



Bu proje Avrupa Birliğı tarafından finanse edilmektedir.
This project is funded by the European Union.

ŞEHİR PLANLAMA ARACI OLARAK EKOSİSTEM HİZMETLERİ: Çankaya İlçesi Örneği



ŞEHİR PLANLAMA ARACI OLARAK EKOSİSTEM HİZMETLERİ: Çankaya İlçesi Örneği

© Doğa Koruma Merkezi

Çiğdem Mah. 1594 Sok. No:3 Çankaya, Ankara
Tel: 0312 287 81 44 • E-posta: dkm@dkm.org.tr
www.dkm.org.tr

ISBN: 978-605-06990-5-0

1. Basım 2020

Yazarlar: Semiha Demirbaş Çağlayan, Özge Balkız, Fethiye Arslantaş,
Kübra Ceviz Sanalan, Yıldırım Lise, Uğur Zeydanlı

Yayına Hazırlayan: Deniz Şilliler Tapan

Kapak Çizimi: Esra Gürel

Grafik Tasarım: İdekaf

Basım: Emsal Matbaa Tanıtım Hiz. San. ve Tic. Ltd. Şti. Bahçekapı Mah. 2477. Cad. No:6 Etimesgut/ANKARA
Tel: +90 312 278 82 00 - Faks: +90 312 278 82 30 Etimesgut V.D.: 3340992742
Setifika No: 46753

Bu kitabın her hakkı saklıdır. Tamamen ya da kısmen çoğaltılması ve metindeki bilgilerin kullanılması Doğa Koruma Merkezi'nin yazılı izni alınmadıkça mümkün değildir. Bilimsel araştırma, tez, makale, kitap ve benzeri eserlerde, kitabın ve Doğa Koruma Merkezi'nin tam adı belirtilerek atıf yapılabilir. AB ve ilgili kurumları istisnadır.

Kaynak Gösterme:

Çağlayan, S.D., Balkız, Ö., Arslantaş, F., Sanalan, K.C., Lise, Y., Zeydanlı, U. 2020. Şehir Planlama Aracı Olarak Ekosistem Hizmetleri: Çankaya İlçesi Örneği. Ankara, Doğa Koruma Merkezi, 236 sayfa.

“Bu yayın Avrupa Birliği'nin maddi desteği ile hazırlanmıştır. İçerik tamamıyla Doğa Koruma Merkezi'nin sorumluluğu altındadır ve Avrupa Birliği'nin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir.”



Bu proje Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir.
This project is funded by the European Union.

ŞEHİR PLANLAMA ARACI OLARAK EKOSİSTEM HİZMETLERİ: Çankaya İlçesi Örneği



ÖNSÖZ

Çankaya başkent Ankara'nın kalbi konumundadır. Çankaya'da yer alan kamu kurumları, büyükelçilikler, uluslararası örgütlerin temsilcilikleri, üniversiteler, kültür merkezleri ilçemize ve Çankaya Belediyesine özgün ve önemli bir rol biçmektedir. Çankaya, bu anlamda üretim ilişkilerinin çeşitlendiği, ticari faaliyetlerin en üst düzeyde olduğu, kültürün, sanatın ve bilimin de başkentidir. Belediyemiz bu özel koşulların bilinci ile yerel yönetim alanına örnek olabilecek çalışma ve projeleri hayata geçirmekte gerek yerel ve ulusal gerekse uluslararası alanda bir dizi projenin de içinde etkin olarak yer almaktadır.

Bu noktada, Çankaya Belediyesi yaptığı planlama ve proje çalışmaları ile Dünya Sağlık Örgütü'nün Avrupa Sağlıklı Kentler Ağına, Türkiye'den üye olan öncü belediyeler arasında yerini almış, bu sürecin devamında Avrupa Birliği (AB) program ve projelerini takip eden ve kent ölçeğinde yaşama geçiren bir belediye olmuştur. Belediyemizin proje ve çalışmalarında, Avrupa Birliği üyelik sürecinin ülkemiz yerel yönetimlerine yansımaları önemli bir olgu olarak görülmektedir.

Bu bağlamda, Belediyemizin yürüttüğü ya da içinde yer aldığı proje ve çalışmalar, geniş bir yelpazede, ana akım olarak iklim ve sağlık öncelikli, katılımcılığı ve sosyal eşitliği temel alan bir felsefe ile hayata geçirilmektedir. AB Şehir Eşleşme Programı, Çevre ve Enerji, İklim Değişikliği ve Toplumsal Cinsiyet Eşitliği alanındaki projeler, Yağmur Hasadı Projesi, Avrupa Gönüllü Hizmeti Projesi, Horizon 2020 Projesi kapsamında Doğa Temelli Çözümler gibi çalışmalar önemli adımlar ve örnek uygulamalar olarak görülebilir. Kent ölçeğinde iklim değişikliği ile mücadele ve uyum stratejisini de gündeme alan Belediyemiz "İklim Değişikliği ile Mücadele" konusunda Başkanlar Sözleşmesi'ni (Covenant of Mayors) imzalayan Avrupa kentleri arasında da yerini almıştır.

Bunun yanında, değişik ülke kent yönetimleri ile kurulan kardeş kent ilişkileri, teknik ve sosyal konularda iş birliği ve deneyim aktarımı imkânı yaratmaktadır. Örneğin, AB Şehir Eşleşme Projesi sürecinde Almanya'nın Frankfurt Belediyesi ile tesis edilen iş birliği mutabakatı, toplumsal cinsiyet eşitliği ve çevre alanında yeni projelere olanak sağlayacaktır. Doğa ve Şehirler Projesi kapsamında, Doğa Koruma Merkezi'nin eş güdümünde, Hollanda'nın Kuzey Brabant Tilburg Belediyesi ile geliştirilecek ilişkileri de önemli buluyoruz. Bu öngörülerin ışığında kent yönetimi alanında uluslararası dayanışmayı ve iş birliğini geliştirme ve kurumsal devamlılığı sağlama noktasında kararlıyız.

Çankaya Belediyesi, Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı'nı (SEEP) ve Yerel Eylem Eşitlik Eylem Planı'nı (YEEP) katılımcı bir yöntemle hazırlayarak, bu alanlardaki strateji ve politikalarını, ana çalışma planları içerisine dahil etmiştir. Buradan hareketle, Belediyemiz iklim dostu kadınlar projesiyle, bir anlamda, iklim krizine kadın duyarlılığı ile çözüm üretme noktasında köklü bir adım atmış, sosyal politika alanıyla teknik bir meselenin buluşmasını sağlamıştır.

Belediyemizin çalışmaları, böylesine bir perspektifle ele alındığında, "Doğa ve Şehirler Projesi" son derece anlamlı ve değerli bir çalışma olarak karşımıza çıkmıştır.

Kent ortamında, yeşil alan yaratmak ve bu alanları hem vatandaşın aktif kullanımına açmak hem de biyolojik çeşitliliğin devamı için daha fonksiyonel hale getirmek Çankaya Belediyesi'nin özellikle üzerinde durduğu konulardan biridir. Çünkü kentleşme, doğal kaynakların yönetimi için hem bir zorluk hem de bir fırsattır. Biz bu fırsatı kullanarak çözümler üretmek ve daha fazla sorumluluk almak için çalışıyoruz. Sağlıklı Kentler Birliği üyesi olan Belediyemiz, yağmur hasadı yaklaşımıyla suyun tasarrufu konusunda adım atarken, Ankara'ya özgü bitkilerin peyzaj çalışmalarında kullanımıyla da daha az su tüketen bitkileri park ve yeşil alanlar için tercih etmeye başlamıştır.

T.C Dışışleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı tarafından koordine edilen “Türkiye - AB Sivil Toplum Diyaloğu V” programı tarafından desteklenen “Doğa ve Şehirler Projesi” ile Çankaya ilçesinin içerisinde yer alan yeşil alanlar, ekolojik koridorlar, tarım alanları ve rekreasyonel alanlar, doğanın vatandaşlara sağladığı ekosistem hizmetleri olarak Doğa Koruma Merkezi tarafından masaya yatırılmış ve incelenmiştir. Bu kapsamda katılımcı bir süreçle planlama çalışmalarında kullanılabilir altlık haritalama çalışmaları yapılmış, bunun sonucunda ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımını görebileceğimiz ve Çankaya için daha sağlıklı ve iklim öncelikli projeler geliştireceğimiz bir süreç oluşmuştur.

Sonuç olarak, iklim krizine çözüm üretmek için atılmış her adımı önemsiyor, kent ölçeğinde iklim değışikliği ile uyum ve mücadele stratejileri geliştirmeye çalışıyoruz.

Çocuklarımız için sağlıklı ve yaşanabilir bir gelecek, böylesi çabalarla mümkün görünüyor.

Alper TAŞDELEN
Çankaya Belediye Başkanı

ÖNSÖZ

Birleşmiş Milletler verilerine göre günümüzde 7,5 milyarı aşan dünya nüfusunun yaklaşık yarısı kentlerde yaşamaktadır. 2050 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun yüzde 70'inin kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Giderek artan nüfus hem kentlerdeki doğal alanlar üzerinde baskı oluşturacak hem de baskının coğrafi dağılımını artıracaktır. Bu durum, kentlerde yaşayan insanların iklim krizi, hava kirliliği, güvenli gıdaya erişememe gibi sorunlardan daha fazla etkilenmesine neden olacak, toplum sağlığına her yönden olumsuz etkisi olacaktır. Bunlara ek olarak; ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, türlerin yaşam alanlarının yok olması ve vahşi hayvan ticareti gibi insanların doğaya müdahalelerinin sonucunda ortaya çıktığı kuvvetle muhtemel COVID 19 pandemi süreci; bütün dünyanın sağlık, ekonomi ve sosyal açılardan etkilendiği bir vaka olarak 2020 yılında, biz insanlara ekosistemlerin sağlığının önemini göstermiştir.

Bu gerçeklerle birlikte, dünyada yeni kalkınma gündemi ve kentlere bakış da değişmektedir. 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi, Habitat 3 Yeni Kentsel Gündem, Paris Anlaşması ve diğer küresel anlaşmalar; şehirlerin iklim değişikliği ile mücadelede artık çözümün bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır. 2015 yılında Birleşmiş Milletler'e üye 193 ülke aşırı yoksulluğu sona erdirmek, iklim değişikliği ile mücadele etmek, insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak üzere 2030'a kadar gerçekleştirilmesi hedeflenen 17 Küresel Amaç üzerinde uzlaşmıştır. Bu amaçlardan 11.'si olan Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, kentleri ve yerleşim yerlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir hale getirmeyi hedeflemekte, bunları yaparken de ekosistem hizmetlerini ve doğa tabanlı çözümleri dikkate alan yaklaşımları desteklemektedir. Daha az sera gazı üreten, direnci yüksek ve "karbon nötr şehirler" oluşturma'nın önemi her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle yeşil altyapıyı destekleyen, ekosistem hizmetleri ve doğa tabanlı çözümleri kent planlarına entegre eden, kentleri çevresindeki kırsal alanlarla birlikte planlayan, sel, taşkın, deprem gibi afetlere karşı şehirlerin dayanıklılığını arttıran çalışmalar ön plana çıkmaktadır.

Artık; artan nüfusu, azalan doğal kaynakları, iklim krizinin sosyal, çevresel ve ekonomik alandaki etkilerini yerel ölçekte dikkate almanın ve çözüm eylemlerinin de bu ölçekte planlanmasının gerekliliği aşikardır. İşte bu noktada ekosistem hizmetleri ve doğa tabanlı çözümleri dikkate alan, yeşil altyapıya yönelen yerel yönetimler, şehirleri iklim krizine daha dayanıklı ve kendine yetebilir hale getirecektir. Ekosistem hizmetleri, şehirlerde yaşayanların temiz havaya, temiz suya, gıdaya erişimini; afet ve risklere karşı şehrin korunması gibi pek çok hizmeti maddi bir karşılığı olmadan ve sürekli olacak şekilde sağlamaktadır.

T.C Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı tarafından koordine edilen "Türkiye - AB Sivil Toplum Diyalogu V" programı tarafından desteklenen "Doğa ve Şehirler Projesi" kapsamında Eurosite ile birlikte Çankaya Belediyesi'nin katkılarıyla gerçekleştirdiğimiz "Şehir Planlama Aracı Olarak Ekosistem Hizmetleri: Çankaya İlçesi Örneği" çalışması ile yerel ölçekteki sorunlara doğa koruma bakış açısıyla çözüm üretebilmek adına mahalle ölçeğinde ekosistem hizmetleri haritalanmış, her bir hizmetin yerel ölçekteki katkısı ve eksikliği durumunda karşılaşılan sorunlar değerlendirilmiş, bununla birlikte karar vericilere ve uygulayıcılara rehber olmasını ümit ettiğimiz yeşil altyapı ve doğa tabanlı çözümlere yönelik öneriler sunulmuştur. Doğa ve Şehirler Projesi kapsamında yapılan Çankaya'nın ekosistem hizmetlerinin haritalanması çalışması, inanıyorum ki Türkiye'de doğa tabanlı çözümler ve ekosistem hizmetleri dikkate alınarak yapılacak olan kentsel mekânsal planlamalara ve yeşil altyapı ile ilgili çalışmalara yol gösterici olacak, aynı zamanda iklim krizi ve diğer çevresel sorunlara yerel ölçekten küresel ölçeğe kadar katkı sunacaktır.

Dr. Uğur Zeydanlı
Doğa Koruma Merkezi Yönetim Kurulu Başkanı

YÖNETİCİ ÖZETİ

Çankaya, başkent Ankara'nın merkez ilçesi olmasının yanı sıra Türkiye'nin en kalabalık ilçelerinden biridir. Kentleşme baskısı, doğal kaynakların ve biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliği kaynaklı kuraklık, gıda güvenliği, hava kirliliği, sel ve taşkın gibi ekonomik, çevresel ve sosyal etkileri olan sorunlarla nüfusu ve coğrafyası itibarıyla en çok karşılaşan ve aynı zamanda başkentte olması sebebiyle yerel yönetim olarak öncü eylemleriyle başka yerlere de örnek olması gereken bir ilçedir. Bu çalışmanın amacı; Çankaya'da kentlilerin faydalandığı ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımını ortaya koymak, bu hizmetlerin nerelerde güçlü ve zayıf olduğunu karar vericilere sunarak kentsel arazi kullanım planlama ve stratejilerine yeşil altyapı bağlamında altlık oluşturmak ve haritalama yaklaşımlarının yaygınlaştırılmasına olanak tanıyan süreci aktaran teknik detayları ilgililere sunmaktır.

Doğa ve Şehirler Projesi kapsamında yapılan ekosistem hizmetleri haritalamasında mekânsal veriler kullanılarak Çankaya ilçesinin hizmet sağlayıcı ve faydalanıcıları analiz edilmiş, farklı kurum ve kuruluş temsilcileriyle gerçekleştirilen çalıştaylarda öncü harita çıktıları tartışılmış, katılımcıların görüşleri ve önerileri alınmış, yaşadıkları mahallelerde yeşil alanlara erişimlerine ve bu alanların sunduğu ekosistem hizmetlerine ilişkin bir anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucuna göre, Çankaya ilçesindeki yeşil alanların sağladığı en önemli üç ekosistem hizmeti; rekreasyon, havanın temizlenmesi ve yerel iklimin düzenlenmesi hizmetleri olarak ortaya çıkmıştır. Kitapta bu hizmetler her bir bölümde öncelikle tanımlanmış, daha sonra hizmetlerin kentsel alanlardaki karşılıkları aktarılmış ve hizmetler arz-talep yöntemi çerçevesinde Çankaya ölçeğinde haritalanmıştır. Bununla birlikte her bir bölümde ilgili hizmetin yeşil altyapı ile ilişkisi verilmiş olup ayrıca mahalle ve park ölçeğinde hizmetlerin karşılıkları grafiklendirilmiştir. Karar vericiler için her bir hizmette arz talep dengesini sağlayacak yeşil altyapı unsurları öneriler olarak verilmiştir. Son olarak, kullanıcılar ve haritaların üretilmesinde kullanılan yöntem, veri setleri konularında daha fazla bilgi edinmek isteyenler için kitabın "Ekler" bölümü hazırlanmış, bu bölüme ayrıca bütün hizmetlerin mahalle ölçeğinde verildiği radar grafikleri de eklenmiştir.

Bu çalışmada ekosistem hizmeti sağlayan alanlara yönelik alınacak her kararın ekolojik dengeyi etkileyeceği özellikle vurgulanmıştır. Gelecekte planlanacak ya da revizyonu yapılacak park ve bahçelerde yeşil altyapı bileşenlerinin dikkate alınması en önemli öneriler arasında yer almaktadır.

Proje kapsamında ayrıca, Avrupa Birliği ülkesi olan Hollanda'nın doğa tabanlı çözümler ve yeşil altyapı konusundaki tecrübeleriyle Türkiye'nin bilgi ve deneyimi artırılması için çalışma ziyaretleri düzenlenmiş, diyalog ve iş birliği amaçlı yerel ve uluslararası çalıştaylar yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucunda iki ülkenin iyi uygulama deneyimleri Türkçe ve İngilizce olarak kitap haline getirilmiştir. Bununla birlikte, Hollanda ve Türkiye deneyimleri hakkında BeinZ TV'de yayınlanmak üzere belgesel ve sosyal medya için kısa filmler hazırlanmış ve ulusal ve uluslararası platformlarda paylaşılmıştır. Ayrıca kaynak oluşturması açısından Yeşil Altyapı (YA) - Avrupa'nın Doğal Sermayesini Geliştirmek başlıklı Avrupa Komisyonu Bildirimi (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions/ Green Infrastructure – Enhancing Europe's Natural Capital -COM 2013) 249 final) ve buna eşlik eden Yeşil Altyapı (YA) ile ilgili teknik bilgileri içeren Komisyon Üyeleri Çalışma Belgesi yol gösterici olması açısından Türkçe'ye tercüme edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	2
ÖNSÖZ	4
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	5
1. KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİ	9
2. KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN HARİTALANMASI: ÇANKAYA İLÇESİ ÖRNEĞİ	27
2.1. Çankaya İlçesi	29
2.2. Çankaya İlçesi Arazi Kullanımı ve Örtüsü.....	32
3. TEDARİK HİZMETLERİ	47
3.1. Gıda Tedariği.....	47
4. DÜZENLEYİCİ HİZMETLER	59
4.1. Yerel İklimin Düzenlenmesi.....	59
4.2. Havanın Temizlenmesi	69
4.3. Karbon Tutumu	77
4.4. Sel Taşkın Önleme	82
5. KÜLTÜREL HİZMETLER.....	93
5.1. Rekreasyon Hizmeti.....	93
6. DESTEKLEYİCİ HİZMETLER	105
6.1. Yaşam Ortamı Sağlama	105
7. KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN BELİRLİ YEŞİL ALANLAR ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ	117
7.1. Düzenleyici Hizmetler	123
7.2. Kültürel Hizmetler	126
7.3. Destekleyici Hizmetler	126
8. SONUÇ	133
9. EKLER	137
EK 1. Uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak kontrollü sınıflama yöntemiyle arazi örtüsü haritasının üretilmesi.....	137
EK 2. Kırsal yerleşimler ve ürün bilgisi.....	140
EK 3. Yüzey sıcaklığı haritasının oluşturulması.....	142
EK 4. Havanın temizlenmesi hizmeti haritalaması	146
EK 5. Karbon tutumu hizmeti haritalaması.....	150
EK 6. Sel taşkın önleme hizmeti haritalaması	152
EK 7. Mahalle bazında ekosistem hizmetlerinin karşılaştırılması.....	161
10. KAYNAKÇA	223

1

KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİ

Ekosistem ürün ve hizmetleri (ekosistem hizmetleri), dünya üzerindeki ekosistemlerin insanlara ve diğer canlılara sağladığı ürün ve hizmetlerin tamamına verilen isimdir. Ekosistem hizmetleri, yeryüzünde yaşamın devamlılığını sağlamaktadır. 1997 yılında yayımlanan ve bu konuda bir milat olarak kabul edilen Costanza ve arkadaşlarının makalesine göre dünyadaki tüm ekosistemler, yani doğanın sağladığı tüm hizmetler 1 milyardan fazla insanın yaşamını doğrudan desteklemektedir (Costanza vd., 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; World Bank, 2006). Bu çalışmadan sonra konuya verilen önem, özellikle son 10 yılda küresel ölçekte ciddi artış göstermiştir. Ekosistem ürün ve hizmetlerini odak alan hedefler, uluslararası sözleşmelerde ve yasal süreçlerde de tanımlanmıştır.

Küresel olarak faydalandığımız ekosistem hizmetlerinin sayısı belirsizliğini korusa da bu konudaki en önemli yayınlardan biri olan “Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu”nda doğanın insanlara sağladığı bilinen hizmetler dört grupta ele alınmıştır (Millennium Ecosystem Assessment, 2005):

Tedarik Hizmetleri

Düzenleyici Hizmetler

Kültürel Hizmetler

Destekleyici Hizmetler

Bu dört başlık altında yer alan ve yapılan bilimsel çalışmalarla en çok bilginin olduğu ekosistem hizmetleri Şekil 1’de verilmiştir.

Küresel ölçekte kentleşme sürecinde biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini etkileyen beş önemli eğilim (Seto vd., 2013).**1. Kentsel yapılaşma alanlarının artış hızı kentsel nüfus artış hızından daha fazladır.**

Küresel bağlamda, kentsel yapılaşma alanları nüfustan iki kat daha hızlı büyümektedir (Seto vd., 2011). Bu da geçirimsiz gri altyapı ile kaplı alanların artış hızı nüfus artış hızından daha fazla demektir. Kent morfolojisi bağlamında tarım, orman ve mera arazilerinin yoğunlaştığı kent çeperi, kentin ekosistem hizmetlerinin yoğun olarak karşılandığı alanlardır. Kent çeperi ve kırsal alanda yaşayanların temel geçim kaynağı tarım ve hayvancılıktır. Kentlerin fiziksel olarak genişlemesi, bu alanlardaki üretimi de tehdit etmektedir. Dolayısıyla, bu alanlarda yaşayanların yaşam tarzı, kültürel ve üretim faaliyetleri olumsuz yönde etkilenir.

2. Kentsel alanlar yerel ve bölgesel iklimi değiştirmektedir.

Kent ve çevresindeki arazi kullanım değişikliklerinin sıcaklık ve yağış üzerinde önemli bir etkisi vardır (Seto ve Stephard, 2009). Doğal yüzeyin sert bir yüzeye dönüştürülmesi, duvarlarda ısı depolanması, antropojenik ısı, hava kirliliği ve üç boyutlu kentsel geometri, kentsel ısı adası etkisinin artmasına neden olmaktadır. Isınma, ulaşım ve sanayi gibi yoğun kentsel faaliyetler (antropojenik faaliyetler) kentsel alanlarda ısının artmasına neden olur. Kentsel alanlarda yoğun insan faaliyetleri; yüksek aerosol üretimi, kirlilik ve karbondioksit konsantrasyonu ile paralellik göstermektedir (Pataki vd., 2007). Aerosollerin tiplerine bağlı olarak soğutma ve ısıtma etkisi vardır. Kentleşmenin “kentsel yağış etkisi” olarak adlandırılan yağış değişkenliğini de etkilemektedir (Shem ve Shepherd, 2009).

3. Kentleşme, doğal kaynakların kullanım talebini arttırır.

Kentsel yapılaşma alanlarının yüzeylerinin genişlemesi, özellikle su, enerji, kereste gibi kaynakların tüketiminin artmasına neden olur. Aynı zamanda, tarım arazileri başta olmak üzere zincirleme bir etkiyle habitat, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri doğrudan ve dolaylı olarak etkilenecektir.

4. Kentsel genişleme biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanları tehdit etmektedir.

Kentler hızla genişlerken, biyolojik çeşitlilik açısından önemli alanları da tehdit etmektedir. 2030 yılına kadar kent alanlarının, biyolojik çeşitlilik açısından önemli sıcak noktaların %1,8'ini tahrip edeceği öngörülmektedir (Seto vd., 2012b). Bu tahribatın, başta Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde olacağı tahmin edilmektedir.

5. Kentleşme (yeşil) ekonomiyi etkilemektedir.

Gelecekte kentleşmenin daha çok gelişmekte olan ekonomiye sahip ülkelere olması beklenmektedir.; Bu ülkeler biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesi ve korunması konularına daha az önem vermektedir. Bu alanlarda, uluslararası sermaye, özellikle çok uluslu şirketler, uluslararası emlak şirketleri ve özel emlak aktörleri yerel kalkınmayı şekillendirmektedir (Seto vd., 2010).

Küresel ölçekte nüfus projeksiyonları ve kentleşme ile ilgili tahminler biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin devamlılığı konularında olumsuz bir izlenim sunsa da alternatif yöntemlerle bu durumu tersine çevirmek mümkündür. Kentlerde doğa tabanlı çözümler ve yeşil altyapının geliştirilmesi bu konuda önemli fırsatlar sunmaktadır.

Kutu 2

Yeşilin farklı tonları

Sürdürülebilir kentler:

Birleşmiş Milletler 2030 yılı için 17 küresel Sürdürülebilir Kalkınma Amacı tanımlamıştır. Bu amaçlar, yoksulluğu ortadan kaldırmak, gezegenimizi korumak ve tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasını sağlamak için evrensel eylem çağrısıdır. 11. amaç “Sürdürülebilir şehirler ve topluluklar” başlığı altında kamusal yeşil alanların kalitesinin ve miktarının artırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilir şehirler, ihtiyaçlarını adil bir şekilde karşılamaya odaklanırken gelecek kuşakların refahı ve güvenliğinden ödün vermemeyi de hedefler.

Dirençli kentler:

Dirençli kentler maruz kaldıkları olumsuz durumdan (iklim değişikliği, afetler, salgınlar, ekonomik krizler, vb.) çabucak sıyrılan, kendini yenileyebilen; sosyal, ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirliğini sağlayan kentlerdir. Ekosistem hizmetleri kentlerin dirençli olmasının temel kaynağıdır. Ekosistem hizmetleri kentlerde sağlıklı bir çevre sağlamanın ve yaşam kalitesini arttırmanın yanı sıra, doğal ve sosyo-ekonomik zorluklar başa çıkabilme kapasitesini de geliştirerek kentlerin dirençliliğini arttırır (Gomez vd., 2013).

Yeşilin Farklı Tonları (Pauleit vd., 2017):

Kentlilerin refahına, maruz kalabilecekleri olumsuz şartlara uyumuna odaklanan bu yaklaşımlar doğanın ve doğada süregelen işlevlerin kente entegrasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Doğanın güçlerinden faydalanmayı odağına koyan tüm bu uygulamaların şemsiye tanımı doğa tabanlı çözümlerdir. Bu başlık altında özel olarak iklim değişikliğine uyuma odaklanan çalışmalar ekosistem tabanlı uyum kapsamında toplanmıştır. Doğa tabanlı çözümler ve/veya ekosistem tabanlı uyum çalışmalarında ekosistem hizmetleri her zaman araştırma konusudur. Faydayı maksimize etmek, önceliklendirmek, planlamak ve yönetmek için bilim insanları ve karar vericiler/politika yapıcılar arasında uzlaşmaya olanak tanır. Yeşil altyapı kent ölçeğinde ekosistem hizmetlerinin sağlayıcısıdır (Tablo 1). Mekansal planlamada farklı ölçeklerde hem kent içinde hem de kent/kır entegrasyonuna olanak tanıyan bir uygulama aracıdır.

Yeşil Altyapı nedir?

Yeşil Altyapı, ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan, ekosistem hizmetlerini sunmak için tasarlanan ve yönetilen, birbirleriyle bağlantılı doğal, yarı-doğal ve kültürel alanların oluşturduğu bir yeşil alan ağıdır. Yeşil alanları (ya da su ekosistemleri söz konusu olduğunda mavi alanları), karasal (kıyı dahil) ve deniz alanlarındaki diğer fiziksel özellikleri içerir. Yeşil altyapı karasal ekosistemlerde hem kırsal hem de kentsel ortamlarda mevcuttur. Yeşil altyapı, doğa tabanlı çözümlerle birlikte iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadelede kentlerin dayanıklılığını arttırmada önemli bir araçtır (EC, 2013a).

Şehirler, yapılaşma ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu alanlardır. Birleşmiş Milletler raporuna (UN, 2014) göre, bugün dünya nüfusunun %54'ü kentsel alanlarda yaşamaktadır. Mevcut eğilimler devam ettiği takdirde küresel kentsel nüfus, yaklaşık iki katına çıkarak 6,5 milyar civarında olacağı ve 2050 yılına kadar %66'ya ulaşacağı tahmin edilmektedir. Hızla artan nüfus ve kentleşme, kentsel alanlardaki ekosistem hizmetlerini ve biyolojik çeşitliliği etkileyecektir (Seto vd., 2013).

TEDARİK HİZMETLERİ	HİZMET
	Gıda
	Ekinler
	Çiftlik hayvanları
	Balıkçılık
	Su ürünleri
	Yabani yiyecekler
	Biyolojik hammaddeler
	Odun ürünleri
	Lif
	Hayvan derileri
	Dekoratif ürünler
	Biyokütle yakıtları
	Tatlısu
	Genetik kaynaklar
	Biyokimyasallar, doğal ilaçlar, farmasötikler

ÖRNEKLER

Meyve, sebze ve tahıllar

Tavuk, inek vb.

Denizlerden yakalanan balık ve diğer deniz ürünleri

Kültür ortamında yetiştirilen deniz ürünleri

Mantar, yaban meyveleri vb.

Ormancılık faaliyetlerinden elde edilen kereste, kağıt vb.

Pamuk, ipek, doğal kauçuk vb.

Deri vb.

Yaban çiçekleri, takı ve mücevherler

Enerjiye dönüştürülen biyolojik materyaller

İçme, temizlik, sanayi amacıyla kullanılan, doğadan sağlanan tatlısu

Canlıların genetik çeşitliliğinin kullanılmasıyla alınan hizmetler

İlaçlar, katkı maddeleri vb.

HİZMET	
DÜZENLEYİCİ HİZMETLERİ	Hava kalitesinin düzenlenmesi
	İklimin düzenlenmesi
	Su akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi
	Erozyon kontrolü
	Suyun temizlenmesi
	Hastalıkların azaltılması
	Toprak veriminin korunması
	Zararlıların azaltılması
	Tozlaşma
	Doğal afet azaltımı
KÜLTÜREL HİZMETLER	Rekreasyon ve ekoturizm
	Ahlaki ve ruhani değerler
	Eğitsel ve ilham verici değerler
	Estetik değerler
DESTEKLEYİCİ HİZMETLERİ	Toprak oluşumu
	Birincil üretim
	Besin döngüsü
	Su döngüsü
	Yaşam ortamı sağlama

Şekil 1. Başlıca ekosistem hizmetleri

ÖRNEKLER

Ekosistemler tarafından atmosferdeki kimyasalların yoğunluğunun düzenlenmesi ve bu yolla havanın solunabilir, sağlıklı ve kaliteli hale gelmesi düzenleyici hizmetler arasında yer alıyor.

Yerel ölçekte arazi örtüsüne bağlı olarak hem sıcaklık hem de yağışın düzenlenmesi; küresel ölçekteyse ekosistemler tarafından (örn. ormanlar, okyanuslar) sera gazlarının tutulması veya salımı ve buna bağlı olarak iklimin şekillenmesi en bilinen düzenleyici hizmetlerden birisidir.

Bir alandaki doğal unsurların, o alanın su tutma kapasitesini etkilemesi ve buna bağlı olarak sel ve taşkınların azalması da önemli düzenleyici hizmetler arasındadır. Örneğin ormanlar, bir tampon görevi görerek taşkın durumlarında suyun tutulmasını sağlıyor ve alt havzanın su basması riskini azaltıyor.

Bir alanda bitki örtüsünün varlığı, toprağın tutulmasını ve toprak taşınmalarının şiddetinin azalmasını sağlayabiliyor.

Bir alandaki doğal ekosistemlerin organik kirleticilerin uzaklaştırılmasında rol oynaması önemli düzenleyici hizmetler arasında yer alıyor. Örneğin; ormanlar ve sulak alanlar tatlısu kaynaklarının organik kirleticilerden arıtılması ve bu yolla biyolojik arıtım yapılması konusunda rol oynuyor.

Doğal ekosistemlerin korunması, insanlarda görülen bazı hastalıkların kontrolüne ve hastalık azalmasına katkı sağlıyor. Yapılan araştırmalar ormansızlaşma sonucunda sıtma gibi hastalıkların arttığını gösteriyor.

Bazı organizmalar, topraktaki besin miktarını ve organik maddeyi artırarak toprak veriminin korunmasına doğrudan katkı sağlıyor.

Kuşlar, örümcekler, böcekler gibi canlıların tarım zararlılarıyla beslenmesi ve bu yolla zararlılardan kaynaklı yaşanacak kaybın doğal olarak azaltılması tarım sektörünü doğrudan etkileyen bir hizmettir. Biyolojik çeşitliliği yüksek alanlar, bu hizmetten daha etkin faydalanılıyor.

Çoğunluğu böcekler olmak üzere kuşlar ve yarasalar gibi hayvanlar tarafından bitkilerin tozlaştırılması tüm dünyada önemi en çok bilinen ekosistem hizmetleri arasındadır. 2010 yılında yayınlanan uluslararası bir rapora göre tüm dünyadaki öncelikli besin ürünlerinin %75'i hayvanlar tarafından tozlaştırılıyor (87/115 ürün; TEEB, 2010). Dünyadaki çiçekli bitkilerin %67'si, besin ürünlerininse %75'i anılar tarafından tozlaştırılmaktadır.

Kasırğa ya da tsunami gibi doğal afetlerin ekosistemler tarafından etkilerinin azaltılması, insan hayatını doğrudan etkileyen ve önemli düzenleyici hizmetler arasındadır.

İnsanların doğada gerçekleştirdikleri farklı tipteki ekoturizm ve rekreasyon faaliyetlerini içermektedir. Dağcılık, doğa yürüyüşleri, dalış ve tırmanış gibi örnekleri vardır.

İnsanların ekosistemlere, türlere ya da doğal alanlara atfettikleri manevi değerleri içeriyor.

Doğanın insanların entelektüel gelişiminden, sanat, folklor ve mimariye birçok farklı konuda ilham sunması önemli kültürel hizmetler arasındadır.

Ekosistemlerin ve barındırdıkları peyzaj güzelliğinin birçok insan için önem taşıması ve bu kapsamda korunan alanlar ilan edilmesi.

Düzenleyici hizmetlerin birçoğu toprağa ve toprağın ne kadar sürede oluştuğuna bağlıdır.

Organizmalar tarafından enerji ve besinlerin toplanması, temel destekleyici hizmetlerin arasındadır.

Aralarında azot, fosforun da bulunduğu ve yaşamın var olması için önemli maddelerin ekosistemler aracılığıyla döngülerinin tamamlanması, dünyada yaşamın var olmasını sağlayan en önemli hizmetlerin arasındadır.

Dünyada bulunan suyun atmosfer ve yeryüzü arasındaki sürekli dolaşımının ekosistemler tarafından sağlanması su döngüsünü sağlıyor.

Farklı canlı türlerinin hayatta kalabilmesi için ihtiyaç duyduğu yaşam ortamını barındırıyor.

Tablo 1. Yeşil altyapı bileşenleri ve sağladıkları ekosistem hizmetleri (Barker, A., vd., 2019; Hansen, R., vd., 2017 uyarlanmıştır)

		Tedarik Hizmeti				
Uygulama Ölçeği	Yeşil altyapı ve doğa tabanlı çözüm	Gıda tedarigi	Temiz su	Odun ürünleri	İlaçlar	Yerel iklimin düzenlenmesi
Bina, sokak	Şahıs ya da kurum bahçesi	X			X	X
Bina, sokak	Yağmur Bahçesi	X			X	X
Bina, sokak	Geçirgen döşeme					X
Bina, sokak	Yeşil duvar					X
Bina, sokak	Yeşil çatı	X			X	X
Bina, sokak	Bitkilendirilmiş otoparklar					X
Sokak, mahalle	Sokak ağaçları	X				X
Sokak, mahalle	Sürdürülebilir kentsel drenaj					X
Mahalle	Kent bostanı	X			X	X
Mahalle	Mahalle parkı	X				X
Mahalle	Kent parkı	X				X
Mahalle	Botanik bahçesi				X	X
Mahalle	Meyve bahçesi	X			X	X
Şehir, bölge	Yeşil koridor					X
Şehir, bölge	Su kanalları		X			X
Şehir, bölge	Akarsu koridorları		X			X
Şehir, bölge	Orman	X		X	X	X
Şehir, bölge	Tarım arazisi	X			X	
Şehir, bölge	Yoğun olmayan tarım arazisi	X			X	

KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİ								
Düzenleyici Hizmetler						Kültürel Hizmetler		Destekleyici Hizmetler
Havanın temizlenmesi	Suyun temizlenmesi	Tozlaşma	Gürültü azaltma	Karbon tutumu	Sel-taşkın önleme	Rekreasyon	Ekoturizm	Yaşam ortamı sağlama
X		X	X					X
X	X	X			X	X		X
					X			
X	X	X	X					X
X		X	X		X			X
X		X						
X	X	X	X	X	X	X		X
X	X				X			
X		X	X	X	X	X		X
X	X	X	X	X	X	X		X
X	X	X	X	X	X	X		X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X			X
X	X	X	X	X	X	X		X
	X				X	X	X	X
	X				X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X

New York örneği ve yeşil altyapı çalışmaları

ABD'nin kuzeydoğusunda geniş alana yayılmış, yüksek katlı ve yoğun kent dokusuna sahip New York, bugün iklim değişikliğinin etkilerinin en çok hissedildiği şehirler arasında yer almaktadır. 2018 yılı itibarıyla 8,4 milyon nüfusa sahip kentte şiddetli ve ani hava olayları yaşanmaktadır. Kentin, iklim değişikliğine uyum sağlama ve direncini artırma çalışmaları başarılı bir şekilde yürütülmektedir. New York'un bu konudaki başarısının başrolünde çevreyle ilgili uyguladığı 3 konu başlığı altında yapılan çalışmalar bulunmaktadır (McPhearson vd., 2013):

1. Şehrin belediye başkanı tarafından geniş ve özel bir destek verilerek hazırlanan çevresel hedefler ve eylemlerin yer aldığı PlaNYC(2011) planı. Bu planın başarısının temelinde, MillionTreesNYC girişimi gibi 132 yenilikçi girişimi kapsamı yatmaktadır. Diğer önemli çalışmalardan yeşil altyapı planı ve sulak alan değerlendirmesi ve restorasyonu ön plana çıkmaktadır.
2. Doğrudan ya da dolaylı biyolojik çeşitlilik ve çevre yönetimiyle ilgili çalışmalar yürüten federal ve şehir hükümetinden, sivil toplum kuruluşları ve üniversite araştırmalarına kadar şehirde yürütülen çalışmaların bir araya getirilmesi. Örneğin, STEW-MAP Projesi (The Stewardship Mapping and Assessment Project) arazi yöneticilerinin, toplulukların, kâr amacı gütmeyen kuruluşların ve halkın çevreyle ilgili çalışmalarının mekânsal olarak derlendiği etkileşimli veritabanını içermektedir (Connolly vd., 2012).
3. New York'ta tüm bu kuruluşlar bilgiye dayalı ve uyumlu bir çaba göstermişlerdir. Uyarlanabilir yönetim ilkeleriyle biyolojik çeşitliğin korunabileceği ve çevre planlamasının yapılabilmesi için büyük adımlar atılmıştır.

New York şehri; yağmur suyunu kontrol etmek, ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesini ve devamlılığını sağlamak amacıyla mavi çatılar, yeşil sokaklar, geçirimli beton ve boş arazilerin verimli kullanılması yöntemleriyle birden fazla hedefe yönelik sürdürülebilir bir altyapı yatırım yaklaşımı benimsemiştir (Cohen ve Ackerman, 2011; McPhearson vd., 2012a, b). 20 yılda toplam 2,4 milyar ABD doları taahhüt eden plan (NYC Yeşil Altyapı Planı 2010), yeşil altyapı sistemleri kullanılarak yağmur suyu akışının %10'unu kontrol etmek üzere tasarlanmıştır. Sivil toplum kuruluşlarının yaptığı bir çalışmaya göre yağmur akışının senede 1,5 milyar galon (yaklaşık 5,6 milyar litre) azaldığı tahmin edilmektedir (Alamarie vd., 2011). Kentte uygulanan ve sonuç alınan bir diğer yeşil altyapı örneği ise havza bazında gerçekleştirilen yağmur suyu yönetim sistemi olan The Staten Island Bluebelt'tir. Su, %40 oranında nitrattan arındırılarak, geleneksel kanalizasyon inşaatına kıyasla 80 milyon ABD dolarından fazla kazanım elde edilmiştir.

Türkiye ve Ankara özeline bakıldığında, farklı ölçeklerde hazırlanan mekânsal planlarda doğal çevre, yeşil alan kullanımı konusunda ön plana çıkmaktadır. 1969 yılında İmar ve İskân Bakanlığı'nın hazırladığı Ankara Nazım İmar Planı'nda yeşil alanlar, kullanıma yönelik aktif ve pasif yeşil alanlar olarak sınıflanmıştır. Aktif yeşil alanlar, kentlilerin ortaklaşa kullandığı rekreatif amaçlı alanlar, pasif yeşil alanlar kentlilerin aktif kullanımına elverişli olmayan alanlar olarak tanımlanmıştır. 2017 yılında, 30113 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde yeşil alanlar; çocuk bahçeleri, parklar, piknik ve rekreasyon alanlarını kapsamaktadır.

Şehirlerde yeşil alanların aktif kullanımına yönelik sınıflandırmanın ve standartların belirlenmesi oldukça önemlidir. Ancak sağlıklı ve iklim değişikliğine dirençli şehirlerin oluşturulmasında doğal unsur olarak yalnızca kamusal yeşil alana odaklanmamak gerekir. Sokaklardaki ağaçlardan kent çeperindeki ormanlara ya da bozkır alanlarına kadar farklı ölçeklerdeki her bir doğal unsur, ekosistem hizmeti sunmaktadır. Bu doğal unsurların, kent ve kentliyle olan ilişkisi kurgulanırken şehrin coğrafi unsurlarının da iyi anlaşılması önemlidir. Yeşil alan sınıflandırması bakımından aynı kategoride bulunan alanlar, aynı özellikleri göstermeyebilir. Bu alanların nitelik açısından farklılık göstermesinde ekolojik süreçler, alanın doğallığı, kalitesi, biyolojik çeşitliliği ve beşeri faktörlerin üzerinde oluşturduğu baskı da etkilidir. Farklı nitelikteki doğal alanların sunduğu ekosistem hizmetlerinin niteliği ve miktarı da farklıdır.

Şehirlerde yaşayan yüksek nüfusu düşününce, ekosistem hizmetlerinden en fazla yararlananların şehirler olduğunu söylemek yanlış olmaz. Kentlerdeki parklar, bahçeler, mezarlıklardaki yeşil alanlar, kent ormanları, yeşil çatılar, sulak alanlar, akarsu koridorları, göller, göletler, kent çeperindeki doğal alanlar ve kırsal alanlarla beraber kentsel ekosistemin başlıca hizmet sağlayan unsurlarıdır. Ekosistemlerin ve Biyolojik Çeşitliliğin Ekonomisi (The Economics of Ecosystems and Biodiversity-TEEB) ve "Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu" yayınları referans alınarak kentlerde sağlanan en önemli ekosistem hizmetleri Şekil 2'de verilmiştir.

Tedarik Hizmetleri	Düzenleyici Hizmetler	Kültürel Hizmetler	Destekleyici Hizmetler
Ekosistemlerden elde edilen ürünler	Ekosistem süreçlerinden edinilen faydalar	Ekosistemlerden edinilen somut olmayan faydalar	Ekosistem hizmetleri üretiminin temelindeki ekolojik işlevler
- Gıda Tedariği - Temiz su - Odun ürünleri - İlaçlar	- İklimin düzenlenmesi - Suyun temizlenmesi - Tozlaşma - Erozyon kontrolü	- Ekoturizm - Rekreasyon - İlham verici değerler - Ahlaki ve ruhani değerler	- Yaşam ortamı sağlama - Genetik çeşitliliğin sağlanması

Şekil 2. Kentlerde sağlanan en önemli ekosistem hizmetleri (MA, 2005; TEEB, 2012)

1.1. Tedarik Hizmetleri

Tedarik hizmetleri, ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünler ve hizmetler olarak nitelendirilebilir. Ekosistem ürün ve hizmetleri arasında en görünür olan ve üzerinde en çok çalışma yürütülen hizmetlerin arasında tedarik hizmetleri gelir. (Tablo 2).

Tablo 2. Tedarik hizmetlerine örnekler

Gıda	Örnekler
Ekinler	Meyve, sebze ve tahıllar
Çiftlik hayvanları	Tavuk, inek vb.
Balıkçılık	Avlanan balıklar ve diğer deniz ürünleri
Su ürünleri	Kültür ortamında yetiştirilen deniz ürünleri
Yabani yiyecekler	Mantar, yaban meyveleri vb.
Biyolojik hammaddeler	Örnekler
Odun ürünleri	Ormancılık faaliyetlerinden elde edilen kereste, kâğıt vb.
Lif	Pamuk, ipek, doğal kauçuk vb.
Hayvan derileri	Deri vb.
Dekoratif ürünler	Yaban çiçekleri, takı ve mücevherler
Biyokütle yakıtları	Enerjiye dönüştürülen biyolojik materyaller
Tatlı su	İçme, temizlik, sanayi amacıyla kullanılan, doğadan sağlanan tatlısu
Genetik kaynaklar	Canlıların genetik çeşitliliğinin kullanılmasıyla alınan hizmetler
Biyokimyasallar, doğal ilaçlar, farmasötikler	İlaçlar, katkı maddeleri vb.

1.1.1 Gıda Tedariği

Kentlerde gıda üretimi büyük oranda kent çeperine yakın tarım arazileri ve daha küçük ölçeklerde de konut arka bahçeleri, kent bostanları ve çatı bahçelerinde yapılmaktadır. Ancak bu üretim, kentteki nüfusun gıda ihtiyacının yalnızca küçük bir kısmını karşılamaktadır. Kentler, gıda temininde genellikle dışa bağımlı olsalar da dünyada bu konuda kendine yetebilen örnekler bulunmaktadır. Özellikle gıda tedariği ekosistem hizmeti, bazı coğrafi bölgelerde belirli zamanlarda özellikle ekonomik ve politik kriz dönemlerinde kentsel tarım, gıda güvenliği ve kent ekonomisi açısından önemli bir rol oynamıştır (Barthel ve Isendahl, 2013). Bunun dışında, kentlerde gıda tedariğinin arttırılması kentlerin doğaya olan baskısını azaltmak, sürdürülebilirliğini sağlamak ve direncini arttırmak için de oldukça önemli bir ekosistem hizmetidir. Gıda arzı güvenliğinin önemli bir parçası olan bu ekosistem hizmetini sadece bir güvenlik meselesi olarak görmemek gerekir. Bu üretim süreci aynı zamanda kentin sosyo-kültürel yapısının bir parçası olarak ele alınmalıdır. Kentlinin, kentteki gıda üretim sürecine dahil olması aynı zamanda rekreasyon, doğadan öğrenme ve mekan aidiyet duygusu gelişimi gibi kültürel ekosistem hizmetleri altında değerlendirilen hizmetlere de katkı sağlar. Kentte gıda üretimi enerji tasarrufu, biyolojik çeşitlilik, besin döngüsü, kentsel yeşil alan sistemine destek ve insan sağlığına da katkı sağlar. Ayrıca, gıda üretilen alan ile pazar arasındaki mesafenin azalmasıyla kentlilerin doğrudan gıdaya erişimi sağlanır. Böylece taşımacılıkla harcanan zaman, enerji kaybı ve karbon salımı minimum düzeyde tutulmuş olur.

Sağlıklı ve temiz gıdaya erişim bir insan hakkıdır. Gıdanın doğrudan tüketiciyle buluşması, taze ve sağlıklı besine erişimin ekonomik maliyetini azaltır. Gelir eşitsizliğinin fazla olduğu şehirlerde, sağlıklı, temiz ve ekonomik ürünlerin kentin her kesimiyle buluşması açısından şehirde gıda üretimi bir fırsattır.

1.2. Düzenleyici Hizmetler

Düzenleyici hizmetler, tedarik hizmetlerinden farklı olarak doğadan doğrudan sağlanan hizmetleri değil, doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen faydaları içerir (Tablo 3).

Tablo 3. Düzenleyici hizmetlere örnekler

Hava kalitesinin düzenlenmesi	Ekosistemler tarafından atmosferdeki kimyasalların yoğunluğunun düzenlenmesi ve bu yolla havanın solunabilir, sağlıklı ve kaliteli hale gelmesi düzenleyici hizmetler arasında yer alır.
İklimin düzenlenmesi	Yerel ölçekte arazi örtüsüne bağlı olarak hem sıcaklık hem de yağışın düzenlenmesi; küresel ölçekteyse ekosistemler tarafından (örn. ormanlar, okyanuslar) sera gazlarının tutulması veya salımı ve buna bağlı olarak iklimin şekillenmesi en bilinen düzenleyici hizmetlerdendir.
Su akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi	Bir alandaki doğal unsurların, o alanın su tutma kapasitesini etkilemesi ve buna bağlı olarak sel ve taşkınların azalması da önemli düzenleyici hizmetler arasındadır. Örneğin ormanlar, bir tampon görevi görerek taşkın durumlarında suyun tutulmasını sağlar ve alt havzada su basması riskini azaltır.
Erozyon kontrolü	Bir alanda bitki örtüsünün varlığı, toprağın tutulmasını ve toprak taşınmalarının şiddetinin azalmasını sağlayabiliyor.
Suyun temizlenmesi	Bir alandaki doğal ekosistemlerin organik kirleticilerin uzaklaştırılmasında rol oynaması önemli düzenleyici hizmetler arasında yer alır. Örneğin; ormanlar ve sulak alanlar tatlısu kaynaklarının organik kirleticilerden arıtılması ve bu yolla biyolojik arıtım yapılması konusunda rol oynar.
Hastalıkların azaltılması	Doğal ekosistemlerin korunması, insanlarda görülen bazı hastalıkların kontrolüne ve hastalıkların azalmasına katkı sağlar. Yapılan araştırmalar ormansızlaşma sonucunda sıtma gibi hastalıkların arttığını göstermektedir.
Toprak veriminin korunması	Bazı organizmalar, topraktaki besin miktarını ve organik maddeyi arttırarak toprak veriminin korunmasına doğrudan katkı sağlar.
Zararlıların azaltılması	Kuşlar, örümcekler, böcekler gibi canlıların tarım zararlılarıyla beslenmesi ve bu yolla zararlılardan kaynaklı yaşanacak kayıpın doğal olarak azaltılması tarım sektörünü doğrudan etkileyen bir hizmettir. Biyolojik çeşitliliği yüksek alanlar, bu hizmetten daha etkin faydalanır.

Tozlaşma	Çoğunluğu böcekler olmak üzere kuşlar ve yarasalar gibi hayvanlar tarafından bitkilerin tozlaştırılması tüm dünyada önemi en çok bilinen ekosistem hizmetleri arasındadır. 2010 yılında yayımlanan uluslararası bir rapora göre tüm dünyadaki öncelikli besin ürünlerinin %75'i hayvanlar tarafından tozlaştırılır (87/115 ürün; TEEB, 2010). Dünyadaki çiçekli bitkilerin %67'si, besin ürünlerininse %75'i arılar tarafından tozlaştırılmaktadır.
Doğal afet azaltımı	Kasırga ya da tsunami gibi doğal afetlerin ekosistemler tarafından etkilerinin azaltılması, insan hayatını doğrudan etkileyen ve önemli düzenleyici hizmetler arasındadır.

1.2.1 Yerel İklimin Düzenlenmesi

Yerel ölçekte arazi örtüsüne bağlı olarak hem sıcaklık hem de yağışın düzenlenmesi; küresel ölçekteyse ekosistemler tarafından (örneğin; ormanlar, okyanuslar) sera gazlarının tutulması veya salımı ve buna bağlı olarak iklimin şekillenmesi en bilinen düzenleyici hizmetlerdendir. Bu başlıkta yerel iklimin düzenlenmesi hizmeti olarak özellikle kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına odaklanılmıştır. Kentsel ısı adasının oluşmasında başlıca etkenler yapılaşma yoğunluğu, ısıyı emen bina ve yol materyalleri, yüksek katlı yerleşimlerin rüzgâr hızını azaltması, geçirimsiz yüzeyler ve vejetasyon eksikliğidir.

Kentlerdeki yeşil alanlar, su yüzeyleri ile birlikte iklimi düzenlemeyi sağlayan en önemli bileşenlerdir. Bitkilerde emilen su buharlaşırken ısıyı kullanır, bu sayede havayı soğutur (Nowak ve Crane, 2000). Aynı zamanda ağaçlar da hem güneş ışımasını yansıtıkları hem de gölge yüzeyi oluşturdukları için kentteki ısı yükünü azaltırlar. Bir diğer etken de yeşil alanların kentin havalandırmasını kolaylaştıran nefes kanalları olmasıdır. 2009 yılında Manchester şehri için yapılan bir araştırmaya göre, yapılaşma alanları kentteki atık ısı enerjisinin %60'ını oluştururken; karayolu trafiği %32 ve insan metabolik ısı emisyonu ise %8'ini oluşturmaktadır (Smith vd., 2009). Ağaçların, kentteki ısı yüklenmesini azaltması ağaçların kentlilere sunduğu en önemli ekosistem hizmetlerindendir (McPhearson, 2011). Kentin kurulduğu alanın fiziki coğrafyasının hava koridorlarıyla doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Hava koridorları üzerindeki yoğun ve yüksek katlı yapılar, hava akışına büyük ölçüde engel olmaktadır. Ankara gibi çanak biçiminde yerşekil özelliği gösteren kentlerde hava koridorlarının akışının kesilmemesi oldukça önemlidir. Aksi takdirde, antropojenik faaliyetler sonucu oluşan sıcak ve kirli havanın kent üzerinde yoğunlaşması kaçınılmazdır.

1.2.2 Havanın Temizlenmesi

Havanın temizlenmesi atmosferde bulunan kimyasalların ve partikül maddelerin tutulması ve/veya bertarafı ile sağlanan hizmettir. Özellikle ağaçların hava kalitesi üzerindeki olumlu etkileri pek çok çalışmada ortaya konmuştur (Nowak vd., 2006; Baro vd., 2014). Mahalledeki ağaç sayısı ile alerji ve astım hastalıkları arasında doğrudan bağlantı bulunmaktadır. Ayrıca araştırmalar, kilometrekarede 343 ağacın eklenmesinin 4-5 yaş aralığındaki çocuklarda astım görülme oranını %24 ile %29 arasında azalttığını ortaya koymuştur (Lovasi vd., 2008).

Kentlerde ulaşım, endüstri, katı atıkların bertarafı ve konut ısıtmasından kaynaklı hava kirliliği, kentteki hava kalitesi ve insan sağlığı için önemli bir sorundur. Ağaçlar, kentte hava temizleme hizmeti sağlayan başlıca unsurlardır. Ağaçların türü, çapı, boyu, yaprak yüzeyi, taç kapallılığı gibi morfolojik özellikleri bu hizmetin miktar ve kalitesini etkilemektedir. Yapraklı ağaçlar ibreli ağaçlara göre kirlenici partikülleri yakalama konusunda daha başarılıdır (Dzierzanowski vd., 2011). Ancak kış mevsiminde yapraklarını döküyor olmaları, kış aylarında fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan kirlenici sorununda etkisiz kalmalarına neden olur. Her ne kadar bazı türler hava kirliliğine karşı dayanıklı olsa da

bitkilerin de birer canlı olduğu ve kirlilikle baş etmede belirli bir seviyeye kadar başarılı olacakları unutulmamalıdır. Hava kirliliği yapraklarda bozulmaya, klorofil miktarında azalmaya, fotosentetik aktivitesinin gerilemesine ve bu nedenle çap, boy, yaprak yüzeyi gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Pandey ve Agrawal, 1994). Bu tip fizyonomik değışiklikler bitkilerin kuraklık, don, zararlı böcek ve mantarlara karşı dirençlerini de düşürmektedir.

1.2.3 Karbon Tutumu

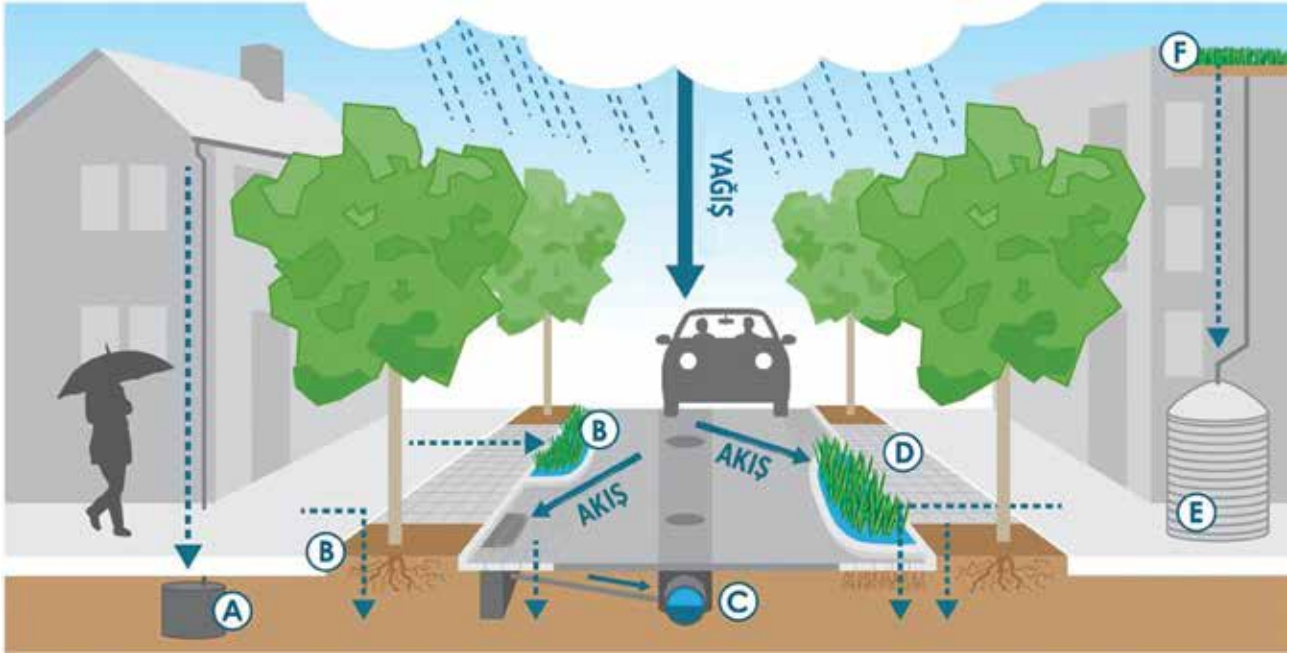
Ormanlar, turbalıklar, okyanuslar ve göller gibi karbonu önemli oranda tutan alanların (karbon yutaklarının) varlığı, atmosfere salınan sera gazını düzenlemekte, yerel ve küresel ölçekte iklimin düzenlenmesini sağlamaktadır. Ağaçların karbon tutumu da iklim koşulları, ağaç türlerinin genetik özellikleri, fiziksel özellikleri (boyları, çapları vb.) ve hacim artımları gibi faktörlere göre değışmektedir (Pamukçu-Albers vd., 2018).

1.2.4 Sel ve Taşkın Önleme

Bir alandaki doğal unsurların, o alanın su tutma kapasitesini etkilemesi ve buna bağlı olarak sel ve taşkınların azalması da önemli düzenleyici hizmetler arasındadır.

Uzun yıllar arayla tekerrür eden aşırı yağışlar gibi doğal nedenler, eğim ya da yükselti gibi topoğrafik etmenler ve/veya optimal olmayan arazi kullanımları gibi insan kaynaklı etmenler ile bir araya gelince yüzey suyunun akış hızı değışmekte (sel) ve suyun yüksekliği artarak akarsu kanalının dışına taşmaktadır (taşkın). Dolayısıyla havzadaki hidrolojik sistem olumsuz yönde etkilenmekte ve kısa sürede hem ekosistemlerde hem de insanların yaşadıkları alanlarda, özellikle kentlerde büyük kayıplara yol açmaktadır.

Kentlerde geçirimsiz yüzeyler (asfalt, beton, mermer vb. döşeme malzemeleri ve binalar), suyun toprağa ulaşmasında bariyer olmakta, bu nedenle toprak emilimi azalırken yüzey akışı artmaktadır (Şekil 3). %50 ile %90 oranında geçirimsiz yüzeye sahip kentsel alanlarda, yağışın %40 ile %83'ü yüzey su akışı olarak akmaktadır. Bu oran orman alanlarında %13'e kadar düşebilir (Bonan, 2002). Örneğın, New York şehrinde yalnızca sokaklardaki ağaçlar yıllık 28 milyon ton yağmur suyunu tutmaktadır (Peper vd., 2007). Kentlerde, yağış suyunun daha iyi düzenlenmesi amacıyla su tutma peyzajları tasarlanmaktadır. Yağmur suyunu yayan, yaydıran, akış hızını azaltan ve toprak tarafından emilimi artıran bu düzenlemelerle sel-taşkın riski azaltılırken, kentin bitkisel dokusunun su ihtiyacı da yağış suyundan karşılanır. Yağmur bahçeleri en tipik örnek olmakla birlikte, yüzey akışını yönlendiren yol hendekleri, kazı-dolgu şevleri veya akışı toplayan su hazneleri ya da daha büyük ölçekli sarnıçlar buna örnek olarak verilebilir. Örneğın, yeşil çatılar derinlik ve çatı eğimine bağlı olarak yağmur suyunu %25 ile %100'e kadar tutabilmektedir (Oberndorfer vd., 2007).



A: Kuru kuyu **B:** Yağış suyu bitki şeridi **C:** Kanalizasyon sistemi **D:** Geçirimli yüzey **E:** Yağmur suyu hasadı **F:** Yeşil çatı

Şekil 3. Kentte yağmur suyu tutumunu sağlayabilecek yeşil altyapı uygulamaları (Atlanta Watershed, 2019)

1.3. Kültürel Hizmetler

Kültürel hizmetler, insanların doğa ile etkileşimlerini konu alan hizmetlerdir. Kültürel hizmetler, insanların doğayla ilişkili hisler, estetik deneyimler, aldıkları ilham ve doğada gerçekleştirdikleri ekoturizm ve rekreasyon eylemlerinden aldıkları mutlulukla doğrudan ilişkilidir (Tablo 4). Günümüzde kültürel hizmetlerin ekosistem hizmetleriyle ilgili araştırmalardaki yeri giderek artmaktadır.

Tablo 4. Kültürel hizmetlere örnekler

Rekreasyon ve ekoturizm	İnsanların doğada gerçekleştirdikleri ekoturizm ve farklı tipteki rekreasyon faaliyetlerini içermektedir. Dağcılık, doğa yürüyüşleri, dalış ve tırmanış gibi örnekleri vardır.
Ahlaki ve ruhani değerler	İnsanların ekosistemlere, türlere ya da doğal alanlara atfettikleri manevi değerleri içerir.
Eğitsel ve ilham verici değerler	Doğanın insanların entelektüel gelişiminden, sanat, folklor ve mimariye birçok farklı konuda ilham sunması önemli kültürel hizmetler arasındadır.
Estetik değerler	Ekosistemlerin ve barındırdıkları peyzaj güzelliğinin birçok insan için önem taşıması ve bu kapsamda korunan alanlar ilan edilmesi kültürel hizmetler arasındadır.

1.3.1 Rekreasyon Hizmetleri

Rekreasyon kentsel yeşil alanlar tarafından sağlanan en görünür ve belki de en çok kıymet verilen hizmettir. Kentlerdeki parklar, ormanlar, göller ve nehirler rekreasyon aktivitelerine alan sağlar (Şekil 3). Bu aktiviteler, şehirlerde yaşayanların stres seviyesini düşürmekte, dikkat düzeyini arttırmakta, bedeni canlandırmakta, sağlık ve refah seviyesini arttırmaktadır (Kaplan ve Kaplan, 1989). Öte yandan şehirlerde yaşayanların doğada geçirdikleri zaman, mekân aidiyetini arttırmakta ve sosyal uyumu güçlendirmektedir. Kişilerin çocukluklarından itibaren deneyimledikleri yeşil alanlar ister mahalle parkı olsun ister Kuğulu Park gibi bir kent parkı olsun hatıralarına kazınarak, aidiyet, güven, sakinlik, ferahlık, coşku, eğlence, farkındalık gibi duyguları canlandırmaktadır. Bir parkın rekreasyon değeri, ekolojik bileşenlerin çeşitliliğine bağlı olduğu kadar parkın yapılı unsurlarının (spor alanları gibi) sunduğu olanaklarla da ilişkilidir. Örneğin, bitki örtüsünün tek düze olduğu bir parkta vakit geçirmektense; renk, doku, boy çeşitliliği gibi bitki örtüsü farklılıkları estetik olarak kullanıcılara daha cazip gelmektedir. Benzer şekilde, parklardaki spor sahalarının, yürüyüş, bisiklet ve koşu yollarının, kondisyon aletlerinin varlığı da farklı yaş gruplarından kişilerin parkı daha etkin kullanmasına imkân tanır. Rekreasyon hizmetinin düzeyini ayrıca erişebilirlik (parka yaya olarak ulaşma süresi, parka farklı noktalardan ulaşabilme, güven ve konfor (bilişsel ve duyuşal) gibi birtakım kriterler belirlemektedir. Günde en az 20 dakikasını açık yeşil alanlarda geçiren insanların stres hormon seviyelerinde belirgin azalma gözlenmiştir (Hunter vd., 2019). Halk sağlıkçıları bu belirgin iyileştirici etkiye “doğa hapları” ismini vermiştir.



Şekil 4. Doğa gözlemi aidiyet duygusunun gelişimine katkıda bulunan rekreasyon aktivitelerindendir (Fotoğraf: DKM Arşivi)

1.4. Destekleyici Hizmetler

Destekleyici hizmetler, diğerlerinden farklı olarak tüm ekosistem ürün ve hizmetlerinin var oluşunu destekleyen ve dünya üzerinde hayatın var olmasını mümkün kılan unsurlar ve doğal süreçlerdir. Diğer ekosistem hizmetleri nispeten daha kısa dönemlerde oluşur ve bu sayede insan faaliyetlerinin ekosistem hizmetleri üzerindeki etkileri gözlemlenebilir. Ancak, destekleyici hizmetlerin oluşması çok uzun süreler gerektirir. Bu nedenle de insan faaliyetlerinin destekleyici hizmetler üzerindeki etkisini belirlemek oldukça zordur. (Tablo 5).

Tablo 5. Destekleyici hizmetlere örnekler

Toprak oluşumu	Düzenleyici hizmetlerin birçoğu toprağa ve toprağın ne kadar sürede oluştuğuna bağlıdır.
Birincil üretim	Organizmalar tarafından enerji ve besinlerin toplanması, temel destekleyici hizmetlerin arasındadır.
Besin döngüsü	Aralarında azot ve fosforun da bulunduğu, yaşamın var olması için önemli maddelerin ekosistemler aracılığıyla döngülerinin tamamlanması, dünyada yaşamın var olmasını sağlayan en önemli hizmetlerin arasındadır.
Su döngüsü	Dünyada bulunan suyun atmosfer ve yeryüzü arasındaki sürekli dolaşımının ekosistemler tarafından sağlanması su döngüsünü oluşturur.
Yaşam ortamı sağlama	Farklı canlı türlerinin hayatta kalabilmesi için ihtiyaç duyduğu yaşam ortamını barındırıyor.

