağı da unutulmamalıdır.

Son olarak kampüs alanları ve kentlerde mevcut ağaç ve boylu çalıların korunması ile tür çeşitliliğinin artırılmasının büyük öneme sahip olduğunun unutulmaması gerekmektedir. Yerel türler olmak üzere biyoçeşitliliğe destek olabilecek ve bölge iklim koşullarına uygun türlere öncelik verilmesi ağaç örtüsünün iyileştirilmesi ve artırılmasına destek olacaktır. Bu noktada her ne kadar genç ağaç ve çalı türlerinin, yetişkin ağaç ve çalılara göre daha az ekosistem hizmeti sağladığı bilinse de, daha fazla sayıda ve türde genç ağaç ve çalının uygulanması ekosistem hizmetleri ve ekonomik faydaları bakımından yine de önemli bir rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

Colding, J., & Barthel, S. (2017). The role of university campuses in reconnecting humans to the biosphere. *Sustainability*, 9(12), 2349.

Dilaver, Z., Yuksel, U. D., & Yilmaz, F. C. (2017). Contribution of university campuses to climate change mitigation: Ankara University Tandogan campus case. *Fresenius Environ Bull*, 26(12), 7018-7024.

Hepcan, Ç. C., & Hepcan, Ş. (2017). Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 113-120.

Hilde, T., & Paterson, R. (2014). Integrating ecosystem services analysis into scenario planning practice: Accounting for street tree benefits with i-Tree valuation in Central Texas. *Journal of environmental management*, 146, 524-534.

Hwang, W. H., & Wiseman, P. E. (2020). Geospatial methods for tree canopy assessment: A case study of an urbanized college campus. *Arboriculture & Urban Forestry*, 46(1), 51-65.

Manzo, J. (2011). *Assessing the Effect of Tree Canopy Stocking on Home Energy Use Savings during Peak Cooling Months in West Virginia*. West Virginia University.

Nowak, D. J., & Greenfield, E. J. (2012). Tree and impervious cover change in US cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(1), 21-30.

Nowak, D. J., Hoehn, R. E., Bodine, A. R., Greenfield, E. J., & O'Neil-Dunne, J. (2016). Urban forest structure, ecosystem services and change in Syracuse, NY. *Urban Ecosystems*, 19, 1455-1477.

Nowak, D. J., Rowntree, R. A., McPherson, E. G., Sisinni, S. M., Kerkmann, E. R., & Stevens, J. C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning*, 36(1), 49-57.

Phillips, D. L., Burdick, C. A., Merja, R., & Brown, N. (2013). Urban forest ecosystem services: A case study in Corvallis, Oregon. Presented at *Ecological Society of America, Minneapolis, MN, August 04 - 09, 2013*.

Prather, H. M., Eppley, S. M., & Rosenstiel, T. N. (2018). Urban forested parks and tall tree canopies contribute to macrolichen epiphyte biodiversity in urban landscapes. *Urban Forestry & Urban Greening*, 32, 133-142.

Scholz, T., Hof, A., & Schmitt, T. (2018). Cooling effects and regulating ecosystem services provided by urban trees—novel analysis approaches using urban tree cadastre data. *Sustainability*, 10(3), 712.

Srivanit, M., & Hokao, K. (2013). Evaluating the cooling effects of greening for improving the outdoor thermal environment at an institutional campus in the summer. *Building and environment*, 66, 158-172.

Tonyaloğlu, E. E., Atak, B. K., & Yiğit, M. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinden hava kalitesinin Efeler-Aydın örneğinde incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 119-125.

Tuğluer, M., & Atila, G. Ü. L. (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 293-307.

Wang, X., Wang, Y., Qu, X., Huang, B., Li, Z., Sun, J., ... & Yang, X. (2021). Urban trees in university campus: structure, function, and ecological values. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 45183-45198.

Wibowo, A., Yussof, M. M., Hamzah, T. A. A., & Salleh, K. O. (2019, November). Urban heat signature impact on university campus. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 338, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.

Zhang, B., Xie, G., Zhang, C., & Zhang, J. (2012). The economic benefits of rainwater-runoff reduction by urban green spaces: A case study in Beijing, China. *Journal of environmental management*, 100, 65-71.