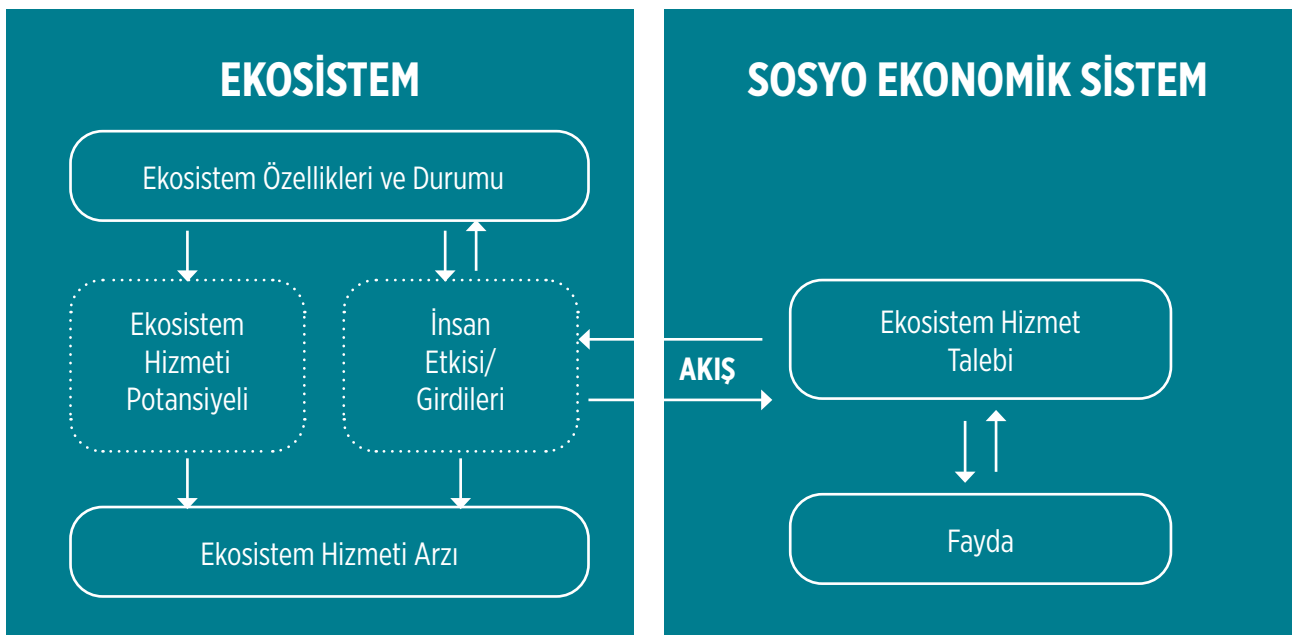
1.4. 1 Yaşam Ortamı Sağlama

Yaşam ortamı (habitat); bir canlı türünün üreme, beslenme, göç, yayılma gibi hayati faaliyetlerine olanak tanıyan, fiziksel sınırlara sahip doğal bir ortamı tarif etmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, kentsel yeşil alanların başta kuşlar olmak üzere, çiftyaşarlar, arılar ve kelebekler gibi pek çok türe yaşam ortamı sağladığı ortaya konulmuştur (Müller vd., 2010). Bu türlerin bazıları şehir içinde yaşama uyum sağlamış türlerken (ör. güvercin, saksağan, kumru, vb.), bazılarıysa yaşam ortamı tercihlerinde gürültü, ışık gibi rahatsızlık verici faktörlerden kaçınan (ör. bülbül, mavi baştankara) ve/veya yaşam ortamı tercihleri bazı faktörlerle (yaşlı ağaçların varlığı) kısıtlanmış türlerdir (ör. alaca ağaçkakan, ishak kuşu). İyi tasarlanmış yeşil altyapı bileşenleri kentsel arazi kullanımı değişikliğinden etkilenen türler için yaşam ortamı tercihlerinde alternatifler oluşturabilir.

2

KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN HARİTALANMASI: ÇANKAYA İLÇESİ ÖRNEĞİ

Ekosistem hizmetleri; tanımlama, ölçme, modelleme, ekonomik kıymetlendirme ve haritalama gibi geniş bir yelpazede değerlendirilebilir. Ekosistem hizmetlerinin haritalanması; ekosistem hizmeti sağlayıcılarının (doğal alanlar, yeşil altyapı vb.) ve sunulan hizmetten faydalananların mekânsal dağılımını ortaya koyar. Kentlilerin hizmetten ne ölçüde faydalandıkları; ekolojik yapıların dağılımına, yoğunluğuna ve kalitesine bağlı olduğu kadar faydalanıcıların dağılımı ve yoğunluğuna da bağlıdır. Bu nedenle haritalama sürecinde araştırmaya konu olan hizmetin belirli bir ekosistem tarafından sunulma kapasitesi (**arz**) ve toplumun bundan faydalanma düzeyleri (**talep**) aralarındaki mekânsal ilişkiyi ortaya koyabilecek çözünürlükte nitelendirilir (Şekil 5). Doğal süreçler hem zamansal hem de mekânsal ölçekte farklı boyutlarda gerçekleşmektedir. Örneğin; mikroorganizmalar tarafından yönetilen toprak oluşumu süreci birkaç santimetrekarelik bir alanda onlarca yılı kapsayan bir süreç ile tariflenirken, iklim düzenleme hizmeti çok farklı katmanlarda (lifosfer, hidrosfer, biosfer ve atmosfer) işleyen onlarca sürece dayanan milyon yılları kapsayan bir süreçtir. Bu nedenle haritalanacak ekosistem hizmeti, çalışmanın mekânsal ve zamansal ölçeğini de belirler. Bu çalışmada da **Çankaya ilçesinde** bulunan farklı ekosistemlerin günümüzde sağladıkları fayda haritalanmıştır. Bir mahalle parkından kent ormanına, şehrin çeperinde yer alan tarım arazilerinden yol ağaçlarına kadar farklılık gösteren bu ekosistemler kentlilere rekreasyondan sel taşkın önlemeye, hava kirliliğini azaltmaktan yerel iklim düzenlemeye kadar pek çok fayda sağlamaktadır. Ancak bu görünmez faydaların kıymeti ne yazık ki hizmet sağlayıcı ekosistem artık bu işlevlerini yerine getiremediğinde ve kentliler sel-taşkın, sıcak hava dalgaları, hava kirliliği gibi afetlerle daha sık yüzleştğinde anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın bir amacı da bu faydayı hem kentliler hem de planıcı ve karar alıcılar için görünür kılmaktır. Bu bölümde ekosistem hizmetlerinin haritalamasında kullanılan verilerin seçimi, derlenmesi ve haritalamaya hazır hale getirilmesi süreçleri Çankaya ilçesi örneğinde sunulmuştur.



Şekil 5. Ekosistem hizmetleri haritalaması bileşenleri (Burkhard ve Maes, 2017)

Kutu 4

Haritalama sürecinde, arz-talep ilişkileri oluşturulurken üç tür veri kullanılabilir (Vihervaara vd., 2017a);

1. Doğrudan ölçümler: Ekolojik, sosyal, kültürel, ekonomik değerlerin ölçülmesini amaçlayan arazi çalışmaları, anket çalışmaları gibi doğrudan gözlemler ve ölçümlere dayanan veriler, uzaktan algılama görüntüleri yardımıyla oluşturulan ekosistem haritaları.
2. Dolaylı ölçümler: Uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen indisler, mekânsal yaklaşım modelleri gibi dolaylı istatistiklere dayanan ölçümler.
3. Modelleme: Fenolojik modeller, tür dağılım modelleri, makro-ekolojik modeller, hidrolojik modeller vb.

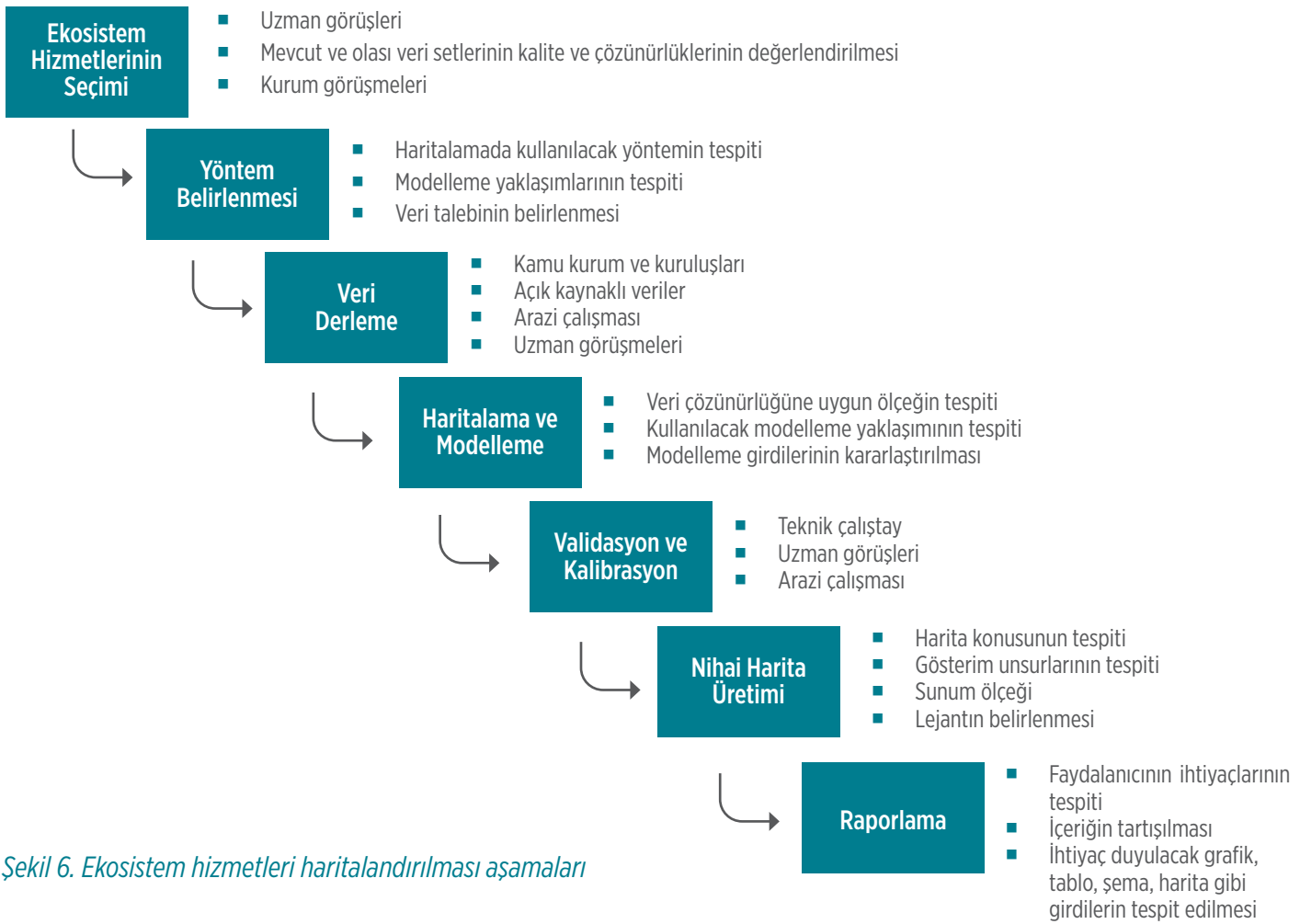
Haritalama çalışması sürecinde üç grup veri seti kullanılmıştır. Hangi veri setinin kullanılacağına karar verirken haritalanacak hizmet, araştırma sorusu, mevcut ve erişilebilir veri, veri kalitesi, uygulanacak yöntem gibi kriterler değerlendirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, proje ekibi ve uzmanların görüşleri doğrultusunda haritalamaya konu olabilecek kentsel ekosistem hizmetleri listelenmiştir. Çankaya ilçesi genelinde hem kentsel hem kırsal yerleşim bölgesi için anlamlı olabilecek hizmetler önceliklendirilmiştir. Ardından haritalamanın ihtiyaç duyduğu veri setlerinin varlığı sorgulanmıştır. Mevcut, erişilebilir veri setlerinin kalitesi ve mekânsal çözünürlükleri değerlendirilmiş ve Tablo 6'da belirtilen hizmetlerin haritalanmasına karar verilmiştir.

Tablo 6. Proje kapsamında haritalanan ekosistem hizmetleri

TEDARİK HİZMETLERİ	Gıda Tedariği
DÜZENLEYİCİ HİZMETLERİ	Yerel iklimin düzenlenmesi Havanın temizlenmesi Karbon tutumu Sel - taşkın önleme
KÜLTÜREL HİZMETLER	Rekreasyon
DESTEKLEYİCİ HİZMETLER	Yaşam ortamı sağlama

Ekosistem hizmetlerinin seçiminin ardından literatür taraması yapılmış, haritalama teknikleri ve modelleme yaklaşımları her bir hizmet için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Haritalama sürecinin en önemli girdisi olan veriler başta Çankaya Belediyesi olmak üzere farklı kamu kurumlarından derlenmiş, uzaktan algılama görüntüleri gibi veriler için küresel açık kaynaklar kullanılmıştır. Ayrıca, hali hazırda veri eksikliği olan bazı hizmetler için (örneğin; yaşam ortamı sağlama) arazi çalışmaları da yapılmıştır. Bu öncü çalışmayla hazırlanan taslak haritalar 27 Ağustos 2019 tarihinde farklı kurum ve kuruluşların temsilcilerinin katıldığı çalıştayda sunulmuş, katılımcıların görüş ve önerileri alınmıştır. Nihai haritalar hem teknik çalıştaydan hem de arazi çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda güncellenmiştir. Modelleme yoluyla üretilen haritalarda (örneğin; sel-taşkın riski modeli) modellerin doğrulamaları; yerinde incelemeler, çalıştay katılımcıları ve uzmanların değerlendirmeleri ve önerilerinin haritalara aktarılmasıyla tamamlanmıştır. Bazı durumlarda, yeni girdilerle modeller güncellenmiştir (örneğin; hava kalitesi modeli). Bu raporda sunulan haritalar çalışmanın nihai çıktılarıdır. Haritalama çalışması sürecinde takip edilen aşamalar Şekil 6'da gösterilmiştir.

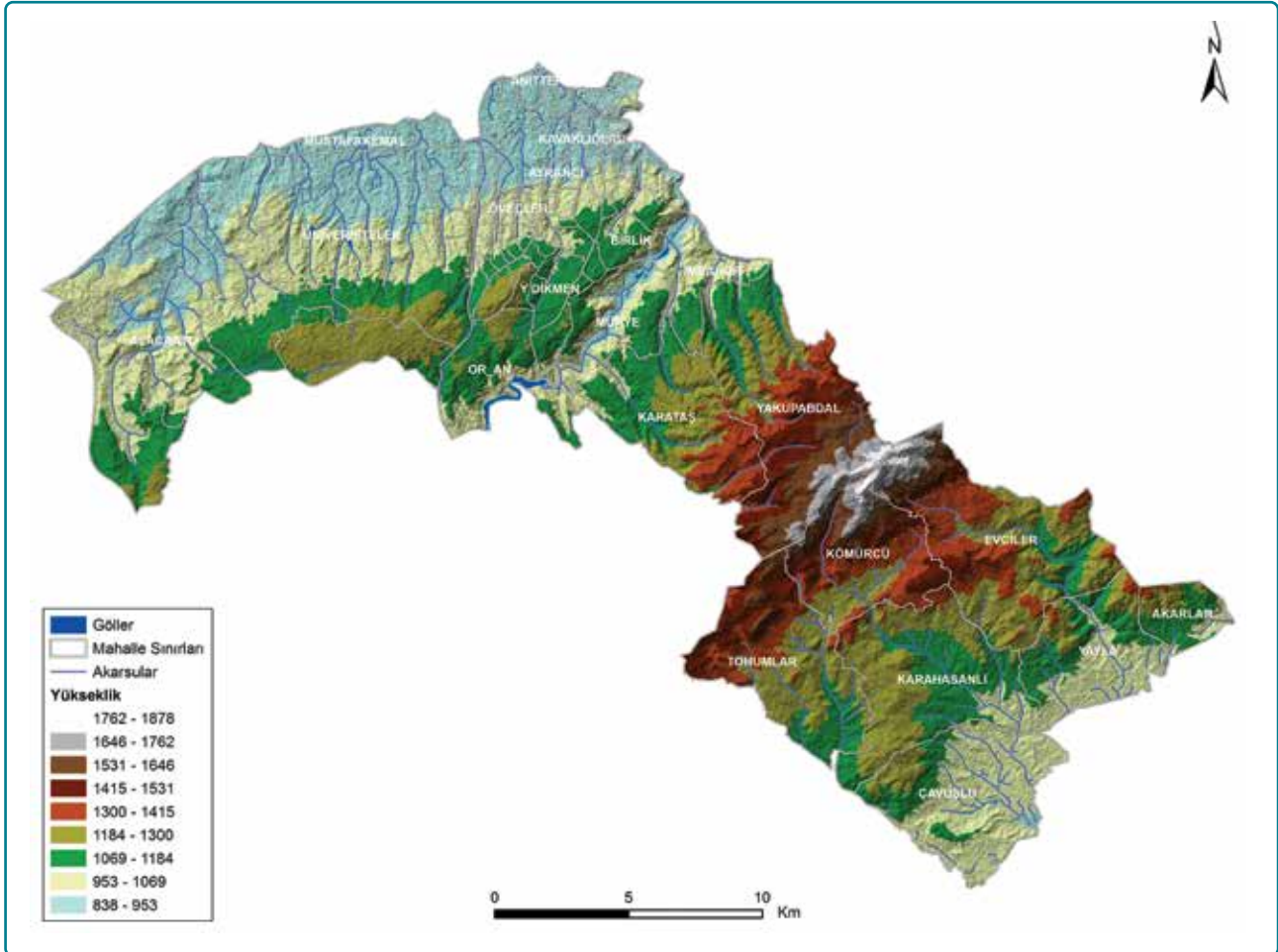


Şekil 6. Ekosistem hizmetleri haritalandırılması aşamaları

2.1. Çankaya İlçesi

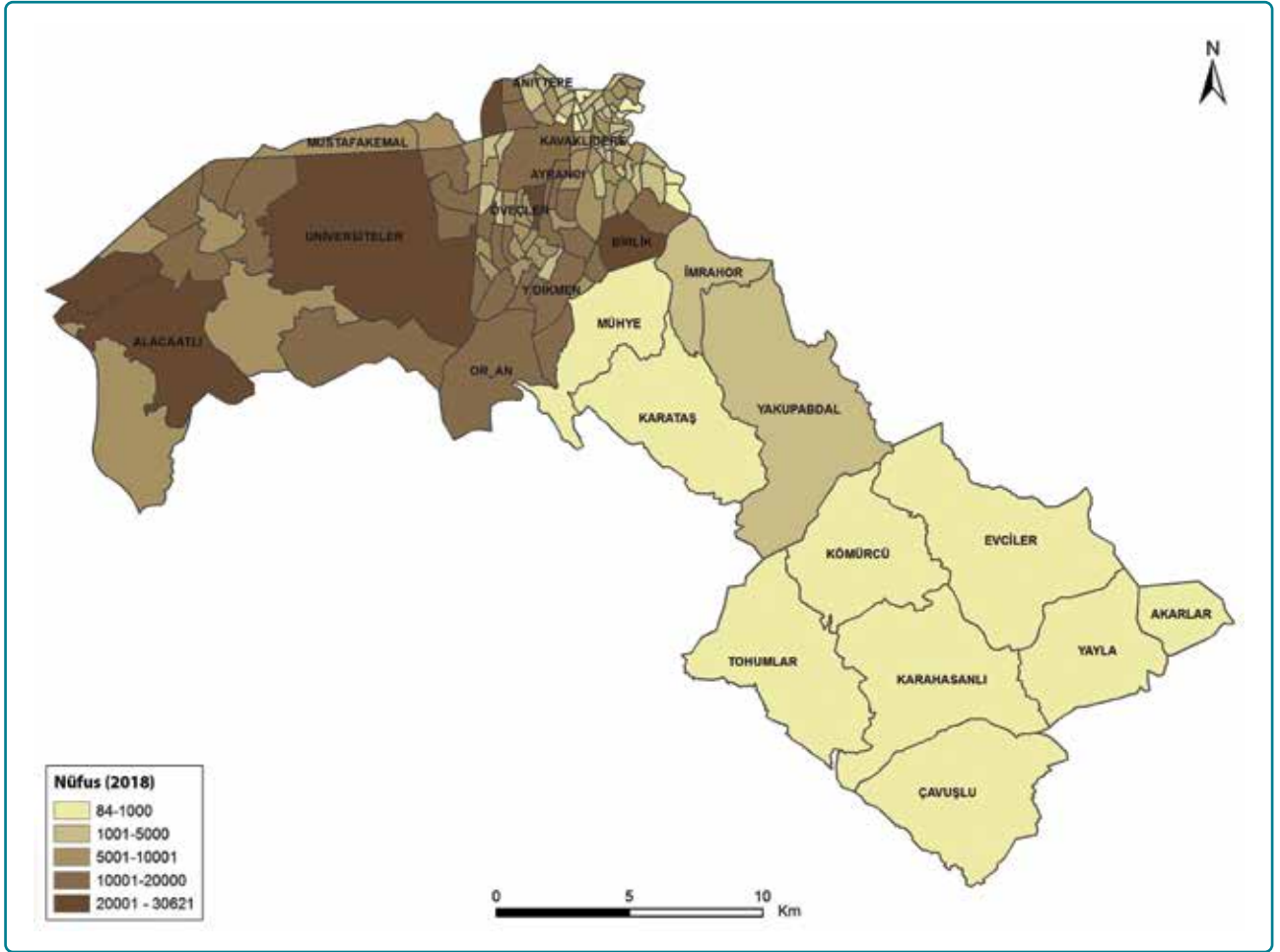
Kuzey Anadolu ile Konya Ovası arasında bulunan Ankara, kayalık bir alanda kurulmuştur. Kentin merkezinde yükselen bu kayalık alanın etrafı bir dağ kuşağı ile çevrilidir. Kentin doğusu Kızılırmak, batısı Sakarya Nehri'nin havzasında yer alır. Kentin önemli su kaynaklarından Çubuk Çayı, İncesu Deresi ve Hatip Çayı (Bentderesi) kentin doğu – batı eksenı boyunca akan ve Sakarya Nehri'nden doğan Ankara Çayı'nı besler. Kent, sahip olduğu yer şekilleri özelliğiyle bir çanağı andırır.

Çankaya'nın farklı mahallelerinde yükseklik farkı bin metrenin üzerinde değişmektedir. Bu hareketli topoğrafya pek çok vadi sisteminin ve mevsimsel akarsuların oluşmasına da olanak tanımıştır (Şekil 7). Alandaki en önemli yüzey suyu varlığı Eymir Gölü'dür. Elmadağ'dan kaynak bulan İncesu Deresi, İmrahor Vadisi boyunca akarak Eymir Gölü'nü besler. Eymir Gölü'nün sularının neredeyse tamamı, alanın güneybatı komşusu olan ve birbirlerine yeraltı kanalıyla bağlı olan Mogan Gölü tarafından sağlanır. Ayrıca İmrahor Vadisi boyunca yer alan göletler ve sulak alanlar ile ODTÜ yerleşkesinde bulunan 50. Yıl DSİ Göleti, Bilkent ve Hacettepe Üniversitesi yerleşkesinde bulunan göletler diğer su varlıklarını oluşturmaktadır. Eymir Gölü ve çevresi, Mogan Gölü Önemli Doğa Alanı ve Kuş Alanı içine girmektedir.



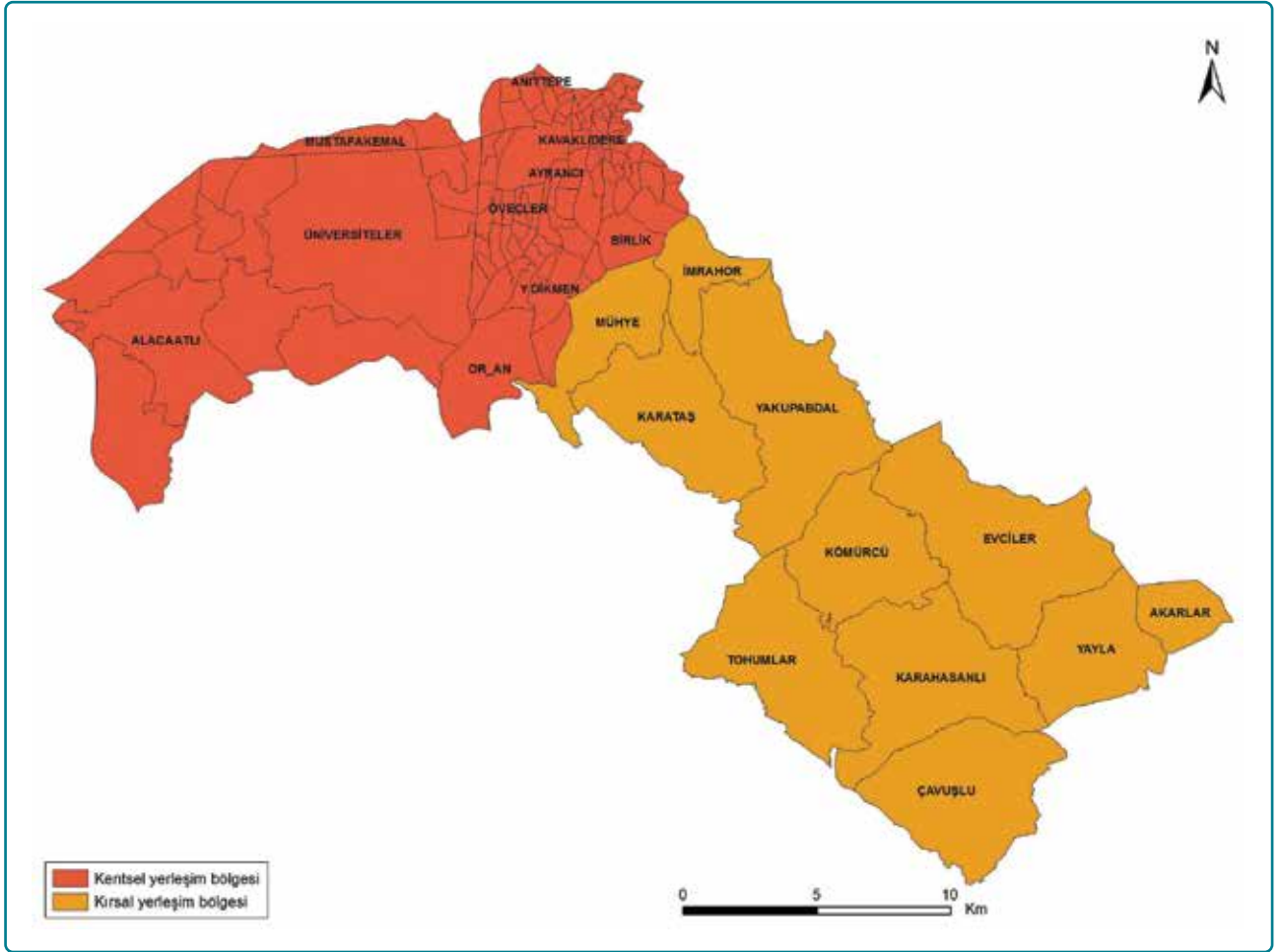
Şekil 7. Çankaya ilçesi topoğrafya haritası

Çankaya, başkent Ankara'nın merkez ilçesi olmasının yanı sıra Türkiye'nin en kalabalık ilçelerinden biridir. 123 mahallesindeki yerleşik nüfusu 921.999 (Şekil 8) olmasına karşın, gündüz nüfusu iki milyonu aşmaktadır. 10 vakıf ve 8 kamu üniversitesinde yüz binin üzerinde üniversite öğrencisi öğrenim görmektedir (Çankaya Belediyesi, 2019).



Şekil 8. Çankaya ilçesi mahallelere göre nüfus dağılımı haritası (TÜİK, 2018)

Çankaya ilçesi yoğun kentsel dokunun yanı sıra 11 kırsal yerleşim bölgesini de kapsamaktadır. Şekil 9'da açık renkle gösterilen kırsal nitelikli mahallelerde tarımsal üretim yapılmakta, bozkır ekosistemi yaygın olarak görülmektedir. Kentsel yerleşim bölgesi olarak nitelenen mahallelerde ise yapıli yüzeyler geniş alanlar kaplamaktadır. Bu bölgede hizmet sağlayıcı ekosistemler parklar, bahçeler, üniversite yerleşkelerinin doğal alanları olarak öne çıkmaktadır. Yapılı alan miktarı ve nüfus yoğunluğu başta olmak üzere kentsel ve kırsal yerleşim bölgelerinin bu farklılıkları ekosistem hizmeti haritalama sürecine de etki etmiştir.



Şekil 9. Kentsel ve kırsal yerleşim bölgeleri haritası

2.2. Çankaya İlçesi Arazi Kullanımı ve Örtüsü

Arazi örtüsü verisi ekosistemlerin tanımlanmasında kullanılan temel veri olması nedeniyle bu çalışmanın en önemli veri setini oluşturmaktadır. İlçede arazi kullanımı ve arazi örtüsü deseni de kentsel yerleşim dokusundan tarım alanlarına, doğal alanlardan maden alanlarına çeşitlilik göstermektedir. Alan kullanımı ve arazi örtüsü verisi için farklı kaynaklardan veri temin edilebilir. Bunların başlıcaları Tablo 7’de belirtilmiştir.

Tablo 7. Alan kullanımı ve arazi örtüsü veri kaynakları ve özellikleri

Veri kaynağı	Mekansal Ölçek	Arazi örtüsü sınıfları hakkında detaylar	Veri erişimi	Kapsam
CORINE 2012 arazi örtüsü ve alan kullanımı verisi	1/25.000	Avrupa Çevre Ajansı kriterleri ve sınıflama birimlerine göre tespit edilen 44 sınıf için onar yıllık periyotlarda uydu görüntüleri üzerinden arazi örtüsü/ arazi kullanımları haritalanmaktadır. Kıta Avrupayı kapsayan bu harita sayesinde hem arazi kullanımlarındaki değişim izlenebilmekte hem de ülkeler arası karşılaştırmalar yapılabilmektedir.	Açık veri	Avrupa Birliği
Orman Amenajman Planları	1/25.000	Orman yönetimi için üretilen planlardır. Ormanların kategorizasyonunun yanısıra diğer arazi kullanım tiplerini de içerir. Orman varlığı ağaç türü, yaşı ve kapallığı gibi özelliklerle sınıflanmıştır.	İzne tabi	Türkiye
Çevre Düzeni Planları	1/100.000-1/25.000	Bölgesel alan kullanım kararlarının yönetildiği planlardır. Kalkınma planlarına göre konut, sanayi, tarım, turizm, ulaşım gibi arazi kullanım kararlarının üst ölçekte belirlendiği planlardır.	İzne tabi	Bölgesel
Nazım İmar Planı ve bu plandan üretilen arazi kullanımı, halihazır haritalar	1/5.000-1/25.000	Diğer üst ölçek planlarla uyumlu olan, şehirdeki arazi parçalarının; genel kullanım biçimlerini, yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklüklerini, nüfus yoğunlukları ve eşiklerini, ulaşım sistemlerini gösteren plandır.	İzne tabi	Şehir- İlçe
Uydu Görüntüleri	10*10 m 30*30 m	Farklı uydulardan farklı çözünürlükte temin edilebilir. Kullanıcılar ihtiyaçları doğrultusunda görüntüleri sınıflandırarak ihtiyaç duydukları arazi örtüsü sınıflarını üretebilir.	Açık veri	Küresel

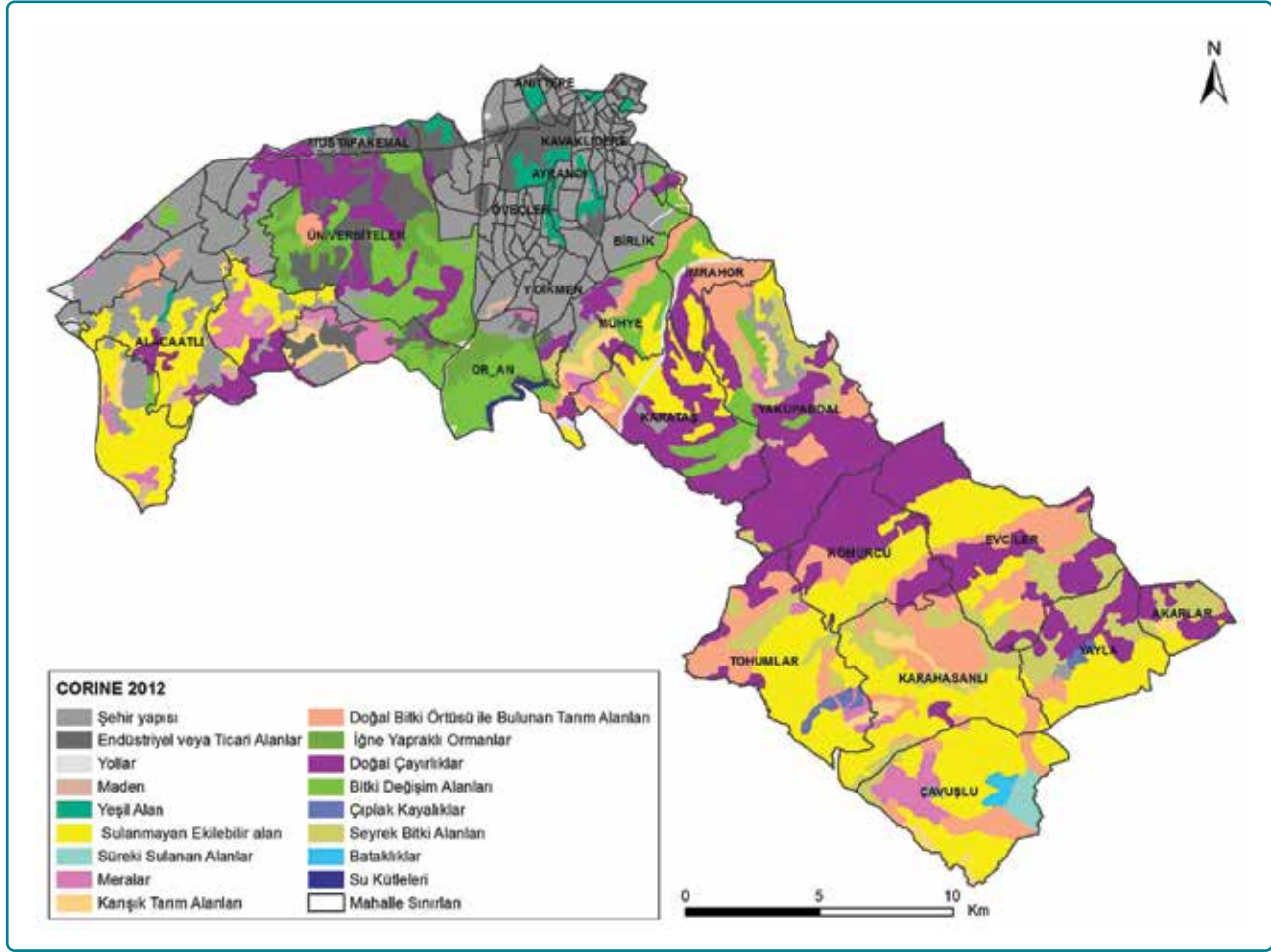
Bu çalışma kapsamında arazi örtüsü verileri derlenirken Tablo 7’de belirtilen üç kaynaktan faydalanılmıştır;

1. CORINE 2012 (CLC, 2012)
2. Çankaya İlçesi Arazi Kullanım Verisi
3. Sentinel 2 uydu görüntüleri kullanılarak üretilen arazi örtüsü sınıfları

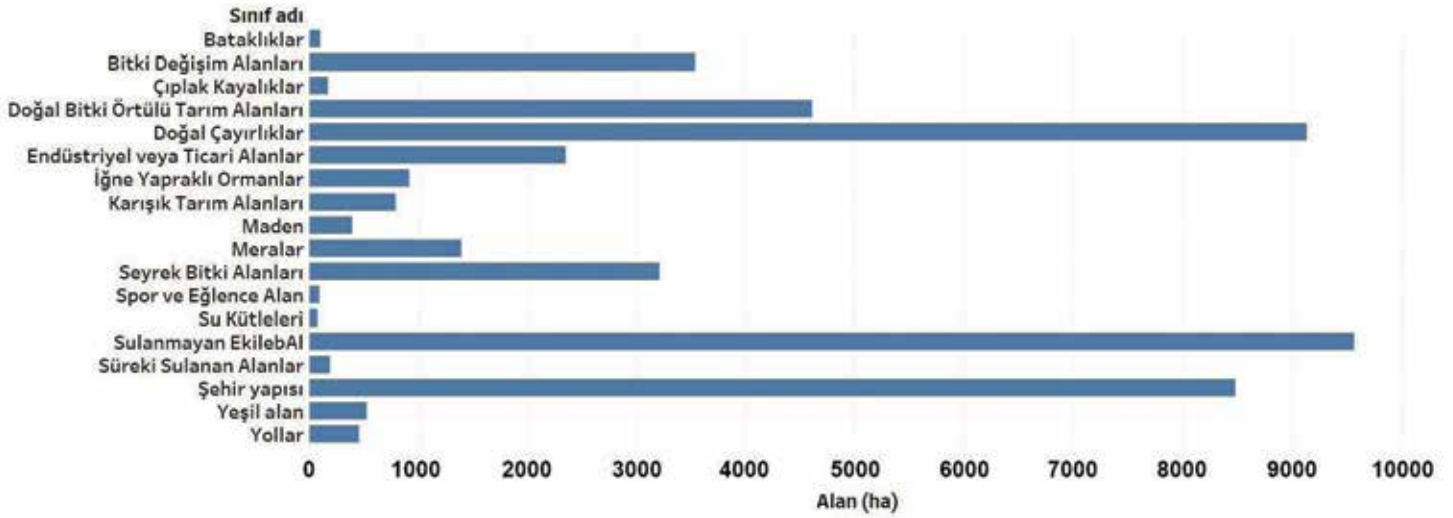
Her bir veri setinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Örneğin imar planından üretilmiş arazi kullanım verileri kentsel yerleşim bölgesinin (meskûn saha ve iskan sahası) alan kullanımına ilişkin çok detaylı bilgi içermekte, ancak kırsal yerleşim bölgesindeki arazi örtüsü hakkında bilgi sunmamaktadır. Rekreatyon hizmetinin haritalanmasında bu veri seti kullanılmıştır. CORINE veri seti hem kırsal hem kentsel yerleşim bölgesi için aynı detayda bilgi sunmakta, ancak verinin mekânsal ölçeği (1/25.000) bu çalışmanın sonuçlarının değerlendirileceği (örneğin mahalle veya park) ölçeğe ilişkin detay bilgi sağlayamamaktadır. Özellikle tarımsal üretime ilişkin bilgi sağlayan güvenilir bir kaynak olması nedeniyle gıda tedariki hizmetinin haritalanmasında CORINE veri seti kullanılmıştır. Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak arazi örtüsü haritası 10*10 m üretilmiş ve hizmetler bu veri seti kullanılarak haritalanmıştır. Rekreatyon ve gıda tedariki dışındaki tüm hizmetlerin haritalanmasında bu veriden faydalanılmıştır. Aşağıda bu kaynaklardan üretilen arazi örtüsüne ilişkin detaylar açıklanmıştır.

2.2.1 CORINE Alan Kullanımı ve Arazi Örtüsü

Bu veriye göre ilçenin 9.571 hektar alanı kuru tarım arazisi (%35), 9.137 hektar alanı bozkır (%34), 8.487 hektar alanı da yerleşim alanıdır (%31) (Şekil 10 ve Şekil 11).



Şekil 10. CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemine göre Çankaya ilçesinin arazi örtüsü haritası



Şekil 11. CORINE arazi örtüsü sınıflarının Çankaya ilçesine dağılımı

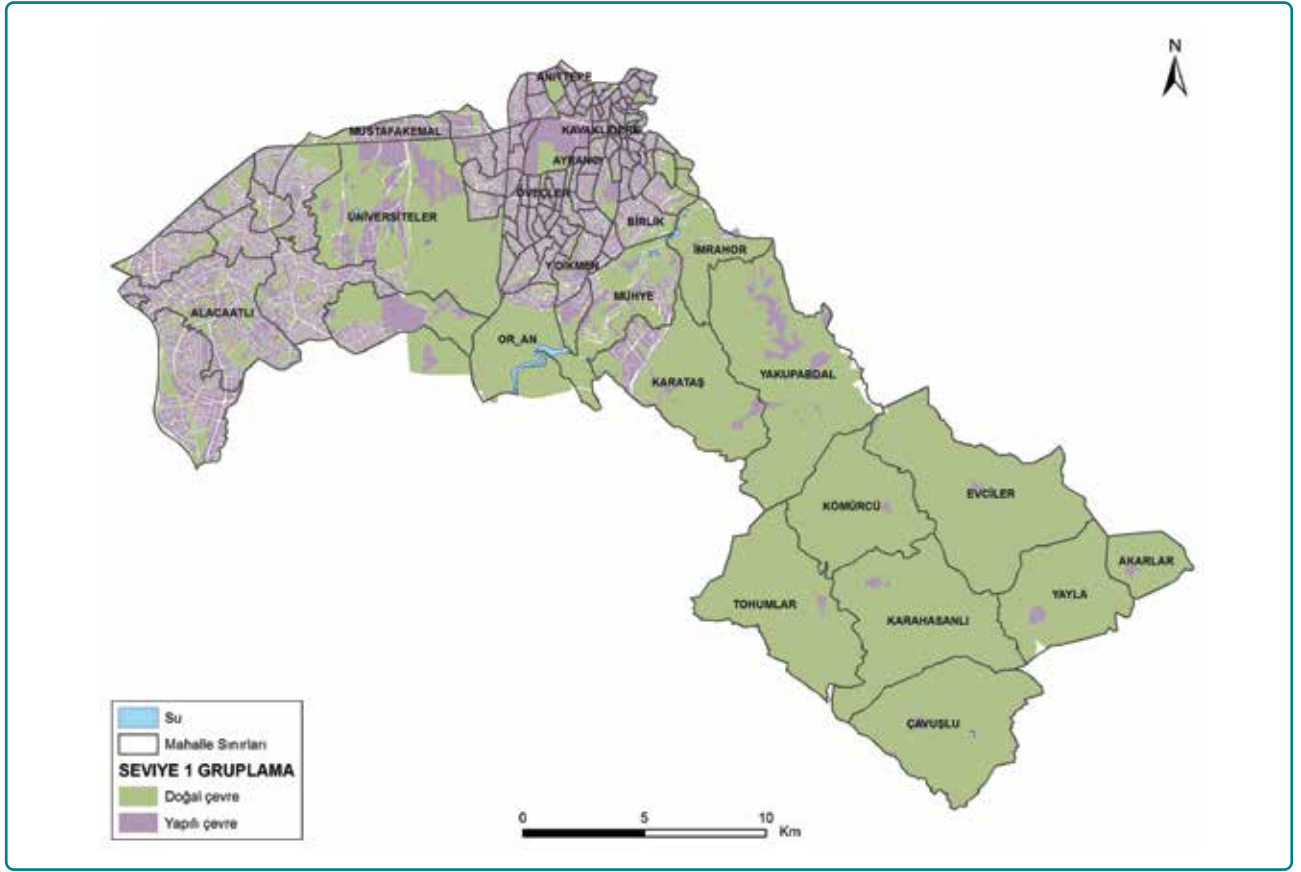
2.2.2 Çankaya İlçesi Arazi Kullanım Verisi

Çankaya Belediyesi’nden temin edilen arazi kullanım verisinde (imar planından üretilmiştir), 100 farklı katman bulunmaktadır. Planlama hiyerarşisi ve mevzuatına göre bu katmanlar, kentin yerleşim, ticaret, sanayi, park, rekreasyon ve diğer doğal alanlarına ilişkin poligon, çizgi ve nokta verileri içermektedir. Ancak bu veriler arazi örtüsünden ziyade alan kullanımlarının tipine ve yoğunluğuna ilişkin bilgi sağlamaktadır. Örneğin ekolojik perspektifle geçirimsiz yüzeylerle kaplı yollar ve binalar “yapılı alan” olarak gruplanabilir (ör: CORINE). Ancak şehrin alan kullanım planına dayanan bu verisinde, yapılı alanlar kat sayısına (1 kat, 2 kat, çok katlı) göre veya kullanım amacına göre (konut, ticaret, sağlık, eğitim, sanayi, idari tesis gibi) çok farklı katmanlarda sembolize edilmiştir. Benzer şekilde hizmet sağlayıcı ekosistemlerinde farklı gruplarda temsil edildiğini görürüz (örneğin; orman, bağ bahçe, mera, ağaçlandırma, oyun alanı, oyun ve spor alanı, park alanı, park ve çocuk, park ve rekreasyon, park ve spor alan, yeşil alan). Bu kategorilerden bir kısmı ekosistem tipine ilişkin bilgi sunsa da (orman, mera), özellikle kentsel yeşil alan tanımı altında park, çocuk oyun alanı ve rekreasyon alanları benzer ekosistemlerdir. Bu nedenle Çankaya Belediyesi’nden temin edilen arazi kullanım verisi çalışmanın ihtiyacını karşılayacak şekilde farklı seviyede gruplandırılmıştır (Tablo 8).

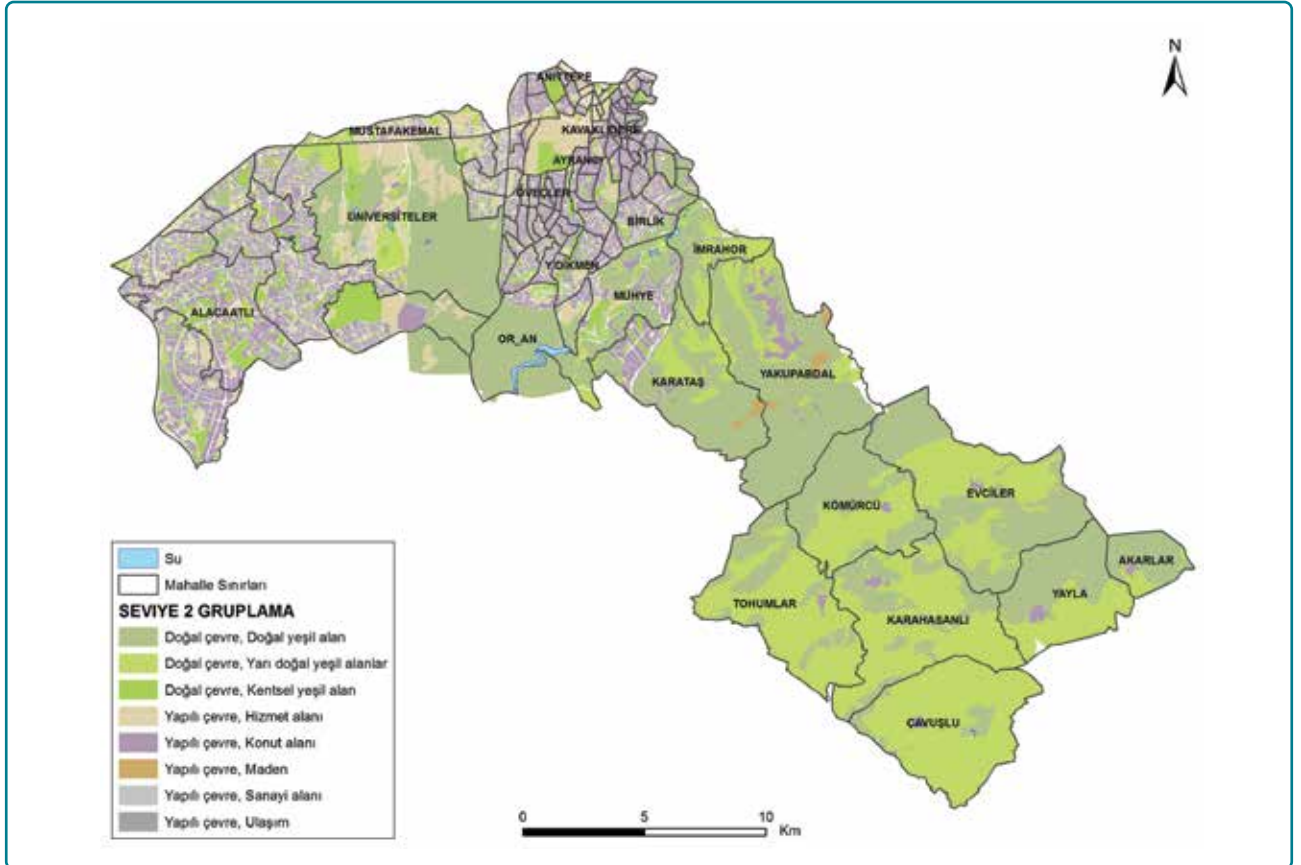
İlk seviye ayrışma doğal ve yapay çevre olarak yapılmıştır. Bu seviye temel olarak hizmet sağlayıcı doğal unsurlar ve hizmetten faydalanan antropojenik unsurları göstermektedir. İkinci seviye yapısal çevre için kullanım tipi, doğal çevre için ise alanın karakterini ortaya koyacak şekilde yapılmıştır. Üçüncü seviye ise yapısal çevre için sektörel kullanımı, doğal çevre için ise ekosistem tipini göstermektedir. İmar planı kentsel yerleşim bölgesini kapsadığı için kırsal yerleşim sınırında arazi örtüsü ve alan kullanım verilerinin gruplandırılması benzer sınıflara denk gelecek CORINE (2012) veri seti kullanılarak yapılmıştır. Farklı seviyelerde yapılmış gruplamalara ilişkin haritalar Şekil 12, 13 ve 14’te gösterilmektedir.

Tablo 8. Arazi kullanım verisinin gruplanması

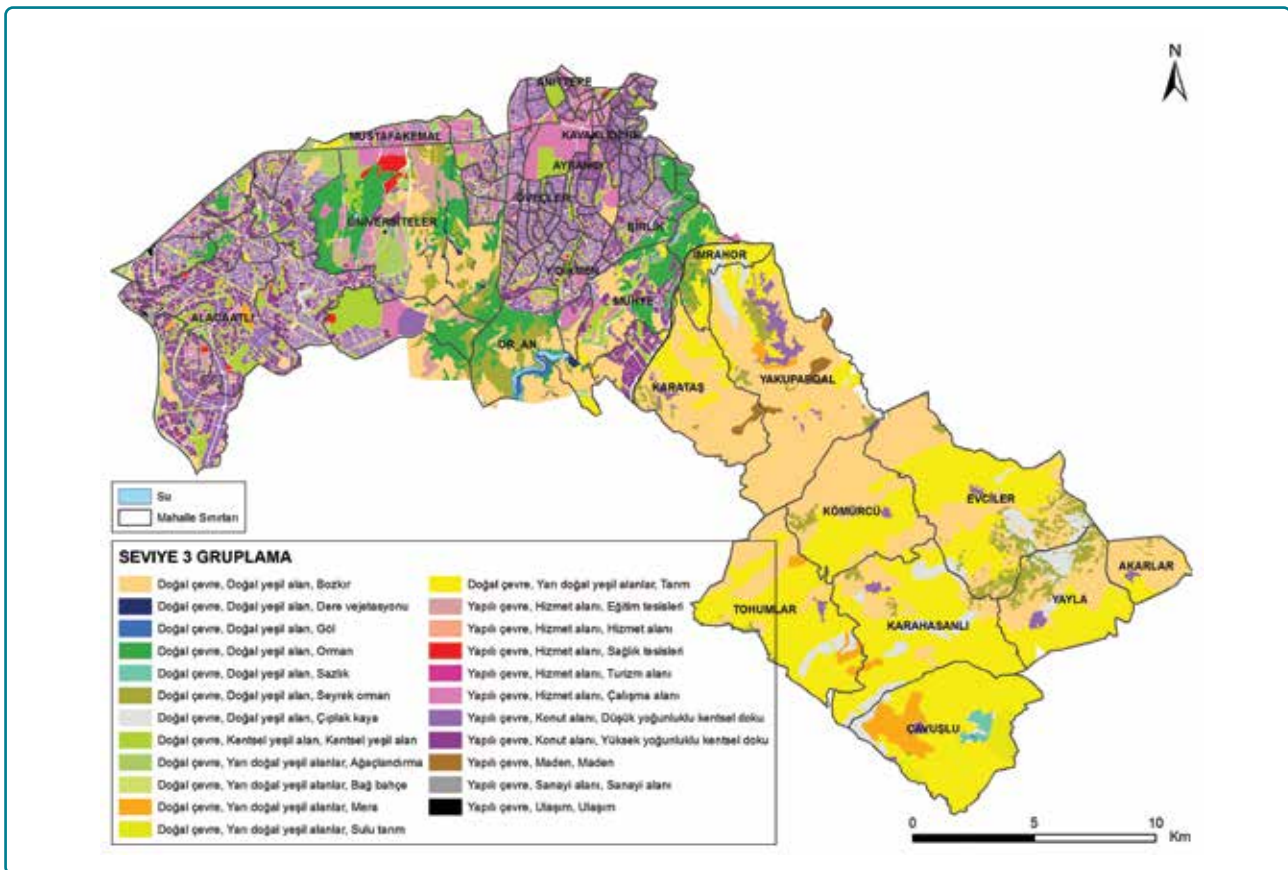
SEVİYE 1	SEVİYE 2	SEVİYE 3	Alan (ha)	%
Doğal çevre	Doğal yeşil alanlar	Bozkır	11.362	26,2
		Çıplak kaya	1.318	3,0
		Dere vejetasyonu	67	0,2
		Göl	146	0,3
		Orman	2.662	6,1
		Sazlık	134	0,3
		Seyrek orman	1.909	4,4
	Kentsel yeşil alanlar	Kentsel yeşil alan	3.002	6,9
	Yarı doğal yeşil alanlar	Ağaçlandırma	740	1,7
		Bağ bahçe	7	0,02
		Mera	637	1,5
		Sulu tarım	236	0,5
		Tarım	10.732	24,7
Yapılı çevre	Hizmet alanı	Çalışma alanı	2.038	4,7
		Eğitim tesisleri	1.024	2,4
		Hizmet alanı	8	0,02
		Sağlık tesisleri	216	0,5
		Turizm alanı	13	0,0
	Konut alanı	Düşük yoğunluklu kentsel doku	3.493	8,1
		Yüksek yoğunluklu kentsel doku	3.258	7,5
	Maden alanı	Maden	141	0,3
	Sanayi alanı	Sanayi alanı	140	0,3
	Ulaşım	Ulaşım	84	0,2



Şekil 12. Arazi kullanım verilerinin gruplandırılması: seviye 1 haritası



Şekil 13. Arazi kullanım verilerinin gruplandırılması: seviye 2 haritası



Şekil 14. Arazi kullanım verilerinin gruplandırılması: seviye 3 haritası

2.2.3 Sentinel 2 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Üretilen Arazi Örtüsü Sınıfları

İmar planı ve ilişkili arazi kullanım verileri 1/5.000 ölçekte ada-parcel düzeyinde veri üretimine odaklanan planlardır. Kentsel yönetim amacıyla üretilen bir plan olması nedeniyle mevcut durumun yanı sıra **geleceğe ilişkin öngörü ve projeksiyonları** da içermektedir. İlçenin özellikle batı bölgesinde arazi kullanım verisinde konut parseli olarak tanımlanan parsellerin halen doğal yapısını koruduğu tespit edilmiştir. Şekil 15'te alan kullanım verisinde konut parseli olarak görünen parsellerin güncel durumu gösterilmektedir.

Belediye arazi kullanım verilerinin kullanımındaki bir diğer kısıt da örneğin **yeşil alan olarak tanımlanmış parsellerde** spor alanı, çocuk oyun alanı gibi yapısal unsurların veya yol, toplanma alanı, meydan, yapısal donatı elemanları gibi çok geniş geçirimsiz yüzeylerin bulunmasıdır (örneğin Şekil 16). Her ne kadar bu alanlar rekreasyona hizmet etse de haritalamaya konu olan diğer ekosistem hizmetlerini sağlamayacaklardır. Bu nedenle, alan kullanım verisinde tanımlanmış yeşil alanları rekreasyon dışındaki diğer hizmetlerin haritalanmasında hizmet sağlayıcılar olarak kabul etmek haritalama çalışmasının doğruluğunu azaltacaktır.

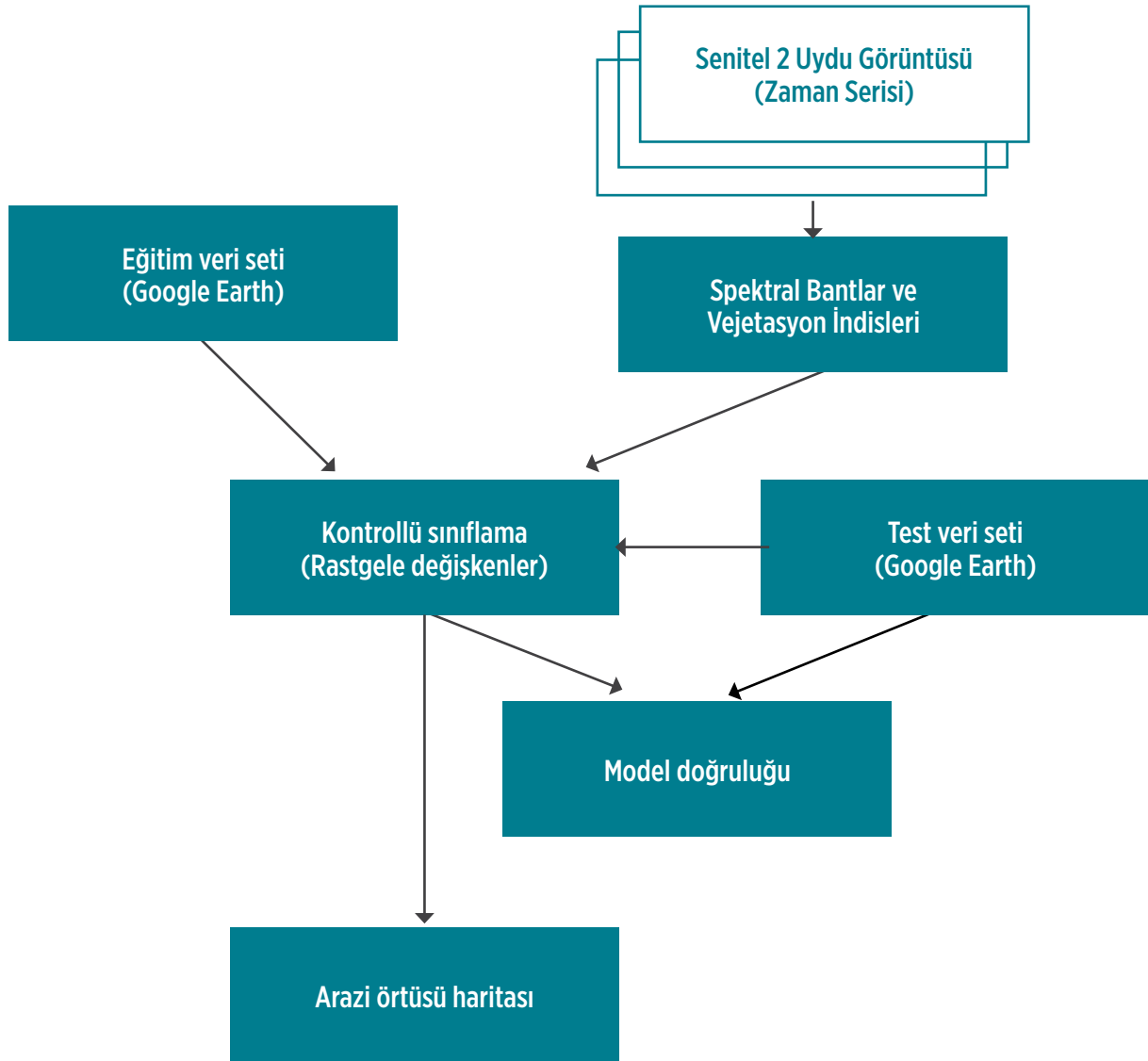


Şekil 15. Konut olarak planlanmış parseller ve güncel durumlarına bir örnek



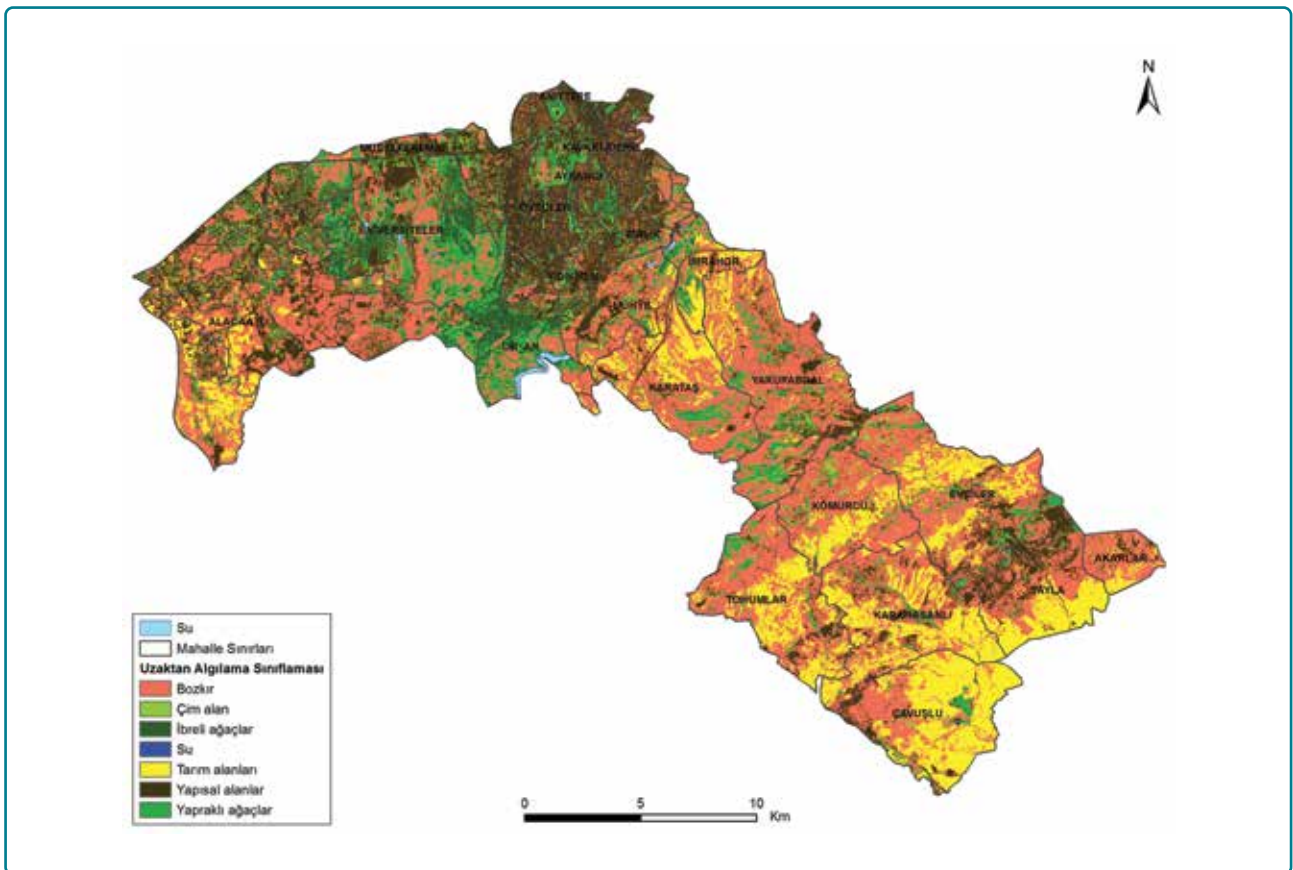
Şekil 16. Kentsel yeşil alan olarak tanımlanmış bazı parseller ve barındırdıkları geniş yapılı yüzeylere örnekler

Bu nedenle Çankaya ilçesinin güncel durumunu tespit etmek amacıyla uydu görüntüleri kullanılarak kontrollü sınıflama yapılmıştır. Çalışma rastgele değişkenler (random forest) (Breiman, 2001) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın aşamaları Şekil 17’de gösterilmiştir. Kontrollü sınıflamaya ilişkin teknik detaylar EK-1’de sunulmuştur.



Şekil 17. Kontrollü sınıflandırma yöntemi iş akışı

Modele göre oluşturulan arazi örtüsü haritası Şekil 18’deki gibidir, arazi örtüsü sınıflarının alansal yüzölçümleri ise Tablo 9’da gösterilmiştir.



Şekil 18. Kontrollü sınıflama ile üretilmiş arazi örtüsü haritası

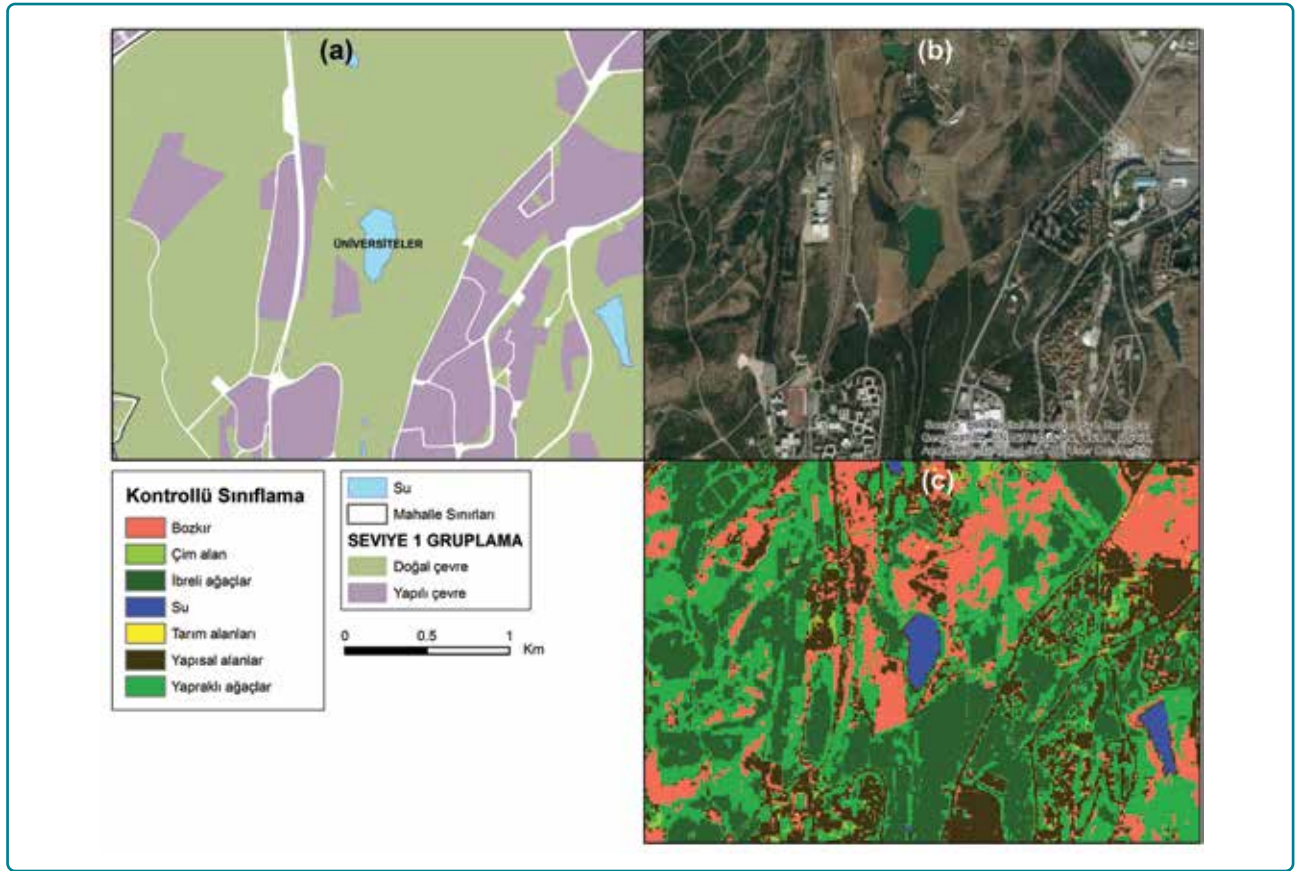
Tablo 9. Kontrollü sınıflama ile üretilmiş arazi örtüsü sınıfları ve yüzölçümleri

Sınıf adı	Alan (ha)	%
Yapılaşma alanı	8.118,12	17,6
Bozkır	21.556,27	46,8
İbrelî ağaçlar/ormanlar	1.301,89	2,8
Yapraklı ağaçlar/ormanlar	6.117,4	13,3
Su yüzeyleri	96,3	0,2
Tarım arazileri	7.708,61	16,7
Çim alanlar	1.161,92	2,5

Arazi kullanım verisi katmanları gruplandırılmasıyla elde edilen veri seti ve kontrollü sınıflama ile üretilen arazi örtüsü haritası arasında yapılı çevre için 2.296 hektar, doğal çevre içinse 4.987 hektarlık fark bulunmaktadır. Her iki arazi örtüsü sınıfı haritası için yapılı alanlar ve doğal alanların toplam yüzölçümleri Tablo 10'da gösterilmiştir. Farklı arazi kullanımlarının üretilen iki arazi kullanım haritasında nasıl görüldüğü Şekil 19'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Üretilen arazi örtüsü haritası arasındaki farklar

	İmar Planı (Kentsel yerleşim) ve CORINE Arazi Örtüsü Sınıfları (Kırsal yerleşim) Alan (ha)	Kontrollü Sınıflama Arazi örtüsü Sınıfları Alan (ha)	Fark (ha)
Yapılı çevre	10.414,9	8.118,1	2.296,8
Doğal çevre	32.954,4	37.942,4	4.988



Şekil 19. Arazi örtüsü haritaları arasındaki farkları gösteren harita (a) Alan kullanım verisinden üretilmiş arazi sınıfları, (b) Google Earth uydu görüntüsü, (c) Kontrollü sınıflama ile üretilmiş arazi örtüsü haritası

Tablo 10'da belirtilen farklar, aşağıdaki durumlardan kaynaklanmaktadır:

- Çankaya Belediyesi'nden temin edilen arazi kullanım verisinde, yapılı alan olarak tariflenen bazı parseller hali hazırda henüz yapılaşmamıştır.
- Arazi kullanım verisinde, yeşil alan olarak görülen bazı parseller yapılaşmıştır. Yapılan plan revizyonları plan notlarına işlenmiştir ancak bu bilgi sayısal değildir. Bu nedenle mevcut parselasyon planı, bazı parsellerde aktüel durumu yansıtmamaktadır.

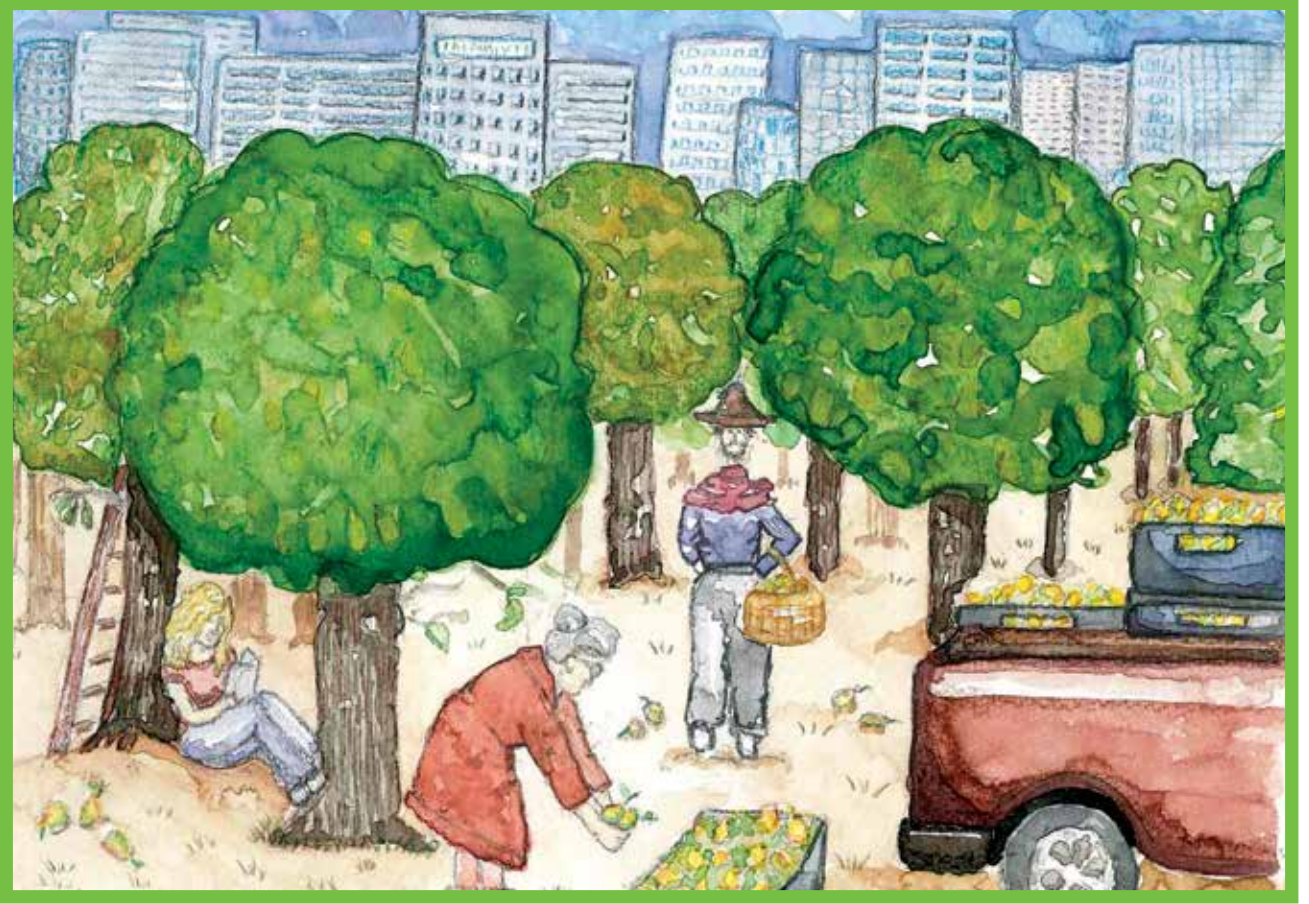
- ▣ Arazi kullanım verisinde, yapısal unsurlar içeren arazi kullanımlarının (konut, ticaret, eğitim gibi) bahçe büyüklüğü bilgisi bulunmamaktadır. Bu parsellerdeki yeşil alan düzenlemesi adalarda belirli standartları sağlayacak şekilde düzenlenmektedir. Ancak bu bilgi sayısal değildir. Benzer şekilde mimari uygulama projelerinde de yapısal metrekare ile ilişkili olarak ağaç hesabı yapılmaktadır, ancak bu bilgi de sayısal değildir.
- ▣ Özellikle kamu kurumlarının ve elçiliklerin geniş bahçelerinin bulunduğu ilçede bahçe büyüklüğünü bilmemek yeşil alan büyüklüğünün hatalı hesaplanmasına yol açacaktır.
- ▣ Yeşil alan olarak tanımlanmış bazı parsellerde yol, hizmet yapısı gibi yapısal unsurlar yoğunlaşmıştır. Bu nedenle arazi kullanım verisinde yeşil alan olarak tanımlanmış parsellerin tamamının doğal unsurlar içerdiğini varsaymak hatalı olacaktır.
- ▣ Önemli bir diğer farklılık da doğal alan sınıfları içindedir. Örneğin; arazi kullanım verisinde üniversite yerleşkelerine ait araziler orman olarak nitelendirilmişken, bu arazilerin büyük bir bölümü halen bozkırdır.



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Ekosistemler kentlilere yaşamsal hizmetler sunmaktadır. Bu hizmetlerden sağlanan faydayı anlamak, tanımak, ölçmek, yönetmek, arttırmak ve düzenlemek için gerekli verilerin üretilmesi, izlemenin yapılması gereklidir. Doğru yönetim kararları için en önemli boşluklardan biri gerekli bilgilerin üretilmemesi, doğru bir şekilde arşivlenmemesi ve kullanıma hazır bir halde tutulmamasıdır.
- 3194 sayılı İmar Kanunu'nda (1985) “park, çocuk bahçesi, yeşil alan, ağaçlandırma alanı, mesire alanı” tanımları ve düzenlemelerine yer verilmiştir. Ancak kanunun yapıldığı dönemde bu alanların en görünür hizmeti olan rekreasyon hizmetine atıf yapılmıştır. Günümüzde kentsel yeşil alanların rekreasyon dışında pek çok hizmet sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle gerekli yasal değişiklikler yapılmalı ve yeşil altyapı bileşenlerinin sağladığı diğer hizmetler de yönetsel çerçevede tanınmalıdır.
- Bu çalışmada kentsel ekosistem hizmetleri haritalamasında kullanılacak veri setinin üretimi neredeyse ekosistem hizmetlerinin haritalanması ve modellenmesi kadar zaman almıştır. Belediyelerin yönetsel aracı olan imar planları, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesine imkân tanımamaktadır. Mevcut yeşil alan katmanları güvenilir olmamasının yanında güncel yeşil altyapı bileşenleriyle de uyumlu değildir. Örneğin; kent bostanı, topluluk bahçesi, akarsu koridoru gibi doğrudan belirli bir hizmetle ilişkilendirilebilecek unsurlara planlarda yer verilmesi, bu hizmetlerin teminatı olacaktır. Böyle bir grüplamanın bir avantajı da yeşil altyapının kentin farklı bölgelerinde belirli amaçlarla (yağış suyunun düzenlenmesi, hava kirliliği, gürültü kontrolü gibi) yönetilmesine olanak tanınması ve bileşenlerin performanslarının karşılaştırılabilmesidir.

- Kentsel ekosistem hizmetleri ile ilgili literatür, çatı bahçeleri ve dikey duvarların sağladığı hizmetlere vurgu yapmaktadır. Çankaya’da bu tür yeşil altyapı bileşenlerinin pek örneği olmasa da gelecek dönem için bu bileşenlerin hayat geçirilmesi ve kayıt altına alınması önemlidir. Özellikle dikey bahçeleri uzaktan algılama ile ayırt etmek mümkün değildir.
- Pek çok kent sahip oldukları bitkisel envanteri vatandaşlık bilimi projeleriyle kayıt altına almaktadır. Böylece her bir ağacın kentlilere sağladığı fayda birey bazında hesaplanabilir. Yerel yönetimler, bu tip çalışmalara yurttaşlarını daha etkin katmak için gerekli idari ve kurumsal organizasyonları bir an önce gerçekleştirmelidir.
- Özellikle eski Çankaya mahallelerinde konut bahçelerinde yer alan yaşlı ağaçlar pek çok hizmet sağlamaktadır. Kısa vadede en azından konut bahçelerindeki bitkisel envanter, kayıt altına alınmalıdır.



Kentsel alanda oluşturulan bostan, topluluk bahçesi ve hobi bahçeleri kentlilerin gıda ihtiyaını karşılamasına katkı sağlar. (izim: Sevilay Batmaz, UskAnkara)

3

TEDARİK HİZMETLERİ

3.1. Gıda Tedariği

Doğa; gıda, temiz su ve temiz hava gibi yaşamın vazgeçilmez unsurlarının kaynağıdır. Artan kentsel nüfusa, güvenceli ve güvenli gıda sağlamak önemli bir ihtiyaçtır. Gıda güvencesi ve güvenliği; üretim, işleme, dağıtım, hazırlama ve tüketim gibi gıda tedarik zincirinin pek çok basamağını kapsamaktadır. Gıdanın üretiminde kent-kır ilişkisini güçlendirmek gıdaya erişimi kolaylaştırmakta ve yöre halkının ekonomik kalkınmasına imkan tanımaktadır. Kentlerde gıda tedarikinde yaşanan sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ▣ Büyüyen kentsel **gıda güvenliği sorunu, yetersiz ve/veya aşırı beslenme**
- ▣ **Artan kentleşme ile gelişen kentsel nüfusun ihtiyacını** karşılamadaki zorluklar
- ▣ **Yoksulluk;** gıdayı satın alma gücü ve erişebilirlik konularındaki adeletsizlik
- ▣ **İklim değişikliği ve gıda sektörünün iklim krizindeki rolü:** Gıda üretimi, transferi, işleme gibi faaliyetler sera gazı salımlarının %19-29'una neden olur (Vermeulen vd., 2012)

Gıda tedarikinde kırsal alanda ve kent çeperinde yer alan geniş tarım arazileri en önemli payı oluşturmaktadır. Ancak temiz ve güvenilir gıdaya ulaşmak için kentsel alanda oluşturulan kent bostanları, topluluk bahçeleri, çatı bahçeleri ve hobi bahçeleri de kentlilerin gıda ihtiyacını karşılamaya katkı sağlar. Örneğin; Pensilvanya'da yer alan 130 topluluk bahçesi kentlilerin gıda ihtiyacının %15'ini karşılamaktadır (Miller ve Spoolman, 2019).

Bir çok kentte kısıtlı büyüklüğe sahip konut bahçelerinde, balkonlarda saksılarda ve dikey bahçelerde üretim yapılmaktadır. Paris, Toronto, Johannesburg gibi pek çok kentte çatı bahçelerinin üretim kapasiteleri yenilikçi teknolojilerle giderek geliştirilmektedir. Traitler ve arkadaşlarının 2017'de yaptığı çalışması 1 m² çatı bahçesinde 20 kg gıda üretilebileceğini göstermektedir. Tüm bu oluşumlar ve girişimlerle güçlendirilen kentsel gıda sisteminin sağladığı faydalar Tablo 11'de sunulmuştur.

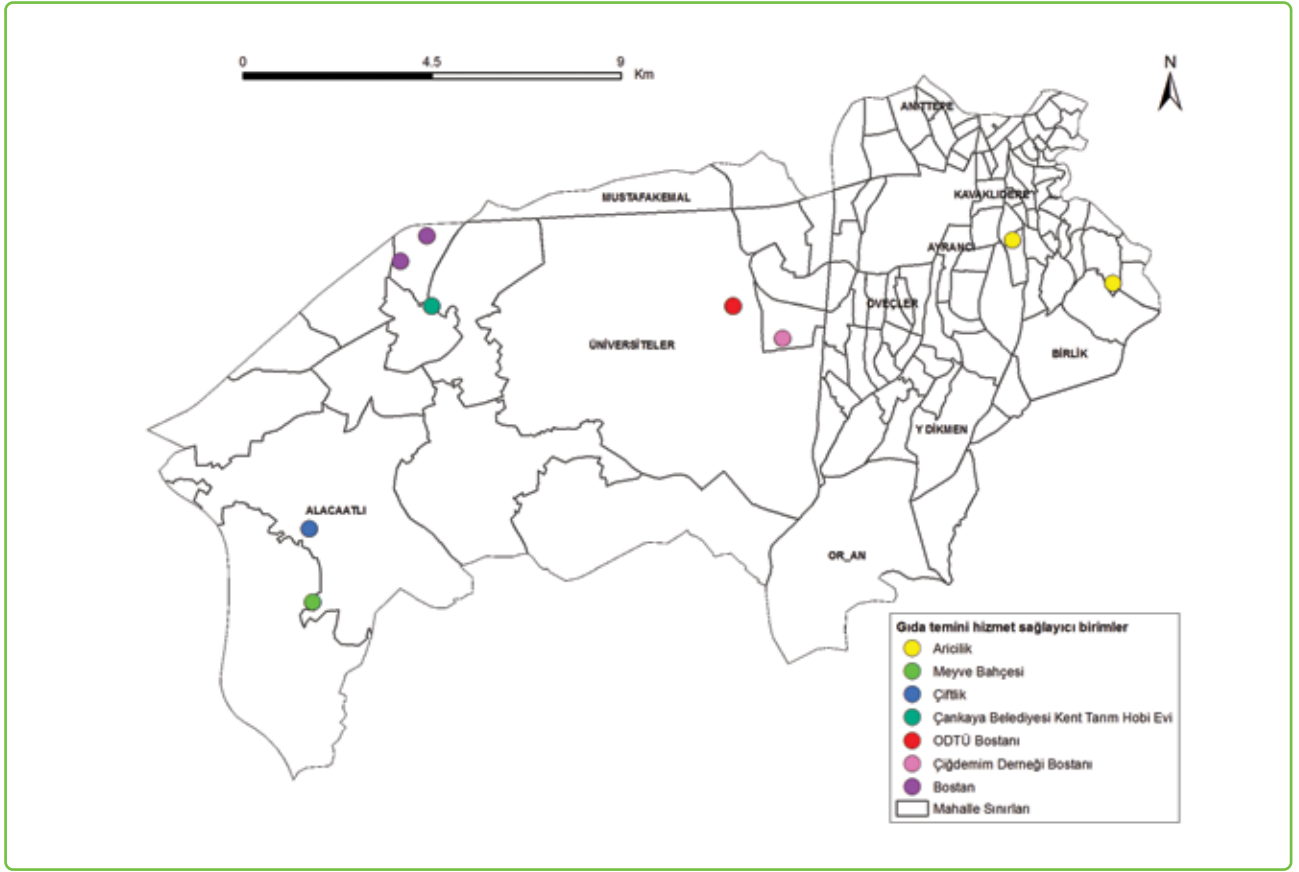
Tablo 11. Kentsel gıda sisteminin güçlendirilmesi ve olası faydaları (Jennings vd., 2015; Anonim, 2020)

Tema	Fayda
Gıda güvenliği	Özellikle kent kırsalında küçük ölçekli üretimin sürekliliği sağlanır. Kentliler için gıda fiyatları azalır. Afet, salgın gibi şok olaylarında gıda arzının güvenliği sağlanır.
Ekonomik kalkınma	Bölgesel ekonomik kalkınma sağlanır. Yerel yönetimler güçlenir. Kırsal bölgede iş olanakları ve gelir kaynakları artar. Ekonomik canlılık sağlanır, girişimcilik ve inovasyon ortamı gelişir.
Çevre	“Döngüsel ekonomi”ler için fırsatlar artar (gıda/yemek atığı ve kayıpların azalması). Yerel ürün çeşitliliği artar. Ekosistem hizmetleri konusunda farkındalık artar. Konvansiyonel tarımda kullanılan girdiler (kimyasal gübre, pestisid, herbisid) daha az kullanılır. Yağmursuyu akışını azaltır ve kentsel çevre kalitesini artırır. Sera gazı emisyonları azalır.
Sağlık	Kent sakinlerinin gıda ve beslenme hakkında artan bilgisi daha sağlıklı diyetlere neden olur. Besin maddesi zengin gıdaların bulunabilirliği ve erişimi artar.
Sosyal ve kültürel	Gıda toplulukları, yerel toplumu ve mahalle ilişkilerini geliştirir, toplumsal birlik güçlenir. Gıda kültürü desteklenir, yerel topluluklar arasında kültürel diyalog artar. Entegre politika ve eylemlerle kentlilerin katılımı artırılır, mekânsal aidiyet duygusu güçlendirilir. Arıcılık, bostan bakımı, bahçevanlık gibi eğitimler yediden yetmişe tüm yaşlara hitap eder.

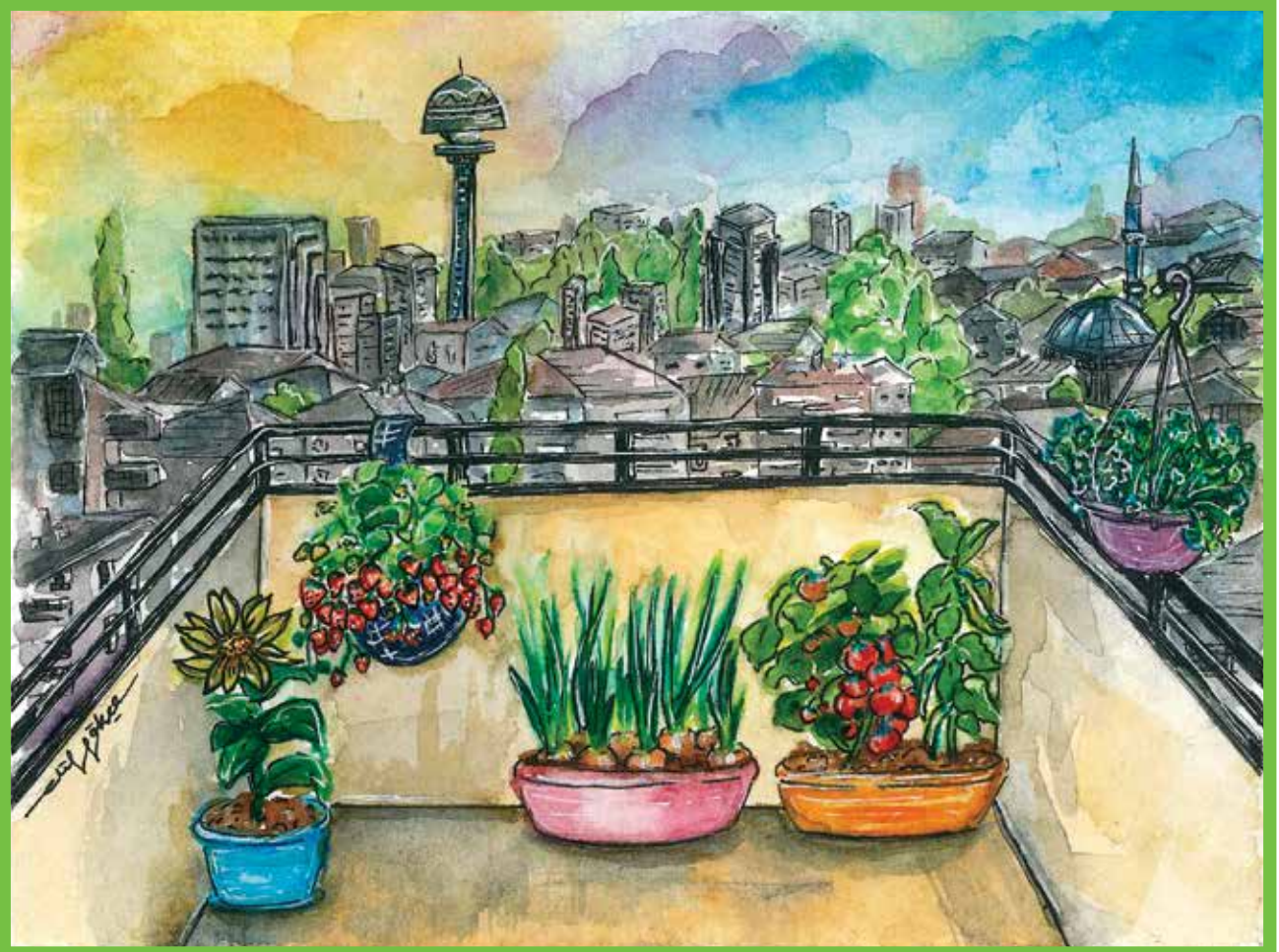
Kutu 5

Kentlerin gıda ihtiyaçlarını karşılayamaması ve kırsala bağımlı olması politik ve ekonomik kriz dönemlerinde gıda güvenliği sorununa yol açmıştır. 90’lı yıllarda böylesi bir krizle yüzleşen Havana, gıda ihtiyacının neredeyse tamamını kentsel tarımla karşılamıştır (Altieri vd., 1999). Kısıtlı alanlarda, az girdiyle yapılan üretim, tarım tekniklerinin gelişmesini de etkilemiştir. Benzer şekilde gıda krizi ile yüzleşen Dakar, Malavi gibi kentlerde gıda ihtiyacı kentsel alanda bireysel yetiştiriciler ve küçük aile işletmeleri tarafından sağlanarak karşılanmıştır.

Bu örneklerle rağmen, kentsel planlama 2000’li yıllara kadar “gıdayı” kırsaldan karşılanması gereken bir ihtiyaç olarak ele alıp üretimi kırdan sınırlamıştır. Kent-kır sinerjisini güçlendirecek çözümlerin yanı sıra, kentte gıda üretimini sağlayacak mekanlara fiziki planlarda yer verilmiştir. Paris, Amsterdam, New York, Toronto gibi kentlerde yerel yönetimler gıda konseyleriyle ve sivil toplum örgütleriyle çalışmış, bütüncül planlar, tarımsal zonlar ve üretimin yaygınlaşmasına olanak tanıyan teşviklerle kentsel tarımın gelişmesini sağlamıştır. Bu kapsamda hazırlanan Milano Kentsel Gıda Politikası Paketi (2015) 120 belediye tarafından imzalanmıştır.

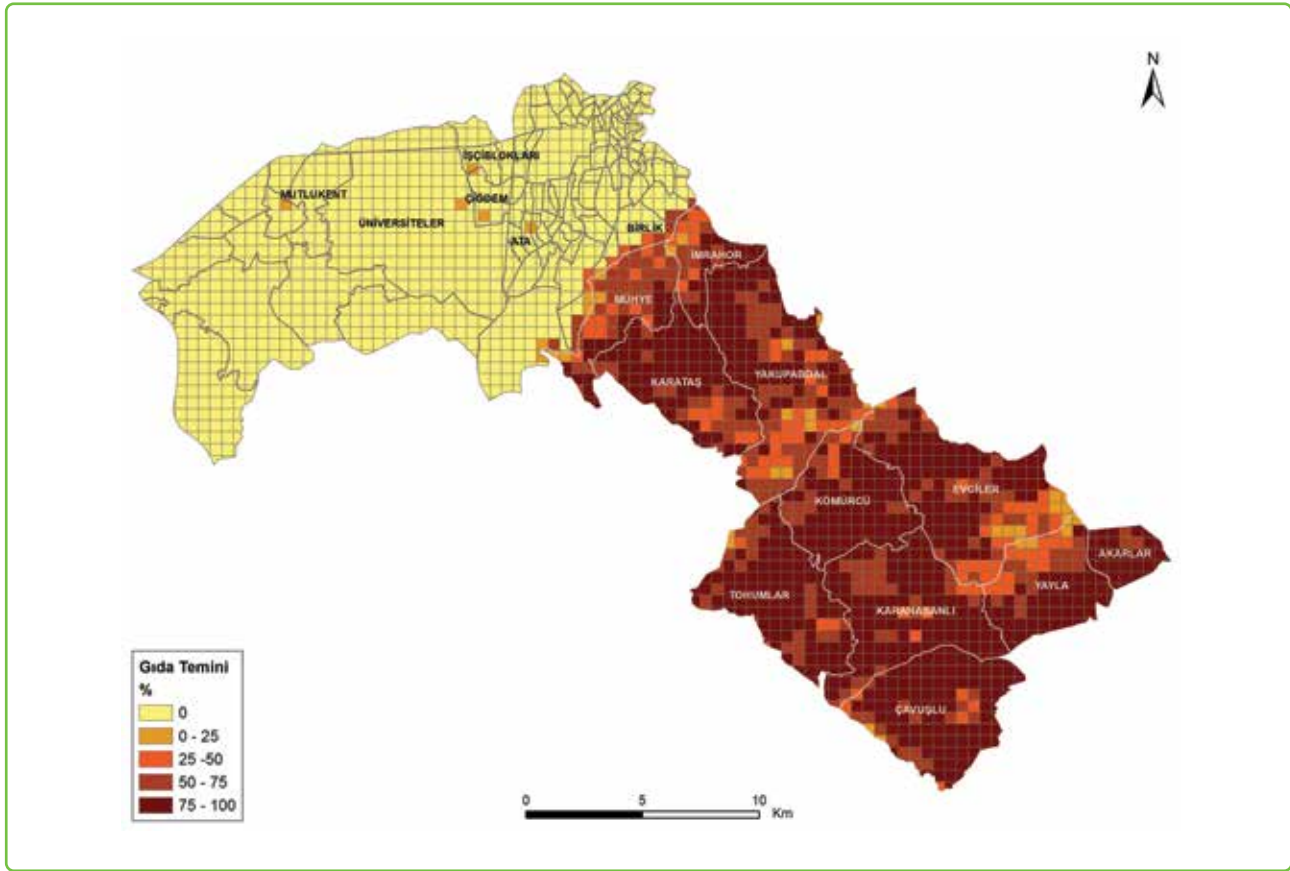


Şekil 21. Gıda tedarîğı hizmeti (kentsel yerleşim alanı)



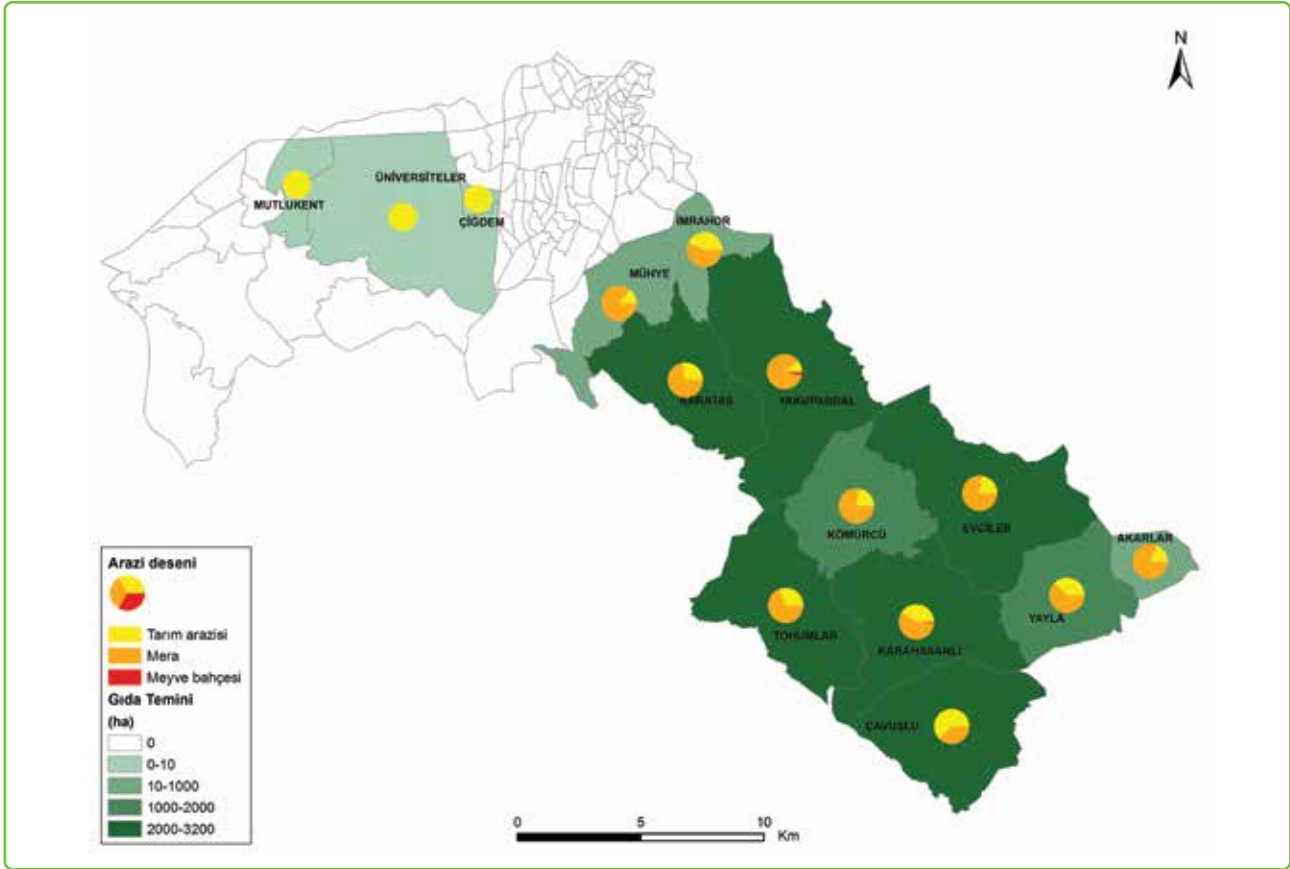
Kentte balkon bahçeciliğı, gıda tedarîğı hizmetine katkı sağlar. (Çizim: Elif Gökçe Tuncel, UskAnkara)

Gıda tedarîği hizmetinin ilçe genelinde dağılımını göstermek için 500 x 500 m karelaj sistemi kullanılmış, hizmet sağlayıcı birimlerin karedeki oranı hesaplanmıştır (Şekil 22).



Şekil 22. Gıda tedarîği hizmetinin 500*500 m karelerde dağılımı

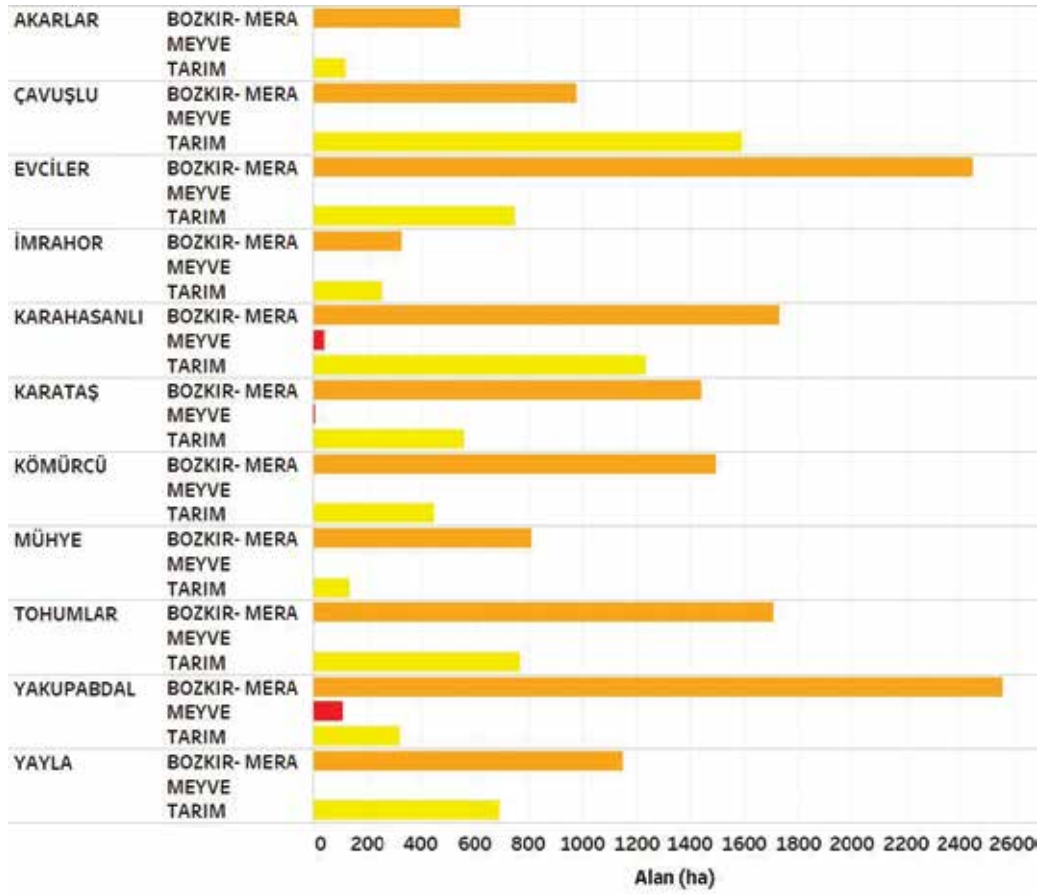
Gıda temininde rol oynayan üretim alanı büyüklüklerinin bilgisi (tarım arazileri, mera olarak kullanılan bozkır alanları ve meyve bahçeleri) bağlı oldukları kırsal yerleşim bölgesindeki mahallelere aktarılmıştır. Kent bölümünde ise üretime düzenli olarak hizmet eden ODTÜ Bostanı, Çiğdemim Bostanı ve Çankaya Belediyesi Kent ve Tarım Hobi Evleri Bostanları (Ata Mahallesi ve Mutlukent Mahallesi), 100. Yıl Berkin Elvan Bostanı haritada gösterilmiştir. Bunların dışında muhtelif bahçelerde yapılan üretim mahalle ölçeğinde yapılan değerlendirmeye dâhil edilmemiştir (Şekil 23).



Şekil 23. Gıda tedarikçi hizmetinin mahalle düzeyinde değerlendirilmesi

Gıda tedarikçisinin arazi desenine göre dağılımı Şekil 24'teki grafikte gösterilmiştir. Kent bostanlarının büyüklükleri grafikte göstermeye yeterli olmadığı için Çiğdem, Mutlukent ve Üniversiteler, İşçi Blokları ve Ata mahalleleri Şekil 23'te gösterilmiş olmasına rağmen bu grafikte gösterilmemiştir.

EK 2'de sunulan Çankaya Kaymakamlığı tarafından hazırlanan ürün desenine göre arazi büyüklüklerinin haritaya aktarılması öngörülmüş, ancak ürün deseninin değişebilir olması ve istatistiklerin sadece Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı çiftçilerin arazi büyüklüklerini kapsıyor olması nedeniyle değerlendirilememiştir. Grafikte sunulan rakamlar uzaktan algılama yöntemi ve CORINE verileri ile hesaplanmış ve muhtarlar tarafından teyit edilen alan büyüklüklerini göstermektedir.



Şekil 24. Tarım arazilerinin mahallelere dağılımı grafiği



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Kentsel yerleşim bölgesinde faaliyet gösteren bostanlara olan ilgi çok yüksektir. Ancak, bostanların alansal büyüklükleri talebi karşılayacak düzeyde değildir. Kentsel bölgede atıl kalmış ve henüz yapılaşmamış alanların kent bostanı olarak düzenlenmesi temiz ve ucuz gıdaya erişimi kolaylaştırır. Ayrıca kent bostanları bir *kentsel müşterek* olarak mahalle sakinlerini bir araya getirmesi ve kentlerde yaşayanların şehir doğa ilişkisini gündelik hayatlarında doğrudan deneyimleyebilmeleri açısından çok önemlidir. *Toprak kalitesinin ve temizliğinin gıda üretimine uygun olduğunun tespit edildiği alanlar kent bostanı ve topluluk bahçesi olarak değerlendirilmelidir.*
- Kırsal yerleşim alanlarında erozyon, üretim miktarı ve kalitesini etkileyen önemli bir sorun olarak belirtilmiştir. *Rüzgâr perdesi* (DKM, 2019a), *doğrudan ekim gibi toprak işlemesini minimuma indiren uygulamalar* erozyon kontrolünde etkili yöntemlerdendir (DKM, 2019b).
- İklim değişikliği, tarımsal üretim desenini ve verimini de etkileyecektir. Tarımsal kırılganlığın en aza indirilmesi için *iklim dostu tarım uygulamalarının* yaygınlaşması önemlidir (DKM, 2019c).
- Tarımsal üretim sonrası arazide kalan *anızlar ve bitki atıkları* toprağa karıştırılarak gübre olmaları sağlanmalıdır. Tarım ve hayvancılık entegre bir şekilde yapılmalı, *hayvan gübreleri* uygun bir şekilde olgunlaştırıldıktan sonra tarım arazilerinde kullanılmalıdır.
- Bölgede görülen bir diğer risk de kuraklaşmadır. *Yağmur hasadı yöntemleriyle* (teraslar, hendekler vb.) toprağın su tutma kapasitesi artırılabilir (Coşgun ve Özdemir, 2017).

- Mera alanlarında aşırı otlatmanın önüne geçilmeli, **bütüncül mera yönetimi** uygulamaları ile hem hayvancılık desteklenmeli hem de meralardan sağlanan ekosistem hizmetleri korunmalıdır.
- **Yerel tohumlar** korunmalı, düşük girdili tarımsal üretim desteklenmelidir.
- Armut, muşmula, kavun, turşuluk salatalık gibi **yerel ürünlerin üretimi coğrafi işaretlerle** desteklenebilir.
- **Kentleşmenin** verimli tarım arazilerine olan **baskısı engellenmelidir**. Özellikle İmrahor ve Mühye mahallelerinde bu baskı izlenmelidir.
- Kırsal alanlarda farklı ürünlerin yetiştirilmesi, **biyolojik çeşitliliği** destekler. Artan biyolojik çeşitlilik zararlılarla mücadeleden, tozlaşmaya pek çok fayda sağlar.
- Çankaya Belediyesi'nin sunduğu bahçıvanlık ve tarımsal üretim eğitimleri kentlilerin üretim yapmasını teşvik eder niteliktedir. Bu **eğitimler** daha etkin bir şekilde duyurulmalıdır.
- **Yerel yönetimler** ve yerel STK'lar arasındaki ilişki güçlendirilmelidir. Çiğdemim Derneği, Bahçelievler Derneği, Kavaklıderem Derneği gibi köklü derneklerin deneyimleri diğer mahallelere aktarılmalı, topluluk bahçeleri desteklenmelidir.
- Kentlerde üretilen gıda atıkları uygun alanlarda **kompost** haline getirilip toprak organik maddesi düşük yerlerde kullanılmalıdır.



Ankara'nın meyve ağaçları (alıç, Ankara armudu, badem) (Çizimler: Sevilay Batmaz, UskAnkara)



Düzenleyici hizmetler, doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen faydaları içerir. (Çizim: İdil Güven, Uskankara)

4

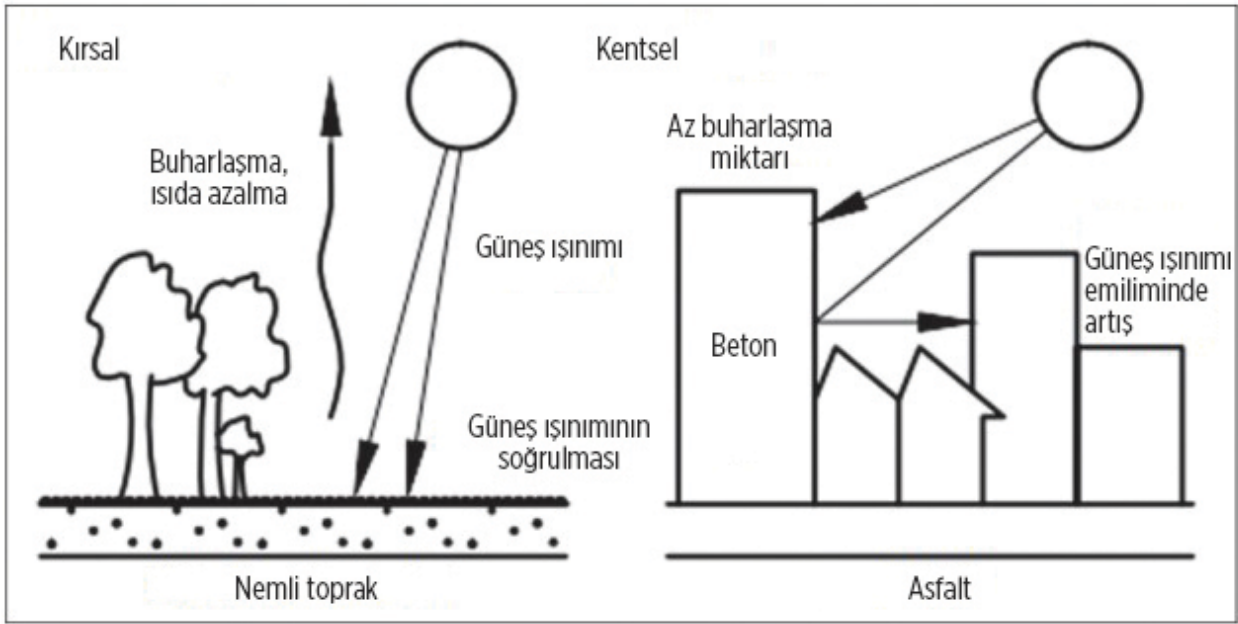
DÜZENLEYİCİ HİZMETLER

4.1. Yerel İklimin Düzenlenmesi

Kentsel ısı adası beton, asfalt gibi geçirimsiz malzemelerin yoğunlaştığı kent merkezlerinin çevresindeki kırsal yerleşimlere göre daha sıcak olması durumunu ifade eder. Gün boyunca ısınan kentlerin, gece sıcaklıkları daha yüksektir (Taha vd., 1988). Örneğin; Londra kent merkezi çevresindeki kırsal alanlara göre 5°C daha sıcaktır (Pochee ve Johnston, 2017). Kentsel ısı adası etkisi; sağlık sorunlarına, ısınma ve soğutma için enerji ihtiyacının artmasına, yerel yağış rejiminin bozulmasına neden olur (Thielen vd., 2000; Han vd., 2014). İklim değişikliği sürecinde kentleri bekleyen pek çok olumsuz hava olayı da kentsel ısı adasının etkisini yoğunlaştıracaktır. Sıklığı ve şiddetinin artması beklenen sıcak hava dalgaları ve aşırı yağış olayları gelecekte kentlerin yüzleşeceği en önemli sorun olarak öne çıkmaktadır.

Kentsel ısı adası mekanizmasını anlamak için güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmak için nasıl bir yol izlediğine bakmak gerekir. Güneşten gelen radyasyon, atmosferin üst tabakalarına çarpar; bir kısmı uzaya geri gönderilirken, bir kısmı atmosferin alt tabakalarına doğru ilerler (teorik olarak alt katmana 100 birim enerji geçtiğini varsayalım) ve bir miktarı atmosferde dağılır (7 birim). Bir kısmı ise bulutlardan uzaya geri yansır (24 birim), bir bölümü de yeryüzeyinden atmosfere geri yansır (4 birim). Bu varsayımsal hesaba göre gelen 100 birim enerjinin %35'i yer yüzeyinden geri yansıtılır. Bu yansıma etkisine **albedo etkisi** denir. Doğadaki her maddenin (insan yapımı yapısal yüzeyler dahil) radyasyon miktarını yansıtma oranları yapı, tekstür, özgül ısı, renk gibi faktörlere göre değişir. Şehirde kullanılan asfalt, taş, beton, cam gibi malzemelerin **koyu renkleri, mat ve pürüzlü yüzeyleri gibi ısı soğurucu özellikleri nedeniyle ısıyı emerek depolarlar** (Şekil 25). Yani, albedo katsayıları düşük ve ısıyı depolama kapasiteleri yüksektir. Bu nedenle kentlerde net radyasyon ve sıcaklık yüksektir (Kılıç ve Kum, 2013).

Sıcaklığı artıran bir diğer fiziki süreç de yeryüzünden atmosfere dönen ışınların geri dönüş yolundadır. Yüzeye ulaşan 47 birim enerji, iletim yoluyla atmosferin üst katmanlarına doğru ilerlerken su moleküllerini etkiler. Atmosferdeki yoğunlaşmaya bağlı olarak su moleküllerinden gizli ısı ortaya çıkar. Özellikle arazi örtüsündeki vejetasyon miktarı hem albedo etkisinin hem de buharlaşma miktarını etkiler. Bu nedenle aynı enerji bilançosuna sahip, ancak arazi örtüsü farklı olan yerlerde hava sıcaklığı bu etki nedeniyle değişmektedir.



Şekil 25. Kentsel ısı adası mekanizması (Pochee ve Johnston, 2017)

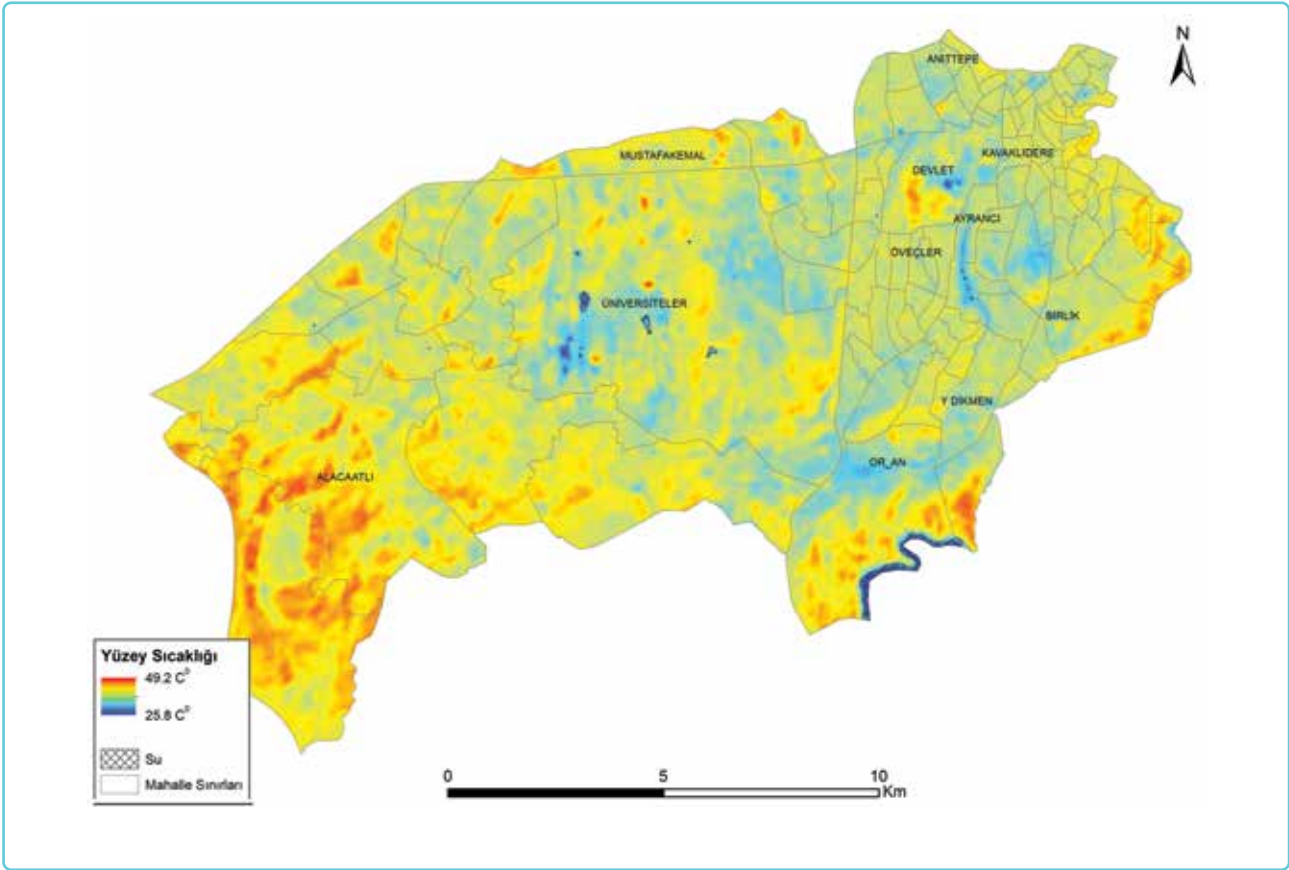
Isının artmasına yol açan bir diğer faktörde insan etkinliklerinden kaynaklanan hava kirliliğidir. Kent merkezlerinde yoğunlaşan toz ve gaz bulutu aynı ısı adası gibi kent merkezinde bir “toz kubbesi” oluşturur. Bu yoğun gaz ve partikül ortamı da ısının kent merkezinde yoğunlaşmasını etkiler.

Kutu 6

Yeşil altyapının kentsel ısı adası etkisini azaltmaktaki rolü

1. Ağaçlar, gölge sağlar.
2. Bitki örtüsü, terleme ve buharlaşma yoluyla ortam sıcaklığının dengelenmesine yol açar.
3. Özellikle yeşil çatılar albedo etkisini azaltır. New York'ta yapılan bir araştırma yeşil çatıların, diğer çatı malzemelerine göre kışın %20 ısı kaybını önlediğini, yaz mevsimindeyse %60 daha az ısındığını ortaya koymuştur (Gaffin ve Rosenweig, 2010).
4. Yeşil altyapı, hava koridorları yaratarak kentin ısı transferini kolaylaştırır.

Çankaya’da parkların ve yeşil alanların yerel iklimin düzenlenmesine nasıl katkı verdiği bakılmıştır. Yüzey sıcaklığı hesaplarında; yersel ölçümler, uzaktan algılama yöntemleri veya ikisinin birlikte değerlendirildiği yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. LANDSAT Uydusu’ndan elde edilen 30 metre çözünürlükteki termal bant (Bant 10) kullanılmış ve Huang vd. (2019) tarafından geliştirilen yöntem izlenmiştir (Şekil 26). Yöntemin detayları EK- 3’te sunulmuştur.



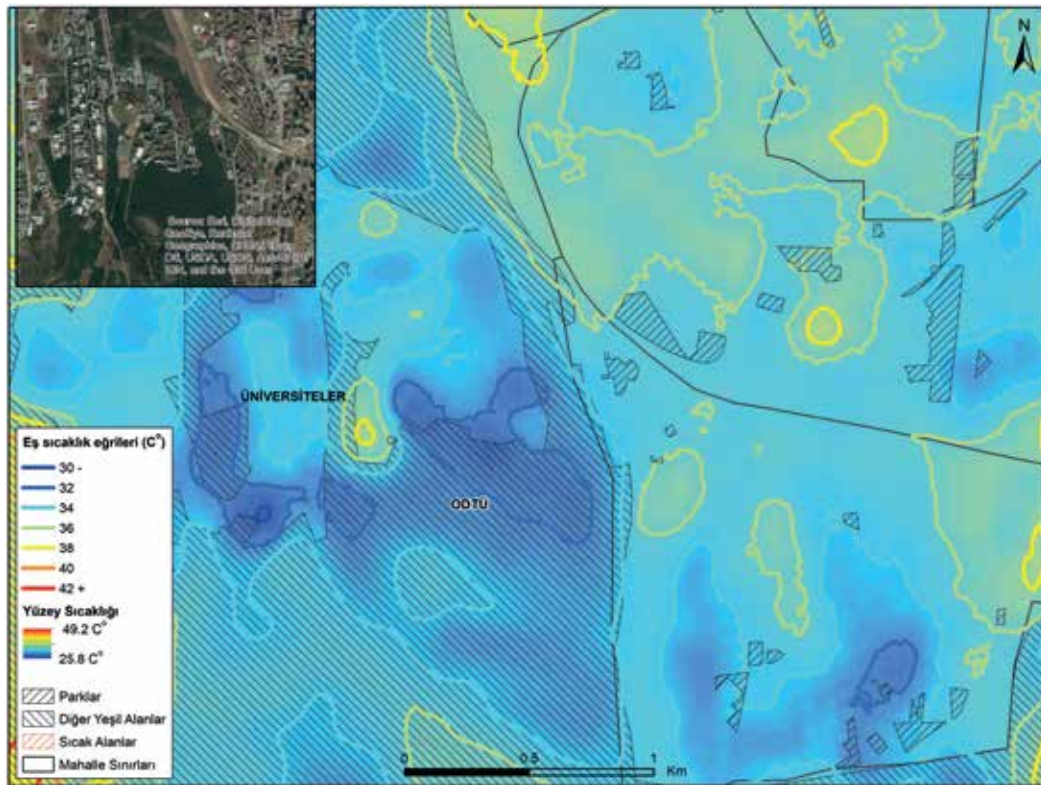
Şekil 26. Yüzey sıcaklığı modeli

Yeşil Alanların Soğutucu Etkisi

Yeşil alanların büyüklüğü, ağaç varlığı ve olgunlukları, yaprak yüzeyi genişliği, taç kapallılığı gibi özellikler ile beraber yeşil alanı çevreleyen kentsel yapı dokusu yoğunluğu ve yüksekliği de yerel iklim düzenleme hizmetini etkiler. Özellikle su yüzeylerinin varlığı, albedo katsayılarının düşük olması yani geç ısınıp, geç soğuması nedeniyle yeşil altyapının performansını güçlendirir (yeşil-mavi altyapı). Şekil 26’da hesaplanan yüzey sıcaklığı modeli kullanılarak, yeşil alanların kentsel ısı adası etkisini azaltma derecesi, detaylı ölçekte arazi kullanımı ile ilişkilendirilerek araştırılmıştır. Gerek vejetasyon varlığı gerekse barındırdıkları su yüzeyleri nedeniyle etraflarına göre soğuk olan bölgelere odaklanılmış, eş sıcaklık eğrileri üretilmiştir. Aşağıdaki örneklerde ikliminin düzenlenmesinde en aktif rol oynayan alanlar sunulmuştur.

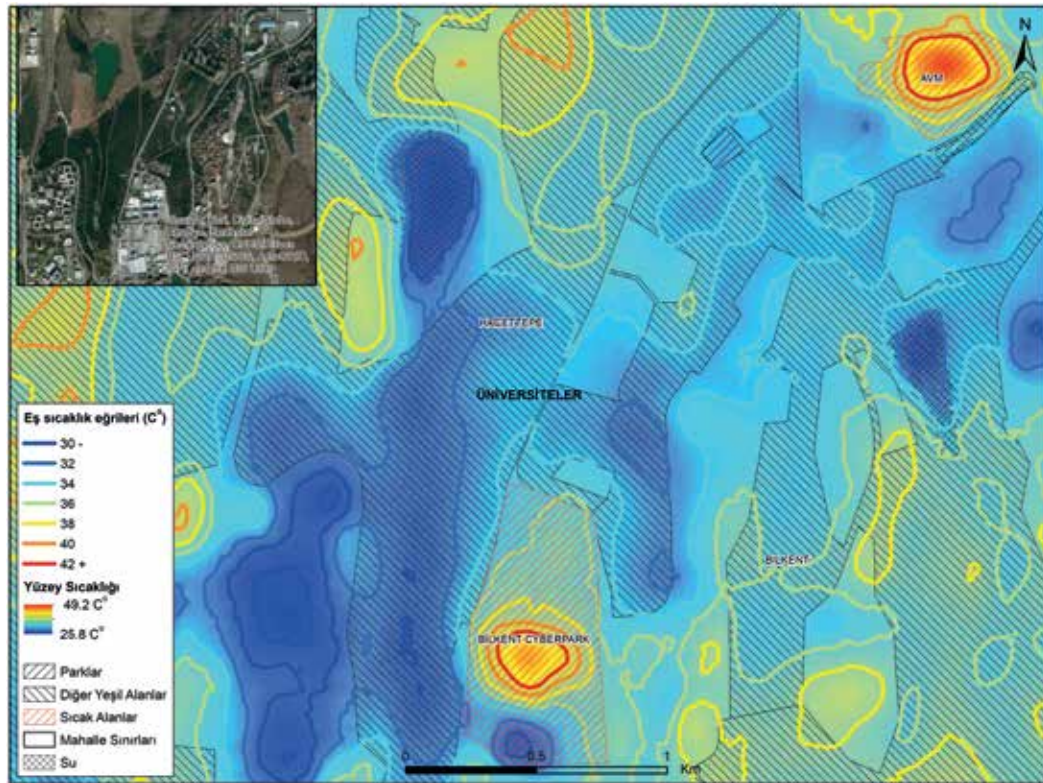
1- Üniversite Yerleşkeleri

ODTÜ yerleşkesi ilçedeki en geniş doğal niteliği korunmuş araziye sahiptir. Yerleşkede yer alan ormanlar ve Eymir Gölü ilçenin en soğuk noktalarıdır. Şekil 27’de ana yerleşke gösterilmiştir. Yapılı alanların yoğunlaştığı alanlar ile ormanlık arazi arasındaki sıcaklık farkı modele göre 4°C’dir. Bu yüksek performansın en önemli nedeni doğal alan büyüklüğüdür.



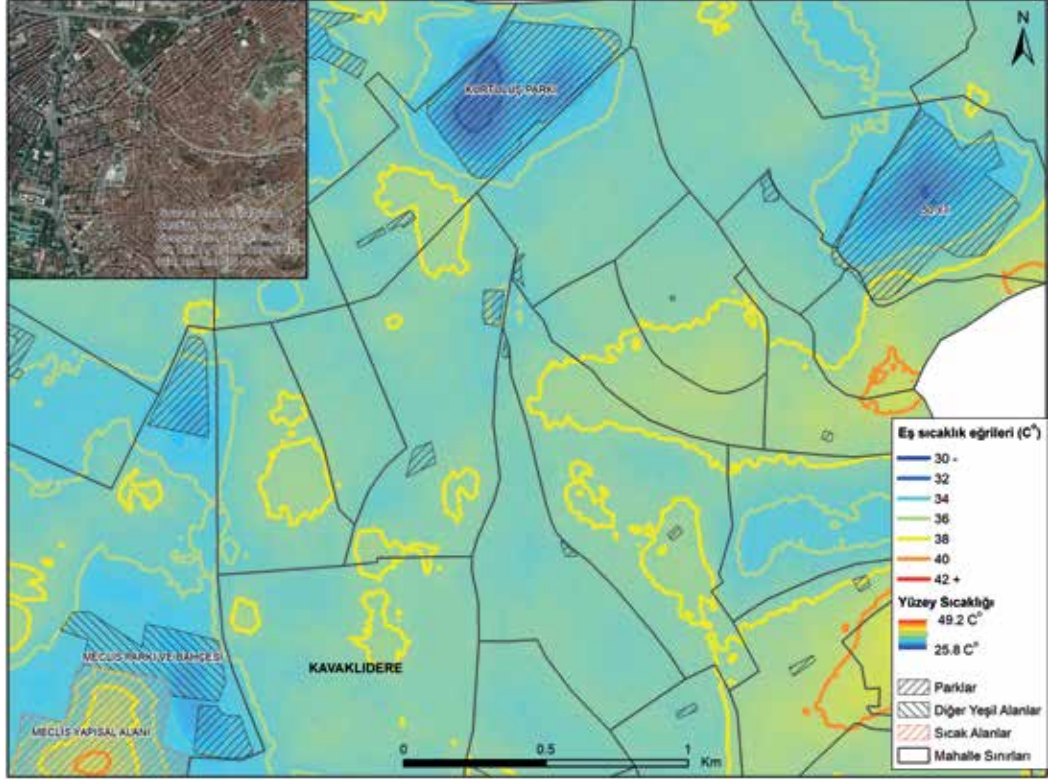
Şekil 27. Açık yeşil alanların soğutucu etkisi (örnek 1)

Benzer şekilde Hacettepe Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi yerleşkelerindeki yoğun bitki örtüsünün etkili bir soğutma sağladığı gözlemlenmiştir (Şekil 28). Yerleşkelerde bulunan göletlerin ve Hacettepe Üniversitesi'nde kuzey-güney doğrultusunda akan derenin soğutma hizmetine sağladığı katkı koyu mavi renklerle gösterilmiştir. Şekil 28'de yüksek sıcaklık eğrileriyle (kırmızı) gösterilen alanlarda geniş yapısal yüzeyler bulunmaktadır (Bilkent Cyberpark, Bilkent Center).



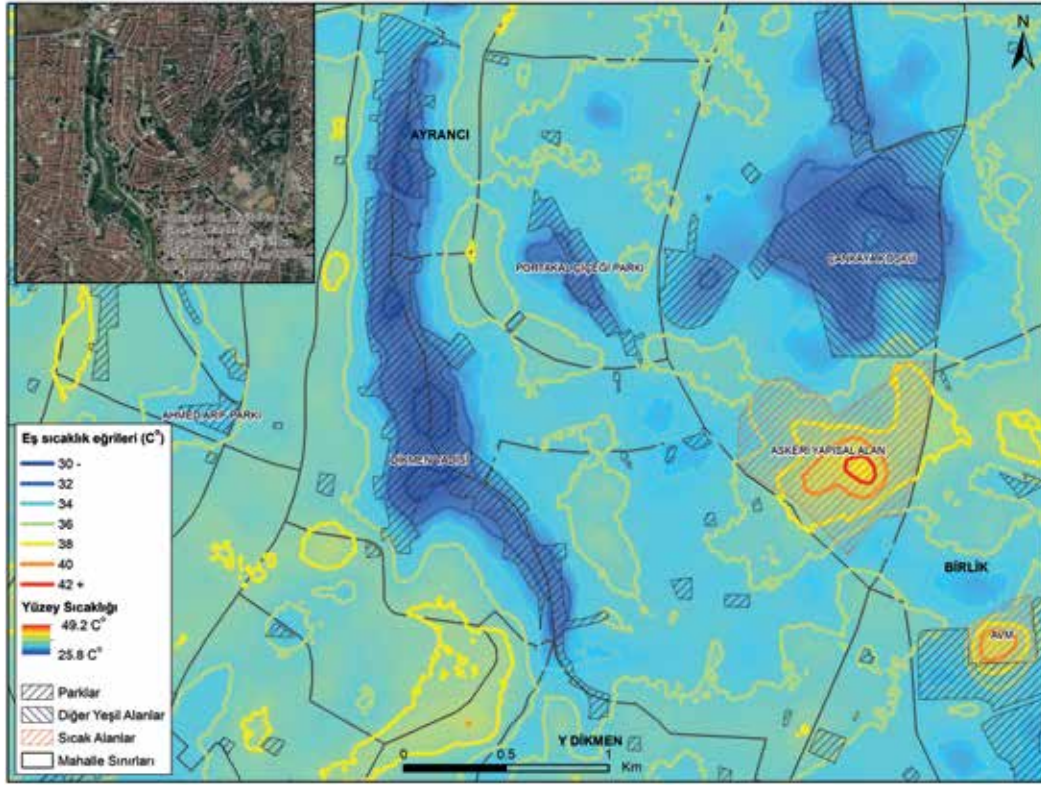
2- Kent Parkları

Şekil 29’da yoğun yapıli kent merkezinde yer alan Kurtuluş Parkı ve 50. Yıl Parkı gösterilmiştir. Haritanın güneybatı bölümünde görülen mavi lekeler ise Meclis Parkı ve geniş TBMM bahçesini göstermektedir. Bu parklardaki yaşlı ağaçların varlığı ve parkların büyüklüğü nedeniyle bu alanlar kentsel dokuda birer vaha gibi parlamaktadır.



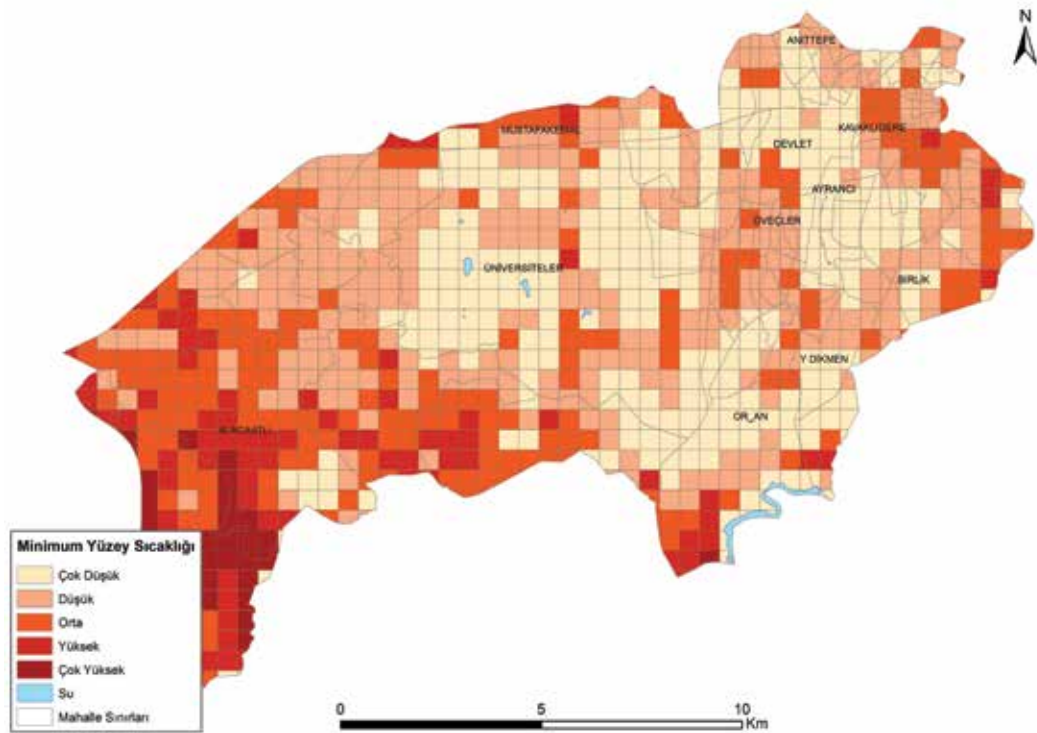
Şekil 29. Açık yeşil alanların soğutucu etkisi (örnek 3)

Şekil 30’da Dikmen Vadisi örneğinde, özellikle vadilerdeki yeşil alanların soğutma etkisinin ne denli güçlü olduğu gösterilmiştir. Vadi tabanında yer yer açığa çıkan mevsimsel akarsular, geniş taç yapan yaşlı ağaçların varlığı Dikmen Vadisini ön plana çıkartmıştır. Haritada ayrıca Çankaya Köşkü ve Portakal Çiçeği Vadisi Parkının da çevresine göre soğuk birer ada gibi davrandığı gözlenmektedir.



Şekil 30. Açık yeşil alanların soğutucu etkisi (örnek 4)

Yerel iklimin düzenlenmesi hizmetinin ilçe genelinde nasıl değiştiğini göstermek için 500 x 500 m kareyaj sistemi kullanılmış, her bir kare için minimum yüzey sıcaklık değeri hesaplanmıştır (Şekil 31).



Şekil 31. Minimum yüzey sıcaklığının 500*500 m karelerde gösterimi

Doğal alanlar ve kentsel yeşil alanlar tarafından sağlanan yerel iklimin düzenlenmesi hizmetinin mahallelerde nasıl değiştiği Şekil 32’de gösterilmektedir. Yaz aylarında hissedilen yüzey sıcaklığının ilçe ortalamasının altında olduğu mahalleler (açık sarı): **Üniversiteler, Oran, Çankaya, Devlet, Yukarı Bahçeli, İlkadım, Güzeltepe, Ayrancı mahalleleridir.**

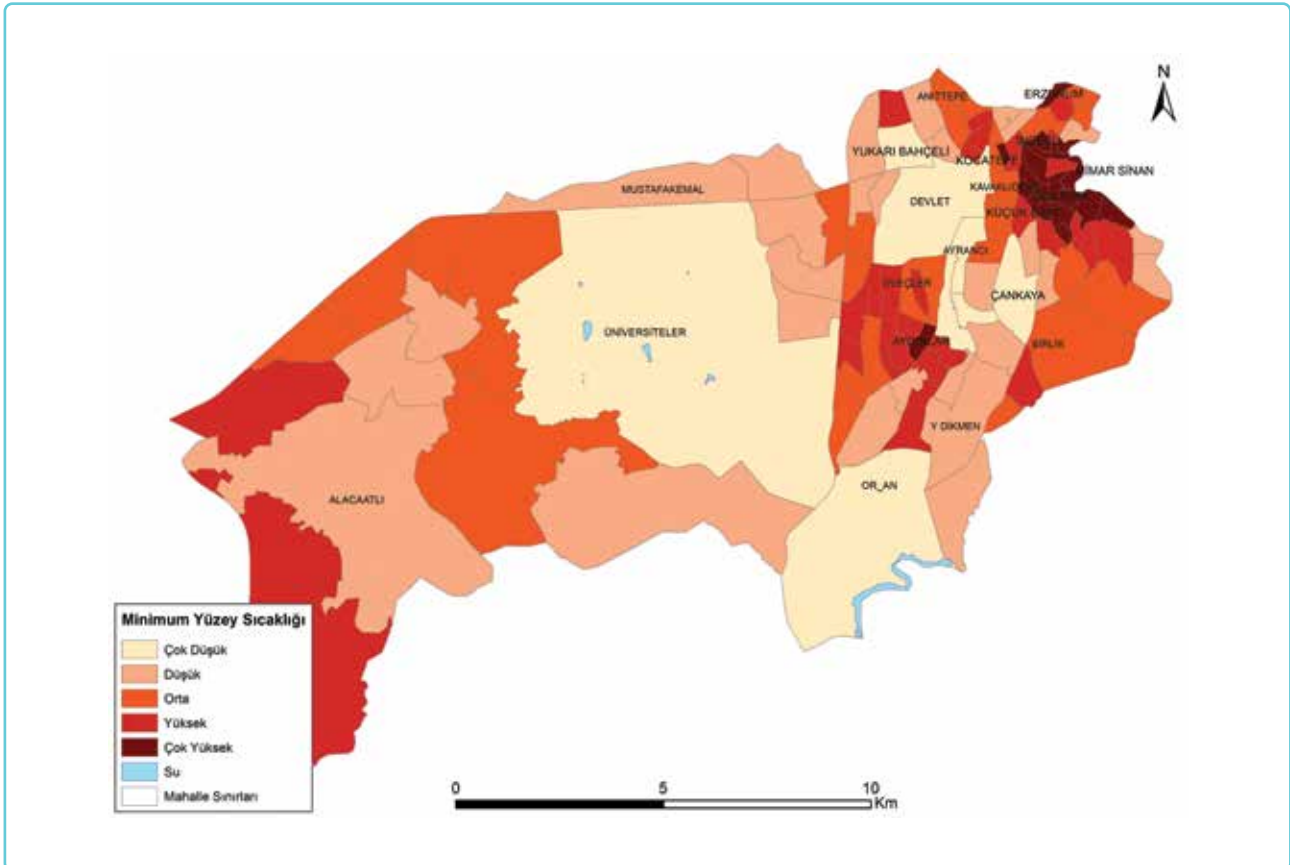
Şekil 32’deki haritada gösterilen “Çok düşük”, “Düşük” ve “Çok yüksek” yüzey sıcaklığına sahip mahalleler Şekil 33’te sunulan grafikte filtrelenmiştir ve grafiğin ilk panelinde mahallelerin yüzey sıcaklıkları gösterilmiştir. Mahallelerin yüzey sıcaklık **değeri ile barındırdıkları yeşil alan veya doğal alan miktarı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır.** Her bir mahallenin bu hizmeti sağlamadaki başarısı EK 7’de yer alan grafiklerde ayrı ayrı sunulmuştur.

Özellikle Çankaya’nın kuzeydoğusunda sıcaklığın yoğunlaştığı görece eski mahallelerde yüzey sıcaklığını dengeleyecek yeşil alan bulunmayışı, bu alanların **ilçe ortalamasının üstünde sıcaklıklara maruz kalmasına neden olmaktadır.**

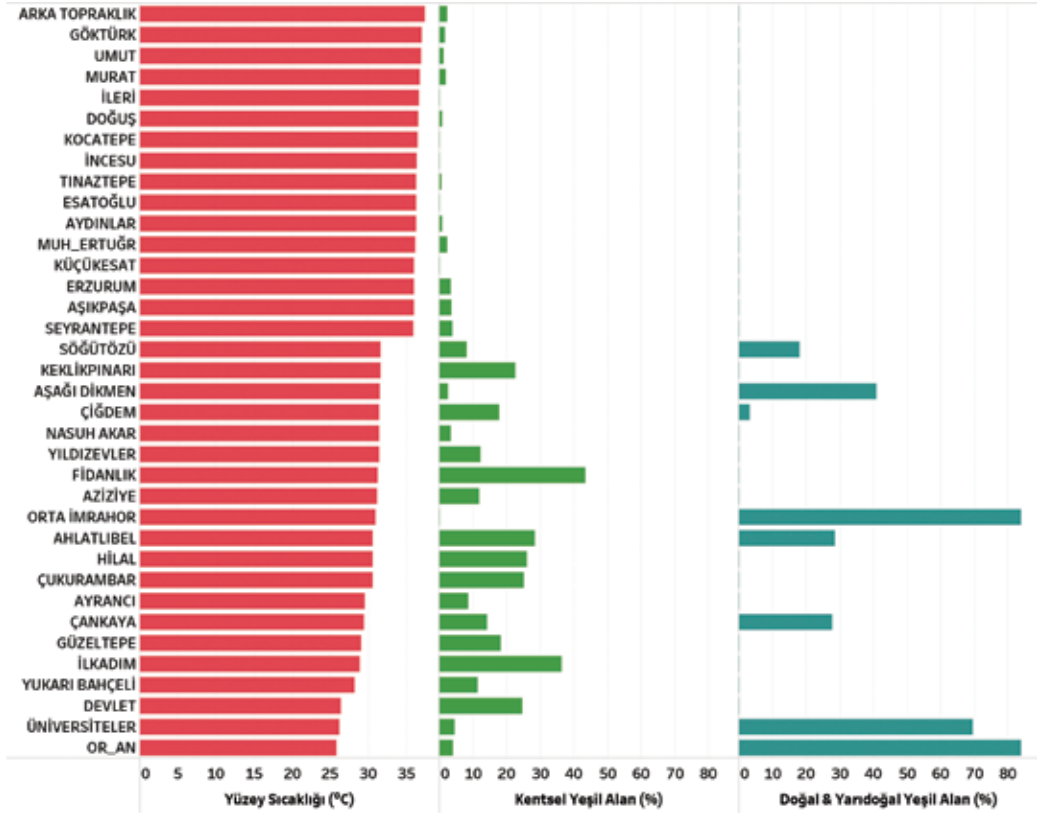
Su yüzeylerinin yerel iklimin düzenlenmesindeki (geç ısınıp, geç soğuma özellikleri nedeniyle) rolü Eymir Gölü başta olmak üzere, Hacettepe Üniversitesi Göleti ve Dikmen Vadisi örneklerinde ortaya çıkmaktadır.

Önemli bir diğer bulgu da kentsel yeşil alanlar düşünüldüğünde rolleri ihmal edilen **konut bahçeleridir.** Örneğin, benzer geçmişlere sahip Seyrantepe ve Ayrancı mahalleleri arasındaki ısı farkı apartman bahçelerinin büyüklükleri ve ağaç varlıkları ile ilişkilidir.

Kentteki sıcak noktalar, otopark gibi çok geniş yapısal yüzeylere sahip alışveriş merkezleridir. **Bu alanlar kaçınılmaz olarak çevreleri için de şartları olumsuz hale getirmektedir.**



Şekil 32. Yerel iklimin düzenlenmesi hizmetinin mahalle düzeyinde değerlendirilmesi



Şekil 33. Mahalle sıcaklık değerlerinin kentsel yeşil alan ve doğal alan yüzdeleri ile karşılaştırılması



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada kullanılan yerel iklimin düzenlenmesi hizmetine yönelik haritalarda yüksek ve çok yüksek sıcaklıklara sahip mahallelerde ısı konforunu arttıracak düzenlemeler önceliklendirilmelidir. Özellikle yoğun yapısal dokuda yeşil alan yaratmanın mümkün olmadığı eski mahalleler için **yeşil çatılar ve yol ağaçlandırmaları çözüm sunmaktadır.**
- **Yeni yapılacak binalarda yeşil çatılar teşvik edilmelidir.** Eski binalar için ise vergi düzenlemeleri ve diğer teşvik mekanizmalarıyla özendirilebilir.
- İlçedeki derelerin üstünün kapatılışı, üzerlerinden ısıyı soğuran beton, asfalt yolların geçirilmesi, su ile ilgili fonksiyonların yanı sıra yerel iklimin düzenlenmesi hizmetinden faydalanmayı da olanaksız kılmıştır. Yeni projelerde **doğal drenaj yapılarının ekolojik bütünlüğü gözetilmeli, akarsuların üstü kapatılmamalıdır.**
- **İmrahor Vadisi ve Dikmen Vadisi'nde yer yer açığa çıkan mevsimsel dereler korunmalıdır, su rejimleri desteklenmelidir.** Dere vejetasyonunun restorasyonu ile buharlaşma dengelenebilir.
- **Bu vadiler ilçenin yapılaşmamış yegâne hava kanallarıdır. İlçenin rüzgâr yolları araştırılmalı, Elmadağ'ın soğuk havasını kente aktaracak yollar yeşil altyapıyla güçlendirilmelidir.**
- Konut bahçelerinin yerel iklimin düzenlenmesi hizmetindeki rolü güçlendirilmelidir. Konut bahçelerinin geçirimsiz yüzeylerle kaplanmasına izin verilmemelidir. İmar yönetmeliğinde yer alan **ağaç adedi hesapları**, iklim değişikliği ve neden olacağı sıcak hava dalgaları da düşünülerek **tekrar gözden geçirilmelidir.**
- **Eski mahallelerde yer alan kentsel dönüşüm çalışmalarında, ağaç varlığının korunması temel ilke kabul edilmelidir.**
- Özellikle alışveriş merkezleri gibi yatırımların neden olduğu çevresel sorunların telafisi özel sektör tarafından karşılanabilir. Bu alanlarda yeşil altyapıyı güçlendiren peyzaj tasarımlarıyla (bitki bantları, su yolları, yükseltilmiş yataklarla arttırılan bitkisel doku vb.) **sıcak nokta etkisi azaltılabilir.**

4.2. Havanın Temizlenmesi

Ankara, İstanbul'dan sonra hava kalitesinin en düşük olduğu ikinci kenttir (TMMOB ÇMO, 2018). Başlıca kirleticiler; ulaşım, sanayi ve evsel ısıtmadır. Trafik emisyonları azot oksitler (NO_x), partikül madde (PM) ve karbon monoksit (CO) salımlarına yol açar. Kış aylarında özellikle ısınma amaçlı kullanılan kömürden kaynaklanan sülfürdioksit (SO₂) hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı kirleticiler, kaynakları ve insan sağlığı ve çevre üzerine etkileri Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Kirleticiler parametreler ve etkileri (TMMOB ÇMO, 2018)

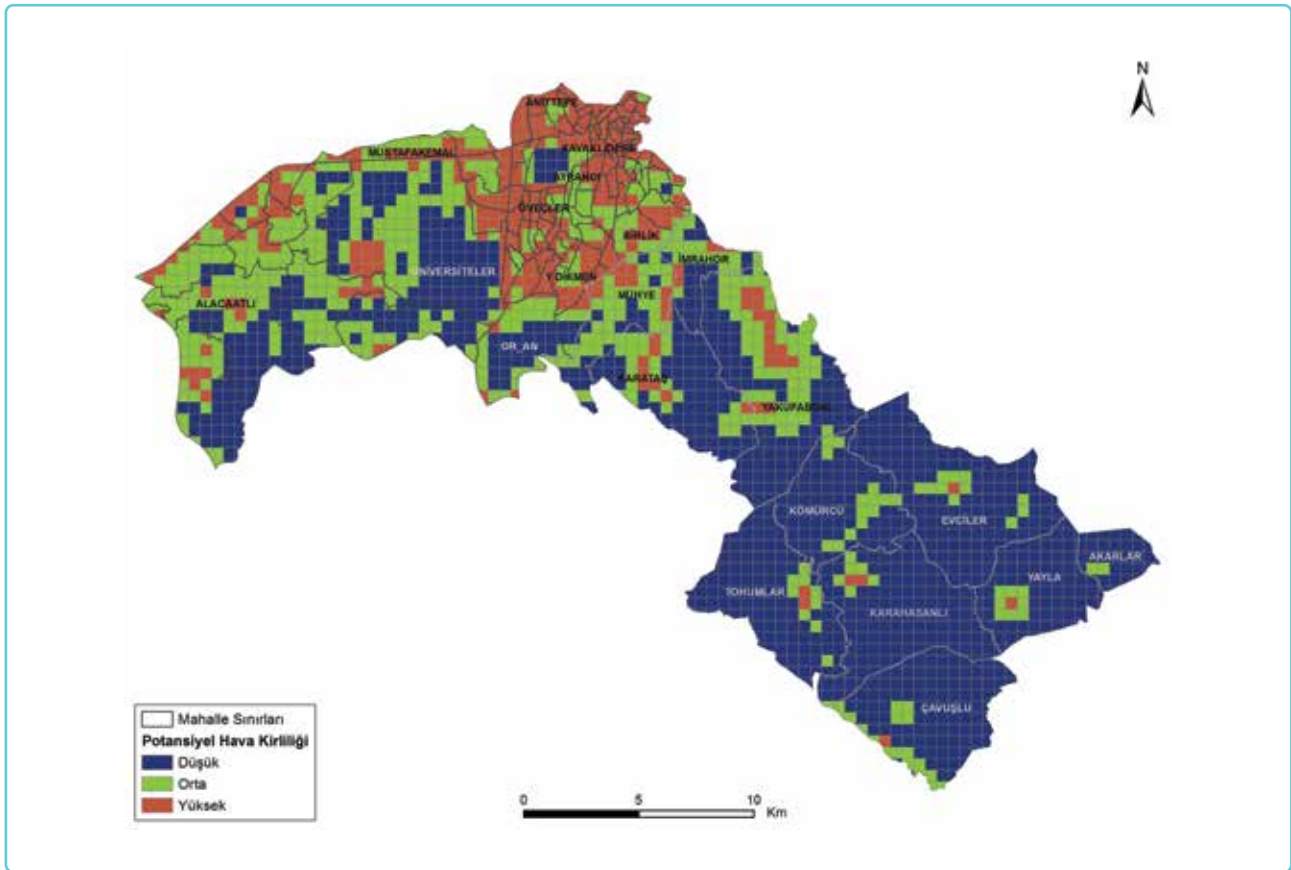
Kirleticiler	Ana Kaynağı	Etkisi
Kükürtdioksit (SO ₂)	Fosil yakıt yanması Taşıt emisyonları	Solunum yolu hastalıkları Asit yağmurları
Azotoksitler (NO _x)	Taşıt emisyonları Yüksek sıcaklıkta yakma işlemleri	Göz ve solunum yolu hastalıkları Asit yağmurları
Partikül madde (PM)	Sanayi Taşıt emisyonları Fosil yakıt yanması Tarım ve ikincil kimyasal reaksiyonlar	Kanser, kalp sorunları Solunum yolu hastalıkları Bebek ölüm oranlarında artış
Karbonmonoksit (CO)	Eksik yanma ürünü Taşıt emisyonları	Kandaki hemoglobin ile birleşerek oksijen taşıma kapasitesinde azalma Ölüm
Ozon (O ₃)	Trafikten kaynaklanan azot oksitler ve uçucu organik bileşiklerin (VOC) güneş ışığıyla değişimi	Solunum sistemi sorunları Göz ve burunda iritasyon Astım Vücut direncinde azalma

Kutu 7

Yeşil altyapının havanın temizlenmesindeki rolü

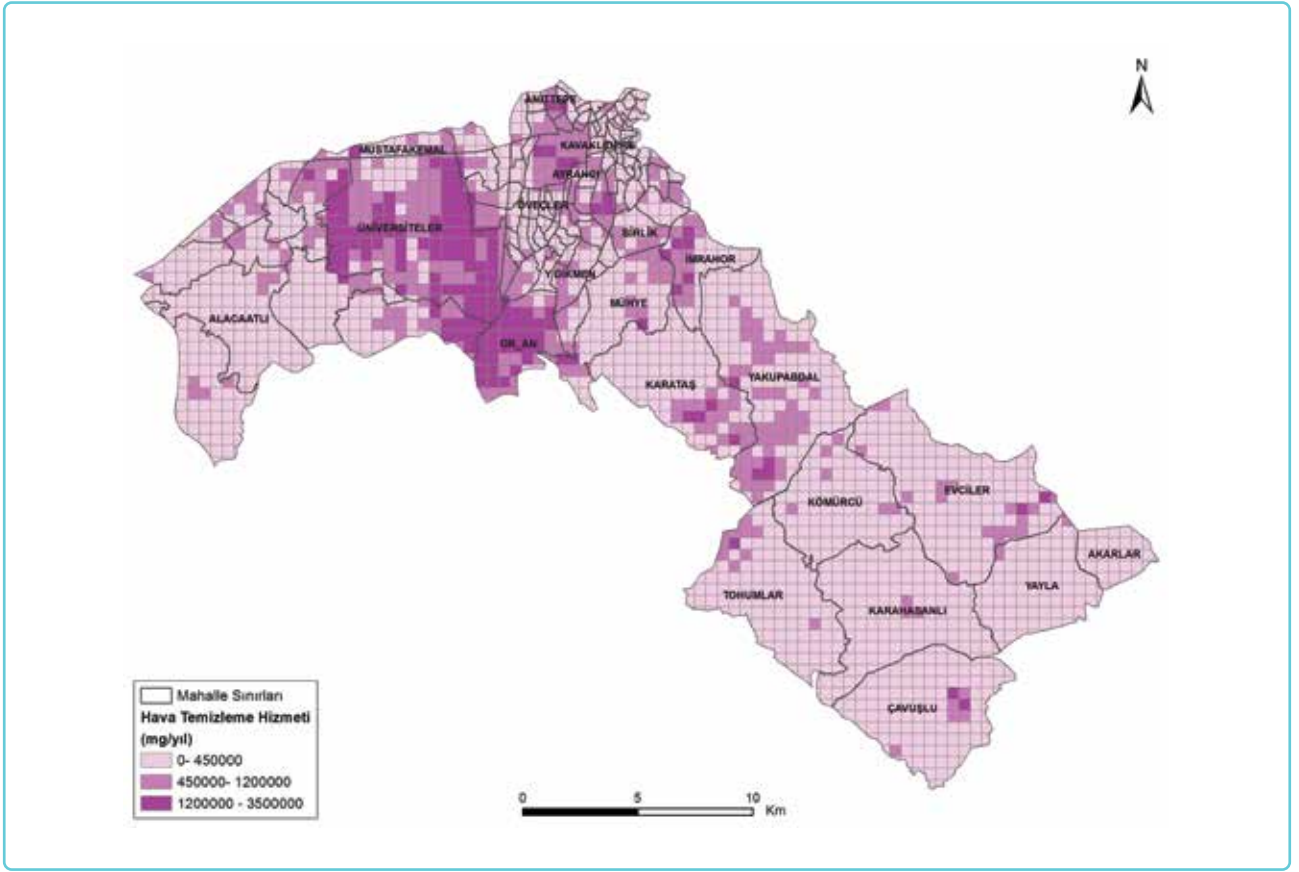
- Ağaçlar kirleticileri çökeltir, depolar ve dağılımlarını yönlendirir. PM₁₀ ile ilgili yapılan bir araştırmada bitki örtülü bir alanın betonla kaplanmış bir alana kıyasla 30 kat fazla partikül madde tuttuğu belirtilmiştir (Mitchell vd., 2010).
- Londra'da i-tree projesi kapsamında yapılan modelleme çalışması, kent ağaçlarının hava kirliliğini %20 oranında azalttığını ortaya koymuştur. Bu hizmetin kent bütçesine sağladığı maddi katkı yıllık 100 milyon £'dur (Pocsee ve Johnston, 2017).
- Madrid'de hava kalitesini iyileştiren 5,7 milyon ağaç, yılda 637 ton kirleticiler tutmaktadır. Sessiz işçi ağaçlar, hava kirliliğinden kaynaklanan yeni hastalık vakalarını engelleyerek (3.600 astım, 400 akut solunum yolu yetmezliği) sağlık bütçesinde 25,7 milyon avro tasarruf sağlamaktadır (i-tree, 2020).
- Yeşil duvarların havanın temizlenmesinde gösterdiği performans şaşırtıcıdır. Kirleticileri tutmanın yanında kirli havanın uzaklaştırılmasına olanak tanır (Pugh vd., 2012).

Hava kirliliği modelleri; sanayi emisyonları, trafik yoğunluğu, arabaların egzoz salım bilgileri, birim alana düşen araba sayısı, nüfus, konut yoğunluğu, arazi örtüsü ve alan kullanım deseni (parklar, ticari alanlar, otogarlar, sanayi bölgeleri vb.), topoğrafya, meteorolojik veriler gibi unsurları atmosferdeki yatay ve düşey sirkülasyonla beraber değerlendiren kompleks modellerdir (Toros vd., 2018). Kirleticilerin düşey ve yatay mesafede kilometrelerce taşınabildikleri bilinmektedir. Bu nedenle sadece bir ilçe için hava kirliliği modeli kurmak diğer ilçelerden taşınan gazların varlığını yok saymak olacaktır. Bu çalışmanın süresinin böylesi kompleks ve bütüncül bir modeli kurmaya yeterli zaman tanımaması ve veri kısıtı nedenleriyle bu tip bir model hayata geçirilememiştir. Hava kalitesinin haritalanmasında sadece ilçe sınırlarındaki kirleticiler ve etki mesafelerini gözetilen **“belirlenimci bir model”** oluşturulmuştur. Haritalama işlemlerinin aşamaları ve detayları EK-4’te sunulmuştur. Ancak bu model yaklaşımının hava kirliliği modellemesinde çok kaba ve gerçek kirliliği yansıtamayabileceği unutulmamalıdır. Bu çalışmanın konusu doğal ve yarı doğal alanların sağladığı hizmetin haritalanması olduğu için üretilen potansiyel kirlilik yüzeyi, hava kirliliğini azaltıcı faktörlerin yoğunluğu ve dağılımının anlaşılmasında yine de yol gösterici olmuştur. Potansiyel hava kirliliğinin ilçe genelinde nasıl değiştiğini göstermek için 500 x 500 m kareler sistemi kullanılmıştır (Şekil 34). İlçe merkezi ile Eskişehir yolu, Konya yolu gibi ulaşım akslarında artan kirlilik haritada kahverengi karelere karşılık gelmektedir. Kırsal yerleşim bölgesinde madencilik faaliyetleri nedeniyle kirleticiler yer yer yoğunlaşmıştır.



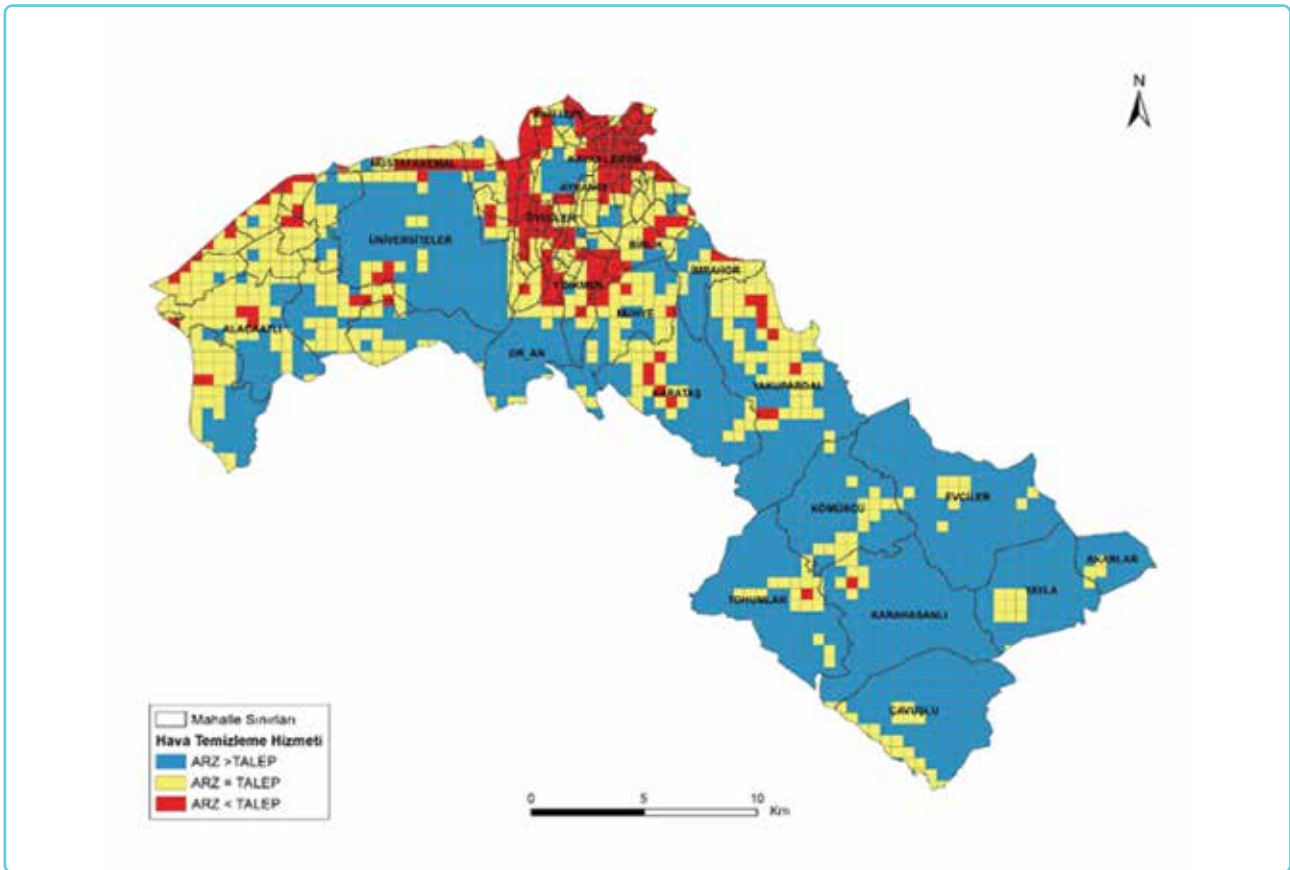
Şekil 34. Potansiyel hava kirliliğinin 500 x 500 m'lik karelerde dağılımı haritası

İğne ve geniş yapraklı ağaçların partikül tutma kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanmış ve potansiyel kirlilik yükünü azaltıcı bir unsur olarak analize dahil edilmiştir (Şekil 35). Üniversite yerleşkelerinde yer alan ormanlar, kamu kurumlarının bahçelerinde yer alan ağaçlar ve geniş parkların havanın temizlenmesine sağladıkları katkı daha koyu renkli mor karelerde görülmektedir.



Şekil 35. Hava temizleme hizmetinin (SO_2 , NO_2 ve PM_{10} için yıllık tutum) 500 x 500 m'lik karelerde dağılımı haritası

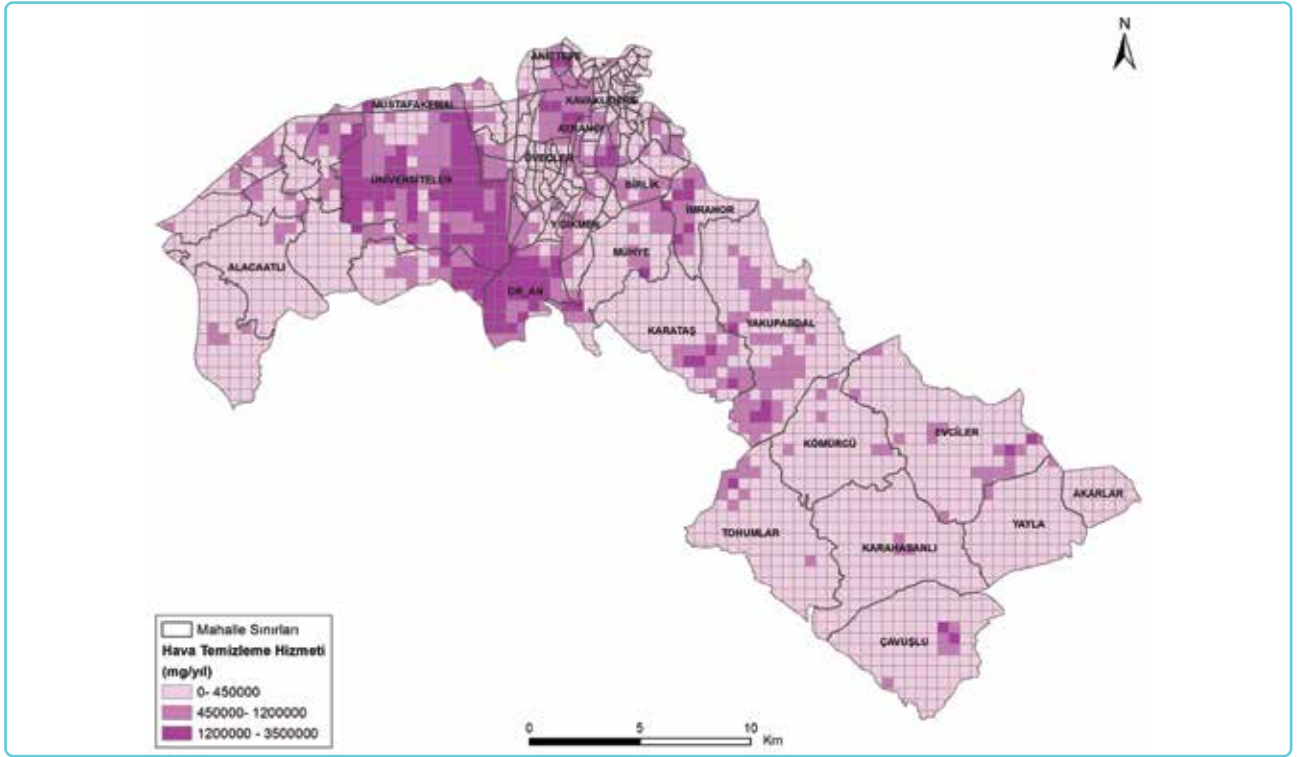
İlçede hava kirliliğinin yüksek olduğu bölgeler **hava temizleme hizmeti talebinin** yüksek olduğu yerler olarak kabul edilmiştir. Bu kirliliği azaltmada rol oynayan ağaçların dağılımı ve tuttıkları partikül miktarı da **hava temizleme hizmeti arzını** göstermektedir. Ekonomik analizlerde olduğu gibi arz-talep dengesine bakılarak talep açığı olan mahalle ve kareler araştırılmıştır. Şekil 36'da kırmızı renkle gösterilen karelerde hava kalitesi arzı, yani sunulan hizmet miktarı karedeki kirlilik miktarını (talep) telafi etmekte yetersiz kalmaktadır.



Şekil 36. Havanın temizlenmesi hizmetinin kareler (500 x 500 m) düzeyinde değerlendirilmesi

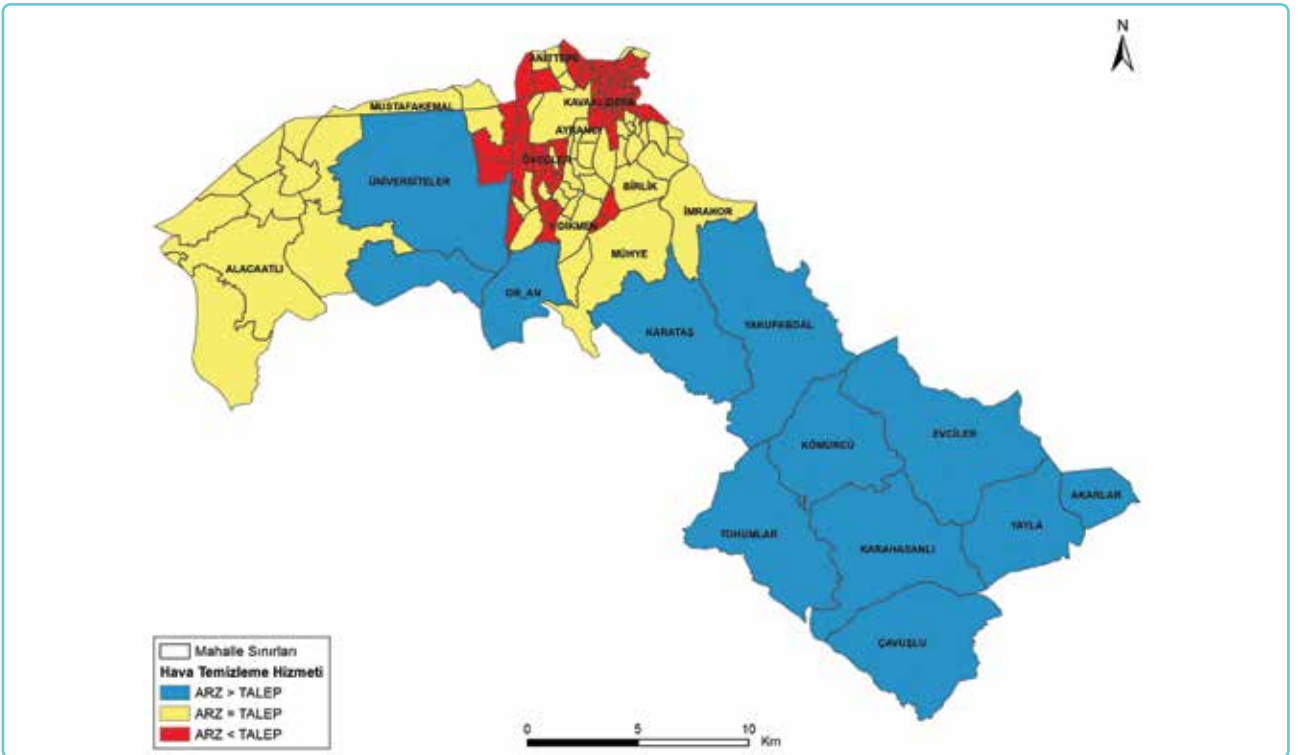
Potansiyel hava kirliliğinin mahalleler düzeyinde nasıl değiştiği Şekil 37’de gösterilmiştir. **Kirleticilerin uzağında yer alan kırsal mahalleler hava kalitesinin yüksek olduğu mahalleler olarak öne çıkmıştır.**

Mebusevler mahallesinde yer alan **Anıtkabir**, Devlet Mahallesi ve Güzeltepe Mahalleleri arasında **yer alan kamu kurumlarının ve konutların geniş bahçeleri, büyük parklar ve Bademlidere** kentsel yerleşim bölgesi öne çıkan alanlardır. Geniş yüzölçümü ve olgun ağaçların varlığı daha yüksek miktarda partikül tutulmasına olanak tanıdığı için bu **mahalleler çevrelerine göre daha temiz çıkmıştır. Şehir merkezinde yer alan ve trafiğin yoğun olduğu yollara komşu mahallelerde hava kalitesi düşüktür.**



Şekil 38. Havanın temizlenmesi hizmetinin mahallelere göre değerlendirilmesi

Arz ve talep haritaları normalleştirilerek havanın temizlenmesi hizmetinin performansı değerlendirilmiştir (Şekil 39). Bu haritayı bir önceliklendirme haritası gibi okuyarak kırmızı ile gösterilen mahallelerde hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik tedbirleri ivedilikle almak önemlidir.



Şekil 39. Hava kalitesi arz ve talebinin mahallelere göre değerlendirilmesi haritası



*Kentsel atık ile mücadelede yerel yönetimlere olduğu kadar kentlilere de sorumluluk düşmektedir.
(Çizim: Abbas Riazi, UskAnkara)*



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Kış aylarında ısınma amaçlı fosil yakıt tüketimi kentin hava kalitesini ciddi şekilde düşürmektedir. Keklikpınarı, Malazgirt, Mühye, Kırkkonaklar, Orta ve Aşağı İmrahor, İlkbahar, Boztepe, Metin Oktay, Zafertepe, Topraklık, Ellinciyl gibi gecekondu bölgelerini barındıran mahallelerdeki hava kalitesi sonuçları özellikle bu açıdan değerlendirilmeli ve bu bölgelerde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında kış aylarında yapraklarını dökmeyen **ibrelili türler tercih edilmelidir.**
- Trafik kaynaklı kirleticiler nedeniyle hava temizleme hizmeti arzının, talebi karşılayamadığı mahalleler Balgat, Kızılırmak, Cevizlidere, Gökkuşluğu, Söğütözü olarak öne çıkmaktadır. Bu mahallelerde yapılacak **yol ağaçlandırmalarında** çok şeritli dikimlerle partikül tutma miktarı artırılabilir. **Ağaçlandırma çalışmalarında hava kirliliğine dayanıklı ibrelili ve yapraklı türler tercih edilmelidir.**
- Trafik kaynaklı kirleticiler nedeniyle hava temizleme hizmeti arzının talebi karşılayamadığı mahallelerden ilçe merkezinde yer alan Kızılay, Cumhuriyet, Meşrutiyet, Kavaklıdere mahallelerinde yaya trafiğinin de yoğun olması nedeniyle **dikey bahçeler** kullanılmalıdır. Böylece dikey hava sirkülasyonu da artırılabilir. Ancak sulama ihtiyacı ve su sıkıntısı gibi kriterler düşünülerek planlama yapılmalıdır.
- Konut bahçelerinin hava temizleme hizmetindeki rolü güçlendirilmelidir. Konut bahçelerinin geçirimsiz yüzeylerle kaplanmasına izin verilmemelidir. İmar yönetmeliğinde yer alan **ağaç adedi hesapları** öncelikli mahalleler için **tekrar gözden geçirilmelidir.**
- Eski mahallelerde yer alan kentsel dönüşüm çalışmalarında, ağaç varlığının korunması temel ilke kabul edilmelidir.
- Yeni yapılacak binalarda **yeşil çatılar teşvik edilmelidir.** Eski binalar için ise vergi düzenlemeleri ve diğer teşvik mekanizmalarıyla özendirilebilir.

4.3. Karbon Tutumu

Kentler antropojenik sera gazı emisyonlarının yaklaşık %75'inden sorumludur (Seto vd., 2014). Herhangi bir kentteki ekosistemlerin, neden olduğu emisyon kadarını tutması en ideal durum olsa da pek çok kent buna ulaşmaktan henüz uzaktır. Aralarında Kopenhag, Londra, Oslo, Melbourne, Helsinki gibi şehirlerin bulunduğu Karbon Nötral Şehirler Birliği 2050 yılına kadar 21 kentin sera gazı emisyonlarını %80 oranında azaltmayı hedeflediğini duyurmuştur (CNCA, 2020). Şüphesiz enerji, ulaşım, inşaat, ısınma-soğutma gibi sistemlerde köklü değişiklikler yapmadan azaltım hedeflerine ulaşmak mümkün değildir. Ancak bu hedefi belirleyen kentlerin pek çoğu karbon bütçelerini dengelemek için yeşil altyapı stratejilerini geliştirmiş ve yutak alanların kapasitelerinin artırılmasına ilişkin ciddi ağaçlandırma çalışmalarına başlamıştır.

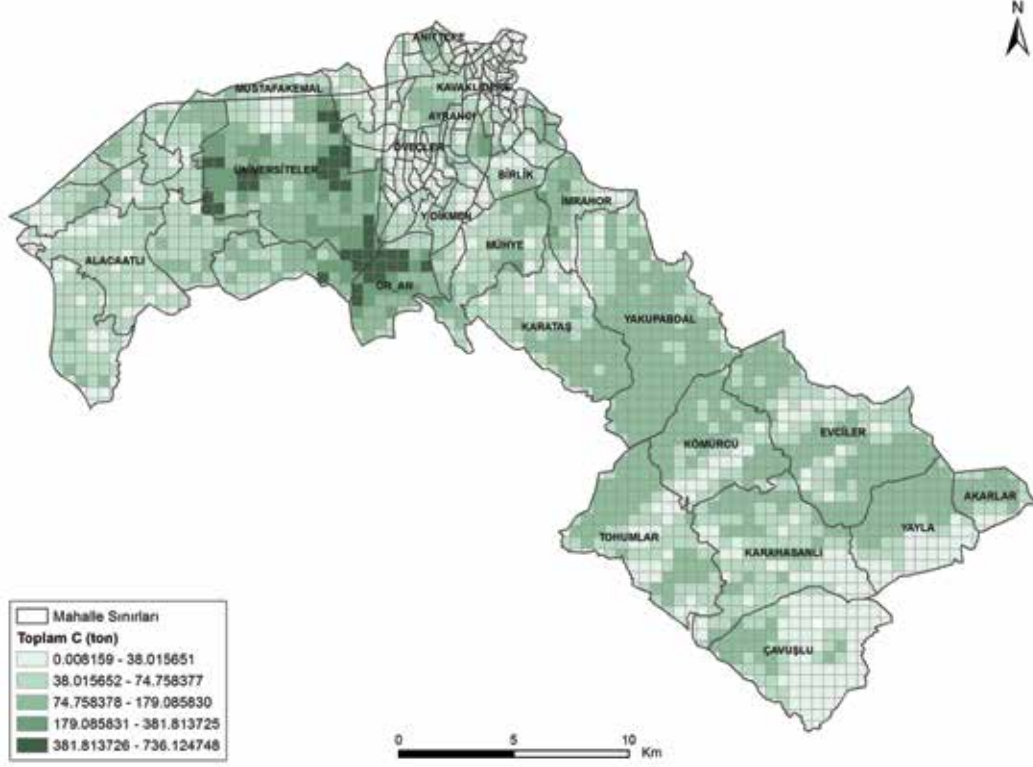
Kutu 8

Yeşil altyapının karbon tutumundaki rolü

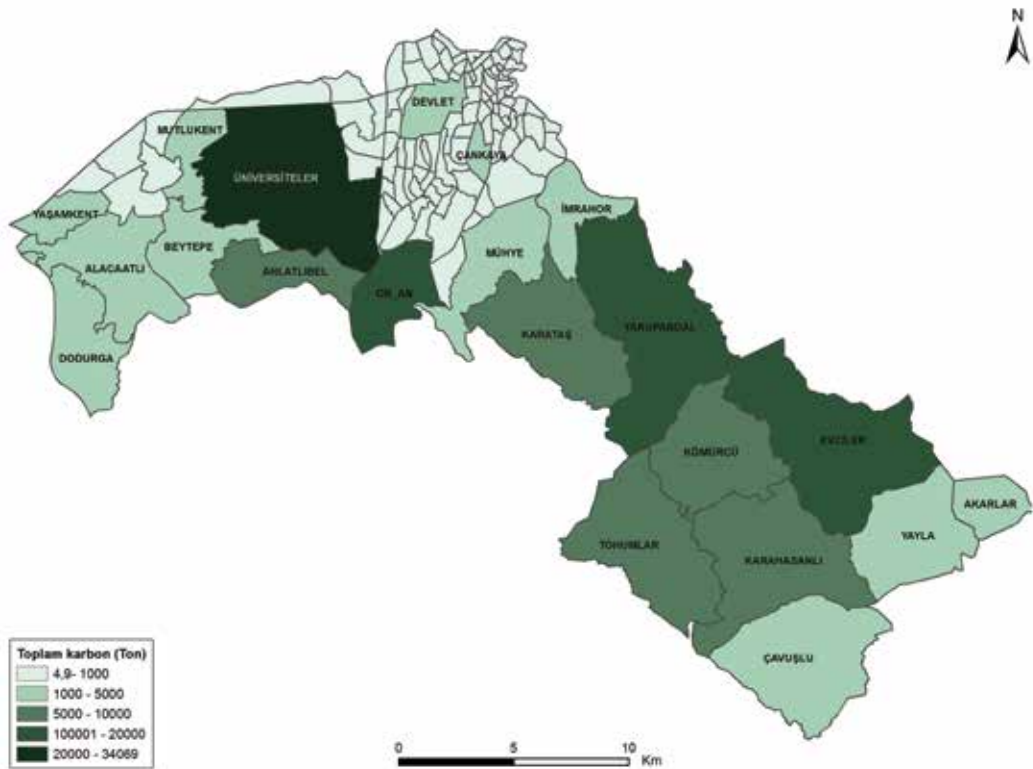
- Ağaçlar atmosferik CO₂'yi “tutum” ve “depolama” süreçleriyle azaltmaktadır (Nowak ve Crane, 2000). Karbon tutumu fotosentezle atmosferden yakalanan karbonu; depolama ise toprak altı ve toprak üstü biyokütlede gelişim süresince depolanan karbonu ifade eder.
- Nowak vd. (2013) ABD'deki kentsel yeşil alanların yılda 256.000 ton karbon tuttuğunu bunun da karbon piyasasında 2 milyar ABD dolarına denk geldiğini hesaplamıştır.
- Helsinki İklim Eylem Planı (2018), 2035 yılına kadar karbon nötr bir şehir için yol haritası sunmuştur. 1990 yılı referans kabul edilmiş ve bu yıla göre emisyon miktarının %80 azaltılması öngörülmüştür. Geri kalan %20'sinin ise (yaklaşık 720 bin ton CO₂) yutak alanlar tarafından tutulması planlanmaktadır. Gold Standard verilerine göre 2035 yılında öngörülen 1 ton CO₂ fiyatı 15 avrodur. Kentteki yutak ekosistemlerin bu karbon miktarını yakalayamaması ve eşdeğer karbonun karbon piyasasından karşılanmasının, yerel yönetime olası maliyeti yılda 10 milyon avrodur

“Karbon depolama” yıllara sâri bir hesaplamayı gerektirmektedir. Bu nedenle genellikle ekosistem hizmeti haritalarında “yıllık karbon tutumu” hesapları kullanılır. Karbon tutumu biyokütle tahminleriyle hesaplanır. Ağaçların ölçülen gövde hacimleri ve çapları büyüme modelleriyle kalibre edilir ve birim alanda meydana gelen biyokütle artışı haritaya aktarılır.

Çankaya ilçesi için yapılan haritalama çalışmasında ormanlar ve bozkırlar karbon tutan ekosistemler olarak belirlenmiştir. Ankara Orman İşletme Müdürlüğü, Ankara ve Bala Orman İşletme Şefliklerinin planlarında yer alan “**servet tabloları**” biyokütle hesaplarında kullanılmıştır. Toprak altı ve toprak üstü biyokütle karbonu hesaplarına ilişkin detaylar EK-5'te sunulmuştur. Karbon tutumu hizmetinin ilçe genelinde nasıl değiştiğini göstermek için 500 x 500 m kareli sistem kullanılmıştır (Şekil 40). Şekil 41'de ise hizmetin mahallelerde nasıl değiştiği gösterilmiştir. Her bir mahallenin bu hizmeti sağlamadaki başarısı EK 7'de yer alan grafiklerde ayrı ayrı sunulmuştur.

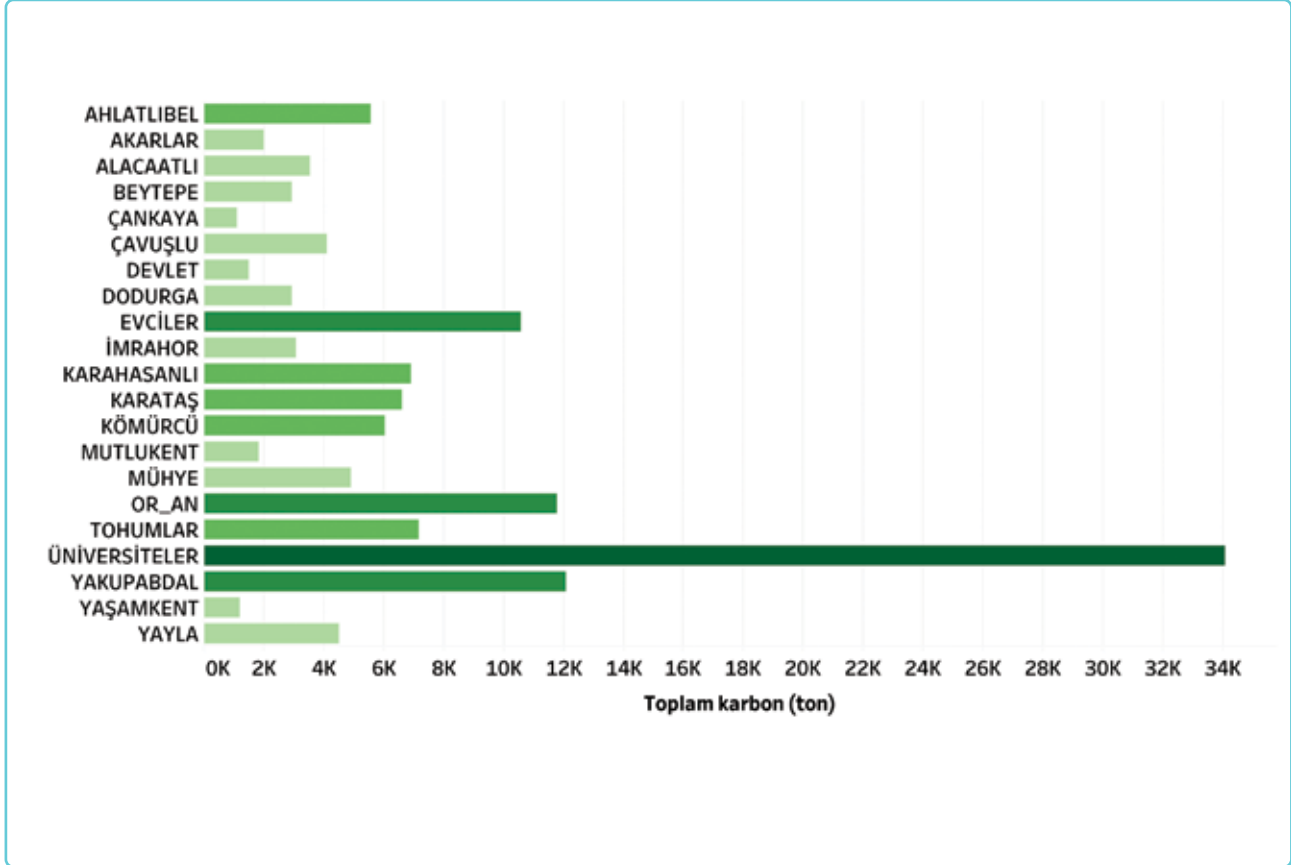


Şekil 40. Karbon tutumu hizmetinin 500 x 500 m'lik karelerde dağılımı haritası

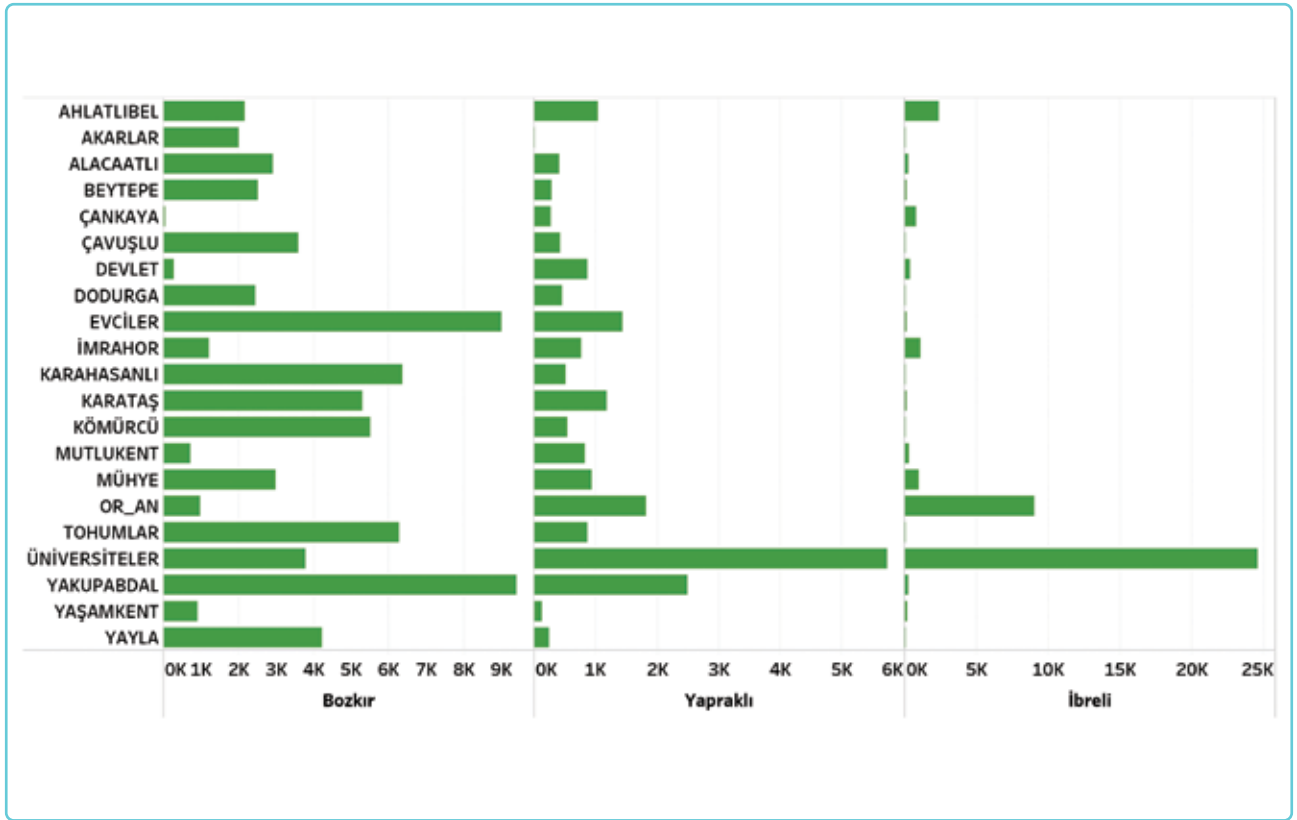


Şekil 41. Karbon tutma hizmetinin mahalle düzeyinde değerlendirilmesi

ODTÜ yerleşkesinde yer alan doğal alanlar (orman ve bozkır) karbon tutumu açısından Çankaya ilçesine en yüksek faydayı sağlayan alanlar olarak öne çıkmaktadır (Üniversiteler, Ahlatlıbel ve Oran mahalleleri). İlçenin batı bölgesinde yer alan Alacaatlı, Dodurga, Yaşamkent ve kentin güneydoğusunda yer alan güneydoğusunda yer alan Mühye ve İmrahor mahallelerindeki henüz bozulmamış bozkır örtüsü bu mahallelerdeki karbon tutum miktarının kent merkezinde yer alan mahallelere kıyasla yüksek çıkmasına neden olmuştur (Şekil 42).



Şekil 42. Yıllık karbon tutumunun mahallelere göre dağılımı (En yüksek karbon tutumu koyu yeşil ile gösterilmiştir. Yeşilin tonları tutum miktarını ifade etmektedir. Yılda 1.000 tondan az karbon tutan mahalleler gösterilmemiştir)



Şekil 43. Vejetasyon tipine göre tutulan karbon miktarı (ton)

Özellikle ağaçlandırma çalışmalarında sıklıkla kullanılan karaçam, sedir gibi ibrelî türler alansal olarak dar yayılış göstermesine rağmen ilçenin karbon tutumuna en çok katkırı sağlamıştır (Şekil 43, X eksen). Meşe türleri, yapraklı türler arasında en yaygın olanıdır; doğal yayılış alanı olmasına rağmen ilçede kapladıkları alan oldukça düşüktür.

İlçenin doğal bitki örtüsü olan bozkırın mahallelerdeki (kırsal mahalleler ve henüz yapılaşmamış mahalleler) yayılış miktarıyla orantılı olarak bozkır karbon tutumu hizmetinde hemen her mahallede rol almaktadır (Şekil 43).



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Karbon tutumu hizmetinin artması için park ve bahçelerde yapılacak bitkisel tasarımlarda başta geniş yapraklılar olmak üzere ağaçların kullanımı arttırılmalıdır. Özellikle refüj gibi üzerine basılmayacak, insan aktivitesinin zaruri olmadığı alanlarda çim yüzey oluşturmaktan kaçınılmalı, odunsu çalı, ağaççık ve ağaç grupları kullanılmamalıdır. Su ihtiyacının az olması, direncinin ve uyum kapasitesinin daha yüksek olması sebebiyle, İç Anadolu'ya özgü odunsu türler tercih edilmelidir.
- Önemli bir diğer konu da bu hizmetin haritalanması sürecinde yaşanan envanter kısıtıdır. Bu çalışmada ibrelili ve yapraklı türler için tek bir katsayı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Vejetasyonun tür, yaş, taç kapallılığındaki farklılıklar bu konuda envanter bulunmaması nedeniyle göz ardı edilmiştir. Özellikle yaygın ağaç türlerine ilişkin biyokütle ve artım modelleri geliştirilmelidir.
- Karbon tutum hizmetinin daha iyi haritalanabilmesi için kent ölçeğinde “ağaç veritabanının” oluşturulması gereklidir. Yerel yönetimlerin i-tree gibi küresel veri tabanlarını kullanması, diğer kentlerde geliştirilen modellerin yaygınlaşmasına ve yerel modellerin kalibrasyonlarına olanak tanır.
- Konut bahçelerinin hava temizleme hizmetindeki rolü güçlendirilmelidir. Konut bahçelerinin geçirimsiz yüzeylerle kaplanmasına izin verilmemelidir. İmar yönetmeliğinde yer alan ağaç adedi hesapları öncelikli mahalleler için tekrar gözden geçirilmelidir.
- Eski mahallelerde yer alan kentsel dönüşüm çalışmalarında, ağaç varlığının korunması temel ilke kabul edilmelidir.
- Yeni yapılacak binalarda yeşil çatılar teşvik edilmelidir. Eski binalar için ise vergi düzenlemeleri ve diğer teşvik mekanizmalarıyla özendirilebilir.

4.4. Sel Taşkın Önleme

Kentlerde yağmur suyu, geçirimsiz yüzeylerden drenaj sistemlerine yönlendirilerek uzaklaştırılır. Drenaj sisteminin yağış miktarını kaldıramadığı durumlarda taşkınlar ve su baskınları yaşanır. Drenaj sistemleri tekerrürlü yağış verilerinin en yüksek değerleri gözetilerek tasarlanır. Örneğin Londra kentinin drenaj sistemi tasarımında kullanılan referans 30 yılda bir yaşanan fırtınaların getireceği yağış yüküne dayanmaktadır. Bu tasarımda kentin %30'unun yeşil alan, %30'unun yapıları alan, %40'nın da diğer arazi kullanımlarından oluşacağı öngörülmüştür (Pochee ve Jonston, 2017). Hesaplama teknikleri ve plan öngörülerini kentten kente değişse de drenaj sistemleri, iklim değişikliği nedeniyle daha sık yaşanan aşırı yağış olaylarının (Kishtawal vd., 2010; Thielen, 2000) neden olduğu yüzey akışını bertaraf etmekte zorlanmaktadır. İklim değişikliğinin yanı sıra diğer önemli sorunlar da arazi kullanımlarının değişmesi ve yapıları alanların öngörülemeyecek şekilde genişlemesidir. Kentleşme yağış rejimini üç nedenle değiştirmektedir (Han vd., 2014):

1. Kentsel ısı adası etkisi (ısınan hava yükselir ve yağış olayı tetiklenir)
2. Hava kirliliğinin yüksek olması (ayresollerler bulut oluşumunda çekirdek görevi görür)
3. Yüzey pürüzlülüğü (gökdelenler gibi pürüzlülüğü artıran yapılar türbülans yaratır)

Sel ve taşkın riski, yüzey akışa geçen su miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Kentlerde geçirimsiz yüzeylerin yoğun olması yüzey akış miktarını arttırır, yeraltı suyu beslemesini azaltır (Şekil 44). Topraktaki kil ve organik madde miktarı, toprağın gözenekli yapısı ve agregatlaşma kapasitesi su tutma kapasitesini etkiler. Bir diğer önemli etken yüzeydeki bitki örtüsünün varlığı ve yoğunluğudur, vejetasyon toprağın alt katmanlarına süzülmeyi kolaylaştırır. Çıplak alanlarda suyun emilimini kolaylaştıran bitki varlığı olmadığı için su kısa bir süre sonra yüzey akışına geçer, toprağı stabilize eden herhangi bir mekanizma olmadığı için süreç erozyonu da tetikler.



Şekil 44. Kentlerde su döngüsünün farklılaşması

Yeşil altyapının sel taşkın önlemedeki rolü

- 90'lı yılların başından itibaren pek çok yerel yönetim, yağış suyunun düzenlenmesinde yeşil altyapının geliştirilmesini odağına almıştır. **Suyun etkin ve sürdürülebilir yönetimine ilişkin programların adı değişse de geçirimsiz yüzeylerin miktarını ve yoğunluğunu azaltmak, yeşil alanların miktarını artırmak ve su döngüsünün sürekliliğini sağlayacak ve suyun emilimini kolaylaştıracak tasarımlar geliştirmek hepsinin ortak noktasıdır.** Tablo 13'te bu programların bazılarına örnekler verilmiştir.

Tablo 13. Yeşil altyapının yağmur suyu yönetimindeki etkisini güçlendiren başlıca yerel yönetim programları (Hufnagel ve Rottle, 2014).

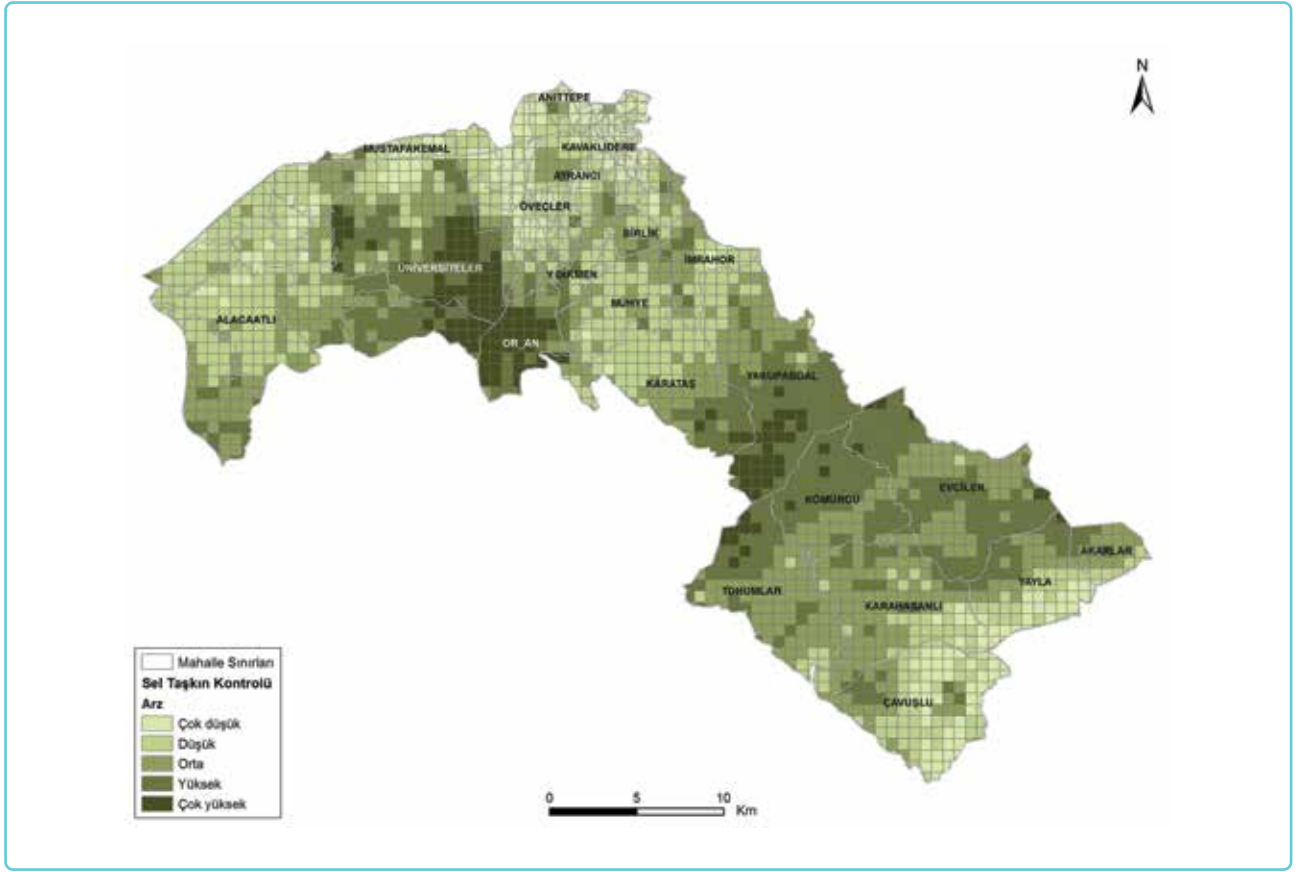
Politika/Program adı	Lokasyon
Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development)	Amerika ve Kanada
Yeşil Yağmur Suyu Altyapısı (Green Stormwater Infrastructure)	Seattle, Philadelphia
Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi (Sustainable Stormwater Management)	New York, Portland
Sürdürülebilir Kentsel Drenaj Sistemleri (Sustainable Urban Drainage Systems)	Birleşik Krallık
Su Hassasiyetli Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design)	Avustralya

- Yeşil çatıların** yaygınlaştırılması, şiddetli yağışların neden olduğu yüzey akış miktarını %85 oranında azaltabilir (Palla vd., 2008).
- Geleneksel gri altyapıda genellikle beton kullanılır. Betonun termal kütlesi de yüksektir yani kentsel ısı adası oluşumuna katkı sağlamış olur (Arnfield, 2003). **Suyun akışını düzenleyen ve yüzey akışını yavaşlatan su odaklı yeşil tasarımlar; geçirgen kaldırımlar, yağmur bahçeleri ve hendekleri, yeşil çatılar ve yeşil duvarlar, kuru derelerin restorasyonu su tutma kapasitesini artırmanın yanında kentsel ısı adası etkisini de azaltır.** Gri altyapının bir diğer olumsuz etkisi de alt havzaya çok kısa bir sürede çok yüklü miktarda kirli su taşınmasıdır. Bu transfer alt havzada yer alan yerleşimler için sorun yaratabilir.
- Yeşil altyapıyı güçlendirerek, gri altyapının kurulum ve bakım maliyetinden tasarruf edilebilir. Yeni Zelanda ve Amerika'nın farklı şehirlerinde yapılan araştırmalar, yeşil altyapının su yönetimi masraflarına %15 ile %64 arasında katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur (Shaver, 2009).

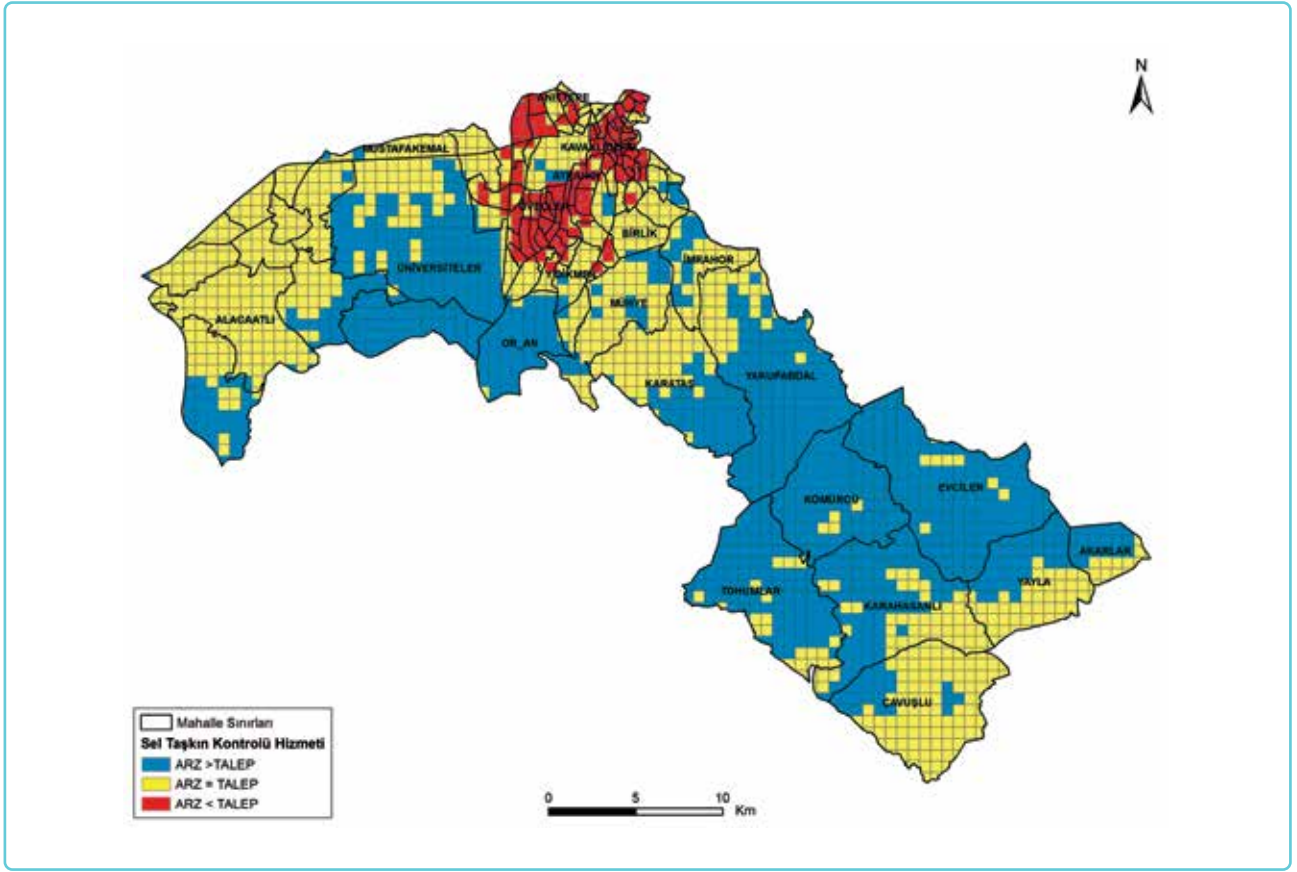
Su tutma hizmetinin değerlendirilmesinde eğri numarası (Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN)) yöntemi kullanılmıştır (Whitford vd., 2001; Alphan ve Coşkun-Hepcan, 2019; Pamukçu-Albers vd.,2020). Haritalama işlemlerinin aşamaları ve detayları EK-6’da sunulmuştur. 500 x 500 metrelik karelerde yüzey akışa geçen su miktarı haritası Şekil 45’teki gibidir.

Şekil 45. 500 x 500 m kareler ölçeğinde yüzey akışı miktarı haritası

Beklendiği gibi yüksek rakımda yer alan Oran, Elmadağ bölgeleri sel ve taşkın riskinin en düşük çıktığı yerlerdir. Bu bölgelerdeki koruyucu örtü ilçeye sel ve taşkın kontrolü sağlayan etkin koruma birimleridir. Özellikle Oran- Ahlatlıbel bölgesinde yer alan **ODTÜ ormanı ilçenin kentsel yerleşim bölgesine olan yüzey akış miktarını azaltmaktadır.** Kentsel yerleşim bölgesinde yapısal yüzeylerin yoğunlaştığı, **Ayrancı, Emek, Öveçler ve Mustafa Kemal mahalleleri hem yapı yoğunluğu hem de ilçenin alt rakımlarında yer almaları nedeniyle sel ve taşkın riskinin yüksek çıktığı yerler olmuştur.**



Şekil 48. 500 x 500 m kareler ölçeğinde sel taşkın kontrolü hizmeti arzı haritası

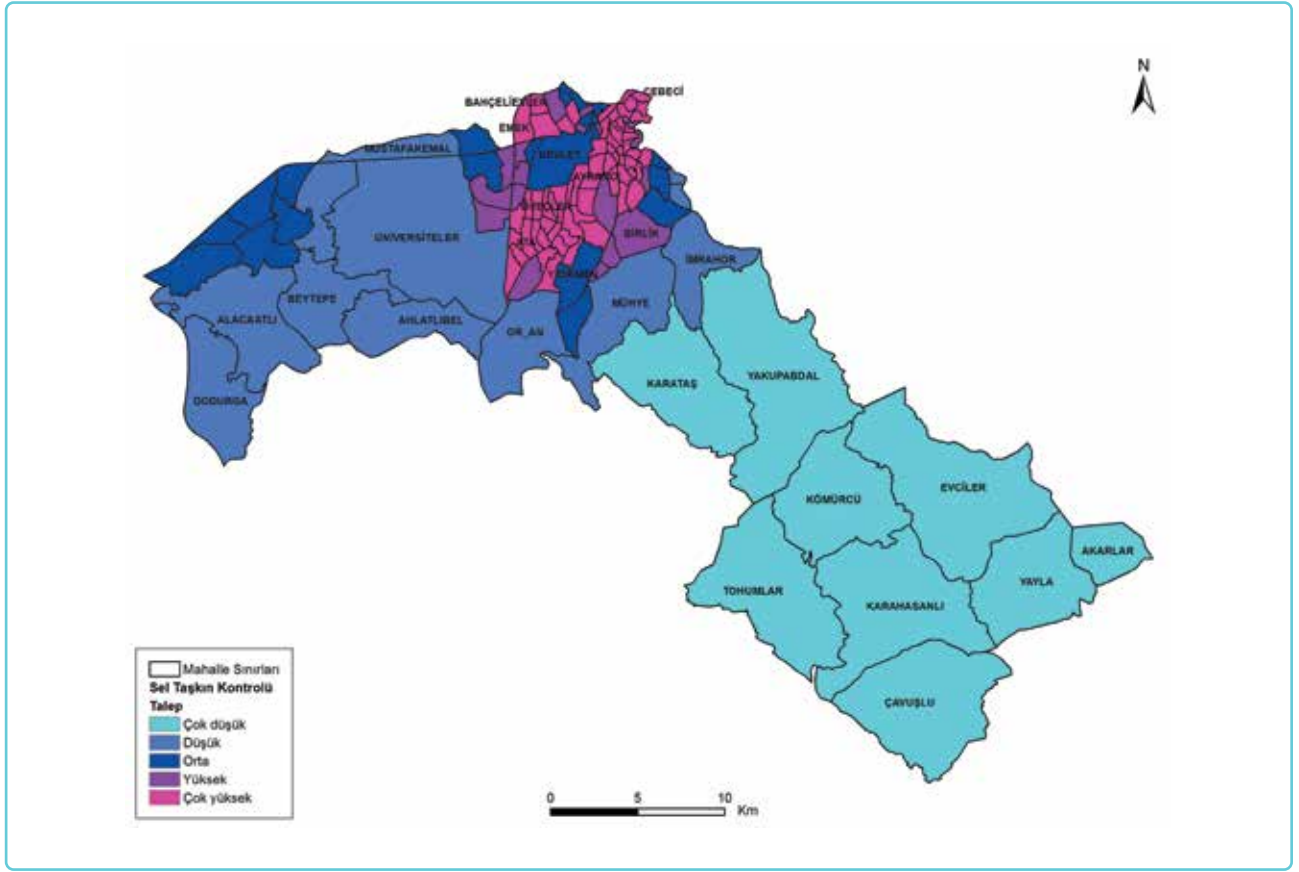


Şekil 49. 500 x 500 m kareler ölçeğinde sel ve taşkın kontrolü hizmeti arz- talep değerlendirme haritası

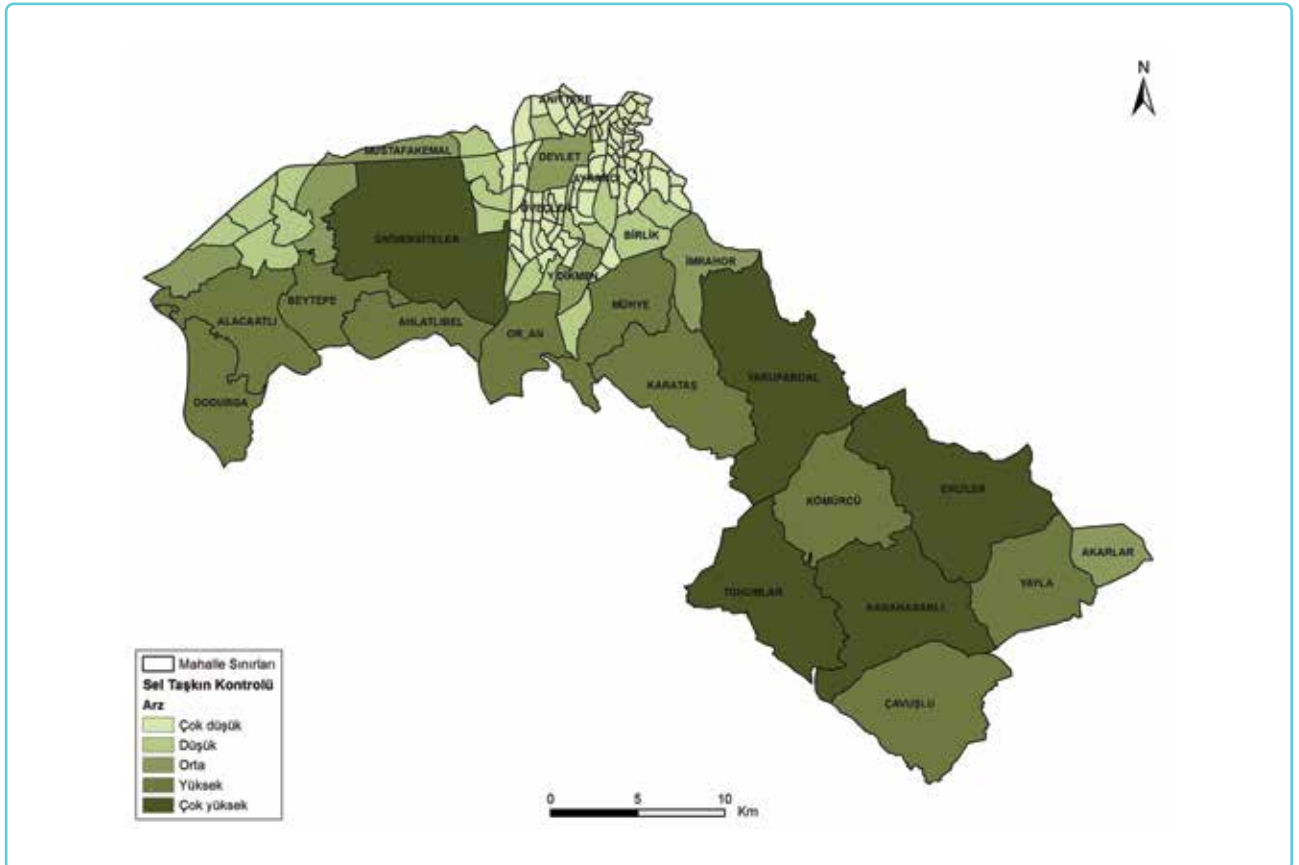
Sel ve taşkın kontrolü arzı ve talebinin değerlendirilmesi, yapılacak yatırımların önceliklendirilmesinde kullanılabilir. Arz ve talep yüzeyleri normalleştirilerek hizmet performansı değerlendirilmiştir. Haritada maviyle ve sarı ile gösterilen karelerde hizmet sağlayıcı örtü miktarı talebi karşılamaktadır. Ancak özellikle nüfusun ve geçirimsiz yüzeylerin yoğunlaştığı **Öveçler, Emek, Kavaklıdere gibi mahalleler talebin karşılanamadığı mahallelerdir** (Şekil 49). Bazı derelerin yer altına alınması (Bülbülderesi, İncesu Deresi, Kavaklıdere vb.) doğal su drenajını bozmuştur. Bu nedenle ilçe merkezindeki bu derelerin yataklarında su baskınları ve seller görülmektedir.

Sel ve taşkın riskinin mahalleler düzeyinde değerlendirirken de benzer şekilde mahalledeki sel taşkın riski ve nüfus büyüklüğü birlikte değerlendirilmiş ve talep haritalanmıştır (Şekil 50).

Mahallelerdeki ekosistemlerin sağladıkları hizmetler arz olarak haritalanmış ve Şekil 51’de sunulmuştur. Havzanın alt bölümlerinde yer alan merkez mahalleler için sel ve taşkın olaylarının önlenmesinde üst havzalarında yer alan mahallelerdeki koruyucu örtünün varlığı önem taşımaktadır (Üniversiteler, Ahlatlıbel, Oran, Devlet, Yukarı Dikmen mahalleleri). Emek ve Oran mahalleleri arasındaki düzlemde yer alan kentsel yerleşim bölgelerinde geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu yüksektir. Her bir mahallenin bu hizmeti sağlamadaki başarısı EK-7’de yer alan grafiklerde ayrı ayrı sunulmuştur.

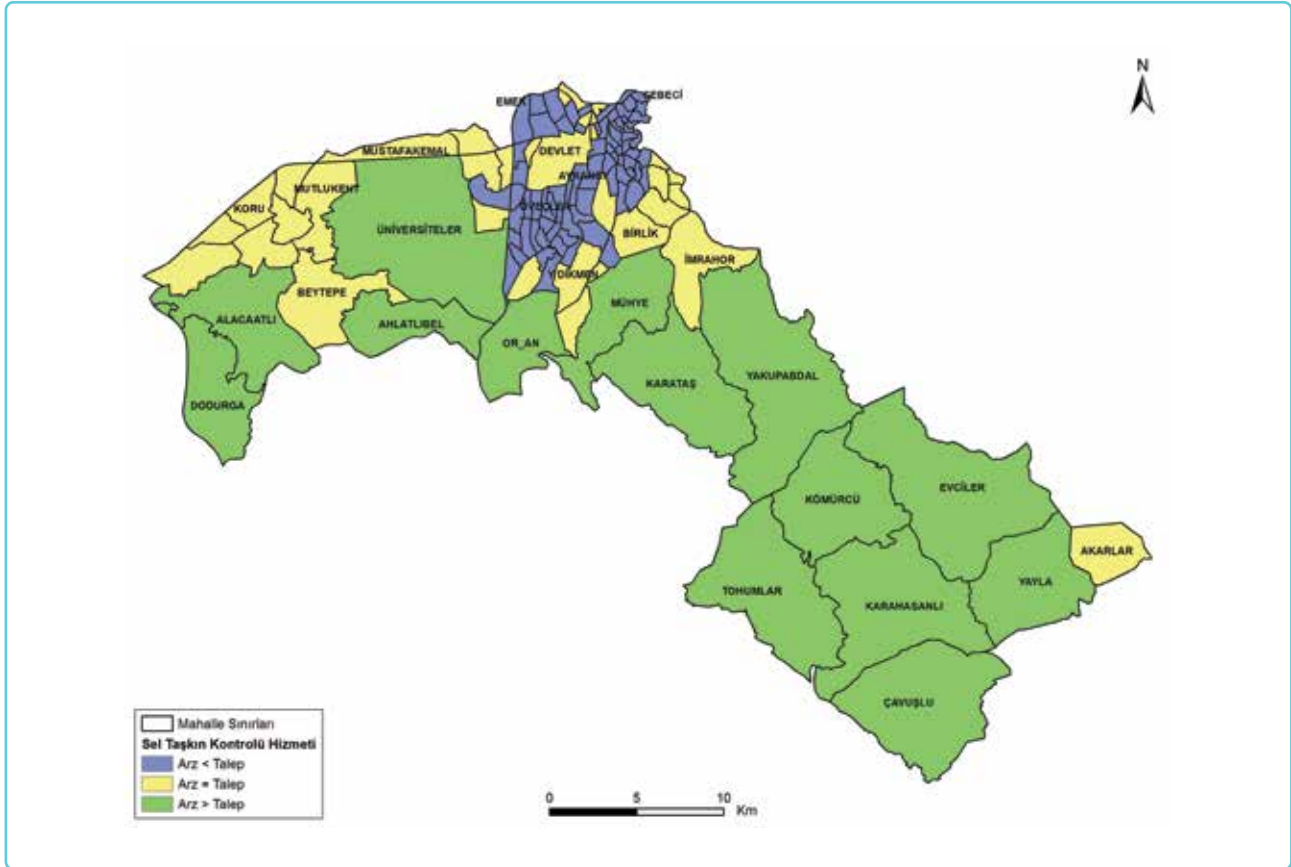


Şekil 50. Sel ve taşkın riski önleme talebinin mahalleler düzeyinde gösterimi



Şekil 51. Sel ve taşkın riski önleme arzının mahalleler düzeyinde gösterimi

Sel ve taşkın önleme hizmeti arz ve talebinin birlikte ele alınması sel-taşkın önleme hizmetine yapılacak yatırımların önceliklendirmesinde yol gösterici olabilir. **Şekil 52’de mor renk ile gösterilen mahallelerde sel ve taşkın riski yüksektir ve bunu telafi edecek ekosistemler yetersizdir (talep açığı). Üniversiteler, Oran, Alacaatlı mahalleleri hem barındırdıkları vejetasyon miktarı hem de üst havzadaki konumları nedeniyle kentsel yerleşim bölgesinin koruyucuları durumundadır.**



Şekil 52. Sel ve taşkın riski önleme arz ve talebinin mahalleler düzeyinde değerlendirilmesi



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

İlçenin üst havzasında yer alan Oran, Ahlatlıbel, Üniversiteler mahallelerinde sel taşkın önleme hizmeti sağlayan **ekosistemlerin varlığı güvence altına alınmalıdır**. Bu mahallelerde yer alan orman alanlarının yapılı alanlarla değiştirilmesi, alt havzada yer alan mahalleleri olumsuz yönde etkileyecektir.

- Benzer şekilde Mutlukent, Koru, Beytepe mahallelerindeki hizmet sağlayıcıların dengedeki durumu da bu şekilde ele alınmalıdır. Ekosistemlerin su tutma miktarını azaltan herhangi bir arazi kullanım değişikliği (yapılı alanların artması gibi) dengenin bozulmasıyla sonuçlanabilir.
- Alt havzadaki **taşkın düzlüklerinde yapılacak restorasyon çalışmaları**, sel-taşkın olaylarından kaynaklanan zarar ve kayıpların önüne geçilmesine olanak tanıyacaktır.
- Sel taşkın önleme hizmetinin geliştirilmesi gereken mahallelerde (Emek, Öveçler, Ayrancı, Cebeci) **yeşil ve/veya gri altyapının güçlendirilmesi** gerekmektedir. Örneğin, riskli bölgelerde geçirimsiz yüzeylerin miktarı azaltılmalı, park ve rekreasyon alanlarında yapısal donatı elemanlarının kullanımı sınırlandırılmalı ve bu alanlarda su drenajını kolaylaştıracak uygulamalar geliştirilmelidir. **Çatı bahçeleri, yağmur bahçeleri** gibi uygulamaların bu alanlarda teşvik edilmesi sorunun çözümüne katkı sunabilir.
- Pek çok kentte **üstü kapanan dereler tekrar açılmaktadır**. Ekolojik restorasyon hem su tutma kapasitesini geliştirmekte hem de kentlilere yeni rekreasyon alanları yaratmaktadır. Bu projelerin en ünlüsü Seul'deki **Cheonggyecheon Nehri Restorasyon Projesi'dir**. 70'li yıllarda 4 katlı bir otoyolla üstü kapanan nehrin, üstünün açılması ve ekolojik restorasyonla bir kent parkı (5,8 km uzunluğunda) haline dönüştürülmesi 2005 yılında tamamlanmıştır. Benzer dönüşüm projeleri üstü kapanan Çankaya derelerinde (İncesu, Bülbülderesi, Kavaklıdere, Hoşdere, Dikmen ve Seyranbağları dereleri) uygulanabilir.
- Yüzeyin su tutma kabiliyetini belirleyen başlıca unsur toprak yapısı, vejetasyon yoğunluğu ve tabakalılığıdır. Yeşil alanlarda ot, çalı ve ağaç katlarının oluşturulması, bitkisel tasarımların parkların su tutma fonksiyonu arttıracak şekilde yapılması su tutma performansını iyileştirecektir.



*Kentlerde doğal ve yeşil alanların varlığı farklı rekreasyon aktivitelerinin gerçekleştirilmesine olanak sağlar.
(Çizim: Deniz Oslu, UskAnkara)*

5

KÜLTÜREL HİZMETLER

5.1. Rekreasyon Hizmeti

Kültürel hizmetler başlığı en zor değerlendirilen araştırma konularından biridir. Yeşil altyapı rekreasyon, estetik güzellik, fiziksel ve zihinsel sağlık ve ruhani deneyimler gibi çok sayıda katkı sağlar. Ancak bu faydayı ölçmek, maddesel olmayışları ve metalaştırılamamaları nedeniyle güçtür. Bu başlıktaki faydalanma kişisel duygular, değerler ve deneyimlere odaklandığı için tercihler, yaşam hikayeleri, hayat tarzı, sosyal statü gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Bireyler, mekânsal aidiyetlerini (bağ kurmalarını) o mekânda iş veya rekreasyon amaçlı harcadıkları zaman ve enerji ile ilişkilendirir. Mekânsal aidiyet topluluk kimliğini geliştirir, sağlıklı toplulukların oluşmasına, kolektif eylemlerin gelişmesine ve sahiplik/aitlik duygusuyla koruma ve geliştirme çalışmalarının desteklenmesine olanak tanır. Klasik şehir planlarında yeşil alanlara atfedilen başlıca fonksiyon rekreasyondur. Rekreasyon kişilerin boş zamanlarında zevk, memnuniyet, huzur, eğlence gibi ihtiyaçlarını karşılamak için gönüllü olarak sürdürdükleri faaliyetlerin tamamıdır (Pigram, 1983). 19. yüzyılda sanayileşme döneminde uzun çalışma saatlerinin neden olduğu monoton hayat tarzı, stres ve depresyonu tetiklemiş, bu da kentlilerin rekreasyon ihtiyacını artırmıştır. Doğanın deneyimlendiği kamusal yeşil alanlar, herkes tarafından erişilebilir olmaları nedeniyle bu ihtiyacın karşılandığı mekânlardır. Kentliler farklı yeşil altyapı elemanlarında rekreasyon faaliyetlerini sürdürebilir (kent ormanı, park, çocuk bahçesi, mesire alanı, spor alanı vb.). Yeşil alanların sunduğu rekreasyon hizmeti mülkiyet (kamusal alan, sınırlı erişim alanları) ve faaliyet tipine (aktif, pasif) göre sınıflandırılabilir.

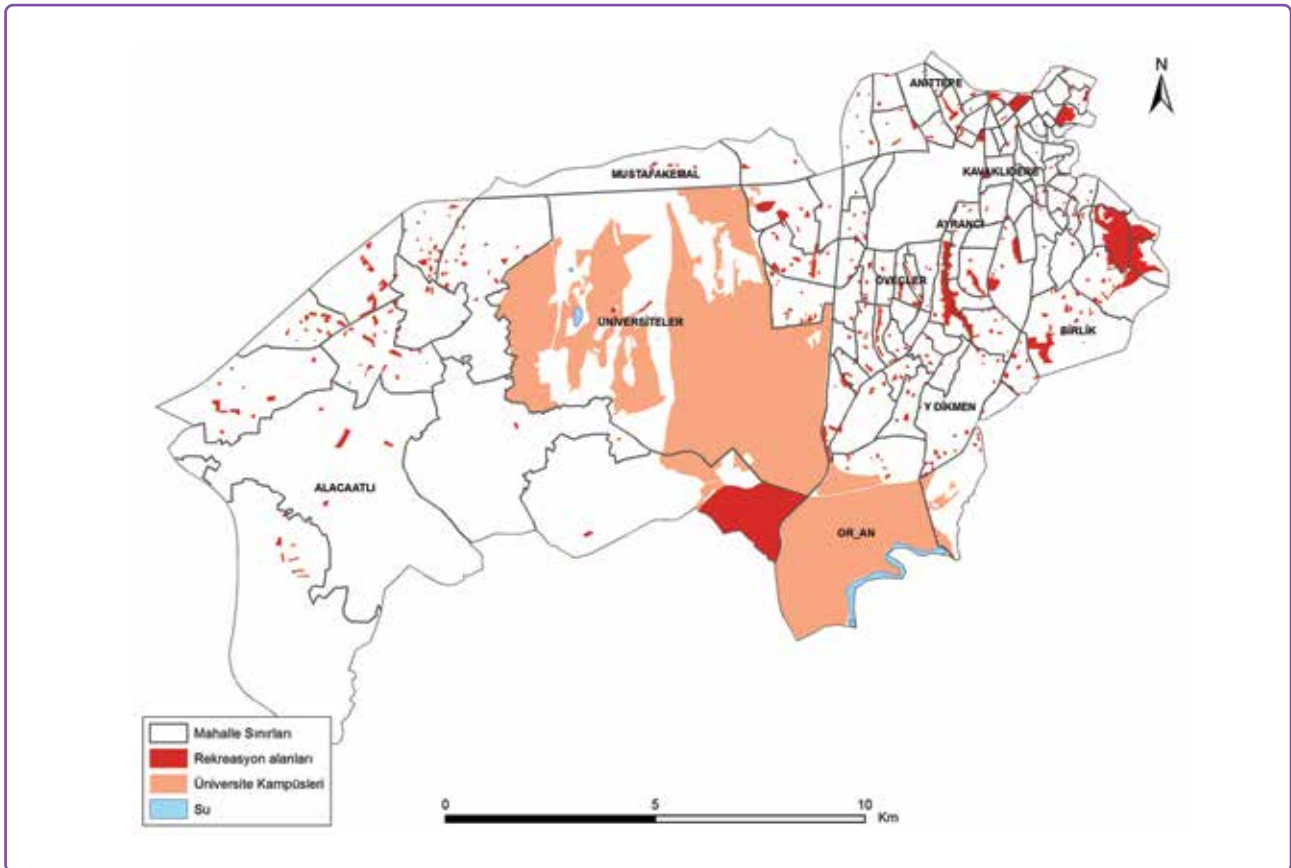
Kutu 9

Yeşil altyapının rekreasyon hizmetindeki rolü

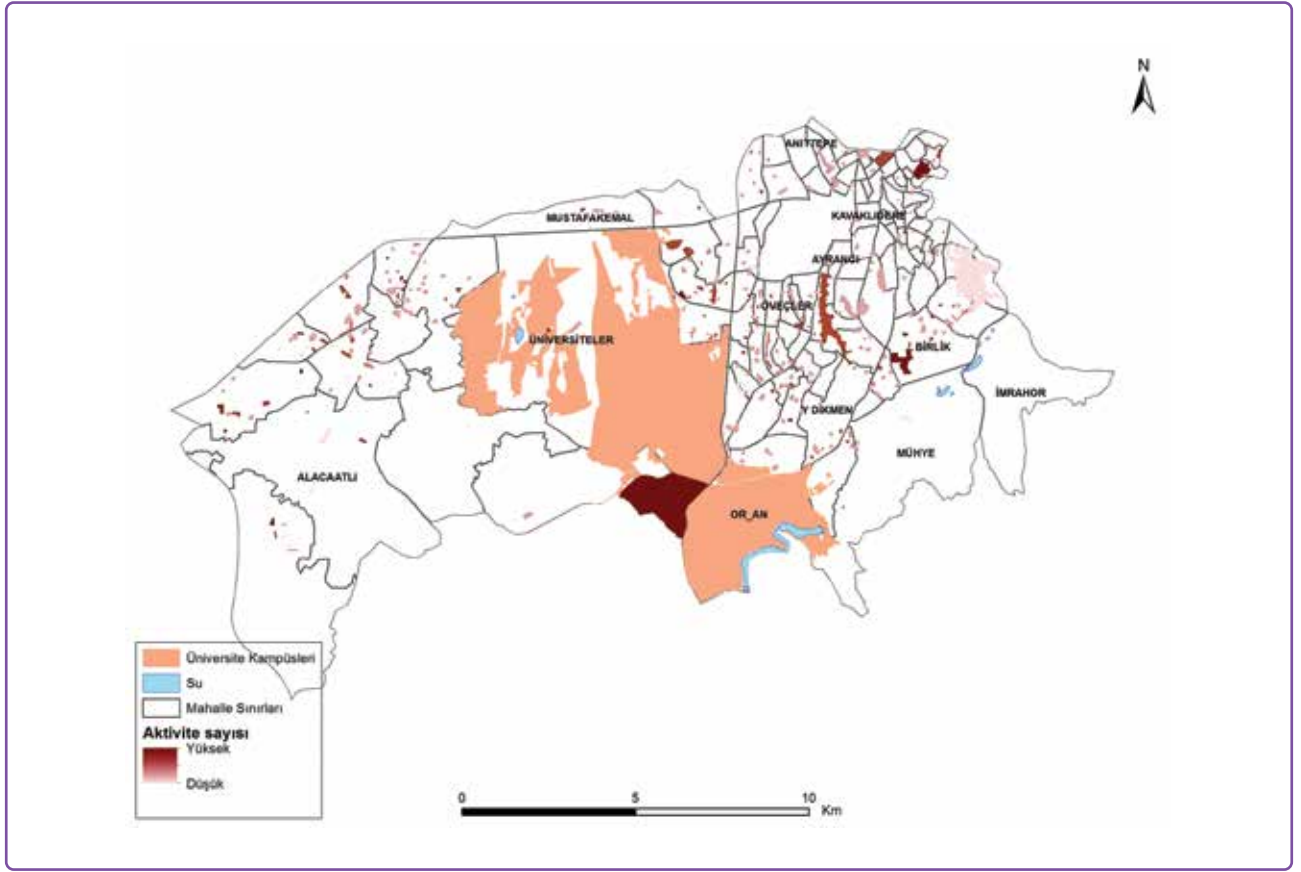
- Rekreasyon, mahalleliler arasında sosyal etkileşimi artırır. New York'ta kentin %40'ı kamusal yeşil alandır. Yapılan çalışmalar yeşil alanların adil dağıldığı mahallelerde, sosyal ilişkilerin iyileştiğini, mahalleliler arasındaki korumanın ve dayanışmanın suç oranlarını azalttığını göstermiştir. PlaNYC (New York'un 20 yıllık ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirlik planıdır) tüm kentlilerin açık yeşil alanlara erişimini artırmayı hedeflemiştir. Her kentli en fazla 10 dakika yürüyerek bir yeşil alana ulaşabilmelidir.
- Berlin, Stockholm, Rotterdam ve Salzburg'da yapılan bir araştırma (Bertram ve Rehdanz, 2015) kişilerin parklardan nasıl faydalandığını araştırmıştır. Yürüyüş yapmak, temiz hava almak ve sakin bir çevrede zaman geçirmek en popüler yanıtlar olmuştur.

- Portekiz’de anket çalışmalarıyla yapılan bir araştırma rekreasyon faaliyetlerinde en çok tercih edilen yeşil alanların bazı ortak özellikleri olduğunu ortaya koymuştur. Bu özellikler; alanın temiz ve bakımlı olması, bitki ve hayvan zenginliği, sakinlik ve huzur vermesi (örneğin; parkın trafik gürültüsünün duyulmayacağı kadar büyük olması), su yüzeylerinin varlığı olarak sıralanmıştır (Madureira vd., 2018).
- Braubach vd. (2017), kentsel yeşil alanların halk sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:
 - Doğayla etkileşime girmek ve doğada zaman geçirmek stres seviyesini azaltır, olumlu ruh halinin geliştirilmesine katkı sağlar (Hartig vd., 2014) depresyon semptomlarını azaltır (Bratman vd., 2015)
 - Doğada yapılan yürüyüş kentsel alanda yapılane göre bilişsel seviyeyi daha kısa sürede iyileştirir (Aspinall vd., 2015)
 - Bahçecilik faaliyetleri, akut stres ve panik atak tedavilerinde kitap okumaktan daha etkilidir (Van den Berg ve Custers, 2011)
 - Yeşil alanlara erişim ve kardiyovasküler rahatsızlıklar, obezite ve tip 2 diyabet arasında negatif bir ilişki vardır (Tamosiunas vd., 2014; Lachowycz ve Jones, 2011; Thiering vd., 2016)
 - Hamilelerin yeşil alanlarda geçirdikleri süre düşük doğum kilosu (Dzhambov vd.,2014) ve erken doğumu (Laurent vd., 2013) engeller
 - Daha çok yol ağacının bulunduğu mahallelerde doğan çocuklarda astım ve kronik solunum yetmezliği daha az görülmüştür (Lovasi vd., 2008)
 - Biyoçeşitliliği yüksek alanlarda yaşayan insanlarda alerjik hastalıklar daha az görülür (Hanski vd., 2012)
 - Cazibesi olan ve erişilebilir kentsel yeşil alanlar, kişilerin dış mekânda daha fazla zaman geçirmelerini ve fiziksel aktiviteleri artırmalarını sağlar (Bedimo-Rung vd., 2005).
 - Sosyal etkileşimin artması ve bireylerin kendini bir topluluğa ait hissetmesi, bireylerin refahını artırır (Kim ve Kaplan, 2004). Mahalle düzeyinde çocukların ve ebeveynlerinin kurdukları bağlar aidiyet ve dayanışma duygularını güçlendirir. Yeşil alan miktarının az olduğu mahallelerde, yalnızlık hissiyle birlikte sosyal destekten yoksunluk hisleri perçinlenmektedir (Maas vd., 2009a)

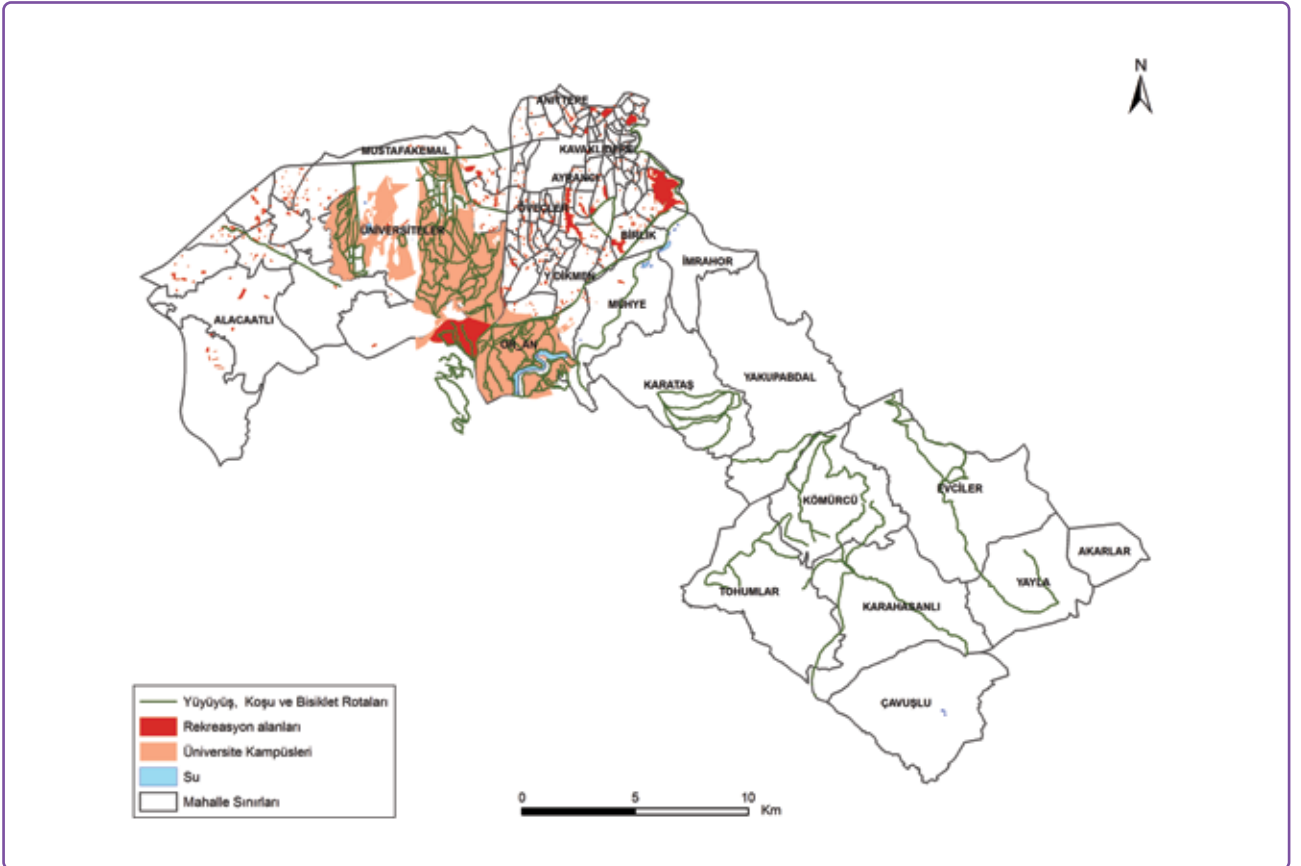
Rekreasyon hizmeti, alan büyüklüğü ve erişilebilirlik olmak üzere iki başlıkta incelenmiştir. Bu çalışmada rekreasyon hizmeti sağlayıcısı olarak öncelikle parklar değerlendirilmiştir. Çankaya ilçesindeki rekreasyon hizmetinin haritalanması kapsamında Çankaya Belediyesi arazi kullanım verisi temel alınmış, Çankaya Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü'nden temin edilen park listesi parsel katmanına işlenmiştir. Ancak Çankaya ilçesinde bulunan parkların bazıları (Botanik, Seğmenler ve Kurtuluş parkı gibi büyük ve sit statüsündeki parklar) Ankara Büyükşehir Belediyesi sorumluluğundadır. Mülkiyetten kaynaklanan envanter farklılığının önüne geçmek için Google Earth programı kullanılmış, envanter güncellenmiştir. Park ve bahçelerden sağlanan rekreasyon hizmeti Şekil 53'te sunulmuştur. Bu haritada geniş doğal ve yarı doğal alanlar olarak üniversite yerleşkeleri ayrı bir kategoride gösterilmektedir. Her ne kadar üniversiteler eğitim odaklı kurumlar olsa da barındırdıkları yeşil alanlar kentliler için bir cazibe merkezi oluşturmakta, öğrencilerin yanı sıra kentliler tarafından da yoğun bir şekilde rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır.



Şekil 53. Çankaya ilçesi rekreasyon alanları haritası



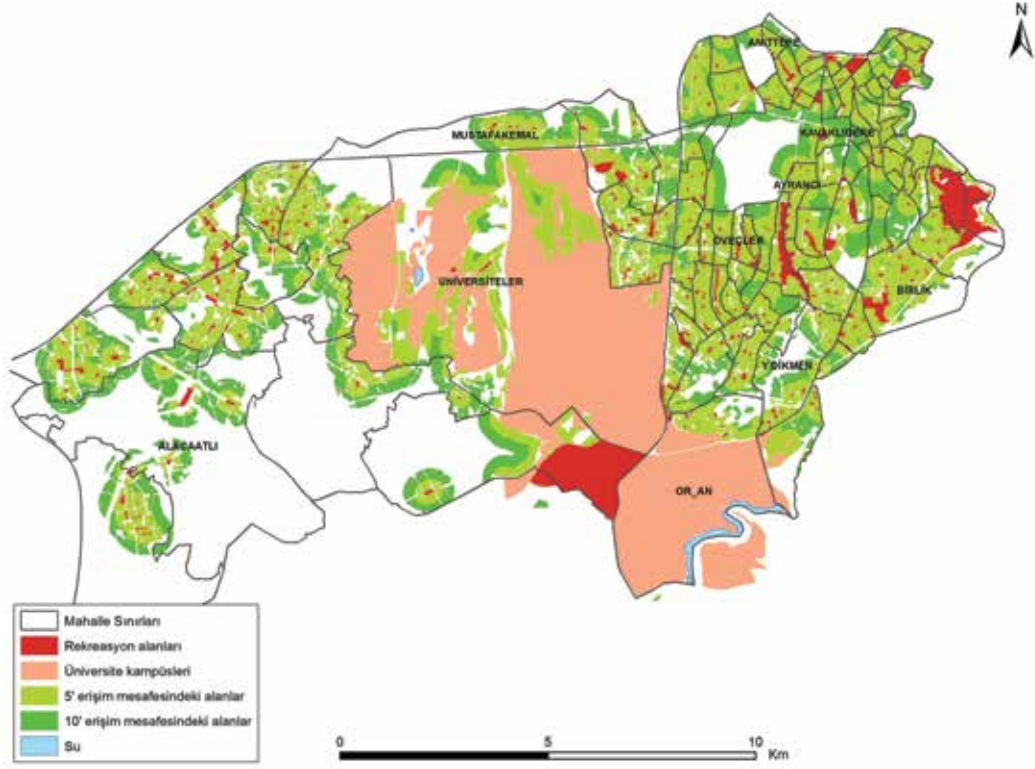
Şekil 54. Rekreasyon aktivitesi sayısı haritası



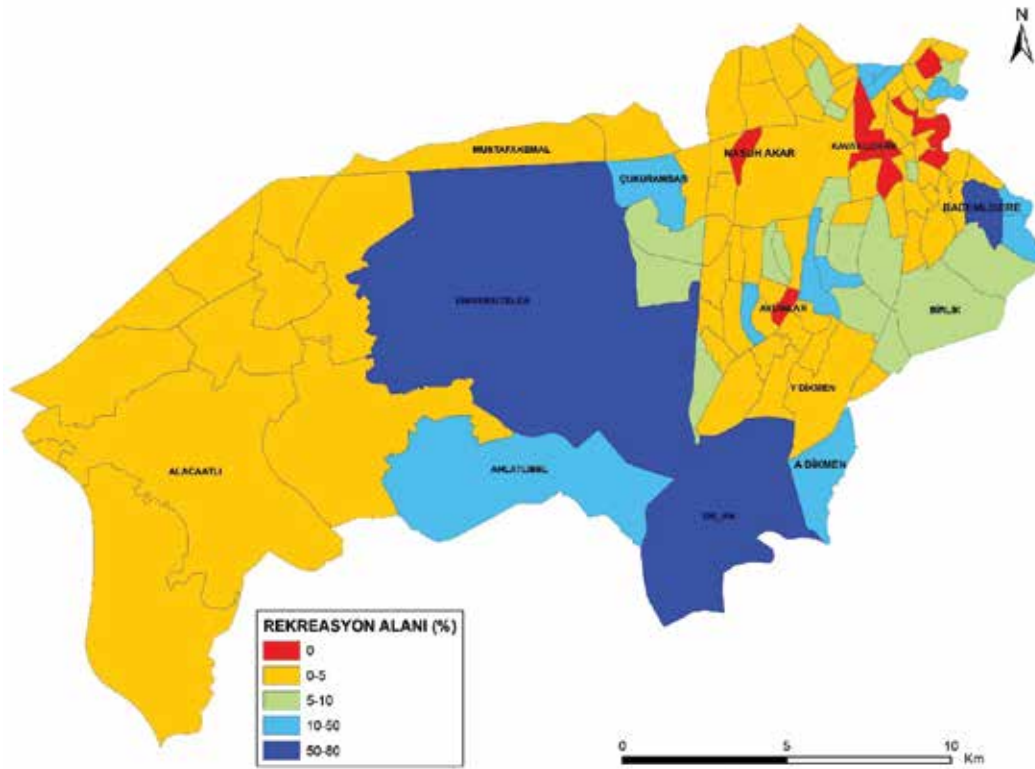
Şekil 55. Bisiklet ve yürüyüş rotaları haritası

Parklarda sunulan rekreasyon faaliyetleri çeşitlilik göstermektedir; çocuk oyun alanları, spor sahaları, yürüyüş, koşu ve bisiklet yollarının varlığı kullanıcıların aktivite desenini ve yoğunluğunu belirlemektedir. Şekil 54'te parklarda sunulan aktivite çeşitliliği gösterilmektedir.

2012 yılında Ankara Kalkınma Ajansı tarafından 'Turizm Potansiyelinin Harekete Geçirilmesi Mali Destek Programı' kapsamında desteklenen, "Çankaya'da Doğa Sporları" projesi kapsamında Çankaya ilçesinin kırsal yerleşimlerinde yürüyüş, koşu ve bisiklet parkurları belirlenmiştir. Ayrıca ekosistem hizmetlerinin haritalandırılması çalışması kapsamında 27 Ağustos 2019 tarihinde yapılan çalıştayda, katılımcıların katkılarıyla bisiklet, koşu ve yürüyüş güzergâhları derlenmiş, çalıştay sonrasında sayısallaştırılarak haritaya işlenmiştir. Belirtilen proje kapsamında çizilen rotalar, ODTÜ yerleşkesinde bulunan yürüyüş ve koşu yolları ile teknik çalıştayda katılımcılardan derlenen rotalar Şekil 55'te sunulmaktadır.



Şekil 56. Rekreasyon hizmetlerine erişebilirlik haritası



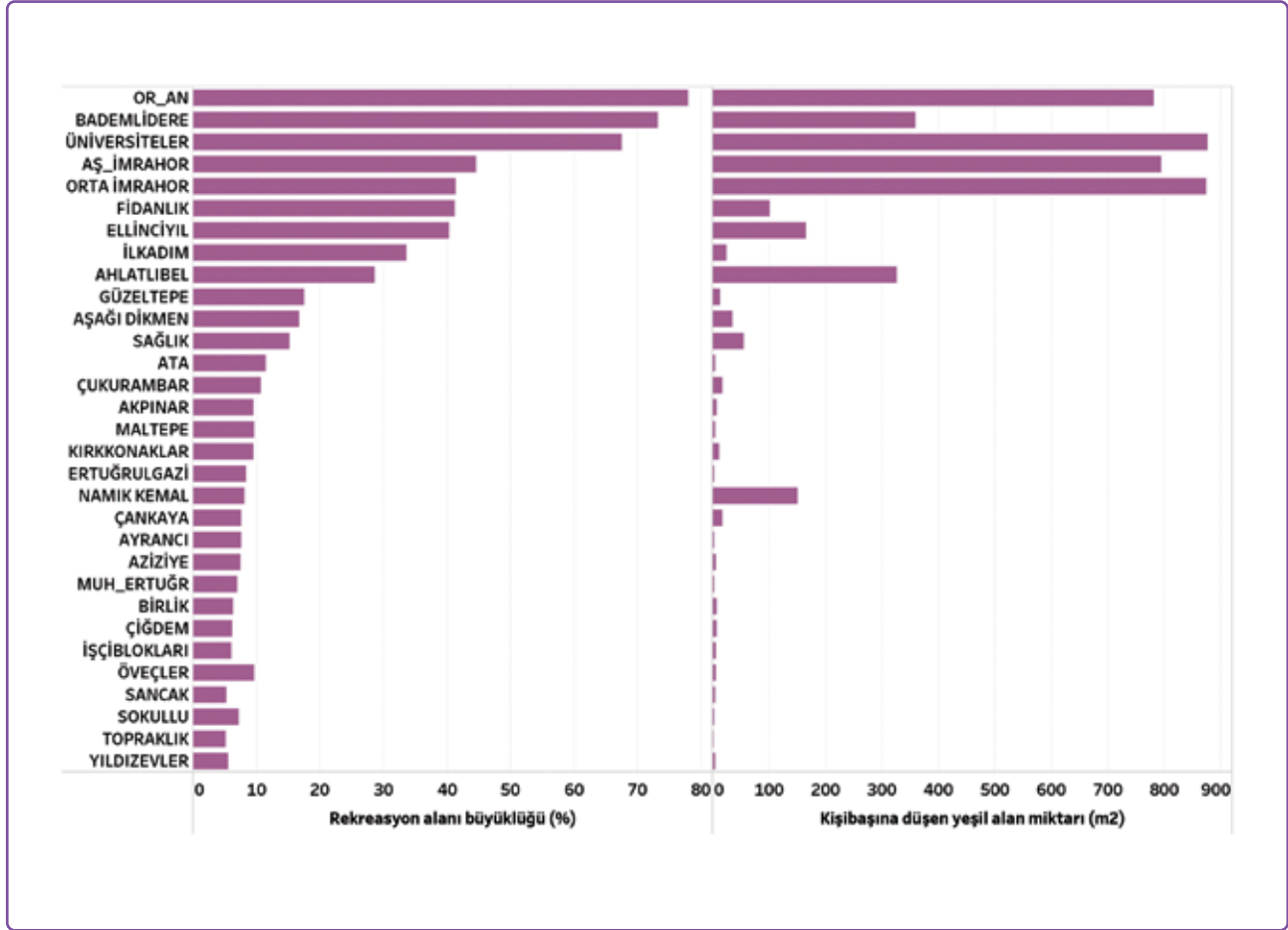
Şekil 57. Rekreasyon alanlarının mahallelerdeki oranı haritası

Rekreasyon hizmetinin bir diğer nicel değerlendirilmesi erişilebilirlik yüzeyinin hesaplanmasıyla yapılmıştır. Bu kapsamda rekreasyon alanlarına 5 ve 10 dakika yürüme mesafeleri eşik olarak alınmıştır (Şekil 56). Çankaya ilçesi genelinde erişilebilirliğin değerlendirilmesi amacıyla arazi kullanım planında belirlenmiş yapısal çevreye ait (konut, ticaret, hizmet alanı vb.) ada ve parseller kullanılmıştır.

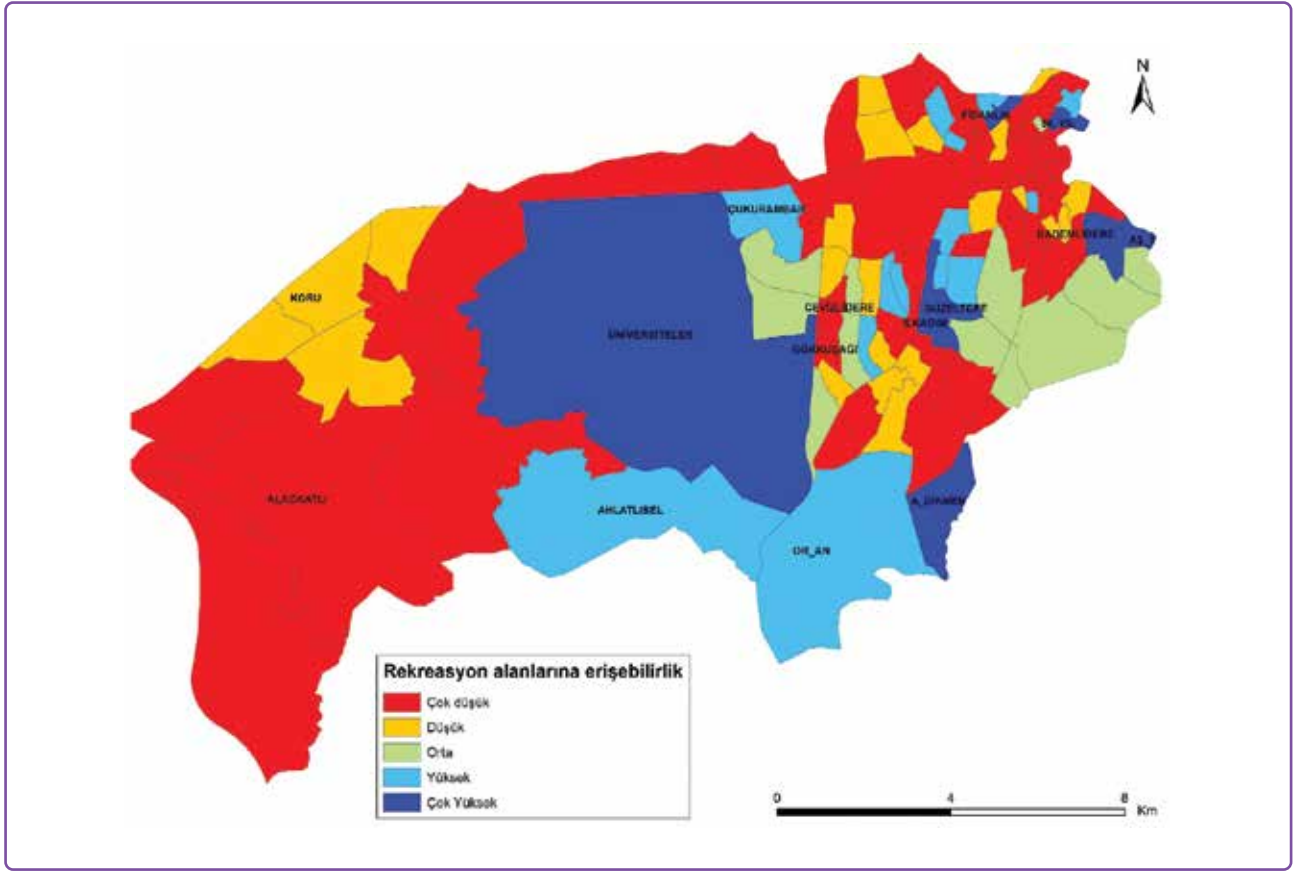
%5'ten daha fazla rekreasyona hizmeti sunan alanlar barındıran mahalleler Şekil 58'de listelenmiş ve alansal büyüklükleri grafiğe aktarılmıştır. Grafiğin bir panelinde de bu mahallelerdeki kişi başına düşen yeşil alan miktarı gösterilmektedir. 02.09.1999 tarih ve 23804 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 'İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmelik' hükümlerine göre; kentsel alanlarda kişi başına düşen yeşil alan değeri en az 10 m², belediye ve mücavir alan sınırları dışında ise kişi başına en az 14 m² olarak belirlenmiştir. Belediye ve mücavir alan sınırları dışında yapılacak olan planlamalarda aktif yeşil alan miktarı, kişi başına 14 m² alınmak suretiyle belirlenecektir.

Şekil 57'de kırmızı renkle gösterilen mahallelerde hiç park bulunmamaktadır. Bu mahalleler; **Aydınlar, Barbaros, Cumhuriyet, Esatoğlu, Fakülteler, İmrahor, İncesu, Kavaklıdere, Kocatepe, Meşrutiyet, Metin Oktay, Mimar Sinan, Nasuh Akar ve Zafertepe** mahalleleridir. Mahallenin %50'den fazlasının doğal veya yarı doğal yeşil alanlarla rekreasyona olanak tanıdığı mahalleler **Üniversiteler, Oran ve Bademlidere** mahalleleridir (koyu mavi renkler).

Grafikten de görülebileceği gibi kişi başına düşen yeşil alan miktarları bu eşiğin altındadır ve adil dağılmamaktadır. **Akpınar, Ata, Ayrancı, Aziziye, Birlik, Çiğdem, Ertuğrul Gazi, İşçi Blokları, Maltepe, Muhsin Ertuğrul, Öveçler, Sancak, Sokullu, Topraklık ve Yıldızevler** mahallelerinde rekreasyon alanı büyüklüğü mahallenin %5'inden fazladır. Ancak, kişi başına düşen yeşil alan miktarı yaklaşık 9 m²'dir.



Şekil 58. Rekreasyon alanı büyüklüğünün mahallelere göre dağılımı grafiği (%5'in altında rekreasyon alanı barındıran mahalleler grafikte gösterilmemiştir)



Şekil 59. Rekreasyon alanlarına erişilebilirliğin mahalleler düzeyinde değerlendirilmesi haritası

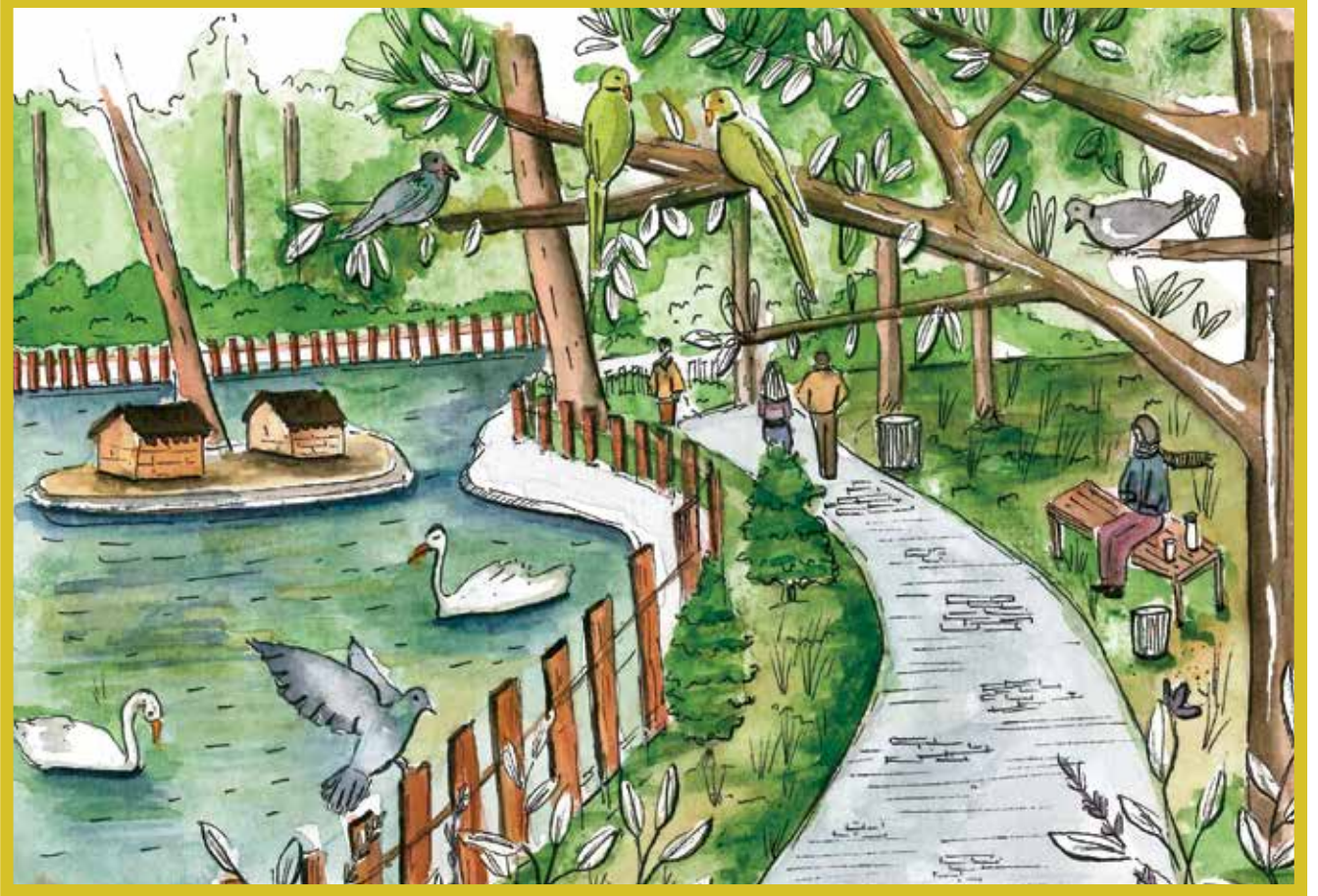
Rekreasyon alanı büyüklüğü dışında bir diğer önemli gösterge de rekreasyon alanlarına erişim mesafesidir. Örneğin ilçenin batı bölgesinde yer alan mahalleler %10'dan az rekreasyon alanına sahip olsa da Kuru, Ümit, Konutkent mahallelerinde kamusal parklara erişim düşük olsa da toplu konut ve site bahçelerinde rekreasyona imkân tanıyan kısıtlı kullanım alanları vardır. Park alanı büyüklükleri komşu mahallelerle benzer olan ancak erişilebilirliği düşük olan mahallelere örnek olarak da Cevizlidere ve Gökkuşuğı mahalleleri verilebilir (Şekil 59).

Her bir mahallenin bu hizmeti sağlamadaki başarısı EK 7'de yer alan grafiklerde ayrı ayrı sunulmuştur.



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Yüzölçümü diğer rekreasyon alanlarından çok daha geniş olan **Dikmen Vadisi** (İlkadım ve Güzeltepe Mahallesi), yerleşkeler (Üniversiteler Mahallesi), Kurtuluş Parkı (Fidanlık Mahallesi), 50. Yıl Parkı (Ellinciyl Mahallesi) ve Bademlidere'nin (Bademlidere ve Aşağı İmrahor) belirtilen mahallelerdeki varlığı rekreasyon hizmetine erişimi olumlu yönde etkilemektedir. Bir vadi sistemi boyunca tasarlanan Ata mahallesindeki parklar da mahallenin merkezinde yer almaları nedeniyle erişimi kolaylaştırmıştır. Ancak kentsel yeşil alanların konumsal dağılımları düşünüldüğünde bu tip başarılı örneklerin sayısı azdır. **Rekreasyon alanlarının varlığı kentlilerin yaşam kalitesini etkileyen başlıca unsurlar arasındadır. Rekreasyon alanı bulunmayan mahallelerde ivedilikle kentsel yeşil alanlar tesis edilmeli, gerektiği durumlarda kamulaştırmalar yapılmalıdır. Rekreasyon alanlarının mahallelere dağılımlarında, kent sakinlerinin rekreasyon alanlarına erişebilirliği, mahalle nüfusu ve konumsal yoğunlukları gözetilmelidir.**
- Yeşil alan büyüklüğü diğer ekosistem hizmetlerinde performansı etkileyen başlıca unsurdur. Ancak rekreasyon hizmeti düşünüldüğünde kişilerin tercihlerini **temizlik, güvenlik, erişim kolaylığı ve estetik** kriterler daha çok etkilemektedir. Bu nedenle büyüklük konusunda iddialı olmayan küçük cep parklarından, çocuk bahçelerine, konut bahçelerinden, yeşil ceplere kadar bu kriterleri taşıyan tüm alanlar rağbet görmektedir. Bu nedenle küçük olsa bile kentlilerin erişim mesafesinde bulunan yeşil alanların temizliği ve güvenliği sağlanmalıdır (başıboş hayvanların kontrolü, ışıklandırma, vb.).
- Yaş gruplarının yeşil alanlardan bekledikleri rekreasyon hizmetleri çeşitlilik göstermektedir. Çocuklar ve gençler oyun grupları ve spor sahalarına ilgi göstermekte, ancak bazı yaş grupları bu alanları gürültü kaynağı olarak görmekte ve alandan kaçınmaktadır. Bu nedenle rekreasyon hizmetinin performansını artırmak **için demokratik, katılımcı tasarım yaklaşımları** izlenmeli, özellikle mahalle sakinlerinin yeşil alandan beklentileri anlaşılmalıdır.



*Kentlerde doğal ve yeşil alanlar, canlılara yaşam ortamı sunmaktadır.
(Çizim: Esra Gürel, UskAnkara)*

6

DESTEKLEYİCİ HİZMETLER

6.1. Yaşam Ortamı Sağlama

Yaşam ortamı sağlama hizmeti, ekosistemlerin sağladığı en temel hizmetlerden biridir. Bitki ve hayvan türlerinin varlığı, zenginliği ve bağlantınlılığı kentler için vazgeçilmez olan pek çok hizmetin gerçekleşmesini de sağlar. Nüfus artışı ve kentsel gelişme yaşam ortamı sağlama hizmetini olumsuz yönde etkiler (McKinney, 2008). Park ve bahçeler yerel olmayan ve/veya istilacı bitki türlerine ve bu türlerle gelen böcek ve zararlılara da yaşam ortamı sunabilir. İklim değişikliğinin de etkileriyle bu türlerin doğal alanlara yayılma olasılıkları endişe yaratmaktadır. Öte yandan ormanlar, dağlar, bozkırlar, göller gibi çok farklı ekosistemleri kapsayan kentler biyolojik çeşitlilik için sığınaklar da oluşturabilir. Cape Town, Berlin, Chicago, Sao Paulo, Mexico biyolojik çeşitliliğin zengin olduğu kentlerden bazılarıdır (CBD, 2012).

Kutu 11

Yeşil altyapının yaşam ortamı sağlama hizmetindeki rolü

- Nairobi Milli Parkı, Nairobi şehir merkezine 7 km mesafededir. Parkta 100'ün üzerinde memeli, 400'ün üzerinde kuş türü görülmektedir (CBD, 2012).
- Polonya'nın Poznan kentinde yapılan çalışma, hobi bahçelerinin %72'si yerel tür olmak üzere 357 türe ev sahipliği yaptığını göstermiştir (Borysiak vd., 2017).
- Birleşik Krallık'ın Sheffield kentinde yapılan bir çalışma, 61 ev bahçesinin 4.000 omurgasız türe, 80 likene ve 1.000'in üzerinde bitkiye yaşam ortamı sağladığını belirtmiştir (Smith vd., 2006).
- Kentsel yeşil altyapı arı türleri için de önemli bir kaynaktır. Konvansiyonel tarım arazilerinin bulunduğu kırsal yerleşimlerle kıyaslandığında kentsel yeşil alanlar, arılar için çok daha zengin ve sağlıklı besin sunar (Samuelson vd., 2018).
- Avrupa genelinde kültüre alınan bitkilerin bazıları, piyasadaki muadil varyeteleri nedeniyle tükenme tehlikesi altındadır. Tehdit altındaki türlere ev sahipliği yapan park ve bahçeler gen bankası konumundadır (Barthel, 2010). İklim değişikliğinin olası etkilerine karşı geliştirilecek uyum stratejileri açısından bu bitkiler önemli bir araştırma konusudur.
- Yeşil çatılar ve duvarlar, böcek ve kuş türleri için adım taşı görevi görür (Urban Habitats, 2006).
- Botanik bahçeleri, arboretumlar ve özel türler için tasarlanmış yeşil alanlar (örneğin; Londra yabancı çiçekler çatı bahçesi ve böcek oteli, Budapeşte yeşil evi ve hibrit yeşil çatısı) turistler için cazibe noktalarıdır.

- İsviçre, Almanya ve Avusturya yeşil duvarların ve yeşil çatıların ilk kurulumlarının yapıldığı ülkeler arasındadır. Bu ülkelerdeki deneyimler, yaban hayatına yaşam ortamı sağlayan kurulumların bakım maliyetlerinin daha düşük olduğunu göstermiştir. İsviçre Mühendis ve Mimarlar Derneği, SIA 312 Yeşil Çatı Standartlarına türlerin yaşam döngüsünü destekleyen ve uzun vadede türlerin (özellikle omurgasızların) alana yerleşmelerine olanak tanıyan ilkeleri dahil etmiştir (SIA, 2013). Benzer yaklaşımlar diğer bina derecelendirme sistemlerinde de yer almaktadır (LEED, BRAAM).
- İngiltere’de ise yabani arılar ve omurgasızların beslenme için kullanıldığı türler kentsel peyzajda teşvik edilmektedir. Böylece tozlaşma hizmetinin de destekleneceği öngörülmektedir.
- Singapur, kentsel biyolojik çeşitlilik indeksi ile kentsel biyolojik çeşitliliğini ve ekosistemlerin durumunu izlemektedir. 50’nin üzerinde şehirde bu indeks adapte edilmekte, koruma biyolojisi çalışmaları yönlendirilmektedir.
- Kentlerde tür zenginliği yüksek alanlar, doğa gözlemleri ve eğitimlerine olanak tanır.

Kentsel yeşil alanların, yaşam ortamı sağlama ve biyolojik çeşitliliği destekleme kabiliyeti yeşil alanların mekânsal dağılımına, büyüklüğüne, doğallığına, bitkisel kompozisyonuna, ne kadar uzun süredir orada var olduğuna, nasıl yönetildiğine ve çevresindeki alanların niteliklerine (örneğin; endüstri, konut vb.) doğrudan bağlıdır. Bu çalışmada Çankaya ilçesinin tüm yeşil altyapı bileşenlerini değerlendirmek mümkün olmadığı için üç farklı yöntemle değerlendirme yapılmıştır.

1. Yaşam ortamı sağlama hizmetinin tür uzmanlarının atadığı puanlarla değerlendirilmesi. Bu değerlendirme belirli büyüklüğün üstündeki doğal alanlar ve bazı kent parkları için yapılmıştır.
2. Kuş uzmanlarının seçili parklardan topladıkları kayıtların değerlendirilmesi.
3. Bir vatandaşlık bilimi projesi olan e- bird verilerinin değerlendirilmesi.

Uzman Değerlendirmesi

Kentsel yeşil alanlar (parklar) ve doğal niteliğini korumuş alanlar (ODTÜ yerleşkesi, Bademlidere, İmrahor Vadisi) çeşitli kriterler kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma süresince Çankaya ilçesindeki tüm parklar için bu değerlendirmeyi yapmak mümkün olmayacağından ilçenin doğu ve batı bölümlerinde yer alan farklı büyüklüklere sahip parklardan örnekleme yapılmıştır. Seçilen parklar için dört uzman parklarda arazi çalışması yaparak, bitki örtüsünün doğallığına ve zenginliğine, yapısal çeşitliliğine (ot, çalı, ağaç katmanlarını barındırması), su varlığına, gelişme periyoduna ve alanın nadirliğine puan atamıştır. Değerlendirmede Spellerberg (1994) tarafından geliştirilen ekosistemlerin hızlı değerlendirilmesi kriterleri ve ODTÜ Doğa Rezervi Raporu (Zeydanlı ve ark., 1996) temel alınmış ve değerlendirmeye bazı kriterler (su varlığı gibi) eklenmiştir. Söz konusu kriterler Kutu 12’de açıklanmaktadır. Uzmanların verdiği puanların ortalamaları ve toplam puan (ağırlıklandırılmış) Tablo 14’te gösterilmiştir.

Yaşam ortamı sağlama hizmeti uzman görüşü kriterleri ve puanları**▣ Doğal bitki örtüsünün zenginliği**

- 5: Bitki örtüsü neredeyse tamamen doğal (%100-80) veya doğal bitki örtüsünde bulunan türlerden oluşuyor
- 4: Bitki örtüsünün büyük kısmı doğal (%80-60) veya doğal bitki örtüsünde bulunan türlerden oluşuyor
- 3: En az yarısı (%60-40) doğal veya doğal bitki örtüsünde bulunan türlerden oluşuyor
- 2: Küçük bir kısmı doğal (%40-20) veya doğa bitki örtüsünde bulunan türlerden oluşuyor
- 1: Neredeyse tamamı (%20-0) yabancı veya süs bitkilerinden oluşuyor
-

▣ Bitki örtüsünün yapısal çeşitliliği:

- 5: Çok büyük ağaçlar (20 m'den büyük), orta boy ağaçlar (20 m'ye kadar), çalı ve ot katları var
- 4: Ağaç, çalı ve ot katları var
- 3: Ağaç ve çalı katları var
- 3: Ağaç ve ot katı var
- 2: Çalı ve ot katları var
- 1: Sadece ot katı var
-

▣ Su varlığı: Su tüm canlılar için vazgeçilmez bir kaynaktır. Alandaki su varlığının doğallığı üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

- 5: Doğal göl, gölet
- 4: Akarsu
- 3: Mevsimsel akarsu, geçici göl
- 2: Yapay rezerv, gölet, havuz, su kanalı
- 1: Su yüzeyi yok
-

▣ Çekirdek alan büyüklüğü:

Hayvanlar, şehir gürültüsü, ışık kirliliği vb. rahatsız edici durumlara farklı tepkiler gösterebilir. Bu tip çekingenlikleri olan türler için parkın kenar bölümleri rahatsızlıklara karşı duyarlı oldukları bölge, parkın orta bölümü ise potansiyel habitat varsa bir vaha gibi olacaktır. Çekirdek alan büyüdükçe içerdiği tür sayısı da artacaktır. Çekirdek alan ve tampon bölge ilişkisi türden türe çeşitlilik göstermektedir. Değerlendirilen alanların biçimsel özellikleri nedeniyle çekirdek alan büyüklüğü alan yüzölçümü ile ilişkili çıkmıştır. Bu nedenle değerlendirmede alan büyüklüğü kullanılmıştır.

■ **Gelişme periyodu:**

Eşdeğer bir alanın başka bir yerde aynı şekilde oluşması için gereken zaman periyodu uzmanlar tarafından puanlanmıştır.

5: 50 yıldan fazla

4: 50-20 yıl

3: 20 -10 yıl

2: 10 – 5 yıl

1: 5 yıldan az

■ **Nadirlik:** Eşdeğerde bir biyotopun en fazla ne kadar yakında ve hangi sayıda olduğuna bakarak alanın nadirliği değerlendirilmiştir.

5: Eşdeğerde bir biyotop ilçe sınırı içerisinde yok

4: Eşdeğerde bir biyotop 2 km'den uzakta, ilçe sınırı içerisinde 5-10 tane

3: Eşdeğerde bir biyotop 12 km yakında, ilçe sınırı içerisinde bir kaç tane

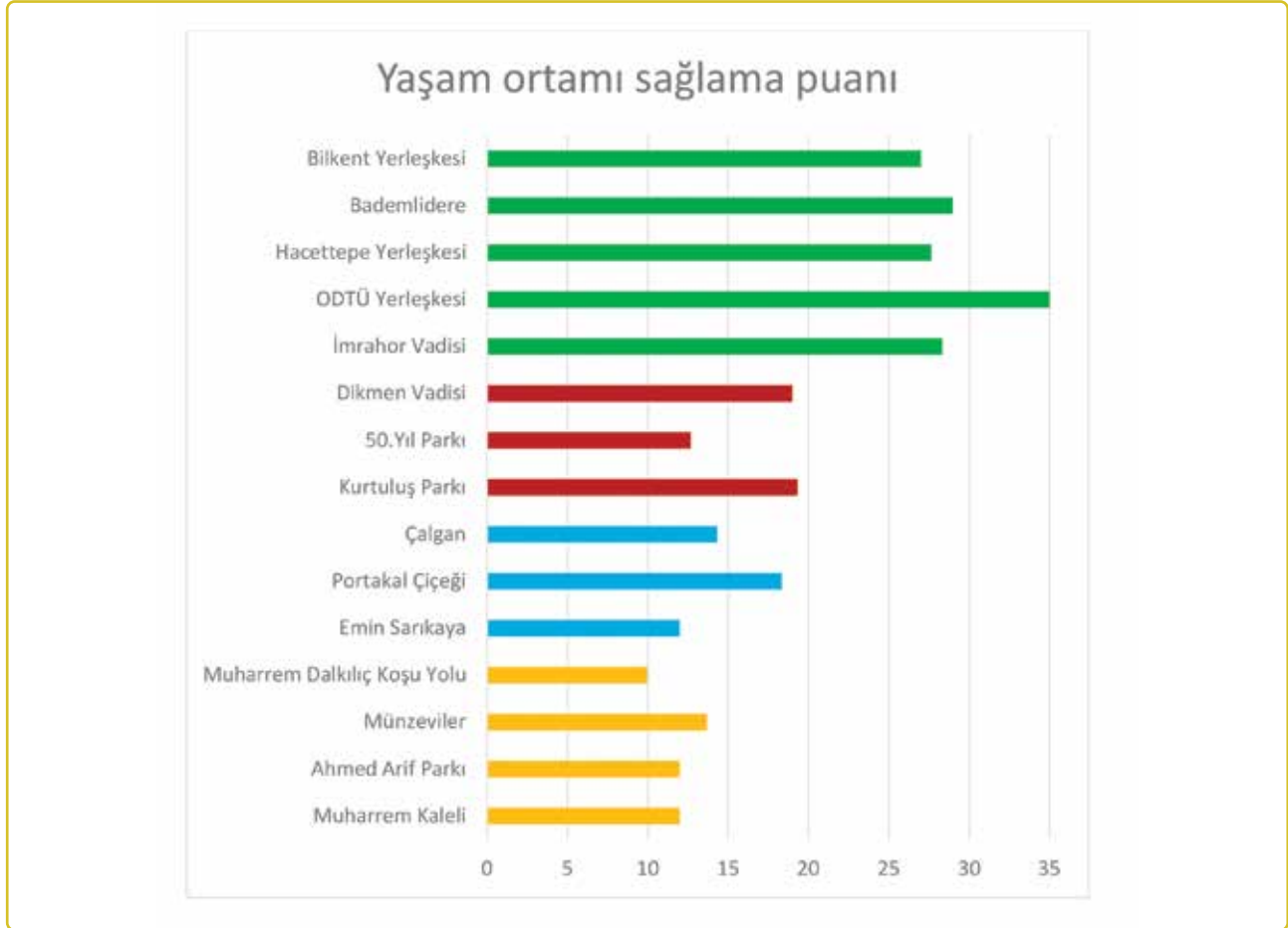
2: Eşdeğerde bir biyotop 500 - 1000 m yakında, ilçe sınırı içerisinde bir kaç tane

1: Eşdeğerde bir biyotop 500 m yakında, ilçe sınırı içerisinde çok sayıda

Tablo 14. Uzmanların puanladığı yaşam sağlama kriterleri

Parkın/Doğal Alanın Adı	Büyüklik Kategorisi	Bitki örtüsünün doğallığı	Bitki örtüsünün yapısal çeşitliliği	Gelişme Periyodu	Nadirlik	Su varlığı	Toplam Puan
Muharrem Kaleli	Küçük	1,50	4,00	1,00	1,00	2,00	12,00
Ahmed Arif Parkı	Küçük	1,00	3,50	2,50	1,00	2,00	12,00
Münzeviler	Küçük	1,50	4,00	2,00	1,33	2,00	13,67
Muharrem Dalkılıç Koşu Yolu	Küçük	1,00	4,00	1,00	1,00	1,00	10,00
Emin Sarıkaya	Orta	1,50	3,50	2,50	1,00	1,00	12,00
Portakal Çiçeği	Orta	2,33	4,33	3,33	2,00	2,00	18,33
Çalğan	Orta	2,00	3,33	2,67	1,67	1,00	14,33
Kurtuluş Parkı	Büyük	2,00	4,33	4,33	2,33	2,00	19,33
50.Yıl	Büyük	1,00	3,50	2,50	1,33	2,00	12,67
Dikmen Vadisi	Büyük	2,33	4,33	4,00	2,00	2,00	19,00
İmrahor Vadisi	-	3,50	3,00	4,33	5,00	4,00	28,33
ODTÜ Yerleşkesi	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	35,00
Hacettepe Yerleşkesi	-	4,67	5,00	4,33	3,00	3,00	27,67
Bademlidere	-	4,00	4,00	4,00	5,00	3,00	29,00
Bilkent Yerleşkesi	-	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	27,00

Doğal niteliğini korumuş İmrahor Vadisi, Bademlidere ve yerleşke alanları (ODTÜ, Hacettepe ve Bilkent Üniversiteleri) yaşam ortamı sağlama hizmeti puanının en yüksek çıktığı alanlardır. Kentsel yeşil alanlar içinde Dikmen Vadisi, Kurtuluş Parkı ve Portakal Çiçeği Parkı en yüksek hizmeti sağlayan alanlardır. Şekil 60'da kent parkları büyüklüklerine göre renklendirilmiştir. Uzman puanlarına göre yaşam ortamı sağlam hizmetinin kentsel yeşil alan büyüklüğü ile ilişkisi bulunmamaktadır. Parkın bitkisel kompozisyonun farklılaşmasına ve olgunlaşmasına olanak tanıyacak kadar eski olması daha önemli bir kriterdir. Bu alanların genelinde bitki seçiminde süs bitkileri kullanılmış, bazı parklarda ot-çalı-ağaç katlarının formasyonuna önem verilmiş bazısında önem verilmemiştir (Şekil 61).



Şekil 60. Uzmanların atadığı yaşam ortamı sağlama puanının değerlendirilmesi (grafikte yeşil renk doğal alanları göstermektedir. Kentsel yeşil alanlar büyüklük kategorilerine göre renklendirilmiştir (kırmızı: büyük, mavi: orta, sarı: küçük)

Kuş Türlerinin Gösterge Olarak Kullanılması

Kuş verisi iki konuda yol göstericidir:

1. Doğallık: Kuş türleri, insanlarla ortak yaşayan, yarı ortak yaşayan ve insandan bağımsız yaşayan türler olarak gruplandırılmıştır. İnsana bağlı olmayan türlerin toplam kuş türlerine oranı ne kadar yüksekse parkın doğal niteliği o kadar yüksektir.

2) Kuş türlerinin çeşitliliği: Kuşlar meyve, tohum, böcek gibi geniş bir yelpazeye yayılan beslenme şekline sahiptir. Parkın farklı beslenme alışkanlıklarına sahip kuşları barındırıyor oluşu parktaki yaşam ortamı çeşitliliği ile ilişkilendirilir.

Arazi Çalışması Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında kuş uzmanları parklarda belirli bir transekt (çizgi- güzergâh) boyunca yarım saat yürüyerek her beş dakikada bir gördükleri veya işittikleri kuşları kaydetmiştir. Şekil 61'deki fotoğraflarda parkların genel görünimleri sunulmuştur. Buna göre parklarda kayıt altına alınan kuşlar görülme sıklıklarına göre aşağıda sıralanmıştır:

Güvercin (*Columba livia*), **ev serçesi** (*Passer domesticus*), **saksağan** (*Eurasian magpie*), **ağaç serçesi** (*Passer montanus*), **kumru** (*Streptopelia decaocto*), **büyük baştankara** (*Parus majör*), **sığırcık** (*Sturnus vulgaris*), **küçük karga** (*Coloeus monedula*), **söğüt bülbülü** (*Phylloscopus trochilus*), **benekli sinekkapan** (*Muscicapa striata*), **çıvgın** (*Phylloscopus collybita*), **leş kargası** (*Corvus cornix*), **yeşil papağan** (*Psittacula krameri*), **kızılkuşruk** (*Phoenicurus phoenicurus*), **küçük sinekkapan** (*Ficedula parva*), **dağ kuyruksallayanı** (*Motacilla cinerea*), **mavi baştankara** (*Cyanistes caeruleus*), **sıvacıkuşu** (*Sitta europaea*), **alaca sinekkapan** (*Ficedula semitorquata*), **küçük kumru** (*Spilopelia senegalensis*), **ispinoz** (*Fringilla coelebs*), **alakarga** (*Garrulus glandarius*), **küçük akgerdan** (*Sylvia communis*), **alaca ağaçkakan** (*Dendrocopos syriacus*).



50. Yıl Parkı



Ahmed Arif Parkı



Dikmen Vadisi Parkı



Portakal Çiçeği Parkı



Muharrem Kaleli Parkı



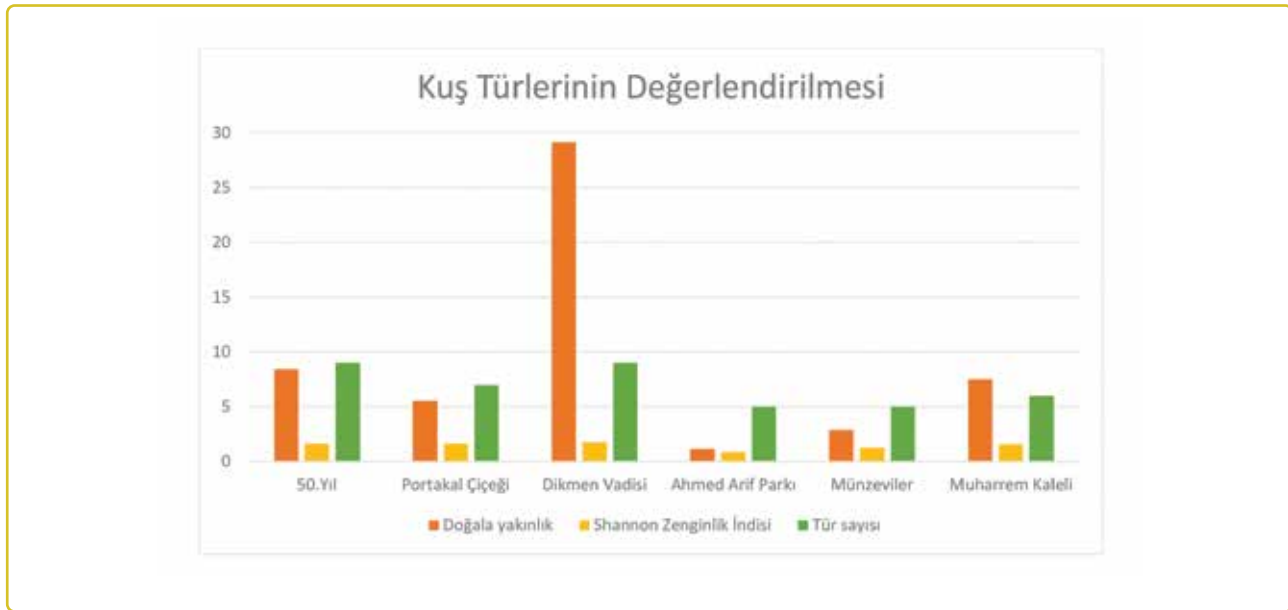
Münzeviler Parkı

Şekil 61. Kuş gözlemcilerinin değerlendirme yaptığı parklardan görünüm (Fotoğraflar: Elif Deniz Ülker)

Tablo 15'te peyzaj göstergeleri (parkın kuruluş yılı, alan büyüklüğü, parkın çekirdek alan büyüklüğü, kenar uzunluğu ve şekli), kuş türlerinin insanla kurduğu ilişkiyi yansıtan doğala yakınlık indisi, kuş türlerinin çeşitliliği ve gözlem sıklığını dikkate alarak hesaplanan Shannon zenginlik indisi ve kuş çeşitliliğinin göstergesi olan tür sayısı sunulmuştur. Bu kriterler değerlendirildiğinde Dikmen Vadisi öne çıkan park olmuştur (Şekil 62). Tablo 15'te göze çarpan bir park da, hem yeni olması hem de nispeten küçük olmasına rağmen kuş çeşitliliğinin beklenenden yüksek çıktığı Muharrem Kaleli parkıdır. Bu parktaki ibrelili ve yapraklı ağaç kompozisyonu ve meyveli çalıların yoğun kullanımı, kuş türleri üzerinde pozitif bir etki yaratmıştır.

Tablo 15. Kuş uzmanlarının derlediği kuş verilerinin değerlendirilmesi

Park Adı	Kuruluş tarihi	Alan (ha)	Peyzaj Göstergesi	Doğala yakınlık	Shannon Zenginlik İndisi	Tür sayısı
50.Yıl	1970	13,96	2,17	8,45	1,65	9
Portakal Çiçeği	1991	5,39	1,26	5,57	1,66	7
Dikmen Vadisi	1994	49,41	1,79	29,13	1,78	9
Ahmed Arif Parkı	2000	1,49	1,40	1,17	0,87	5
Münzeviler	2000	1,85	1,36	2,86	1,27	5
Muharrem Kaleli	2009	0,90	0,82	7,51	1,58	6



Şekil 62. Kuş gözlem verilerinin değerlendirilmesi

Dikmen Vadisinin alan büyüklüğü, yaşı ve bitki kompozisyonu (boyları 30 metreyi bulan yapraklı ağaçlar, su kamışından tek yıllık otsu türlerlere kadar ağaç, çalı ve ot katlarının çeşitliliği) bu zenginliği desteklemiştir. Kuş türlerinin çeşitliliği ve parkın büyüklüğü (Şekil 63), peyzaj göstergeleri (Şekil 64) ve park yaşı (Şekil 65) arasındaki güçlü korelasyon bu alandaki yüksek tür zenginliğinin nedenini açıklamaktadır. Parkın büyüklüğü arttıkça potansiyel olarak barındırabileceği birey sayısı da artmaktadır. Peyzaj göstergeleri (kompakt formu, kenar uzunluğu ve şekli) ise parkın çevresindeki diğer alan kullanımlarıyla olan ilişkisini belirler. Parkın kenar uzunluğu arttıkça gürültü, ses, ışık gibi rahatsızlık verici etkenlere maruz kalma düzeyi artacaktır. Parkın kompakt formu (yuvarlak, kare vb), bu rahatsızlığın parkın merkezine doğru azalmasına imkân tanımaktadır. Böylece parkın iç bölgesinde bu rahatsızlıklara duyarlı türler, parkın kenar bölgesinde de daha fırsatçı türler yaşama şansı bulabilir. Park yaşı da özellikle bitkisel dokunun tabakalaşmasına imkân tanır.



Şekil 63. Tür sayısı park alanı ilişkisi



Şekil 64. Tür sayısı ve peyzaj göstergeleri ilişkisi



Şekil 65. Tür sayısı ve park yaşı ilişkisi

(parkın kuruluş yılı internet siteleri ve Google Earth programı kullanılarak temin edilmiştir)

Kuş Veritabanı (e-bird) Verilerinin Değerlendirilmesi

E-bird, bilim insanlarına, araştırmacılara ve doğa bilimcilerine kuş türlerinin dağılımları ve bollukları hakkında gerçek zamanlı veriler sağlayan çevrimiçi bir kuş gözlem veri tabanıdır. Türkiye çapında 2002 yılından bu yana gönüllülerin kayıtlarını depolayabildiği veri tabanı örnek bir vatandaşlık bilimi projesidir. Söz konusu veri tabanında bulunan kayıtlardan, bu çalışma kapsamında yapılan arazi çalışmalarıyla aynı dönemde ve süreyle yapılan kuş gözlemlerinden yukarıda listelenen parklarla eşleşenler süzölmüş, kuş çeşitliliği ve zenginlik indisleri hesaplanmıştır (Tablo 16). Ancak bu kayıtların toplanma süreleri, sıklıkları ve mevsimsellikleri dikkate alındığında rastgele oluşları, kuş gözlemcilerine cazip gelen parklarda yoğunlaşmış olmaları ve bazı türlerin kayıtlarının kişisel tercihler nedeniyle girilmiyor oluşu (örneğin güvercin gibi yaygın türler) nedeniyle veri ve analizde farklı eğilimlere yol açabilmektedir. Bu konuda yapılacak bilinçlendirme çalışmalarıyla bu platform etkin bir şekilde kullanılabilir ve veri eğilimleri ileriki süreçte giderilebilir. Ayrıca kuş gözlemcilerinin sayısının artması, örneğin her mahalledeki parkın belirli insanlar tarafından dört mevsim izlenmesi yaşam ortamı sağlama hizmetinin değerlendirilmesinde çok büyük bir katkı sunacaktır. Böylece bitki seçiminden, mevsimselliğe, yapılı alan büyüklüğünden, su yüzeylerinin varlığına kadar yaban yaşamının alanda var oluşunu etkileyen pek çok tasarım ilkesi sadece estetik kaygılara bırakılmamış olacaktır. E-bird kuş verilerinin bulunduğu parklar Şekil 66'da gösterilmiştir.

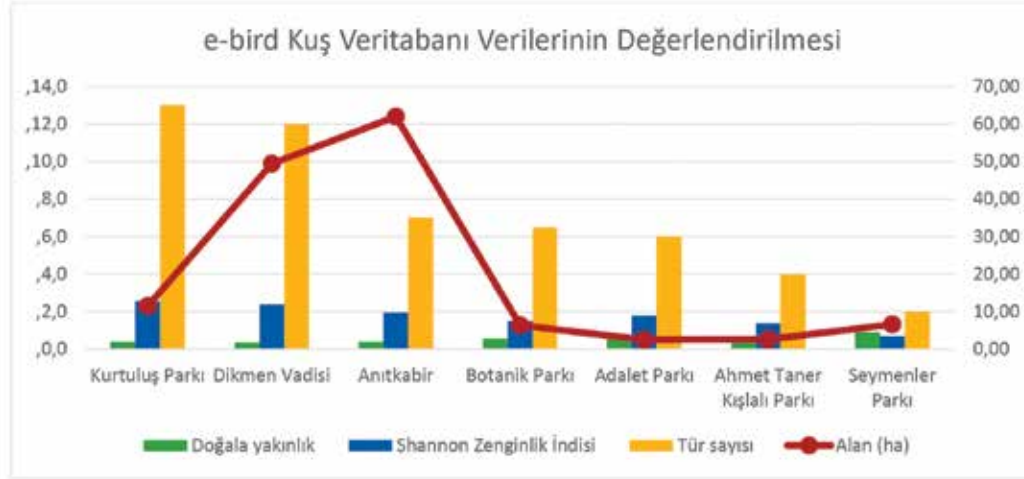
Tablo 16. E-bird veritabanı verilerinin değerlendirilmesi

Park Adı	Alan (ha)	Doğala yakınlık	Shannon Zenginlik indisi	Tür sayısı
Adalet Parkı	2,50	0,53	1,79	6
Ahmet Taner Kışlalı Parkı	2,60	0,34	1,39	4
Botanik Parkı	6,37	0,58	1,50	6,50
Seymenler Parkı	6,60	0,90	0,69	2
Kurtuluş Parkı	11,46	0,38	2,56	13
Dikmen Vadisi	49,41	0,35	2,38	12
Anıtkabir	61,95	0,39	1,95	7



Şekil 66. e-bird verilerinin bulunduğu kentsel yeşil alanlar

Şekil 67’de e-bird verilerine ilişkin genel bir değerlendirme sunulmuştur. Tablo 16’da gösterildiği gibi hem alan büyüklüğü bakımından hem doğala yakınlık bakımından diğer alanlardan yüksek değerlere sahip olan Anıtkabir’in zenginliğinin düşük çıkmasının nedeni kuş gözlemcilerinin gözlem sıklıkları ile ilişkilidir. Gözlemciler, Kurtuluş Parkı, Dikmen Vadisi ve Botanik Parkı gibi çekici parkları daha sık kullanmaktadır.



Şekil 67. e- bird kuş veritabanı verilerinin değerlendirilmesi



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Alan büyüklüğü, olgun/yaşlı bitki varlığı, doğallık ve bitki örtüsü zenginliği yaşam ortamı sağlama hizmetinin performansında etkili parametrelerdir.
- Geniş çim yüzeylere sahip parklarda çeşitlilik düşüktür. Bu nedenle **gübre, su gibi çok kaynak tüketen çim yerine doğal bitki örtüsünde bulunan türler tercih edilmelidir.**
- Yapay da olsa parklardaki su yapılarının kuş türleri üzerinde olumlu etkisi vardır. Arazi çalışmasını yapan gözlemciler, kuşların sığ su birikintilerini yıkanmak için kullandıklarını belirtmiştir. **Peyzaj tasarımlarında bazı parklarda su yüzeylerine yer verilmesi önemlidir.**
- Yaban yaşamının kentsel alanları nasıl kullandığının, nereleri tercih ettiklerinin izlenmesi ekosistemlerin durumları hakkında bilgi sağlayacaktır. Bu nedenle **vatandaşlık bilimi özendirilmeli ve kent parklarında düzenli izleme yapılmalıdır.** Doğa Koruma Merkezi'nin ODTÜ'de gerçekleştirdiği Tür Say! etkinliği bu konuda örnek bir çalışmadır. Bu etkinlik kentlilerin ve bilim insanlarının katılımıyla gerçekleşen bir vatandaş-bilim etkinliğidir. 2019 Mayıs ayında yapılan ve yaklaşık 10 saat süren etkinlikte 424 taksondan (157'si cins düzeyinde, 267 'si tür düzeyinde) tür kaydedilmiştir (DKM, 2019)
- **Doğal bitki örtüsünün park ve bahçelerde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.** Parkların doğallığını arttırmak için İç Anadolu'ya özgü bitki türleri tercih edilmeli, tür çeşitliliği ile beraber yapısal çeşitliliğe de dikkat edilmelidir. Bu açıdan doğal alanların ve kentteki eski parkların korunması çok önemlidir.

7

KENTSEL EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN BELİRLİ YEŞİL ALANLAR ÖZELİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Önceki bölümlerde, ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi mahalleler ve birim kareler üzerinden ve yeşil altyapı sistemini oluşturan bileşenlerin karakteristik farkları gözlemlenmeden yapılmıştır. Yani doğal alanlar (orman, bozkır vb.) ve kentsel yeşil alanlar (park, bahçe vb.) birlikte ele alınmış hizmet sağlayıcı unsurların dağılımı ibrelili- yapraklı ağaçlar, bozkırlar vb. 500 x 500 m’lik kareler bazında veya mahalleler bazında değerlendirilmiştir. Bu haritalama pratiği mekânsal planlamada kullanılan idari sınırlara karşılık gelmesi veya sistematik dağılımı (kareler) göstermesi nedeniyle gereklidir.

İkinci bölümde bahsedilen yeşil altyapı tipolojileri, mülkiyet, doğallık, büyüklük vb. özelliklere göre gruplanabilir. Gruplama kriterleri değişse de sistemi oluşturan bileşenler farklı karakteristik özellikler göstermektedir. Büyüklük ve form gibi nicel özellikler, doğallık ve çeşitlilik gibi kalite parametreleri bu özelliklerden bazılarıdır. Bu bölümde yeşil altyapı sisteminin bazı bileşenlerinin hizmet performansı değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirme hem referans oluşturmaya hem de doğal alanlar ve kentsel yeşil alanlar arasındaki hizmet performansı arasındaki farkı ortaya koymaya nedeniyle önemlidir. Bu karşılaştırma, ekosistem hizmetlerinin yönetiminde dikkat edilmesi gereken konuları ortaya koymaktadır. Ayrıca belirli hizmetlerin iyileştirilmesi konusunda da yol gösterici olacaktır.

Çankaya’da farklı büyüklüklerde ve farklı dönemlerde tesis edilmiş olan çok sayıda park bulunmaktadır. Bu bölümde bu parkların farklı karakteristik özelliklerinin ekosistem hizmetlerini nasıl etkilediği değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeyi tüm parklar için yapmak mümkün olmayacağından kentsel yeşil alan kategorisinde yaşam ortamı sağlama hizmetinin değerlendirilmesinde kullanılan parklar seçilmiştir. Doğal alanlar altındaysa doğallığını korumuş belirgin büyüklükteki tüm doğal alanlar değerlendirme altına alınmıştır (Tablo 17).

Tablo 17’de sunulan hizmetlerden “Havayı temizleme”, “Sel taşkın önleme” ve “Karbon tutma” kolonlarında hesaplanan rakamlar ilçedeki toplam hizmet sağlama yüzdesini göstermektedir. “Yerel iklimin düzenlenmesi” hizmeti kolonunda alanın ortalama sıcaklığı kategorik gösterilmiştir. En yüksek puanı alan alanlar en düşük sıcaklığa sahiptir. Rekreasyon hizmeti hesaplarında aktivite sayısı, büyüklük ve erişilebilirlik değerlendirilmiştir. Yaşam ortamı sağlama kolonunda büyüklük, doğallık, çeşitlilik, olgunluk (yaş), nadirlik ve su varlığı değerlendirilmiştir. Tüm hesaplamalarda önceki bölümlerde açıklanan yöntemler/skalalar kullanılmıştır. Ancak hizmetlerin karşılaştırılmasında farklı skalaların görsel olarak anlaşılması güç olacağından tüm değerler aynı skalaya (0-100) normalize edilmiştir.

Tablo 17. Belirli doğal ve kentsel yeşil alanların sundukları ekosistem hizmetleri

Ad	Mahalleler
Bademlidere	BADEMLİDERE, İMRAHOR, KIRKKONAKLAR
Bilkent Yerleşkesi	ÜNİVERSİTELER
Hacettepe Yerleşkesi	ÜNİVERSİTELER
İmrahor Vadisi	MÜHYE, İMRAHOR
ODTÜ Yerleşkesi	ÜNİVERSİTELER, AHLATLIBEL, OR-AN
50.Yıl	ELLİNCİYIL
Ahmed Arif Parkı	ÖVEÇLER
Çalgan	ALACAATLI
Dikmen Vadisi	İLKADIM, AYRANCI, GÜZELTEPE, YILDIZEVLER
Emin Sarıkaya	KORU
Kurtuluş Parkı	FİDANLIK
Muharrem Dalkılıç Koşu Yolu	AHMET TANER KIŞLALI
Muharrem Kaleli	ATA
Münzeviler	ERTUĞRUL GAZİ
Portakal Çiçeği	AZİZİYE

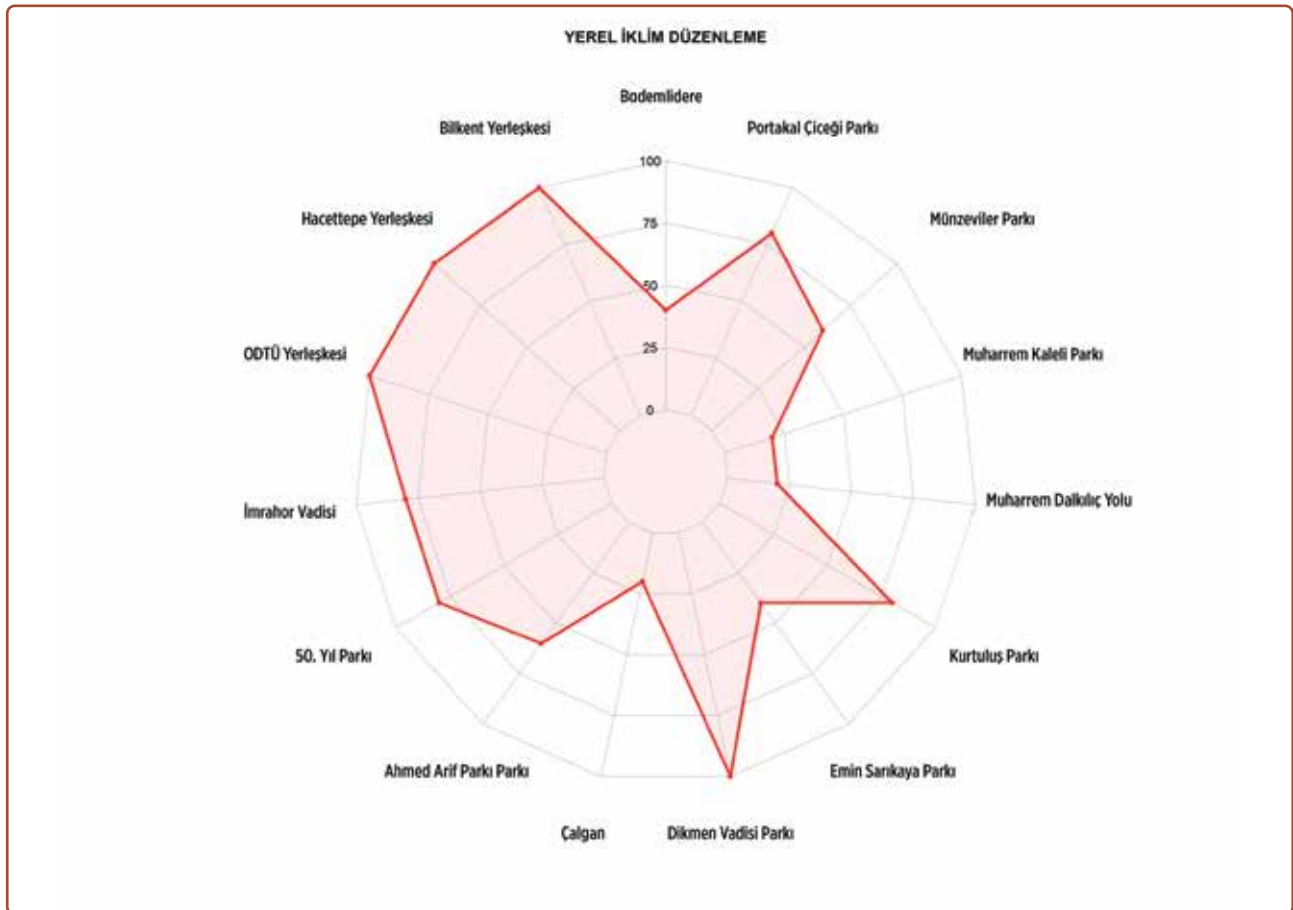
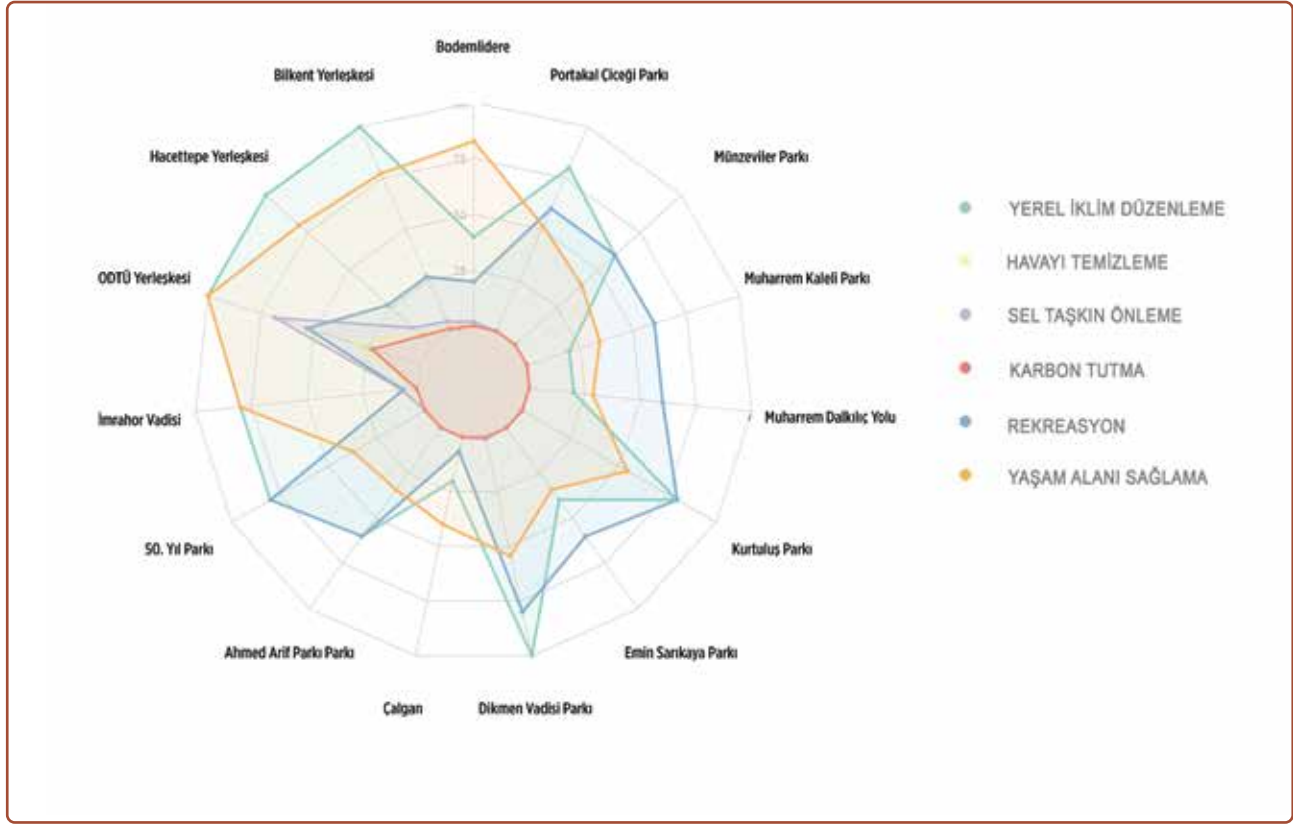
* Yüzey sıcaklığı performansı (0-100): Değerlendirilen alanlar için ortalama yüzey sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Minimum yüzey sıcaklığı 100 kabul edilmiş ve artan sıcaklık azalan değerlerle gösterilmiştir.

** Rekreasyon performansı (0-100): Aktivite sayısı, büyüklük ve erişilebilirlik değerlendirilmiştir. Her kriter için maksimum değerleri 100 kabul edilmiş ve ortalamaları alınmıştır.

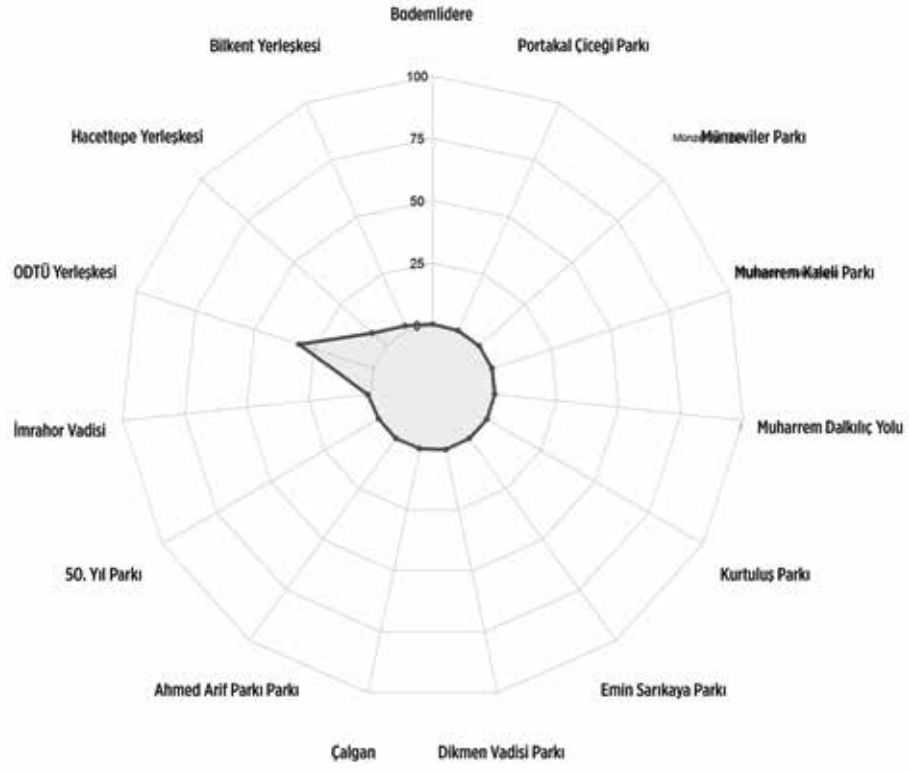
*** Yaşam ortamı sağlama performansı (0-100): Büyüklük, doğallık, çeşitlilik, olgunluk (yaş), nadirlik ve su varlığı değerlendirilmiştir. Her kriter için maksimum değerleri 100 kabul edilmiş ve ortalamaları alınmıştır.

Tipi	Yerel İklim Düzenleme*	Havayı Temizleme (%)	Sel Taşkın Önleme (%)	Karbon Tutma (%)	Rekreasyon**	Yaşam Ortamı Sağlama***
Doğal	40	0,40	2,13	0,34	20,00	82,86
Doğal	100	2,10	4,75	1,29	26,67	77,14
Doğal	100	7,59	11,41	6,14	26,67	80,00
Doğal	80	1,17	7,20	0,85	6,67	80,00
Doğal	100	31,26	68,46	22,82	53,33	100,00
Kentsel	80	0,06	0,10	0,02	80,00	37,14
Kentsel	60	0,01	0,03	0,00	60,00	34,29
Kentsel	20	0,02	0,10	0,02	6,67	40,00
Kentsel	100	0,43	0,94	0,16	80,00	54,29
Kentsel	40	0,02	0,02	0,01	60,00	34,29
Kentsel	80	0,12	0,14	0,03	80,00	54,29
Kentsel	20	0,00	0,02	0,00	60,00	28,57
Kentsel	20	0.01	0.02	0.00	60,00	34,29
Kentsel	60	0.02	0.02	0.01	60,00	40,00
Kentsel	80	0.04	0.11	0.02	60,00	51,43

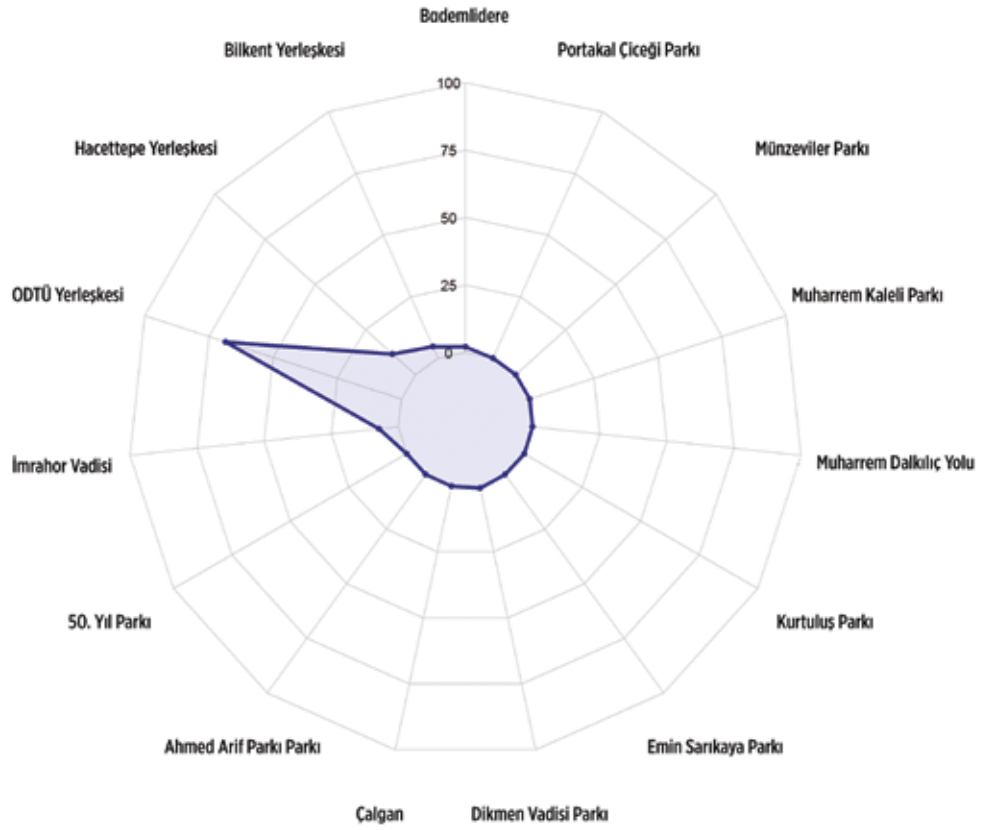
Şekil 68’de tüm alanların radar grafik yardımıyla her bir ekosistem hizmeti için nasıl farklılaştığı gösterilmiştir. ODTÜ yerleşkesi hem alan büyüklüğü hem de habitat çeşitliliği nedeniyle tüm hizmetlerin en yüksek performans gösterdiği alan olmuştur.



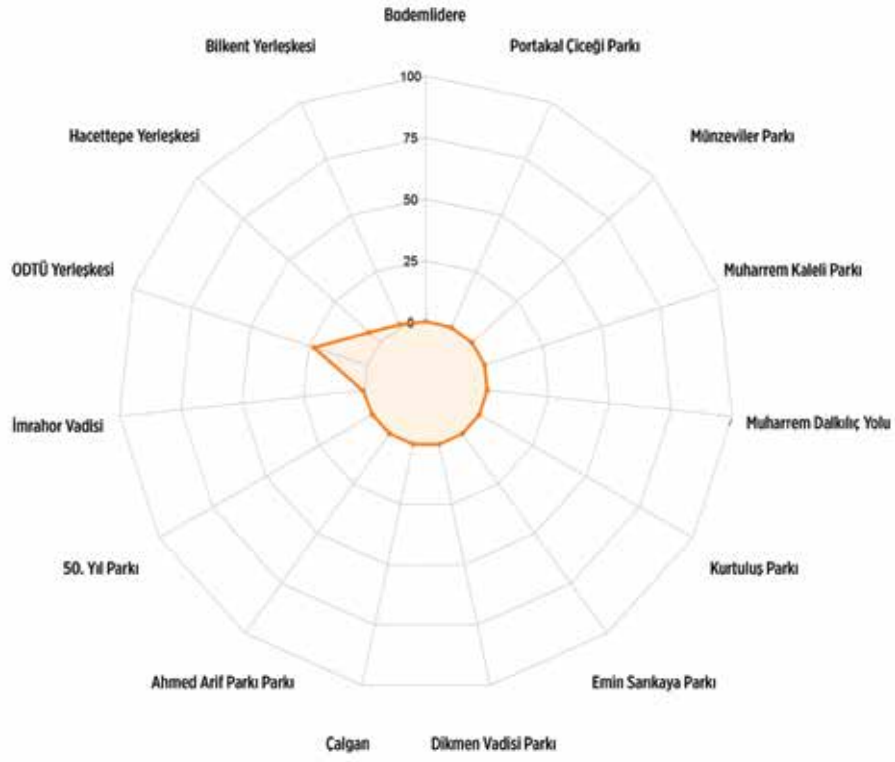
HAVAYI TEMİZLEME



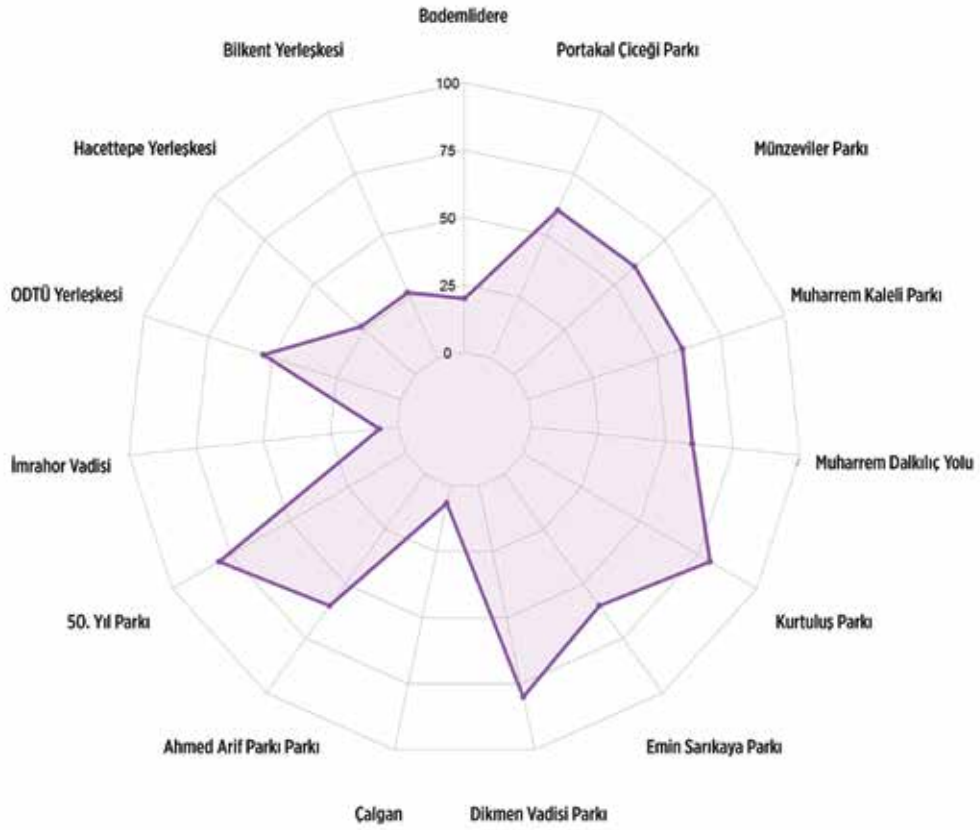
SEL TAŞKIN ÖNLEME

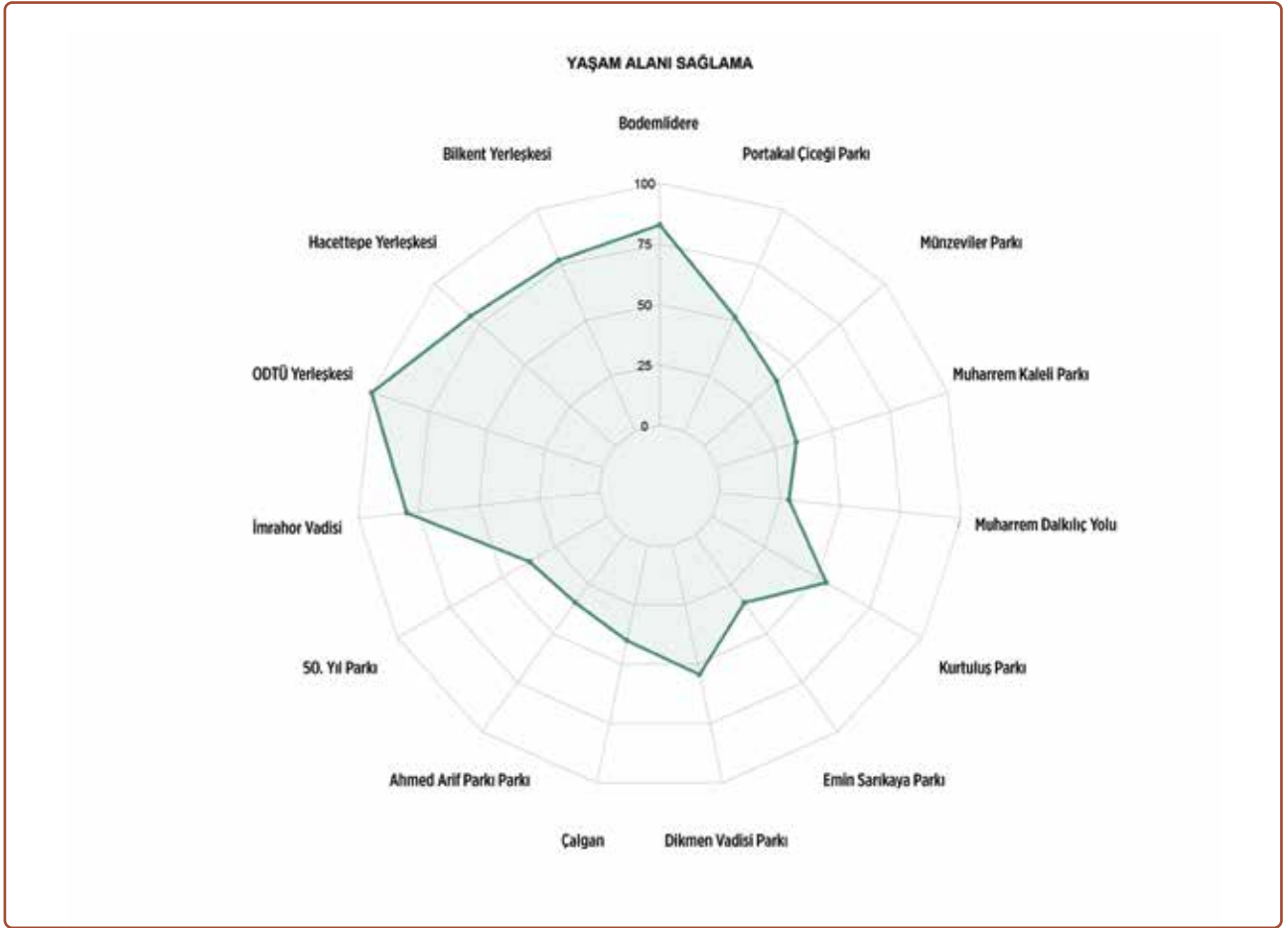


KARBON TUTMA



REKREASYON

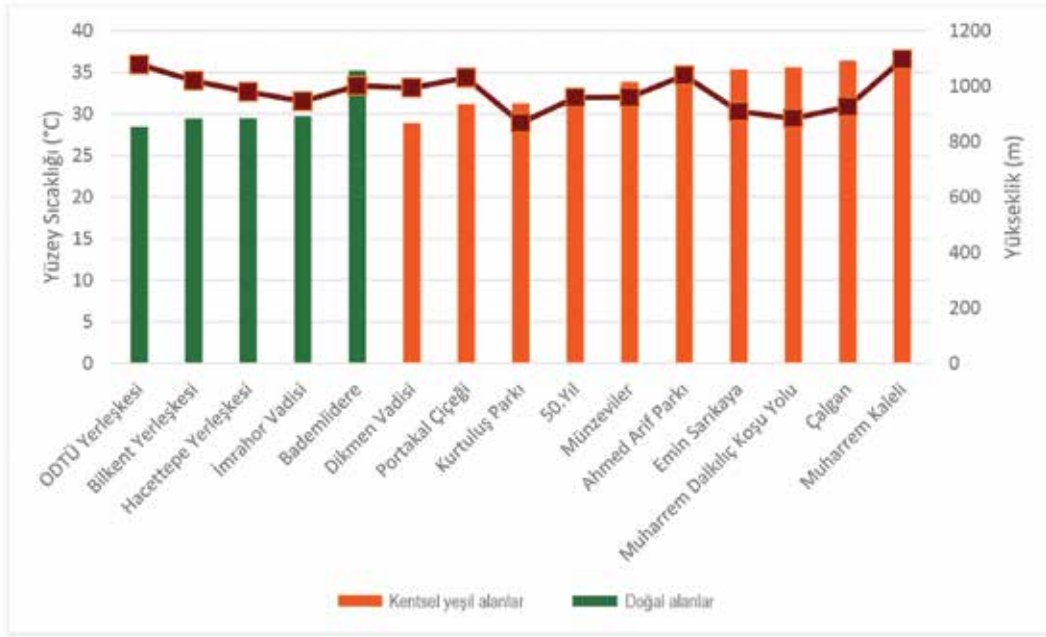




Şekil 68. Belirli alanların sunduğu ekosistem hizmetlerinin karşılaştırılması grafikleri

7.1. Düzenleyici Hizmetler

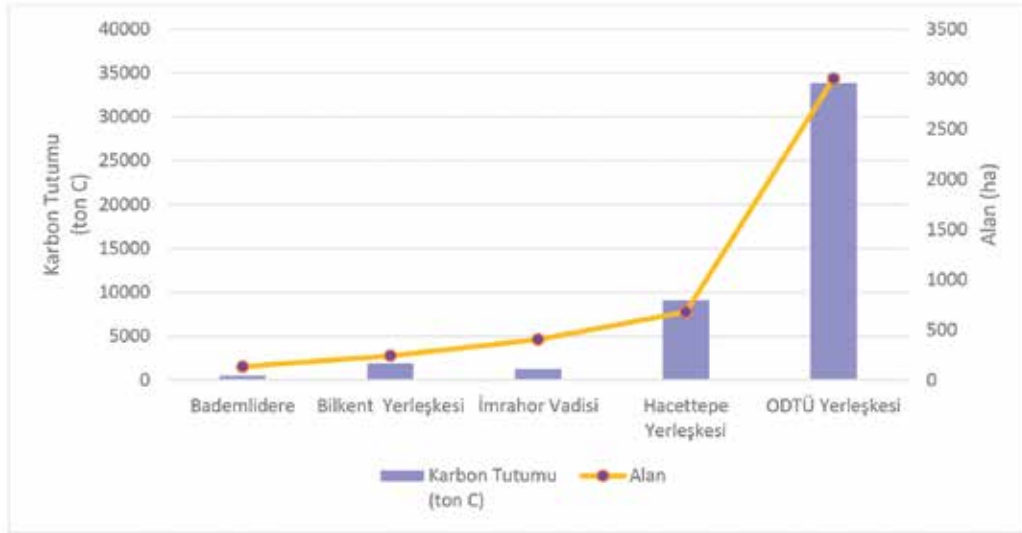
Değerlendirilen alanlar için rakım 866 - 1.096 m arasında değişmektedir. Kentsel ısı adası etkisi ihmal edilirse sıcaklık ve yükseklik arasındaki ilişki gereğince sıcaklık her 200 metrede 1°C azalmalıdır. Bu nedenle, değerlendirilen alanlar arasında konumu gereği en yüksek sıcaklığa sahip yeşil alan, en düşük rakımda bulunan Kurtuluş Parkı olmalıdır. Kurtuluş Parkı'nın ayrıca ilçe merkezindeki konumu gereği de sıcak olması beklenirken, **geniş taç yapısına sahip yaşlı ağaçların varlığı nedeniyle Kurtuluş Parkı karşılaştırılan alanlar arasında beklenenden çok daha düşük bir sıcaklığa sahiptir.** Ayrıca parkın büyüklüğü de ısıнын dengelenmesinde başarıyı artırmıştır. Yüzölçümleri küçük olan Muharrem Kaleli, Muharrem Dalkılıç, Emin Sarıkaya gibi parklarda bu nedenle performans düşüktür. **Doğal alanlar arasında ODTÜ yerleşkesi, kentsel yeşil alanlar içinde de Dikmen Vadisi yerel iklimin düzenlenmesinde en yüksek performansı gösteren alanlardır** (Şekil 69).



Şekil 69. Yüzey sıcaklığı (Yeşil kutular doğal alanları, turuncu kutular kentsel yeşil alanları gösterir. Bordo çizgi rakım bilgisini vermektedir)

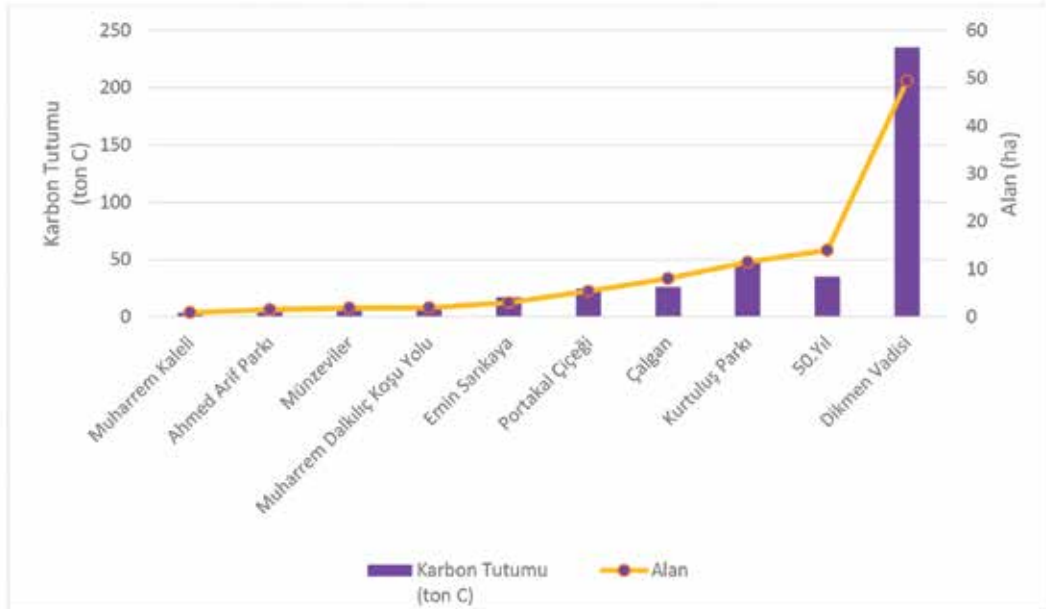
Havanın temizlenmesi, karbon tutumu ve sel-taşkın önleme hizmetleri iki faktörle korelasyon göstermektedir: **(1) Alanda bulundan ağaç varlığı, (2) Alan büyüklüğü.** Elbetteki alan büyüklüğü arttıkça sahip olduğu bitki örtüsü de artacak ve bu artış hizmet performansını olumlu yönde etkileyecektir. Bu nedenle her üç hizmet için de **doğal alanlar, kentsel yeşil alanlardan çok daha yüksek miktarda hizmet sağlamaktadır.** Benzer trendler gösterdiği için hizmet performansı değerlendirilmesinde karbon tutumu hizmetinin nasıl karşılandığı doğal alanlar (Şekil 70) ve kentsel alanlar (Şekil 71) için bar grafiklerle gösterilmiştir. Grafiklerin y eksenlerinin en yüksek değerleri farkın büyüklüğünü ortaya koymaktadır.

İmrahor Vadisi, farklı bir ekosisteme sahip olması nedeniyle diğer doğal alanlardan daha düşük performans göstermektedir. **ODTÜ yerleşkesi ilçede en çok partikülü (hava temizleme) ve en çok karbonu tutan alandır. Sel-taşkın kontrolünde de en yüksek paya sahip alan burasıdır.**



Şekil 70. Doğal alanların karbon tutumu hizmeti

Doğal alanlarda görülen alansal ilişkiyi kentsel yeşil alanlarda yakalamak mümkün değildir. Çünkü **parkın yaşı** (kuruluş yılı) ağaçların gövde hacmini, taç yüksekliğini ve kapallılığını etkilemektedir. Diğer bir etken ise benzer büyüklüklere ve aynı yaşlara sahip parklardaki **yeşil alan miktarıdır**. Örneğin; benzer kuruluş yıllarına sahip 50. Yıl Parkı ve Kurtuluş Parkı bu bağlamda karşılaştırıldığında 50. Yıl Parkı'nın çok daha az hizmet sağladığı görülmektedir. Bunun nedeni 50. Yıl Parkı'nın çok daha geniş yapısal yüzeylere sahip olmasıyla açıklanabilir. **Ağaç varlığı ve park büyüklüğü gibi nedenlerle kentsel yeşil alanlar arasında en yüksek hizmet sağlayan park Dikmen Vadisi'dir.**

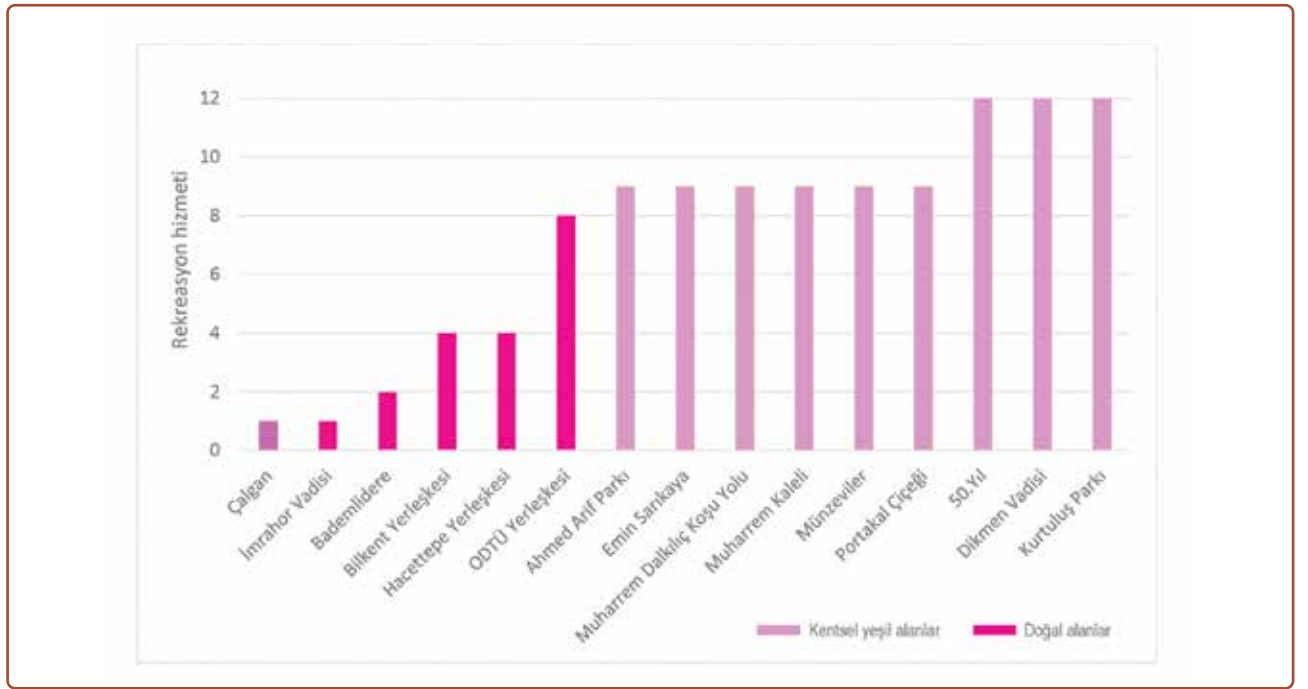


Şekil 71. Kentsel yeşil alanların karbon tutumu hizmeti

7.2. Kültürel Hizmetler

Rekreasyon hizmetinin değerlendirilmesinde alanların erişilebilirlik puanları, kullanıcıların farklı aktiviteler yapmasına olanak tanıması (spor sahası, oyun alanı, kondisyon aleti, bisiklet yolu vb.) ve alanın kamusal (parklar ve doğal alanlar), yarı kamusal (yerleşkeler) ya da özel (Çalgan) olması puanlanmıştır. Nihai değerlendirme Şekil 72'deki gibidir. **Kurtuluş, Dikmen Vadisi ve 50. Yıl parkları rekreasyon hizmeti sunma açısından en yüksek puanı almıştır.** Araştırılan hizmetler kapsamında kentsel yeşil alanların performans açısından öne çıktığı tek hizmet rekreasyon hizmetidir. Bunların nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

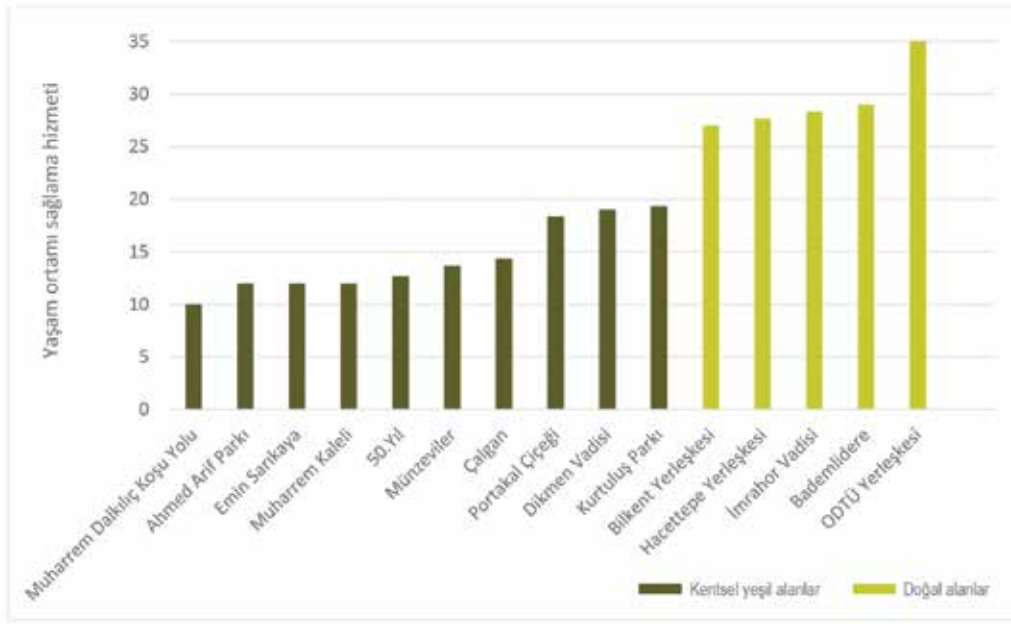
- Doğal alanların yerleşim alanlarına olan mesafeleri (Örneğin; İmrahor Vadisi)
- Doğal alanların kullanıcı kısıtları (Üniversite yerleşkeleri)
- Doğal alanlardaki güvenlik sorunu (Bademlidere'deki sahipsiz köpekler ve farklı kullanıcılar)



Şekil 72. Rekreasyon hizmetinin değerlendirilmesi (Koyu renkli sütunlar doğal alanları, açık renki sütunlar kentsel yeşil alanları göstermektedir.)

7.3. Destekleyici Hizmetler

Yaşam ortamı sağlama hizmetinin değerlendirilmesinde bitki örtüsünün doğallığı ve çeşitliliği, gelişme periyodu, nadirlik, su varlığı gibi kriterleri gözetken uzman görüşleri kullanılmıştır. **Doğal alanlar barındırdıkları farklı ekosistemler ve alan büyüklükleri ile en fazla yaşam ortamı sağlayan alanlardır (ODTÜ, Hacettepe ve Bilkent Üniversiteleri). Kentsel yeşil alanlar içinde Dikmen Vadisi, Kurtuluş Parkı ve Portakal Çiçeği Parkı en yüksek hizmeti sağlayan alanlardır (Şekil 73).** Bu parkların kuruluş tarihlerinin de görece eski oluşu bitkisel kompozisyonun tabakalaşmasına ve farklı türler için cazip hale gelmesine olanak tanımıştır.



Şekil 73. Yaşam ortamı hizmetinin değerlendirilmesi (Açık yeşil sütunlar doğal alanları, koyu yeşil sütunlar kentsel yeşil alanları göstermektedir.)



ÇANKAYA ÖLÇEĞİNDE ÖNE ÇIKAN HUSUSLAR VE YEREL YÖNETİMLERE ÖNERİLER

- Doğal alanların ilçe için sağladığı ekosistem hizmetlerinin niceliğine kent parklarıyla ulaşmak oldukça güçtür. **Bu nedenle doğal alanlardaki kentleşme baskısı engellenmelidir.** Bademlidere ve İmrahor Vadisi gibi kentsel yerleşme alanının çeperinde bulunan alanlardaki baskı iyi yönetilmeli, alınacak kararlarda bu alanların sağladığı ekosistem hizmetlerinin nasıl, ne kadar maliyetle, kimler tarafından karşılanacağı düşünülmelidir.
- Üniversite yerleşkelerindeki doğal alanlar özellikle de ağaçlandırma ile kazanılmış ormanlar kent için vazgeçilmez ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Özellikle ODTÜ yerleşkesi büyüklüğü ve farklı tipteki habitatları barındırması nedeniyle Çankaya ilçesi için en önemli hizmet sağlayıcısı konumundadır. **Doğal alanların habitat bütünlüğünün korunması, yol gibi habitatı parçalayıcı yatırımlardan korunması önemlidir.** Bu alanlardan sağlanan ekosistem hizmetlerinin devamlılığı ve kalitesi, ekosistemlerin bütünlüğünün korunmasına bağlıdır.
- Ankara'nın iklim değişikliği nedeniyle iki farklı uçta sorunla yüzleşmesi beklenmektedir; **kuraklık ve şiddetli ani yağışlar.** Her iki sorunla baş etmek için yeşil altyapının iyi planlanması ve yönetilmesi gereklidir. **Yeşil altyapı planı geliştirilmeli, yeşil dokunun bağlantısının geliştirilmesi gereken veya restore edilmesi gereken kırılğan noktalar belirlenmelidir.** Yeşil çatılar, yeşil duvarlar, yol ağaçlandırmaları hatta balkon bahçelerinin iyileştirme de sağlayacakları tekil katkılar önemslenmeli; bu unsurlar ödüller, vergi indirimleri ve teşvik mekanizmalarıyla özendirilmelidir. Öte yandan mevcut park ve bahçeler de iklim değişikliğine dirençli hale getirilmelidir. 2007 yılı yaz döneminde park ve bahçelerde ciddi kurumalar yaşanmış, bitki örtüsünde geniş ölçekli kayıplar meydana gelmiştir. **İthal bitkilere dayalı, geniş çim alanlara yer veren klasik peyzaj tasarımı yaklaşımı değişmiştir.** Böylesi bir durumda kentsel yeşil alanların onlardan beklenen ekosistem hizmetlerini sağlaması mümkün olmayacaktır. Bu nedenle hem kentsel yeşil alanların canlılığı hem de onlardan beklenen hizmetlerin devamlılığı için bitkisel doku güçlendirilmelidir. Bunun için de yine doğayı örnek almak gereklidir. Yüzyıllardır doğada kuraklık gibi

doğal afetlerle başatmış **doğal bitki örtüsünde bulunan türlerin kentsel yeşil alanlarda yaygınlaştırılması iklim değışikliğıne uyumlu kentsel peyzajların oluşumuna katkı sağlar**. Ayrıca bu alanlarda biyolojik çeşitliliğı artırmak da temel strateji olmalıdır. Böylece kuraklık, böcek istilası gibi kriz durumlarında bazı türler yok olsa da ekosistem bütünlüğü bozulmayacak, diğler türler hizmet sağlamaya devam edecektir.

■ **Kent ormanları yeşil altyapının can damarıdır.** Dünyada bir çok kentte özellikle su veya karbon odaklı ağaçlandırma seferberlikleri başlatılmıştır. Aşağıda bazı örnekler sunulmuştur. Benzer kampanyaların yapılması önemlidir. Ancak yerelleştirme, iletişim, uygulama gibi farklı boyutlar düşünöldüğünde böyle bir sorumluluğı tek başına yerel yönetimlere yüklememek gerekir. Kentlerde üniversiteler, STK'lar, vatandaşlar ve bakanlıkların desteklediğı ağaçlandırma seferberlikleri başlatılmalıdır. Aslında günümüzde ilçeye pek çok hizmet sağlayan ODTÜ ormanının da böylesi bir seferberlikle kazanılmış bir alan olduğı hatırlanmalıdır.

- New York; 2008 yılında başlatılan program, 10 yıllık süre zarfında 1 milyon ağacı hedeflemektedir.
- Seattle; 2007 yılında başlatılan program, 30 yıllık süre zarfında 650 bin ağacı hedeflemektedir.
- Sacramento; 2005 yılında başlatılan program, 20 yıllık süre zarfında 5 milyon ağacı hedeflemektedir.
- Londra; 2016 yılında başlayan program 2050 yılına kadar kentin bitkisel dokusunu %10 artırmayı hedeflemektedir. Bugüne kadar 280 bin ağaç dikilmiştir.
- Melbourne; 2040 yılına kadar ağaç kapallılığını iki katına çıkarmayı amaçlar.
- Sydney; ağaç kapallılığını 2030 yılına kadar %50, 2050 yılına kadar %75 artırmayı hedeflemiştir.
- Singapur; 2020 yılında başlayan program 10 yıllık süre süre zarfında 1 milyon ağacı hedeflemektedir.

■ **Ağaçlar, yerel iklimin düzenlenmesinden hava kirliliğinin önlenmesine, yağış suyunun düzenlenmesinden estetik katkılara kadar pek çok fayda sağlamaktadır.** Bu nedenle kentsel yapılaşma alanında mevcut ağaçların korunması (kentsel yenileme bölgelerinde ağaç envanteri tutulmalıdır), yeni ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmalarında doğal bitki örtüsünde bulunan

karaçam (*Pinus nigra*), meşe türleri (tüylü meşe (*Quercus pubescens*), saçlı meşe (*Quercus cerris*)), alıç (*Crataegus orientalis*, *Crataegus monogyna*) ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), badem, mahlep gibi türlerin kullanılması önemlidir.

■ **Çalılar ve küçük ağaçlar** hem bitki örtüsü çeşitliliğini artırmakta hem de oluşturdıkları diri örtü katmanı **toprak nemini tutmakta, erozyon riskini azaltmaktadır**. Pek çok hayvan türü çalıları beslenmek, üremek ve barınmak için kullanır. Bu nedenle bozkır florasında bulunan çalılar daha yaygın olarak kentsel alanda kullanılmalıdır. Bu türlerden bazıları: patlangaç (*Colutea cilicica*), dağ muşmulası (*Cotoneaster numularia*), tüylü kartopu (*Viburnum lantana*), sumak (*Rhus coriaria*), kadın tuzluğu (*Berberis crataegina*), katır tırnağı (*Genista sessilifolia*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), kuşburnu (*Rosa canina*) olarak sıralanabilir (Dilaver, 2014).

■ **Bozkır florası çok zengin tek yıllık ve/veya çok yıllık otsu** türleri barındırır. Renk, doku, form gibi özellikleri nedeniyle süs bitkisi olarak da kullanım potansiyeline sahip pek çok tür değerlendirilmemektedir. **Bu bitkilerin kültüre alınmaları ve üretilmeleri hem yerel ekonomiyi canlandıracak hem de koruma çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Bozkır florasına endemik:** angora tırfılı (*Cytisus acutangulus*), Beypazarı geveni (*Astragalus beypazaricus*), Türk kayagülü (*Aethionema turcicum*), gürsöğüt geveni (*Astragalus yildirimlii*), öldürge (*Anabasis aphylla*), ana kardiken (*Acantholimon anatolicum*), bey sümbülü (*Muscari adillii*), koca soda (*Salsola grandis*), mermer sığırkuyruğu (*Verbascum gypsicola*), koçhisar geveni (*Astragalus demirizii*), er geveni (*Astragalus bozakmanii*), ayaş gümüşü (*Astragalus densifolius*), zarif tükrükotu (*Ornithogalum demirizianum*), karaca fiği (*Vicia parvula*), yanardöner (*Cyanus tchihatcheffii*), mor kıskıs (*Crepis purpurea*), koçak geveni (*Astragalus kochakii*), Ayaş çançiçeği (*Campanula damboldtiana*), Nallıhan değneği (*Asyneuma linifolium*), kırk tıstı (*Minuartia corymbulosa*), has nakıl (*Silene cserei*), bodur kızan (*Cousinia humilis*), tuğ geveni (*Astragalus trichostigma*), yer kuduzotu (*Limonium anatolicum*), ekim çanı (*Campanula ekimiana*) (Eker vd., 2015) **gibi türlerle tasarlanmış yeşil alanlar turizm ve rekreasyon potansiyelini artırabilir.**

■ **Yer örtücü nitelikleri nedeniyle çim yerine kullanılabilecek yaygın otsu türlerden bazıları da** ayrikotu (*Agropyron sp.*), geven (*Astragalus sp.*), sorguçotu (*Stipa sp.*), üzerlik (*Peganum harmala*), yabani arpa (*Hordeum sp.*), püsküllü brom (*Bromus sp.*), yavşan otu (*Artemisia sp.*), gelincik (*Papaver sp.*), papatya (*Anthemis sp.*, *Matricaria sp.*, *Tanacetum sp.*, *Tripleurospermum sp.*),

hatmi (*Alcea L.*, *Althaea sp.*), kekik (*Thymus sp.*), sütleğen (*Euphorbia sp.*), ballıbaba (*Lamium sp.*), sıgırkuyruğu (*Verbascum sp.*) olarak sıralanabilir (Vural, 2004; 2014, Dilaver 2014).

- Çim baskıya en dayanıklı türdür bu nedenle spor, oyun, toplanma alanı gibi alanlarda kullanılması kaçınılmazdır. Ancak insan kullanımının hiç olmadığı refüjlerde bile çim kullanılıyor olması değiştirilmesi gereken bir yaklaşımdır. Bu alanlarda yukarıda sayılan çalı ve otsu türlerin kullanımı hem **sulama, bakım gibi maliyetleri azaltır hem de ekosistem hizmetlerinin performansını artırır.**
- **Park ve bahçelerde yapılı alan miktarları azaltılmalıdır.** Özellikle yürüyüş yolu, çocuk parkı gibi döşeme yapılarının tasarlanması gerektiği durumlarda suyun emilimine izin veren agrega, çakıl gibi doğal malzemeler veya geçirimli beton gibi malzemeler kullanılmalıdır. **Yapısal yüzeyler yağış suyunu yakalayıp toprağa yönlendirecek şekilde düzenlenmelidir. Yağmur bahçeleri, su hasatı teknikleri parklarda denenmelidir.**
- Ekosistem hizmetlerinin haritalanmasında ve hesaplanmasında veri kalitesi önemlidir. Bu çalışma 10 metre çözünürlükte üretilen altlık haritalar kullanılarak tamamlanmıştır. Bu çözünürlük mevcut koşullarda elde edebileceğimiz en yüksek çözünürlüktür. Ancak bunun iyileştirilmesi özellikle **tür ve birey bazında bitkisel envanterin geliştirilmesi hesaplamaların kalitesini ve doğruluğunu artıracaktır.** Pek çok dünya kenti **ağaç veri tabanlarını** oluşturmuş ve vatandaşlık bilimini kullanarak tek tek tüm ağaçlarını kayıt altına almıştır. **i-tree** (<https://www.itreetools.org/>) veritabanı bu bağlamda yaygın olarak kullanılmaktadır.
- **Doğa tabanlı uygulamalarda uyarlanabilir (adaptif) yönetim temel yaklaşımdır.** Yapılan herhangi bir müdahalenin beklenen hizmeti sağlayıp sağlamadığı, neyin doğru neyin yanlış yapıldığı programlı **izleme** olmadan değerlendirilemez. Bu nedenle yine vatandaşlık biliminden faydalanılarak yeşil altyapının farklı bileşenlerini kapsayan izleme programları oluşturulmalı, ekosistemlerin durumları ve sağladıkları hizmetler farklı biyolojik çeşitlilik göstergeleri kullanılarak izlenmelidir.

8

SONUÇ

Kentlerde, insan faaliyetlerinden kaynaklı (antropojenik) baskı hem insanların hayat kalitesini düşürmekte hem de insanların kent yaşamını paylaştığı bütün canlıları, kentsel biyolojik çeşitliliği ve ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Ekosistem hizmetlerinin haritalanması, ekosistemlerin insan refahına nasıl katkıda bulunduğunu anlamak ve doğal kaynaklar üzerinde etkisi olan politikaları desteklemek için gereklidir. Bu doğrultuda Avrupa ölçeğinde kentlerdeki doğanın öneminin ortaya çıkarılması ve korunması amacıyla görece yeni sayılabilecek politikalar üretilmeye başlanmıştır. Örneğin; AB Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi (2020) ile, Avrupa Birliği'ne Üye Devletler 2014 yılına kadar ekosistemleri ve onların sunduğu hizmetleri ulusal düzeyde haritalamaya ve değerlendirmeye davet edilmiştir. Ayrıca, bu çalışmalar kapsamında ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin de belirlenmesi ve bu değerlerin AB ve ulusal düzeydeki muhasebe ve raporlama sistemlerine entegrasyonunun 2020 yılına kadar teşvik edilmesi tavsiye edilmiştir (AB Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi 2020, Hedef 2, Eylem 5).

Bununla birlikte 2013 yılında, Ekosistemlerin ve Hizmetlerinin Haritalanması ve Değerlendirilmesi (MAES) konusunda bir AB girişimi başlatılmış ve Üye Devletler, bilim insanları ve ilgili paydaşlarla özel bir çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu çalışma grubu ile ilk olarak, tutarlı yaklaşımların sağlanması amacıyla AB ve Üye Devletler tarafından uygulanacak analitik çerçeve/yöntem geliştirilmiştir. 2014 yılında ise ekosistem hizmetlerini haritalamak ve değerlendirmek için Avrupa ve Üye Devletler düzeyinde kullanılabilecek göstergeler öneren ikinci bir teknik rapor yayımlanmıştır. Göstergeler ana ekosistemler (tarım, orman, tatlı su ve deniz) için önerilmiştir. Kentsel ekosistemler ilk pilot çalışmalarda dikkate alınmamış, ancak ikinci aşamada yeni bir pilot çalışma olarak MAES tarafından önerilmiştir. Önerinin nedeni olarak da OECD'nin (Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü) bir raporunda; 2010 yılında kentsel alanlarda yaklaşık 320 milyon insan yaşadığını, bunun Avrupa nüfusunun %65'ini oluşturduğunu ve bu oranın artmasının beklendiğini belirtmesi gösterilmiştir. OECD gibi BM ve Avrupa Birliği Avrupa Komisyonu da bu sayının artmasını beklediklerini çeşitli raporlarında gündeme getirmektedir. Kentlerde nüfus yoğunluğunun yüksek olması ve giderek artacak olması; doğa temelli rekreasyon, yerel iklimin düzenlenmesi veya temiz hava sağlama gibi ekosistem hizmetlerine olan talebi arttırmaktadır ve arttırmaya da devam edecektir. Bu noktada, kentlerde yeşil altyapı çözümleri kritik bir rol üstlenmektedir. Yeşil altyapı; temiz hava sağlayarak, yağmur suyunu kullanmak suretiyle su depolama kapasitesini artırarak ve yerel gıda üretimini destekleyerek kentlerde insanların yaşam kalitesini arttırmaktadır. Ayrıca yeşil altyapı enerji talebini ve su tüketimini azaltarak şehirlerin çevresel sorunlarını azaltabilecektir. Bu nedenle, kentlerin sürdürülebilir bir şekilde gelişmesini sağlamak için ekosistem hizmetleri kentsel planlama ve politikaya daha sistematik biçimde dahil edilmelidir. (Rocha, 2015)

Türkiye'de şehirler, iklim değişikliği ile ilgili ve diğer çevresel sorunların en çok yaşandığı yerler olmakla birlikte doğru planlamayla çözümün parçası olacak potansiyele de sahiptirler. Şehirlerde yeşil alanlar ve doğal alanlar sundukları ekosistem hizmetleri ile bu sorunlara çözüm olabilecek ve aynı zamanda şehirlerde yaşayanların refahını arttırabilecektir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'de 2018 yılında %92,3 olan il ve ilçe merkezlerinde yaşayanların oranı, 2019 yılında %92,8 olmuştur. Diğer yandan belde ve köylerde yaşayanların oranı %7,7'den %7,2'ye düşmüştür (TÜİK, 2020). Avrupa Birliği Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Müktesebatı çerçevesinde, Türkiye özellikle iklim değişikliği konularında ivme kazanan çalışmalar yapmaktadır. İlk 10 yılını tamamlamak üzere olan İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'nın (İDEP) ikincisi üzerinde çalışılmakta, bununla birlikte yerel iklim değişikliği eylem

planlarının hazırlanmasına yönelik yönetmelik üzerinde de çalışılmaktadır. Ancak, iklim değişikliği ile ilgili yerel yönetimlerin çalışmaları oldukça kısıtlı kalmıştır. Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı (YİDEP) hazırlayan Büyükşehir Belediyesi sayısının henüz 9 il (Antalya, Gaziantep, Kahramanmaraş, Bursa, Denizli, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Hatay) ile sınırlı olduğunu ve bu belediyelerin daha çok sera gazı azaltım ve uyum hedeflerinin olduğunu belirtmek gerekmektedir (REC Türkiye, 2019). Yeşil altyapı stratejisi ise sadece İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin çalışma yaptığı konu olarak dikkat çekmektedir.

Öte yandan, 11. Kalkınma Planı'nda da yeşil altyapı konusu açıkça yer almamıştır. Ancak, 11. Kalkınma Planı'nda yer alan “Şehirlerimiz kalkınma vizyonu ile eşgüdüm içerisinde, çok merkezli, karma kullanımı destekleyen, özellikle erişilebilirliği sağlayan bir yaklaşımla planlanacak; mekânsal planlarda topoğrafyayla ahengin sağlanması ve afet riski, iklim değişikliği, coğrafi özellikler ve tarihi değerlerin gözetilmesi esas alınacaktır” ve “yeşil şehir vizyonu kapsamında yaşam kalitesinin artırılması ve iklim değişikliğine uyumu teminen şehirlerimizde Millet Bahçeleri yapılacak ve yeşil alanların miktarı artırılacaktır” ifadeleri bu bağlamda değerlendirilebilir. Yine, konu ile ilgili diğer mevzuatlarda (3194 sayılı İmar Kanunu, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik, Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği, Mülga Çevre Düzeni Planlarına Dair Yönetmelik Mülga Plan Yapımına Ait Esaslara Dair Yönetmelik) yeşil alanların fonksiyonları tanımlanmamış, yeşil altyapı kavramı yer almamış ve yeşil alanlar sadece “kişi başına düşen park ve yeşil alan miktarı” olarak belirtilmiş, bir gösterge olmaktan öteye geçememiştir. Dünya Sağlık Örgütü, bu standardın en az 9 m² olması gerektiğini, 10-15 m² aralığının ise ideal olduğunu belirtmiştir. Gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen yeşil alan miktarı ortalama 20 m² iken Türkiye’de bu değer 1-9 m² arasında değişmektedir. Türkiye’de yeşil alan planlamasını yönlendiren temel yasal araç, imar mevzuatıdır. 1985 yılında çıkarılan ve halen yürürlükte olan 3194 sayılı İmar Kanunu’nda kişi başına yeşil alan miktarı 7 m² olarak belirlenmiştir. Son olarak 2 Eylül 1999 tarih ve 23804 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan İmar Planı Yapılması ve Değişikliklerine Ait Esaslara Dair Yönetmelik ile kişi başına düşen yeşil alan miktarı 10 m²’ye yükseltilmiştir (Yazgı, 2016). Yönetmeliğe göre kentsel alanlarda kişi başına düşen yeşil alan değeri en az 10 m², belediye ve mücavir alan sınırları dışında ise kişi başına en az 14 m² olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2010-2023 yılları için hazırlanan Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı (KENTGES) ile, yeşil altyapı ve yeşil alanların fonksiyonlarını (yeşil kütle, karbon yutak ve nefes alma noktaları, kentsel ısı adaları, kentsel biyotop koruma alanları, kent ormanı, kent parkı, yeşil koridor) dikkate alan ve kentsel gelişmenin çevresel faktörler dikkate alınarak planlanmasını temel alan stratejiler ve eylemler geliştirilmiştir.(CSB, 2010)

Bir yandan yoğun yapılaşma baskısına karşı yeşil alanları korumaya çalışırken, diğer yandan da bu alanların yerleşimlere sağladıkları faydaları arttırmaya, bu alanları daha fonksiyonel hale getirmeye çalışmak gerekmektedir. Çankaya İlçesi için yapılan bu çalışmada yeşil alanların ‘kentlere sağladıkları faydalar nelerdir ve bunları nasıl arttırabiliriz’ soruları cevaplandırılmaya çalışılmıştır. Son olarak politika belirleyiciler, karar vericiler, uygulamacılar, her ölçekte yerel yönetimler, sivil toplum ve vatandaşlar için gerekli yaklaşım ve atılması gereken adımları özetleyen öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Öncelikle ulusal ölçekte yeşil alanların fonksiyonlarının, yeşil altyapı kavramının ve bileşenlerinin mevzuatta tanımlanmasını sağlayacak çalışmalar yapılmalı, ekosistem hizmetleri haritalama çalışması AB’de olduğu gibi teşvik edilmelidir.
- Türkiye’de yeşil altyapı mevzuatı geliştirilmeli ya da yerel yönetimler mevzuatında net bir şekilde yer almalıdır. Yeşil altyapı çalışmaları ulusal ölçekte teşvik edilmelidir.
- Yerel İklim Değişikliği Eylem Planı Yönetmeliği ile yerel yönetimlere daha çok rol yükleyen bir politika düşünülmektedir. Bu çerçevede; eylem planlarında atık, ulaşım, sanayi, enerji ve tarım sektörlerinin her biri için yeşil altyapı bileşenleri dikkate alınmalıdır. Yerel yönetimler iklim stratejileri ile birlikte yeşil altyapı stratejileri de geliştirmelidir. Yeşil alanlarda, park ve bahçelerde yeşil altyapı bileşenleri dikkate alınarak planlama yapılmalıdır: Örneğin; bağlantılılık, ekolojik koridor, yeşil çatı, geçirgenlik, yağmur suyu kullanımı, biyolojik gölet, bisiklet

yollarının ağaçlandırılması, yerel türlerin kullanılması, kent tarımı uygulamaları toplum tabanlı park tasarımları, vb.

- Yerel yönetimler, ekosistem hizmetleri haritalama çalışmalarını imar planlama birimlerinde yaygınlaştırmalı ve park ve bahçeler, iklim değişikliği birimleri ile eş güdümlü çalışmalar yapmalıdır.
- Şehir planları yapılırken kentlerdeki ve çevresindeki doğal alanlar, yeşil alanlar ve parkların ekolojik bağlantılılığı dikkate alınmalıdır.
- Çankaya ilçesinde gıda tedariği hizmetinde yoğun olarak ilçedeki köyler ön plana çıkmaktadır. İlçe, gıda tedariği anlamında kırsalındaki tarımsal üretim ile kendisine yetecek potansiyele sahiptir. Ancak bu kent-kır arasında üretim ve tüketim ilişkisini güçlendirecek üretici pazarlarına ve kentlinin market ve pazarlarda bunu talep etme farkındalığına ihtiyaç vardır. Ayrıca sivil toplum/mahalle örgütleri aracılığıyla kent tarım uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- ODTÜ, Hacettepe ve Bilkent Üniversitesi yerleşkelerindeki yoğun bitki örtüsü etkili bir soğutma ile yerel iklimi düzenlemekte ve aynı zamanda rekreasyon hizmeti de sağlamaktadır. İlçede bulunan vadi sistemlerinin hava kalitesinin iyileştirilmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. İlçede karbon tutumu hizmeti sağlayan doğal alanların yanı sıra kent içinde bulunan ağaçlar da bu hizmete katkı sağlamaktadır. Vatandaşlar ve Sivil Toplum Örgütleri “koruyarak kullanma” yöntemi ile bu hizmetlerden daha çok faydalanmayı talep etmeli, belli yerlerde yoğunlaşan kullanım baskısı azaltılmalıdır. Çankaya sınırlarında olmayan, benzer bir hizmet sunan Atatürk Orman Çiftliği de aynı şekilde ele alınmalıdır.
- Yapılaşmanın yoğunlaştığı Ayrancı, Emek, Öveçler ve Mustafa Kemal Mahalleleri ilçenin alt rakımlarında yer almaları nedeniyle sel-taşkın riskinin yüksek çıktığı, ısı adalarının oluştuğu ve bu riskleri önleme hizmeti sunacak doğal alanların bulunmadığı yerler olmuştur. Bu bölgedeki yeşil alanlar, doğal alanlar, parklar ve vadilerin su tutma potansiyeli yeniden değerlendirilmeli, akışı hızlandıran asfalt zeminlerden kaçınılmalı, geçirimli yüzeylere ve bu konuda doğa tabanlı çözümlere odaklanmalıdır. Ayrıca sokak ağaçlandırmaları ve boş alanların yeşil alanlara dönüştürülmesi talep edilerek kentsel ısı adalarının oluşmasına engel olacak araçlara yönelmelidir.
- Sel-taşkın hizmeti haritalamasına göre en düşük risk Oran’da çıkmaktadır. Bu bölgede yer alan ODTÜ ormanı kentsel yerleşim bölgesine olan yüzey akış miktarını azaltmaktadır. Bu bölgedeki ormanlık alanın mutlak olarak korunması gerekmektedir. Benzer uygulamaların risk altında olan diğer bölgelerde de yapılması talep edilmelidir.
- Doğal niteliğini korumuş İmrahor Vadisi, Bademlidere ve üniversite yerleşke alanları yaşam ortamı sağlama hizmeti en yüksek alanlardır. Kentsel yeşil alanlar içinde Dikmen Vadisi, Kurtuluş Parkı ve Portakal Çiçeği Parkı en yüksek yaşam ortamı sağlama hizmeti sunan alanlardır. Çankaya’da bulunan parklar, belirtilen bu parkların nitelikleri dikkate alınarak revize edilmeli, yeni parklar fonksiyonel bir şekilde tasarlanmalıdır.

Bu çalışmanın odak noktası olan Ankara’nın Çankaya ilçesinde yapılan ekosistem hizmetleri haritalama çalışması neticesinde öne çıkan öneriler kitapta ilgili bölümlerde ayrıntılı bir biçimde verilmiştir. Karar vericilere yol göstereceğini düşündüğümüz bu önerilerin, uygulama aşamasında kentte yaşayanların da farkındalığının artırılması için tanıtım çalışmaları ile birlikte yürütülmelidir. Ayrıca, kentsel dönüşüm politikaları ve uygulamaları yeşil altyapı stratejisi ile birlikte düşünülmeli, kent planları doğa ve insanı dikkate alan bütüncül bir yaklaşım ile ele alınmalı, emsal kararları verirken kişi başına düşen yeşil alan indeksi dışında karar verilen alandaki mevcut doğanın korunması için de koruyucu önlemler geliştirilmelidir.

EK 1. Uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak kontrollü sınıflama yöntemiyle arazi örtüsü haritasının üretilmesi

1- Eğitim ve Test Verisinin Üretilmesi

Kontrollü sınıflamada kullanılacak modelini kurmak ve modeli test etmek için eğitim ve test verileri gereklidir. Bu verinin temininde Google Earth görüntüleri kullanılarak yapılı alanlar, yapraklı ağaçlar, ibrelili ağaçlar, geniş çim yüzeyler, bozkır alanları, tarım alanları ve su yüzeyleri için örnekleme noktaları işaretlenmiştir. Her bir sınıf için ilçenin farklı bölgelerinden temsiliyet sağlayacak 75 nokta örneklendirilmiştir. Her bir sınıf için işaretlenen noktaların 2/3'ü modeli eğitirken, 1/3'ü ise modeli test ederken kullanılmıştır.

2- Uydu Görüntüleri ve Değişkenlerin Tanımlanması

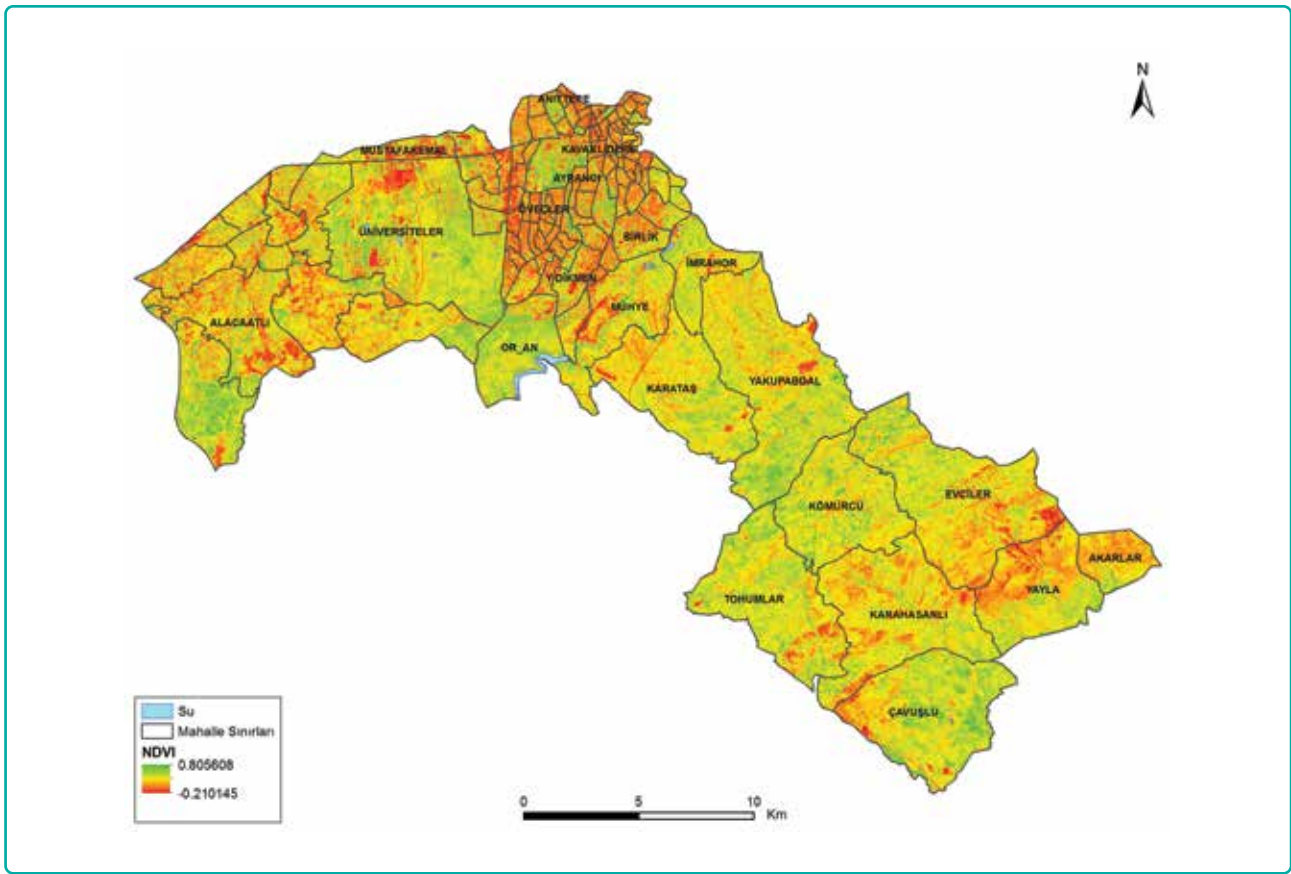
Sınıflandırma çalışmasında Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Sentinel-2 multispektral uydu görüntüleri kullanılmıştır. Sentinel-2, 2016'da faaliyete geçmiş, hem mekânsal (10m- 20m- 60m) hem zamansal çözünürlüğü (5-6 gün) yüksek bir uydu görüntüsüdür. Görüntüler Google Earth Engine Platformu (Gorelick vd. 2017) kullanılarak analiz edilmiştir. 2016-2019 yılları arasını kapsayan Çankaya ilçesine ait toplam 812 görüntü kullanılmıştır.

Vejetasyondaki fenolojik döngüler, arazi örtüsü sınıflamasında sıklıkla kullanılan özelliklerden biridir. Bu fenolojik değişiklikleri yakalayabilmek için yılın farklı mevsimlerinden görüntüler kullanılmıştır. Örneğin yaprak döken ağaçlar ve ibrelili ağaçları birbirinden ayırt etmek için sonbahar görüntüleri, ormanlar ve bozkırları ayırt etmek için ise bahar-yaz görüntüleri kullanmak elverişlidir. Bu nedenle çalışma kapsamında Ekim-Kasım görüntüleri ve Nisan-Mayıs görüntüleri bulut filtresinden geçirilmiştir. Bu dönemler dâhilinde Tablo 1'de belirtilen bantların ortanca değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 1. Sentinel 2 galerisinden kullanılan bantlar ve özellikleri

Bant adı	Çözünürlük	Dalga boyu	Tanım
B2	10 metre	496.6nm (S2A) / 492.1nm	Mavi
B3	10 metre	560nm (S2A) / 559nm	Yeşil
B4	10 metre	664.5nm (S2A) / 665nm	Kırmızı
B5	20 metre	703.9nm (S2A) / 703.8nm	RE 1
B6	20 metre	740.2nm (S2A) / 739.1nm	RE 2
B7	20 metre	782.5nm (S2A) / 779.7nm	RE 3
B8	10 metre	835.1nm (S2A) / 833nm	NIR
B11	20 metre	1613.7nm (S2A) / 1610.4nm	SWIR 1
B12	20 metre	2202.4nm (S2A) / 2185.7nm	SWIR 2

Ekosistemlerin, bitki örtüsünün sınıflandırılmasında, biyokütle miktarının tespit edilmesinde vejetasyon indisleri en çok kullanılan araçlardan biridir (Meyer vd. 2019). Vejetasyon indisleri genellikle bantların birbirlerine oranlarıyla hesaplanan bant kombinasyonlardır. En çok kullanılan indislerden olan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndisi), bitkilerin fotosentez sürecinde kullandığı kırmızı dalga boyunu ve fotosentez sonrasında yansıttığı yakın-kızılötesi dalga boyunu kullanmaktadır. İndisteki yüksek değerler sağlıklı vejetasyon yapısının ve etkin fotosentez işlevinin göstergesidir. NDVI en yüksek değerlerine tropikal ormanlarda ulaşmaktadır ve indisin negatif değeri aldığı alanlar yapısal bölgeleri işaret etmektedir. Ayrıca indis aynı lokasyon içinde mevsimsel olarak da değişebilir (vejetasyon sürecinde yaprak, oluşumu, çiçeklenme ve yaprak dökme dönemleri farklı spektral yansımalar üretmektedir). Uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak hesaplanan indisler ve formülleri Tablo 2’de, NDVI bahar görüntüsü de Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Çankaya ilçesi için hesaplanan NDVI indisini gösteren harita (görüntü 2016-2019 yılları arasındaki bahar görüntülerinden elde edilmiştir)

Tablo 2. Sentinel 2 bantları kullanılarak hesaplanan spektral indisler ve formülleri

İndis		Kaynak	Formül
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	Rouse vd., 1974	$(B8 - B4) / (B8 + B4)$
EVI	Enhanced Vegetation Index	Jiang vd., 2008	$(B8 - B4) / (B8 + 2.4 * B4 + 1)$
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index	Huete, 1988	$(B8 - B4) * 1.5 / (B8 + B4 + 0.5)$
NDWI	Normalized Difference Water Index	Ji vd., 2019	$(B8 - B11) / (B8 + B11)$
NDBI	Normalized Difference Built-up Index	Zha vd., 2003	$(B11 - B8) / (B11 + B8)$

3- Model Doğrulaması

Dokuz spektral bant, beş vejetasyon indisi iki mevsim için hesaplanmış toplamda 28 değişken kullanılarak rastgele değişkenler modeli kurulmuş, çapraz geçerleme yöntemiyle %86 doğruluğa ulaşılmıştır. Model doğrulamasını gösteren hata matrisi Tablo 3'deki gibidir.

Tablo 3. Sınıflama çalışması hata matrisi

	Yapılı Alanlar	Bozkır	Çim Alanlar	İbrelili Ağaçlar	Su	Tarım Alanları	Geniş Yapraklı Ağaçlar	Sınıf doğruluğu (%)
Yapılı Alanlar	26	3	0	1	1	1	1	79
Bozkır	1	26	0	0	0	3	0	87
Çim Alanlar	0	0	30	0	0	0	0	100
İbrelili Ağaçlar	2	0	0	24	0	0	4	80
Su	2	0	0	0	17	0	1	85
Tarım Alanları	0	3	0	0	0	27	0	90
Geniş Yapraklı Ağaçlar	0	2	1	3	0	0	24	80

EK 2. Kırsal yerleşimler ve ürün bilgisi

Tablo 4. Ürün deseni ve alansal dağılımları (Çankaya Kaymakamlığı, 2019)

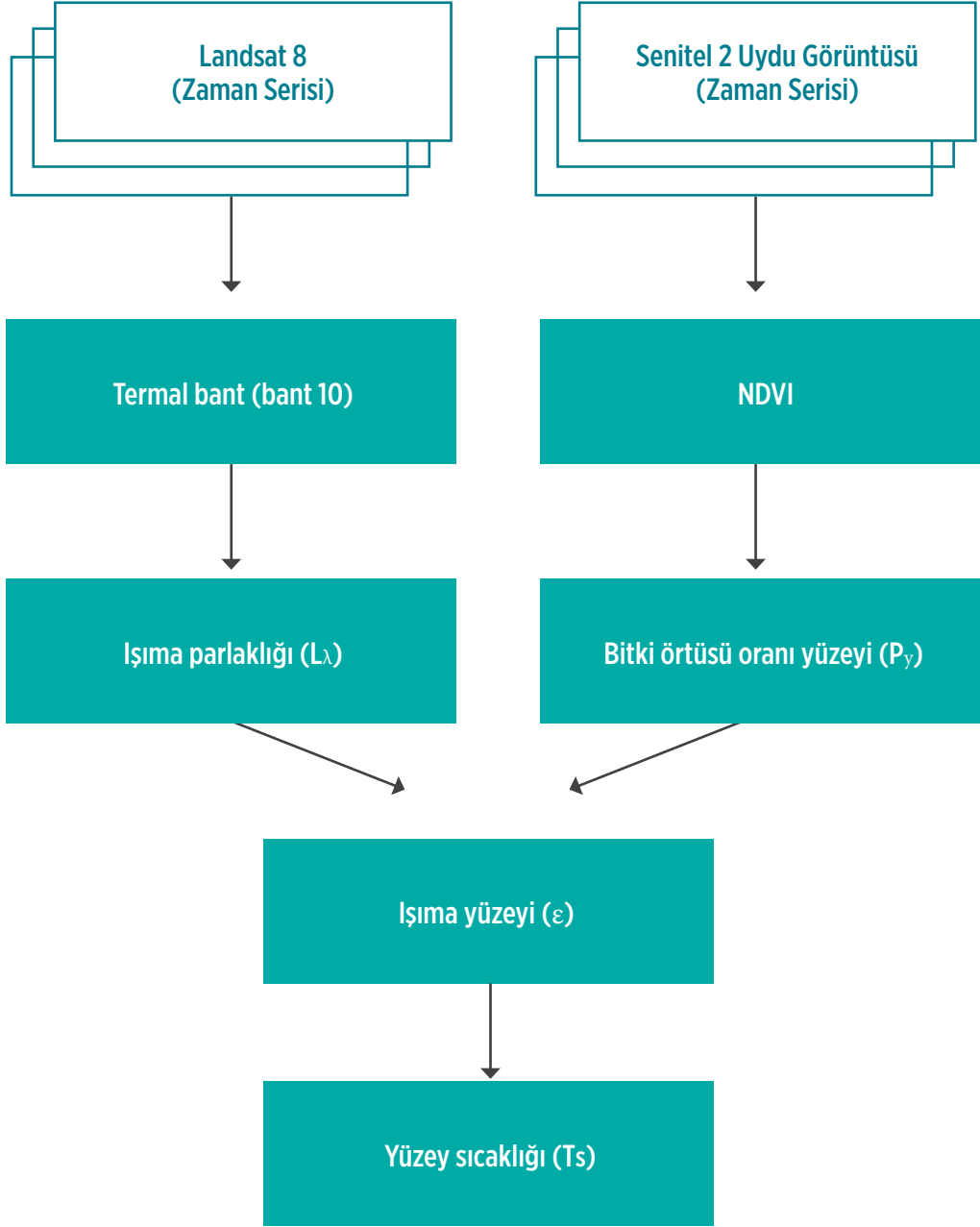
*ÇKS: Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı çiftçi sayısı ve tarım alanı büyüklüğü (dekar)

Köy	Tarım alanı (ÇKS)*	Çiftçi Sayısı (ÇKS)*	Buğday	Arpa	Nohut	Ayçiçeği (Çerezlik)	Ayçiçeği (Yağlık)
Akarlar	207,55	2		9,4			
Alacaatlı	836,57	10	618.381	61,9	379,3		
Çavuşlu	8.102,93	63	3.450,10	2.750,40	1414,3	6,45	496,8
Dodurga	2533,48	16	971.733	176,01	636,6		
Evciler	5.577,74	53	2.612,00	496,7	1.427,90		
Karahasanlı	7.535,24	69	4.152,38	842,8	1294,4	6,6	101,6
Karataş	228,41	5	52,63	35,6	367,2		
Kömürcü	1.949,76	20	1.155,52	139,8	620,9		
Tohumlar	3.205,32	33	2.307,90	584,4	720,8		
Yayla	4.322,85	33	758,22	748,7	316	69,8	138,2
Yakupabdal	498,85	5	58,18	579,2			
TOPLAM	33.579,00	309	16.137,00	6.425,00	7.177,40	82,8	737,00

Yonca	Korunga	Yulaf	Fiğ	Mısır	Sebze	Meyve	Nadas
						1	
							44,5
105,2	25,5	43,4	205,6		85	190,5	144,2
							87,5
		16,9	20,5			47	166,2
8,9		91,6	11	30,37	15	71	167,6
		40			1,6	36	26,7
		168,9				67	52,3
		104,1				58	90,1
1,6		46,9	36,9	11,6	17,7	32	596,5
							52,7
116	25,5	512	274	42	120	503	1.428,00

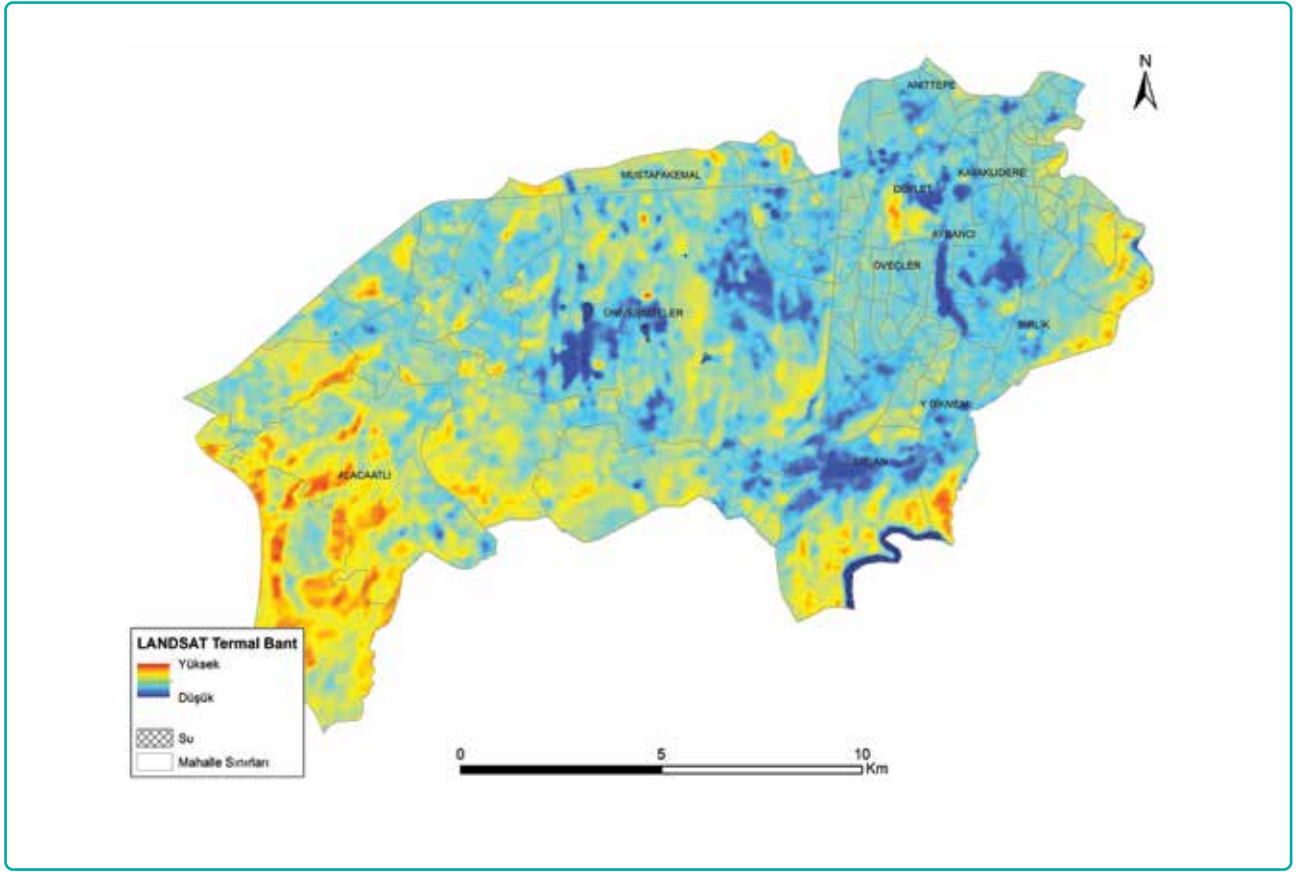
EK 3. Yüzey sıcaklığı haritasının oluşturulması

Yüzey sıcaklığı modeli Şekil 2'deki akış ile oluşturulmuştur.



Şekil 2. Yüzey sıcaklığı modeli için izlenen iş akışı

Bant 10, atmosferin üst katmanındaki radyasyon değerlerini yansıtmaktadır. Veri dijital sayı kodlarında (DN) depolanmıştır. DN değerlerinden ısı değerlere çeşitli düzeltme ve hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Landsat termal bandı

Kalibrasyonda Sentinel 2A görüntüsünden elde edilen NDVI katmanı kullanılmış. Farklı çözünürlüklerdeki NDVI görüntüsü ve Landsat termal bandı alt ölçeklendirme ile aynı çözünürlüğe getirilmiştir (10 m). Yüzey sıcaklığının modellenmesinde aşağıdaki işlemler takip edilmiştir:

1. NDVI kullanılarak bitki örtüsü oranı (P_v) yüzeyi elde edilmiştir.
$$P_v = (NDVI - N_s) / (N_v - N_s)$$
2. Sınıflandırılmış alan kullanımı ve arazi örtüsü yüzeyi; kentsel alan, doğal alan ve su olarak üç sınıfa ayrılmış ve her bir arazi örtüsü için farklı katsayılar kullanılmıştır.
3. Bu iki yüzey kullanılarak ısıma katsayısı (ϵ) yüzeyi oluşturulmuştur. Şekil 3'de görüldüğü gibi, sular yüksek, kentsel alan düşük ısıma katsayısına sahiptir.

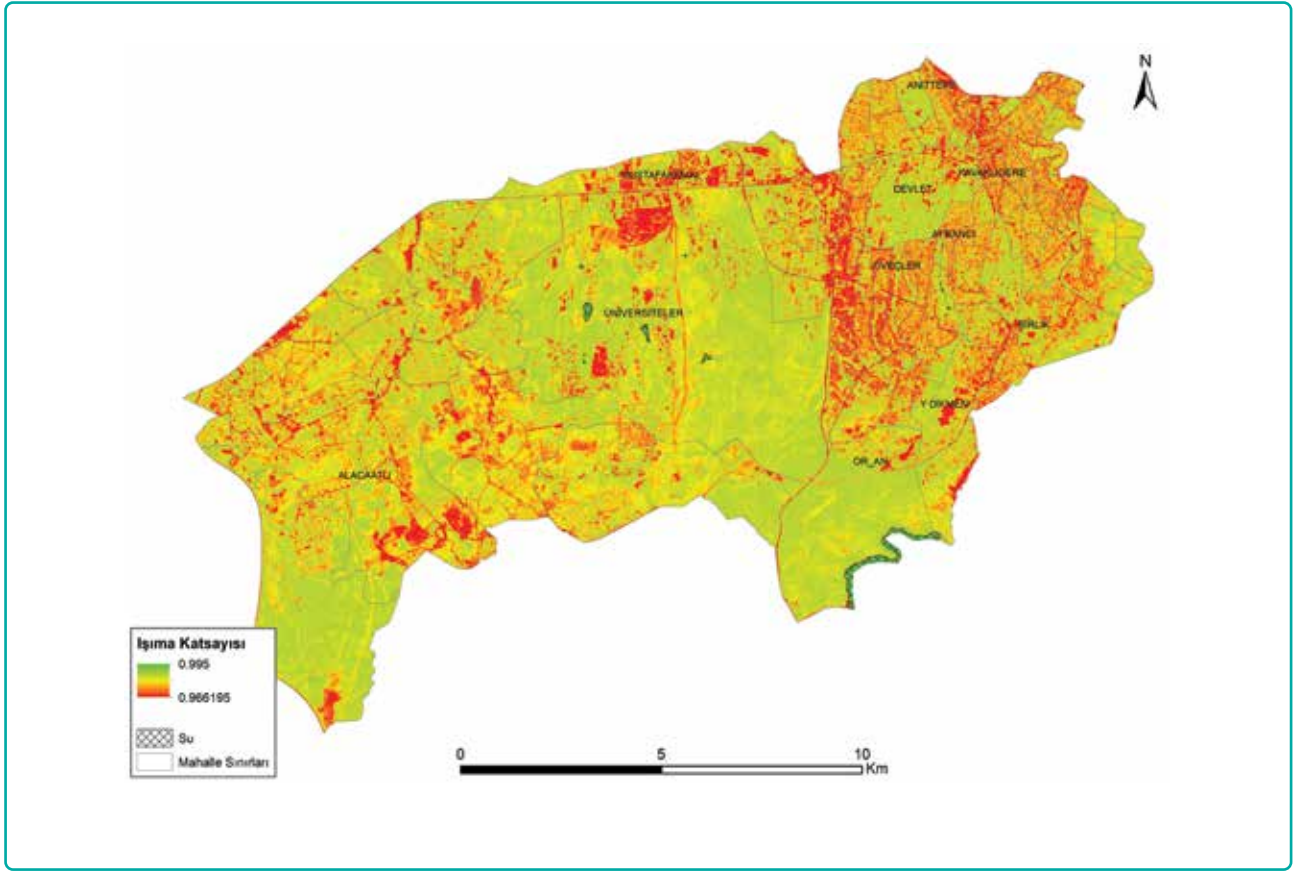
Kentsel alan: $\epsilon_b = 0.9589 + 0.086 \cdot P_v - 0.0671 \cdot P_v^2$

Doğal alan: $\epsilon_s = 0.9625 + 0.0641 \cdot P_v - 0.0461 \cdot P_v^2$

Su: $\epsilon_w = 0.995$

$N_s = 0$ (Bitki örtüsü olmayan alanın NDVI değeri)

$N_v = 0.8043613$ (Bitki örtüsü olan alanın en yüksek NDVI değeri)



Şekil 4. Işıma yüzeyi

4. Işıma katsayısı yüzeyi kullanılarak termal bant görüntüsü kalibre edilmiş ve atmosferik düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra, yüzey değerleri sıcaklık (Şekil 5) değerlerine çevrilmiştir.

Termal kızılötesi ışıma parlaklığı: $L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L$

Radyans ölçekleme çarpım katsayısı: $M_L = 3.3420E-04$

Radyans ölçekleme toplam katsayısı: $A_L = 0.10000$

Katsayılar görüntü kılavuz verisinden alınmıştır. (USGS, 2019)

Kara cisim ışıma parlaklığı: $B(T_s) = (L_{\lambda} - L_{\uparrow} - \tau \cdot (1 - \epsilon) \cdot L_{\downarrow}) / (\tau \cdot \epsilon)$

ϵ : Işıma katsayısı

$\tau = 0.9$

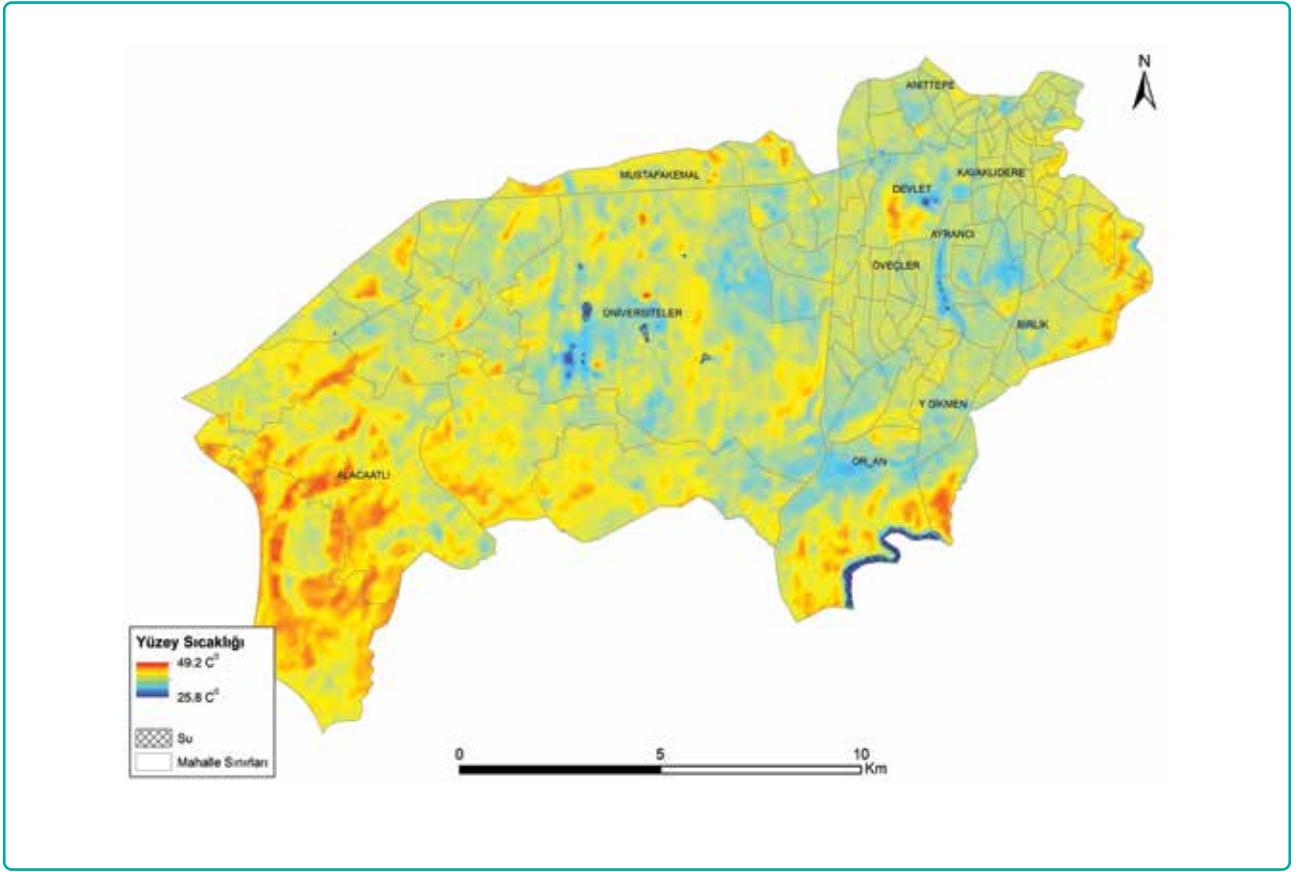
$L_{\downarrow} = 1.37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \mu\text{m} \cdot \text{sr})$

$L_{\uparrow} = 0.78 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \mu\text{m} \cdot \text{sr})$

Yüzey parlaklık sıcaklığı: $T_s = K_2 / \ln(K_1 / B(T_s) + 1)$

$K_1 = 774.8853$

$K_2 = 1321.0789$



Şekil 5. Yüzey sıcaklığı

Yüzey sıcaklığı modeli incelendiğinde, bozkırda özellikle kalkerli toprak yapısına sahip beyaz ısıma yapan piksellerin gerçek değerin çok üzerinde bir yansıma yaptığı tespit edilmiştir. Alacaatlı, Oran ve Devlet mahallelerinde sıcak nokta olarak parlayan bölgelerdeki bu sapmaya literatürde de rastlanmıştır (Sun vd., 2012). İleri düzey analizlerde yersel ölçümlerle kalibrasyon yaparak model iyileştirilebilir, ancak bu çalışmanın konusu doğal ve yarı doğal alanların sağladığı hizmetlerin haritalanması olduğu için üretilen arazi yüzeyi sıcaklığı modeli özellikle kent içinde yol gösterici olmuştur.

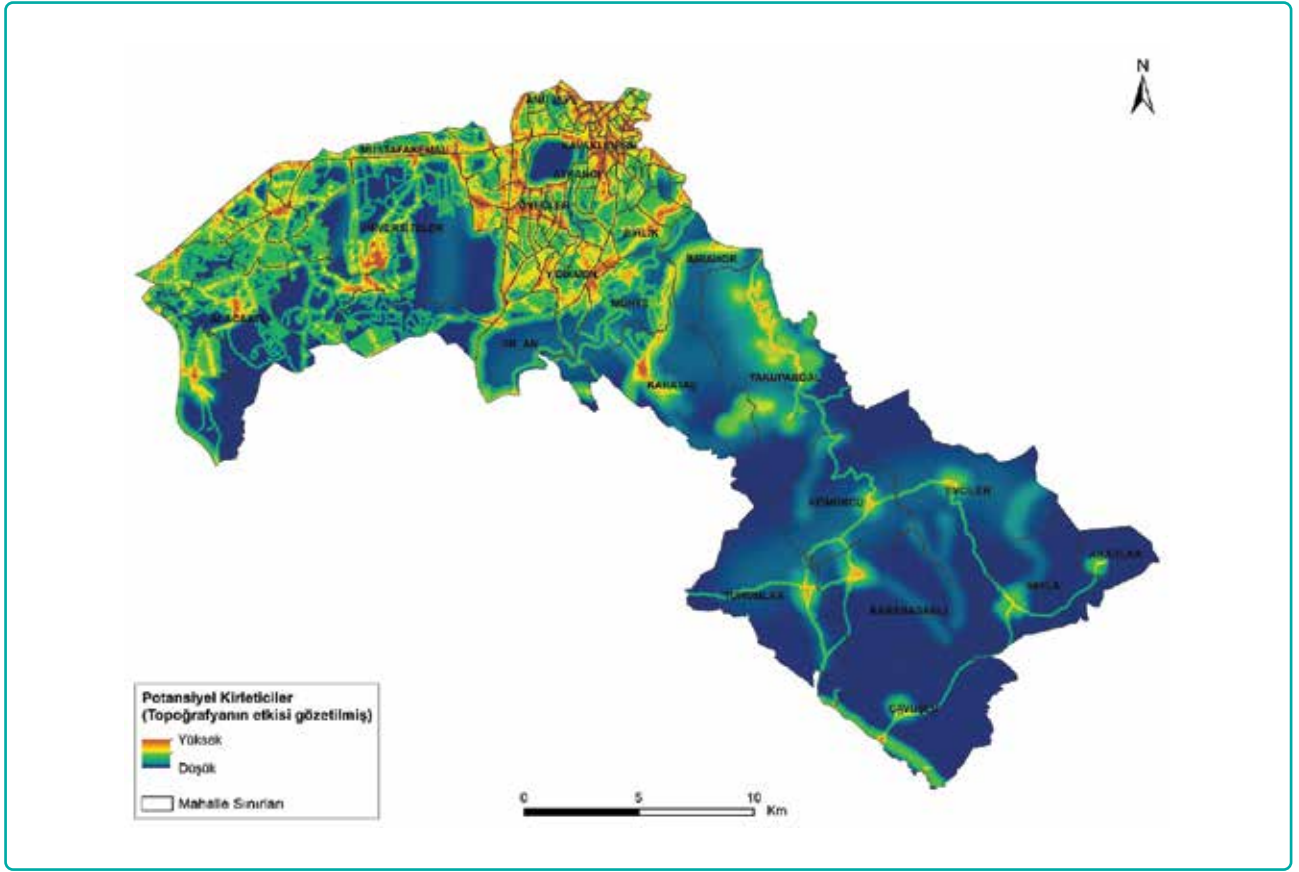
EK 4. Havanın temizlenmesi hizmeti haritalaması

İlçe sınırlarındaki hava kirleticileri emisyon kaynaklarına göre Tablo 5'teki gibi gruplandıktan sonra uzman görüşleriyle belirlenen mesafe fonksiyonları etki bölgeleri olarak tanımlanmıştır. Potansiyel hava kirleticileri yüzeyi bu katmanlar kullanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 5. Kirletici kaynakları ve mesafe fonksiyonları

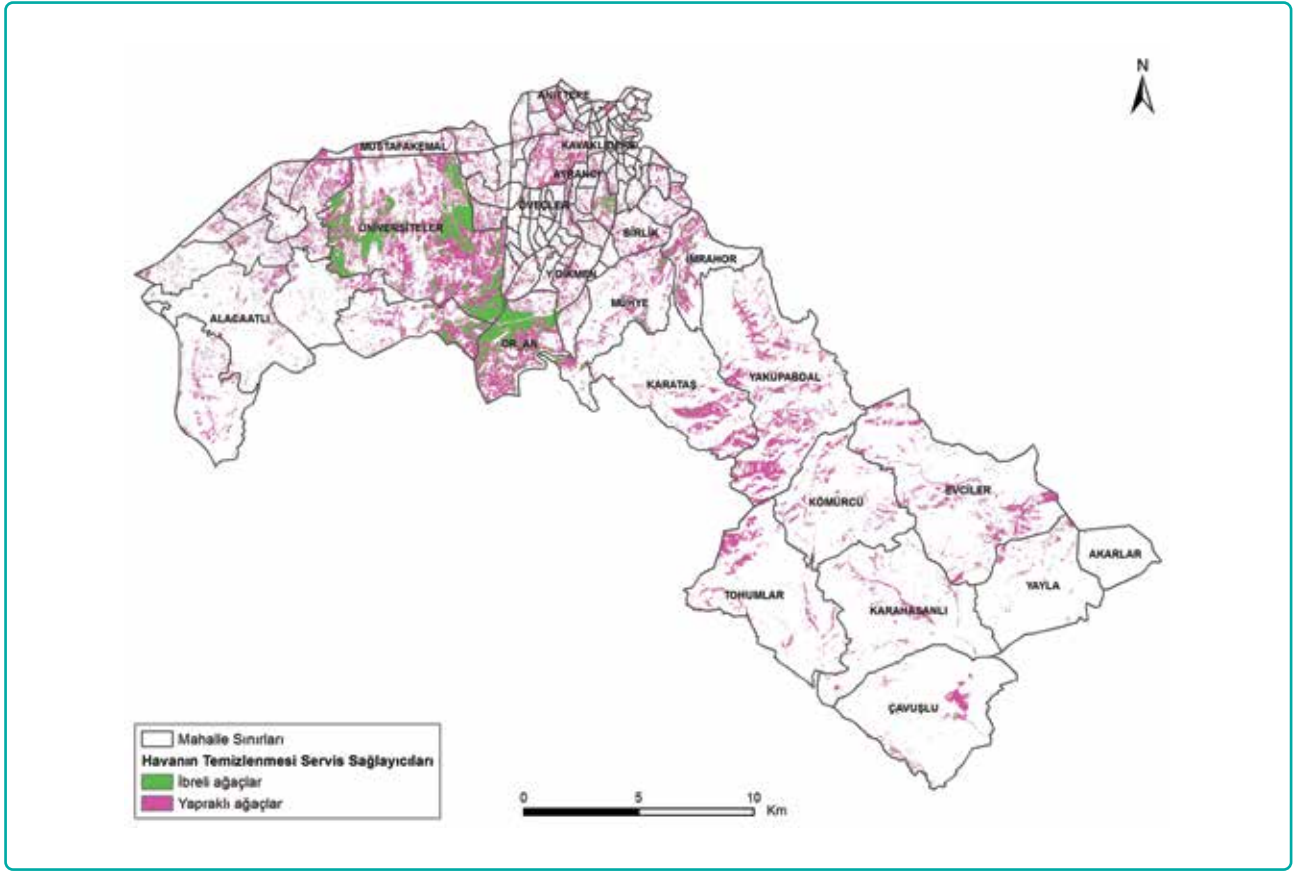
Kirletici	Kaynak	Tipi	Etki mesafesi ve fonksiyonu
Trafik	Yandex harita servisi pik saatler için incelenmiş, trafik yoğunluğu 3 sınıfa ayrılarak analize dâhil edilmiştir.	Gaz	1.Derece yollar: 500 m 2.Derece yollar: 350 m 3.Derece yollar: 100 m
		Partikül madde	1.Derece yollar: 200 m 2.Derece yollar: 150 m 3.Derece yollar: 50 m
Maden	CORINE 2012 arazi örtüsü sınıflamasında belirtilen maden alanları Google Earth görüntüleriyle teyit edilmiştir.	Gaz	150 m
		Partikül madde	500 m
Sanayi	Çankaya İmar Planı'nda hafif sanayi olarak tanımlanan parseller seçilmiştir.	Gaz	1.000 m
		Partikül madde	200 m
Konut (Gecekondu)	Google Earth altlık görüntülerinden gecekondu bölgeleri sayısallaştırılmıştır.	Gaz	800 m
		Partikül madde	400 m

Tablo 5'te belirtilen potansiyel kirlilik kaynakları belirtilen mesafe fonksiyonları kullanılarak gaz emisyonları ve partikül madde için ayrı ayrı hesaplanmış, kümülatif potansiyel kirlilik yüzeyi oluşturulmuştur (Şekil 6).



Şekil 7. Potansiyel kirleticilerin topoğrafik etkiler gözönüne alınarak oluşturulmuş dağılım modeli

Bu çalışmada iğne ve geniş yapraklı ağaçların partikül tutma kapasiteleri havanın temizlenmesi hizmetini sağlayan birimler olarak haritalanmış (Şekil 8) ve potansiyel kirlilik yüzeyini azaltıcı bir unsur olarak analize dahil edilmiştir. Kuru çökeltme yöntemine göre (Alphan ve Coşkun-Hepcan, 2019), ağaçların vejetasyon dönemleri süresince tuttukları partikül ve gaz miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 8. Havanın temizlenmesi hizmeti sağlayıcıları

$$F_i = Vd \cdot C$$

$$F_{it} = F_i \cdot A \cdot T$$

$$F = \sum_{i=t}^3 F_{it}$$

F: Kuru çökelme akışı (mg/m²/gün)

VD: Çökelme hızı (cm/sn)

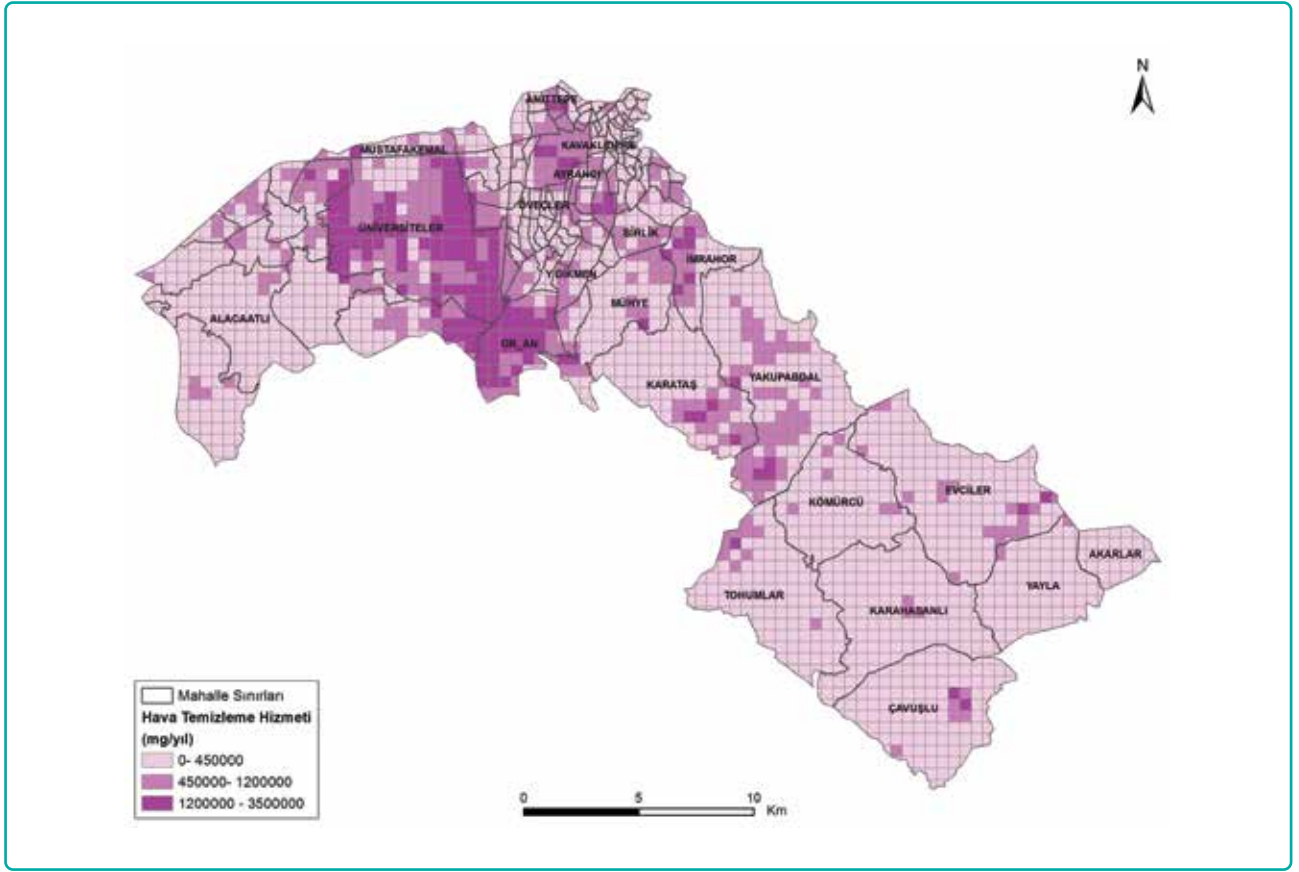
A: Alan

T: Zaman aralığı

C: Atmosferdeki kirletici konsantrasyonu (mg/m³)

Bu eşitliklerde ibrelî ağaçların vejetasyon süreleri 365 gün, geniş yapraklı ağaçların vejetasyon süreleri Nisan-Ekim ayları arasındaki 214 günlük dönem kabul edilmiş ve 1927-2018 yılları arasını kapsayan dönem için aylık ortalama yağışlı günler (MGM, 2019) çıkartılmıştır. Buna göre zaman aralığı (T) ibrelî ağaçlar için 262 gün, geniş yapraklılar için 159 gün olarak hesaplanmıştır.

SO₂, NO₂, ve PM₁₀ için kuru çökelme hızı değeri 0,55 cm/sn, 0,37 cm/sn, 0,64 cm/sn olarak kabul edilmiştir (Alphan ve Coşkun-Hepcan, 2019). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı Çankaya İstasyonu 2018 yıllı verilerine göre (ÇŞB, 2019) SO₂, NO₂, ve PM₁₀ 24 saatlik ortalama değerleri kullanılmıştır (6.35, 66.13, 59.93 µg/m³). Ağaçların sağladığı hizmet miktarı ve dağılımı Şekil 9'da sunulmuştur.



Şekil 9. Hava temizleme hizmeti (SO_2 , NO_2 ve PM_{10} için yıllık tutum)

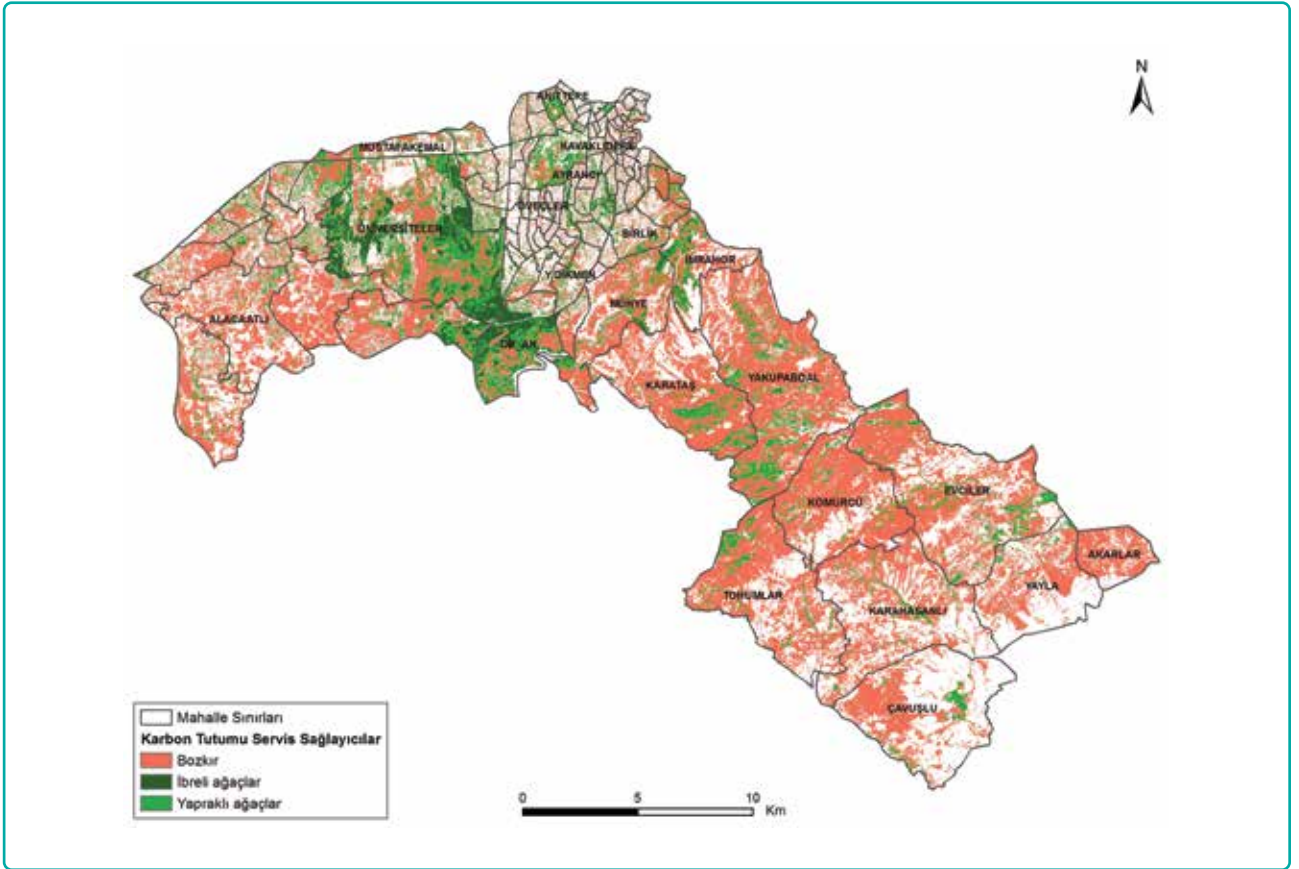
EK 5. Karbon tutumu hizmeti haritalaması

Bala Orman İşletme Şefliğinde meşe ve karaçama ait servet tabloları göz önüne alınarak toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarları Tablo 6'da yer alan formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Amenajman planından elde edilen ortalama değerler kente dair tür ve servet verisi bulunmaması nedeniyle tüm ilçeye genellenmiştir.

Tablo 6. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbonu

Toprak üstü biyokütle karbonu (ton C/ha)		
Yapraklı orman	$Hacim \times 0,717 \times 0,48$	Tolunay, 2013; NIR Turkey, 2017; OGM, 2017, IPCC, 2006
İbrelî orman	$Hacim \times 0,613 \times 0,5386$	Güner ve Çömez, 2017
Bozkır alanları	0,735 ton C	NIR Turkey, 2017
Toprak altı biyokütle karbonu (ton C/ha)		
Yapraklı orman	Toprak üstü biyokütle karbonu $\times 0,23$	IPCC, 2006
İbrelî orman	$Hacim \times 0,613 \times 0,5386 \times 0,179$	Güner ve Çömez, 2017
Bozkır alanları	2,94 ton C	NIR Turkey, 2017

Şekil 10'da Çankaya ilçesinde karbon tutumu hizmeti sağlayan doğal alanların (ormanlar ve bozkırlar) dağılımları gösterilmektedir. Haritadan da görüleceği gibi doğal alanların yanı sıra kent içinde bulunan yapraklı ve ibrelî ağaçlar da karbon tutumu hizmetine katkı sağlamaktadır.



Şekil 10. Karbon tutumu hizmeti sağlayıcıları

EK 6. Sel taşkın önleme hizmeti haritalaması

Sel ve taşkın riski, yüzey akışa geçen su miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Bitki örtüsünün ve toprağın su tutma kabiliyeti arttıkça yüzey akışa geçen su miktarı da azalmaktadır. Su tutma hizmetinin değerlendirilmesinde SCS-CN yöntemi kullanılmıştır (Whitford vd. 2001; Alphan ve Coşkun-Hepcan, 2019, Pamukçu-Albers vd.,2020). Yönteme göre yağış anında ve sonrasında toprakta tutulan su, yağış ve toprak arasındaki eğrisel bir ilişki ile değerlendirilir. Yağış başladığında toprak nemine bağlı olarak yüzey akışı oluşur. Yüzey akışı toprak suya doyduktan sonra başlar. Topraktaki kil ve organik madde miktarı, toprağın gözenekli yapısı ve agregatlaşma kapasitesi su tutma kapasitesini etkiler. Bir diğer önemli etken yüzeydeki bitki örtüsünün varlığı ve yoğunluğudur, vejetasyon toprağın alt katmanlarına süzülme kolaylaştırır. Çıplak alanlarda suyun emilimini kolaylaştıran bitki varlığı olmadığı için su kısa bir süre sonra yüzey akışına geçer, toprağı stabilize eden herhangi bir mekanizma olmadığı için süreç erozyonu da tetikler. Yüzey akışa geçen su miktarı (Q), genellikle yağış miktarından (P) düşüktür veya hiç süzülme olmuyorsa yağış miktarı, yüzey akış miktarına eşittir. Süzülme miktarı, eğim, toprağın yapısı ve bitki örtüsü ile doğrudan ilişkilidir. Ancak kentsel alan sınırında detaylı toprak bilgisi olmadığı için bu çalışmada literatürde (Zeng vd. 2017) önerilen CN (curve number- eğri numarası) değerleri örtü bilgisi gözetilerek kullanılmıştır (Tablo 7).

Tablo 7. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle karbonu

Arazi örtüsü	CN (Eğri numarası)
Geçirimsiz alanlar	90
Tarım arazisi	78
Bozkır	69
Orman	65
Su	N/A

Her bir karedeki (500x500 m) yüzey akış miktarı, örtü tipi ve uzun yıllar günlük maksimum yağış miktarı (88.9 mm (MGM, 2019)) gözetilerek aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Şekil 11).

$$Q = \frac{(P - 0.2 * S)^2}{(P + 0.8 * S)}$$

$$S = \frac{2540}{CN} - 2540$$

$$V_r = Q * A$$

Q: Yüzey akış derinliği (mm)

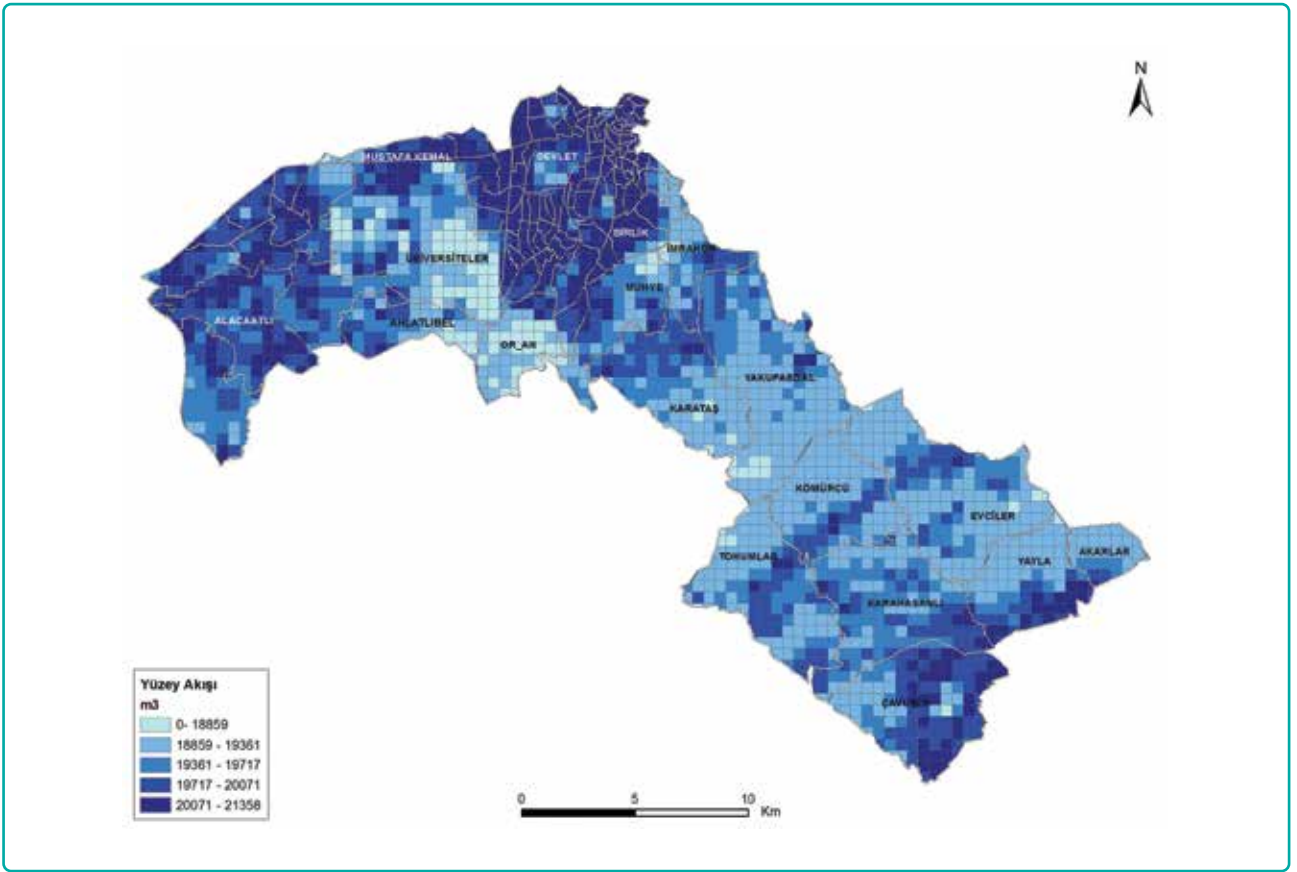
P: Yağış miktarı (mm)

S: Yüzey akış başladıktan sonraki maksimum birikme potansiyeli

CN: Eğri numarası

A: Alan (m²)

V_r: Yüzey akış hacmi (m³)



Şekil 11. 500*500 m kareler ölçeğinde yüzey akışı miktarı

SCS-CN yöntemi birim alandaki yüzey akış miktarını örtü bilgisini gözeterek vermektedir. Ancak sel ve taşkın riskinde havzanın konumu, eğim, topografik pozisyonu (vadi tabanı veya sırtta yer alıyor oluşu), yağış miktarı, engebелilik gibi topografik değişkenler de etkilidir. Bu nedenle topografik değişkenleri gözetilen ileri bir risk analizi daha yapılmıştır.

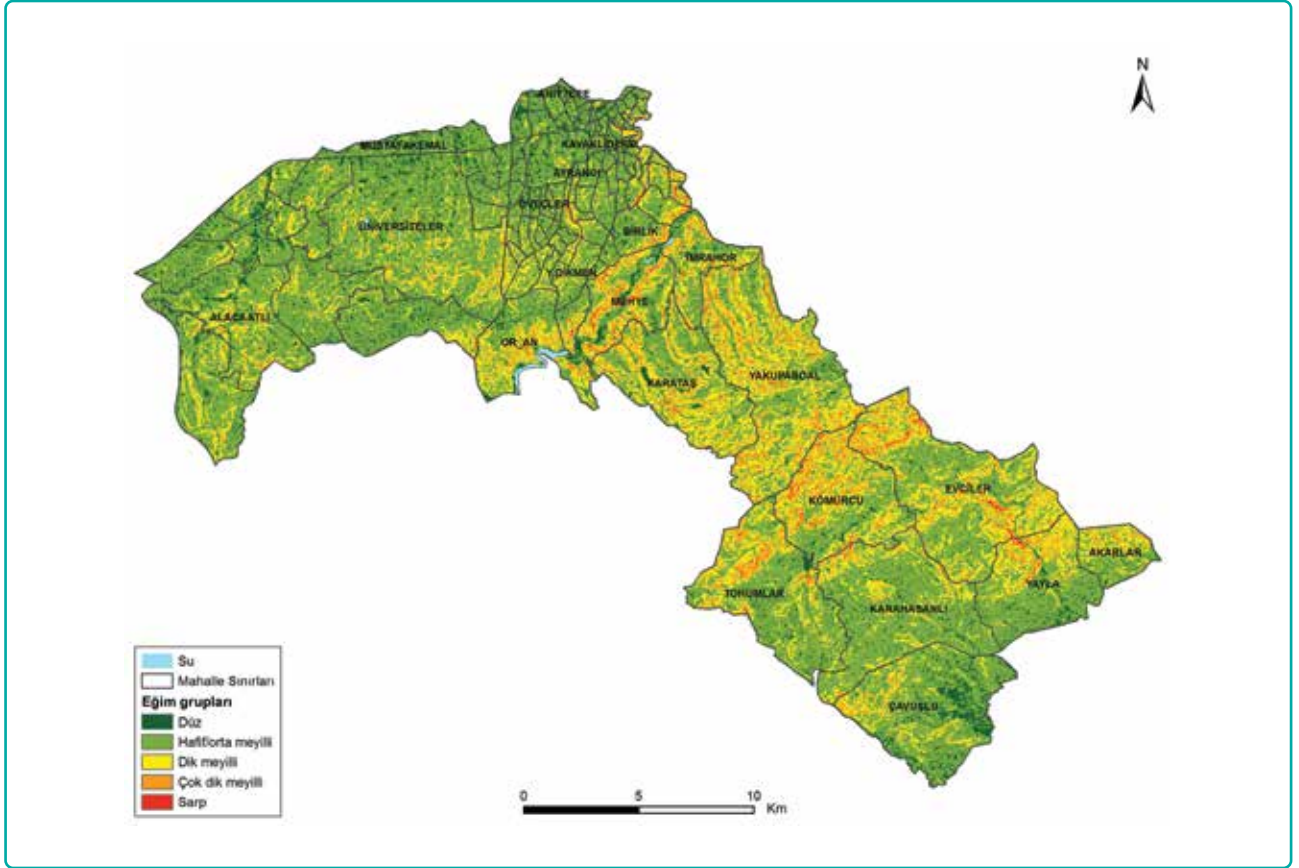
Risk haritası oluşturulurken “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Yöntemi” kullanılmıştır (Pamukçu-Albers vd., 2018). Yöntem, birden fazla faktörün önem derecelerine göre ağırlıklandırılarak bir arada değerlendirilmesine olanak tanır. Puanlama sisteminde sel ve taşkın için hiç ya da az etkili olacağı alanlar 1 puan, en fazla etkili olabileceği alanlar da 5 puan olmak üzere alt faktörler değerlendirilmiştir (Tablo 8) (Pamukçu-Albers vd., 2018).

Tablo 8. Analitik Hiyerarşi Yönteminde kullanılan veriler ve ağırlık puanları

Değişken	Sınıf	Sınıf değeri	Puan	Değişken	Sınıf	Puan
Eğim	Düz ya da düze yakın	0°-2°	5	Topografik konum	Vadiler	5
	Hafif ya da orta meyilli	2°-12°	4		Yamaç (alt kot)	4
	Dik meyilli	12°-20°	3		Yamaç (orta kot)	3
	Çok dik meyilli	20°-30°	2		Yamaç (üst kot)	2
	Meyilli (sarp)	30°<	1		Sırt	1
Havzaların konumu	Alt havza		4	Engbelilik	Düz ve düze yakın	5
	Orta havza		3		Kısmen engbeli	4
	Üst havza		2		Orta derece engbeli	3
	En üst havza		1		Yüksek derece engbeli	2
Yağış	450-555		2			
	361-450		1			

Eğim

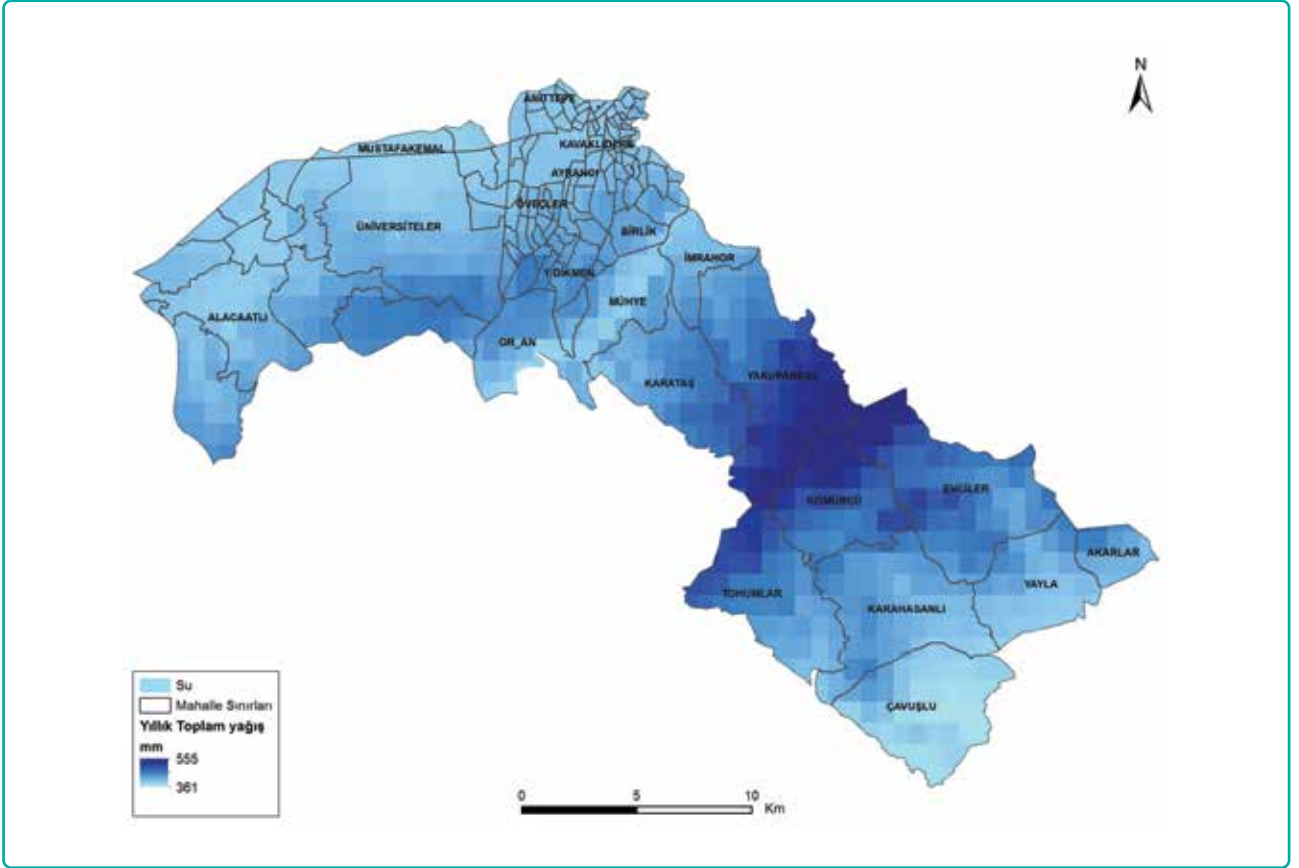
Eğim, bir havzada suyun ve toprağın akışına etki ederek sel, taşkın ve toprak kaybı riskini artıran topoğrafik bir faktördür. Düz ve düze yakın alanlar sel ve taşkından en çok etkilenen alanlardır, başka bir deyişle taşkın süresi bu alanlarda daha uzundur. Tüm moloz ve sediman bu alanlarda toplanır; taşkınlar da çoğunlukla bu alanlardaki akarsu kanallarında meydana gelir. Çankaya ilçesi eğim grupları haritası Şekil 12'deki gibidir.



Şekil 12. Eğim grupları haritası

Yağış

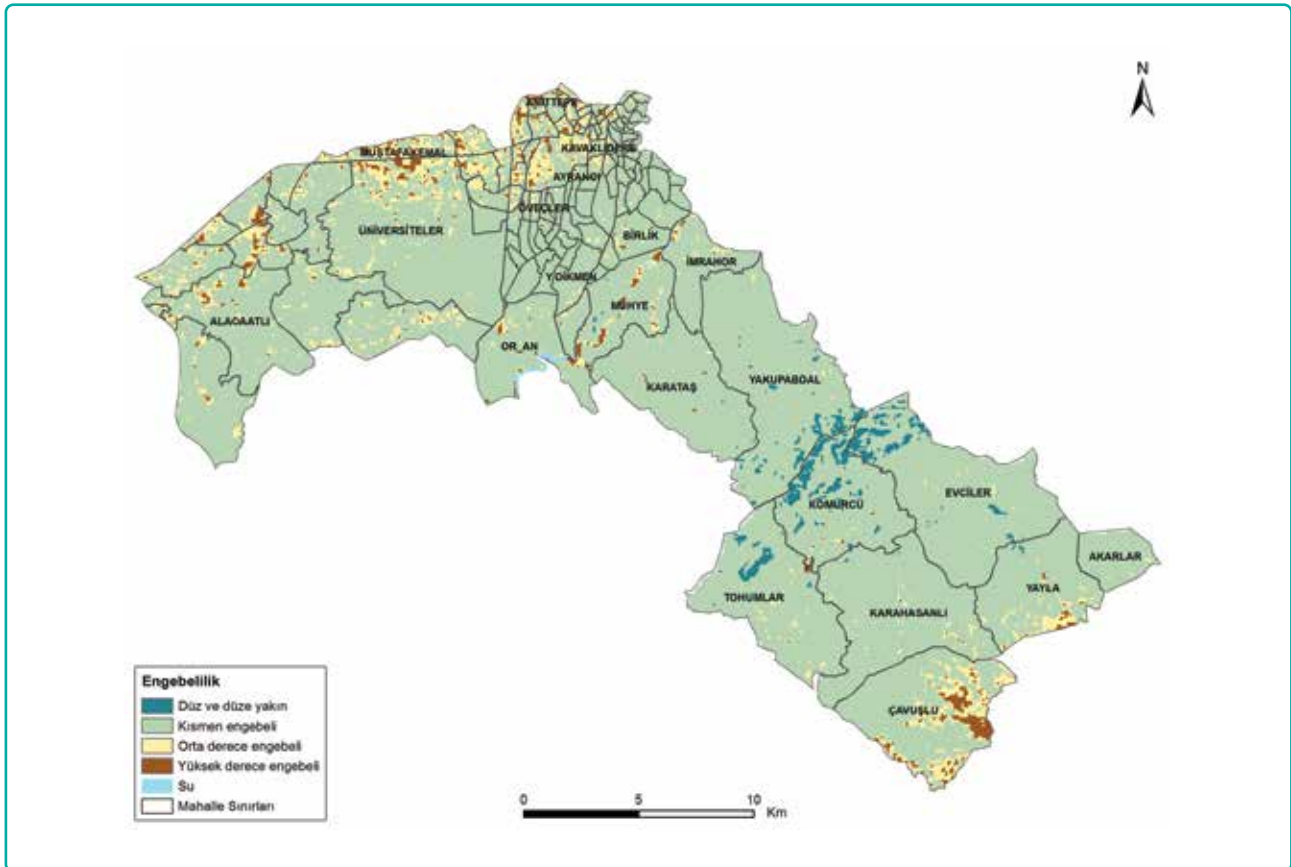
Yağış, bir havzada sel ve taşkına en çok etki eden iklimsel faktördür. Genellikle yükseklikle arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Çankaya ilçesinde de özellikle Elmadağ bölgesi daha yüksek yağış almaktadır. İlçe genelinde değişen yıllık toplam yağış miktarı Şekil 13'teki gibidir (Fick ve Hijmans, 2017).



Şekil 13. Yıllık toplam yağış haritası

Engebelilik

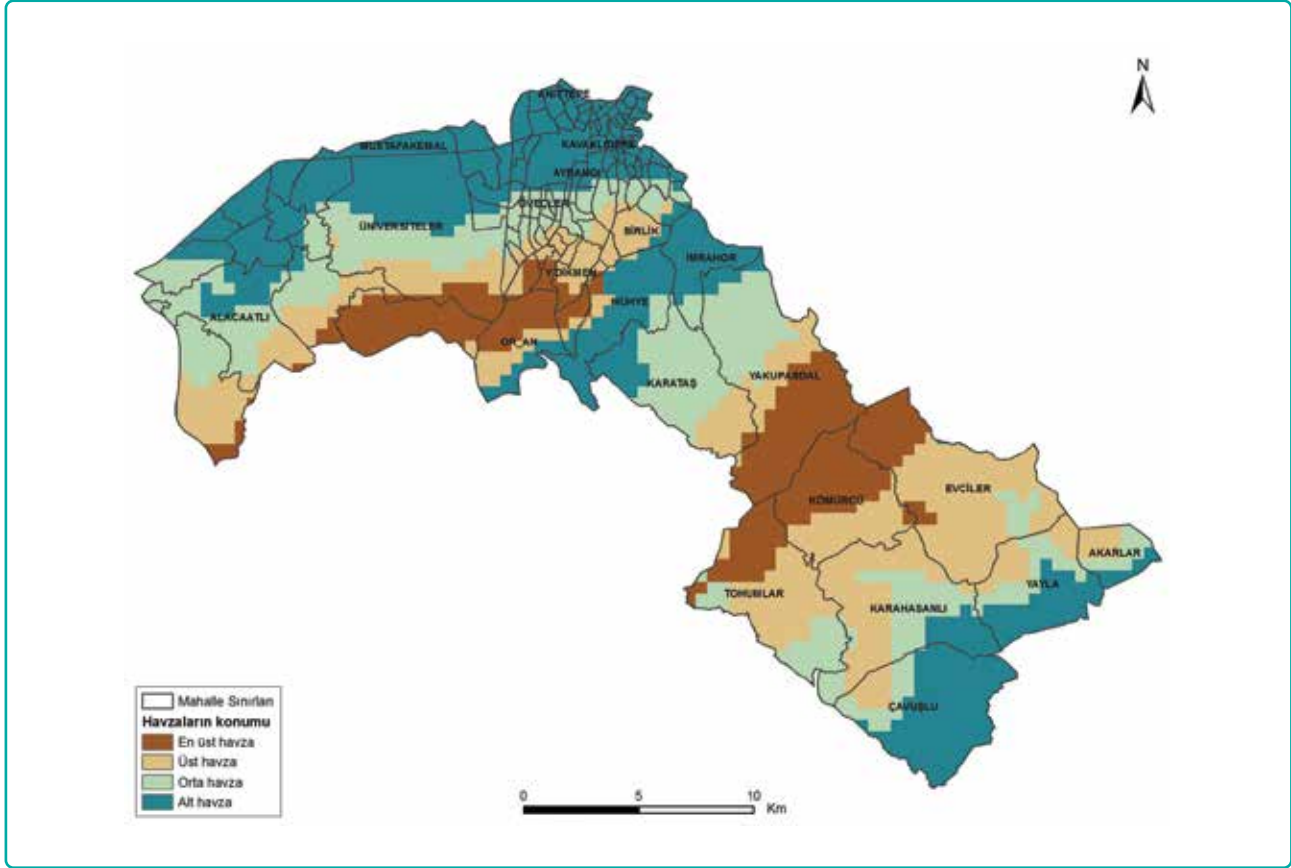
Engobelilik, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak Riley Arazi Pürüzlülük İndeksi (Riley Terrain Roughness Index) (Riley vd., 1999) formülüyle hesaplanmıştır. Engobelilik, dört gruba ayrılmış; düz ve düze yakın alanlar (indeks değeri: 0-116) sel ve taşkın açısından en yüksek puanı, yüksek derece engabeli alanlar (indeks değeri: 497-671) en düşük puanı almıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Engebelilik haritası

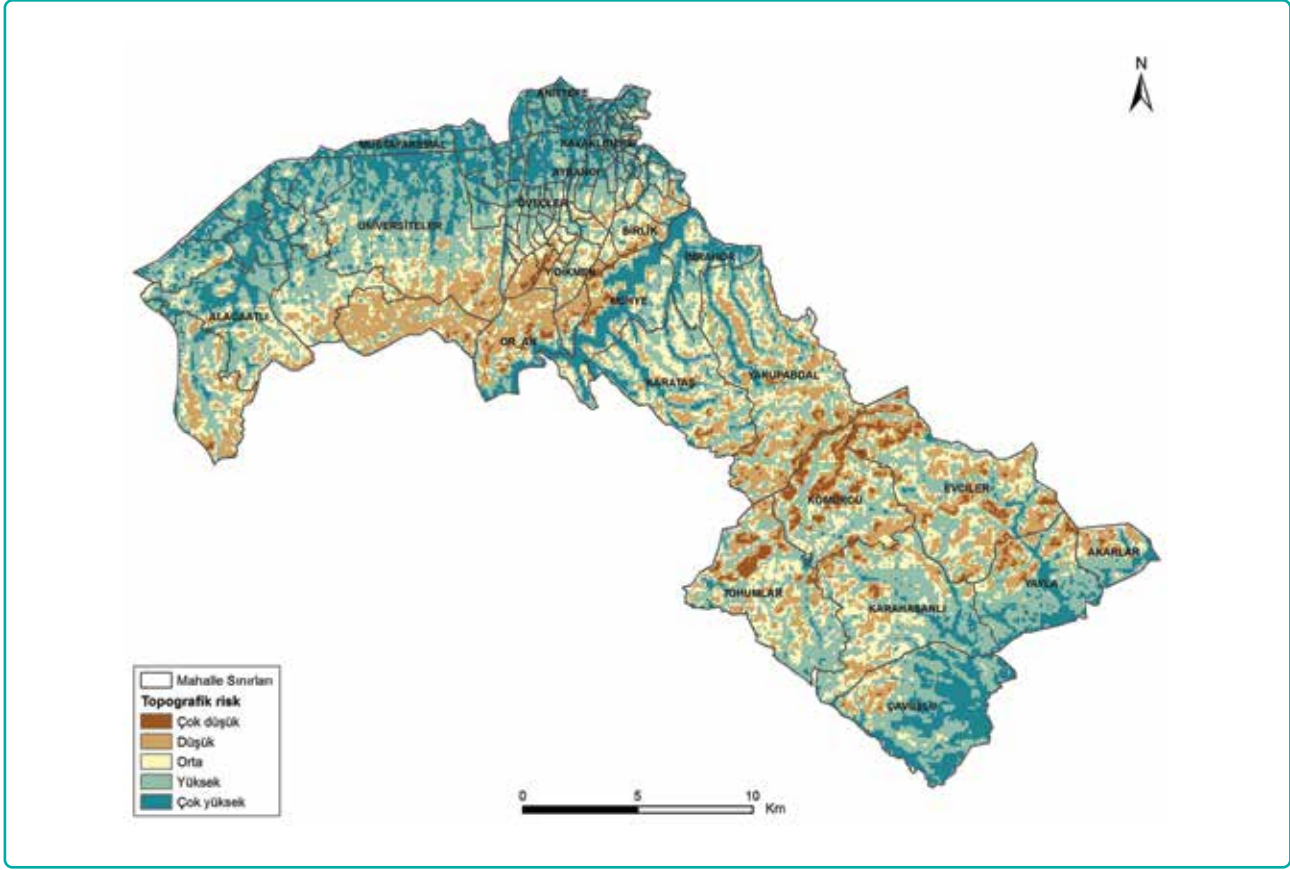
Havzadaki konumu

Yüzey akışı cazibeyle alt kotlara doğru akmaktadır. Bu nedenle su alt kotlarda toplanmaktadır. 5'te yükseklik gruplarına göre sınıflanmış yüzey gösterilmektedir. İlçenin çatısı Yakupabdal Kömürü sınırlarında yer alan Elmadağ'dır. Kentsel yerleşim bölgesinde ise Ahlatlıbel ve Oran bölgeleri en yüksek konumda yer almaktadır.



Şekil 15. Havzadaki yükseklik ilişkisi

Sel ve taşkın riski belirtilen topografik değişkenler ele alınarak hesaplanmıştır (Şekil 17). En düşük risk Oran, Elmadağ gibi yüksek rakımda yer alan bölgelerde görülmektedir. En yüksek risk İmrahor Vadisi ve ilçenin alt kotlarında bulunan Emek, Mustafa Kemal mahallelerindedir. Topografik açıdan riskli bu bölgelerdeki vadiler ilçedeki yağış suyunu toplayan mekanizmalardır.

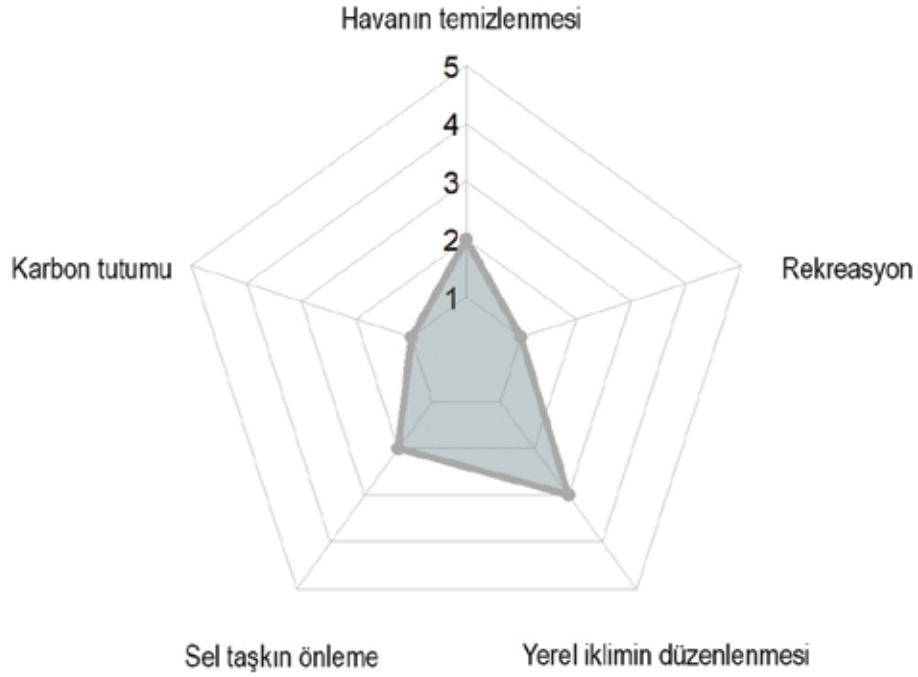


Şekil 17. Topografik değişkenler gözetilerek hesaplanmış sel ve taşkın riski

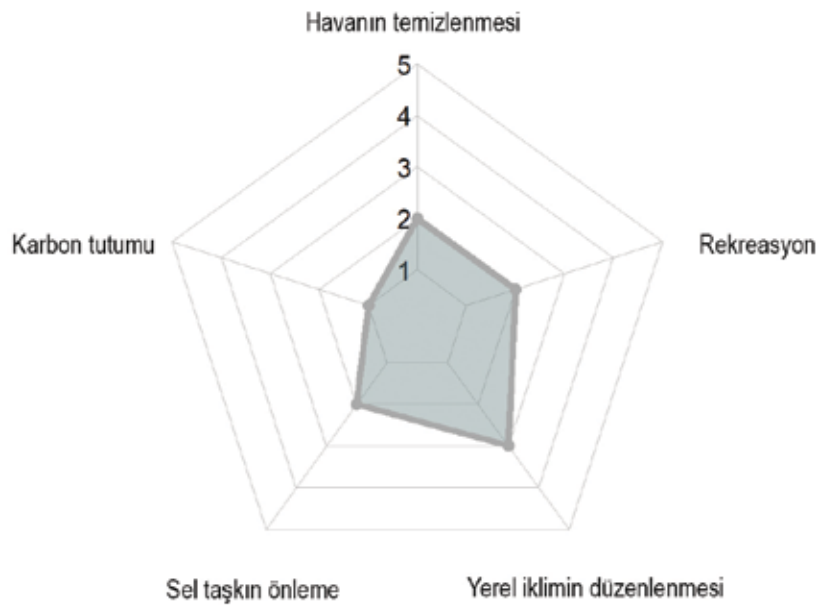
EK 7. Mahalle bazında ekosistem hizmetlerinin karşılaştırılması

Kentsel özellik gösteren mahalleler

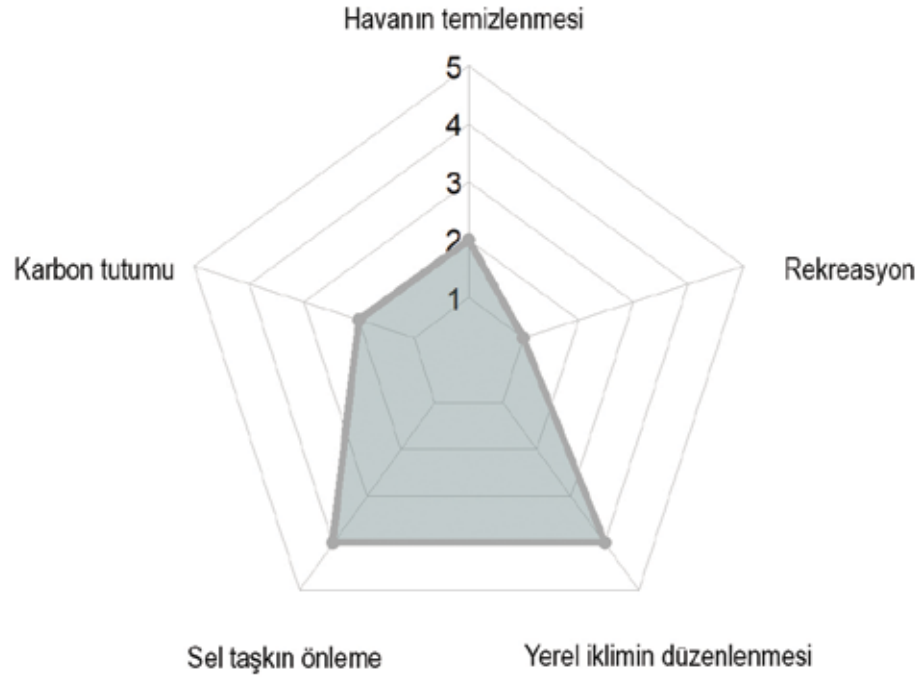
AHMET TANER KIŞLALI



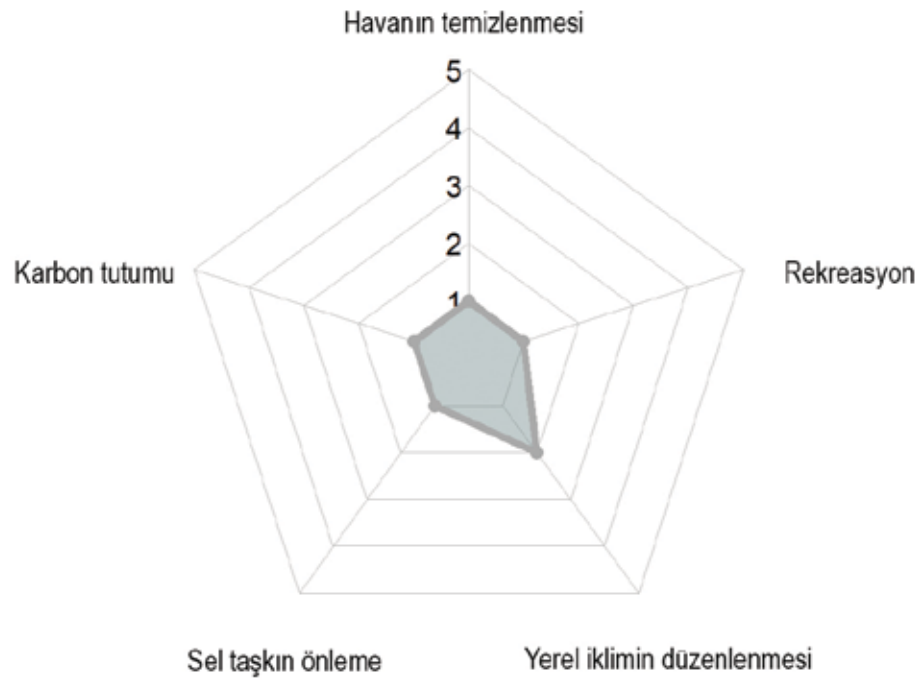
AKPINAR



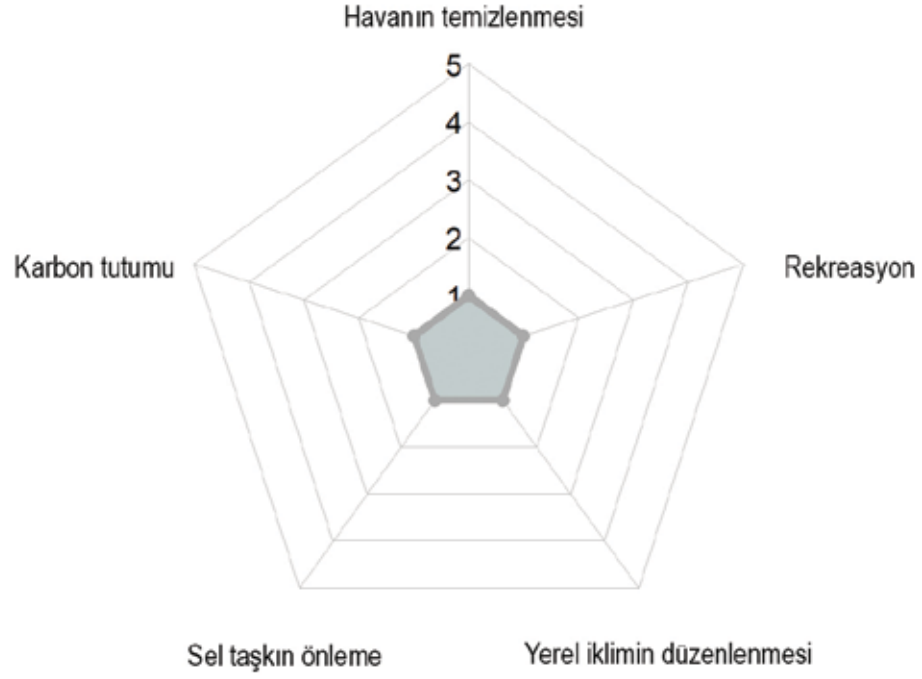
ALACAATLI



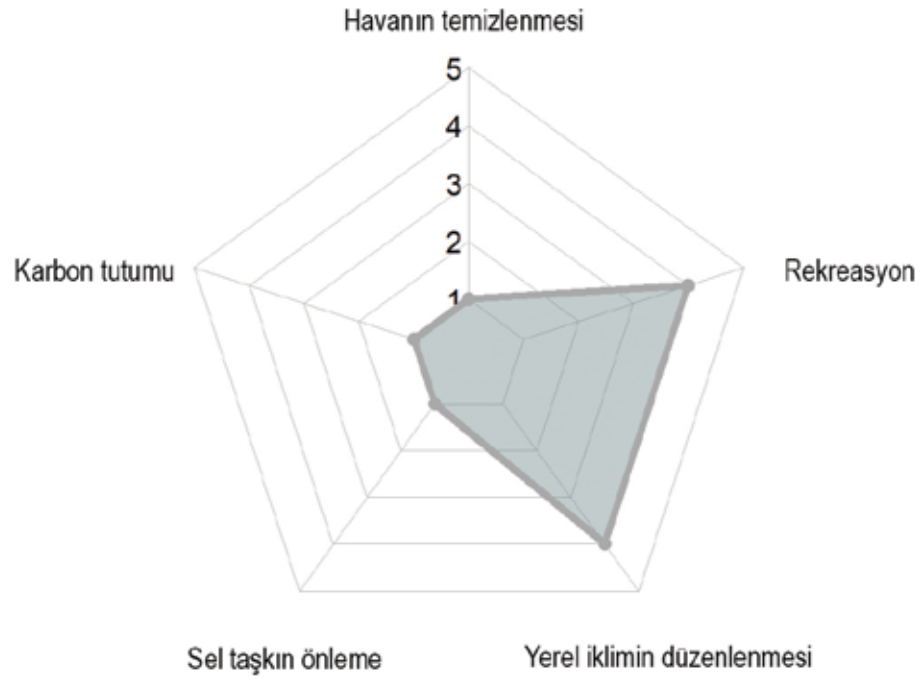
ANITTEPE



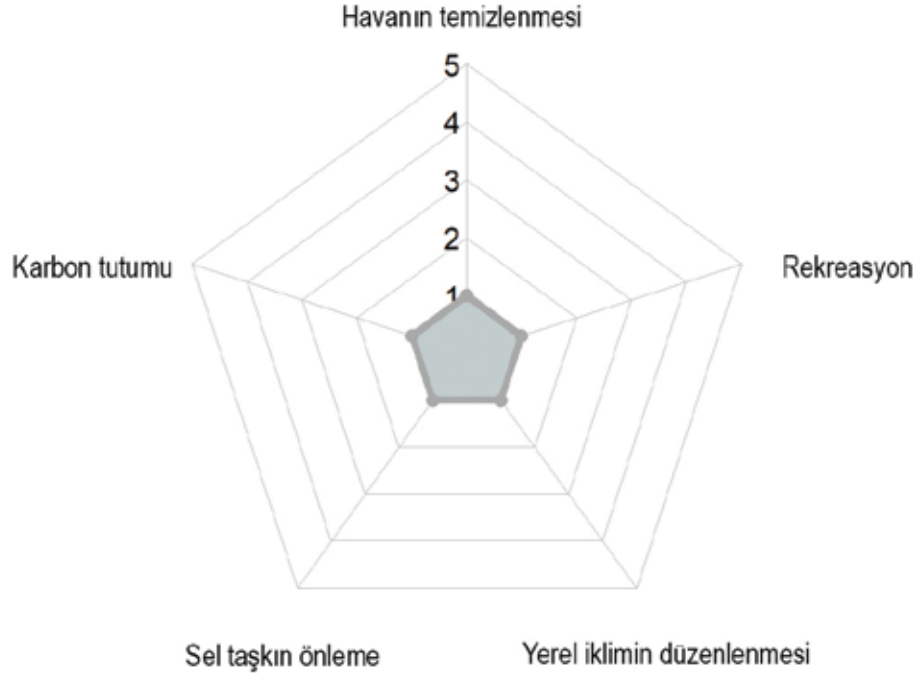
ARKA TOPRAKLIK



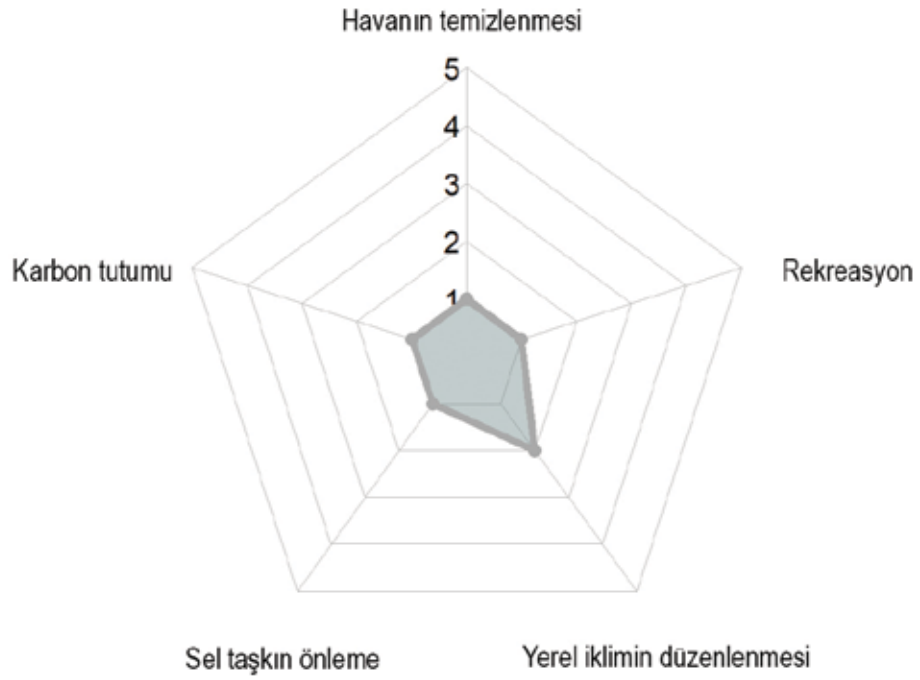
AŞAĞI İMRAHOR



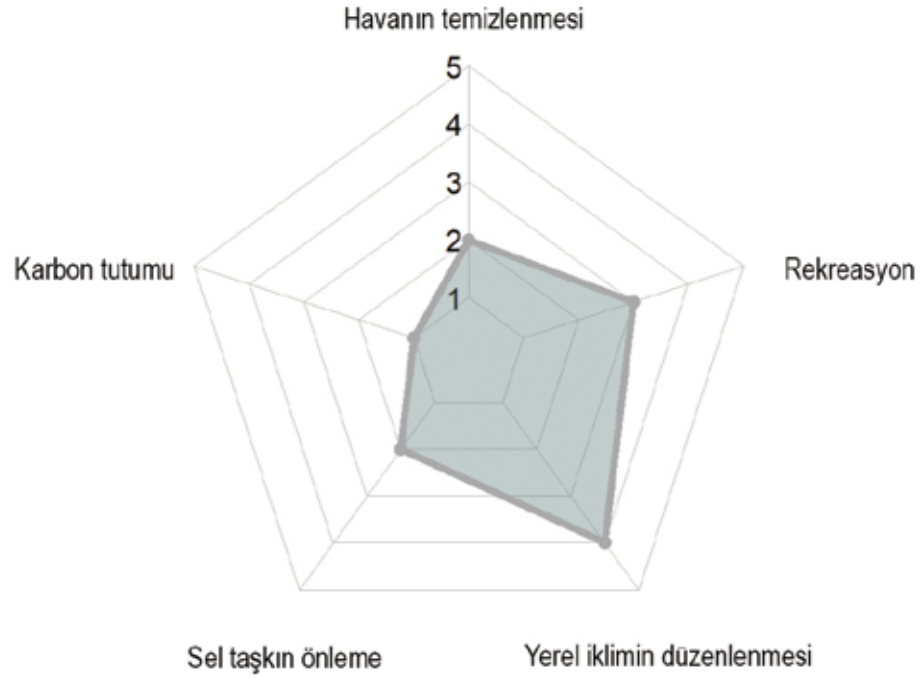
AŞIKPAŞA



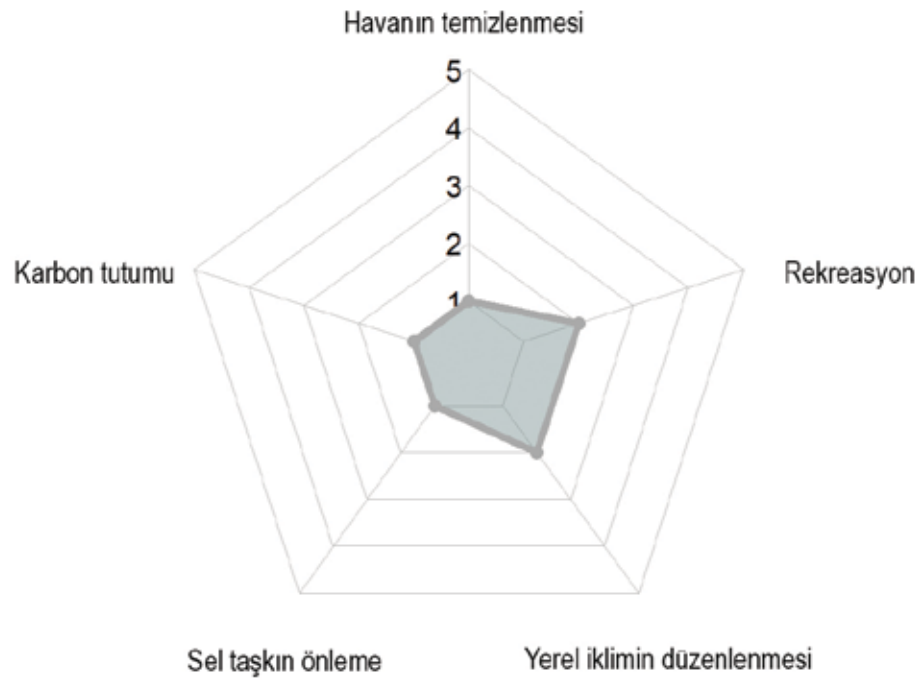
AŞAĞI ÖVEÇLER



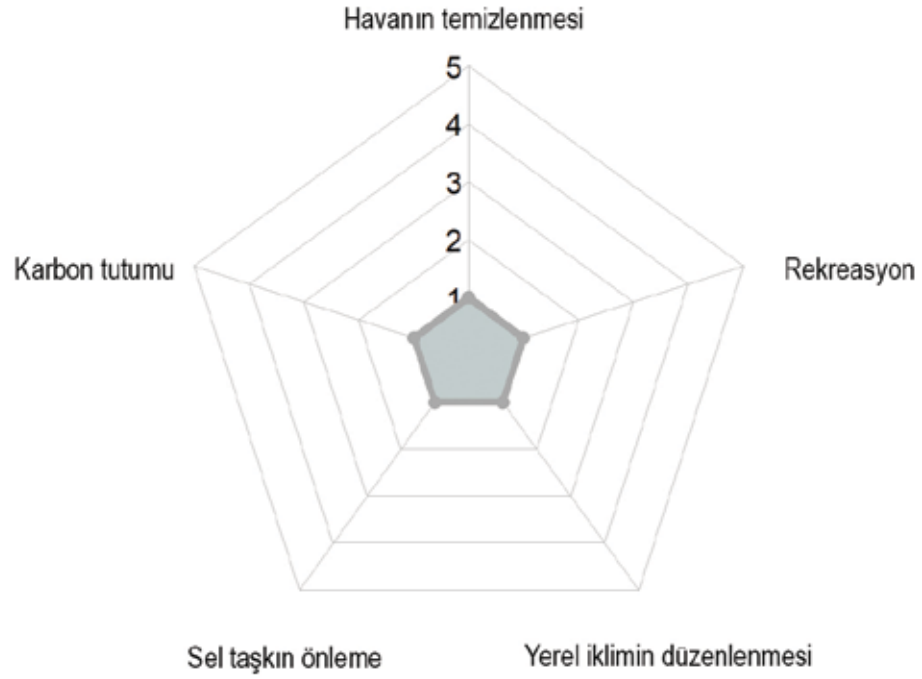
AŞAĞI DİKMEN



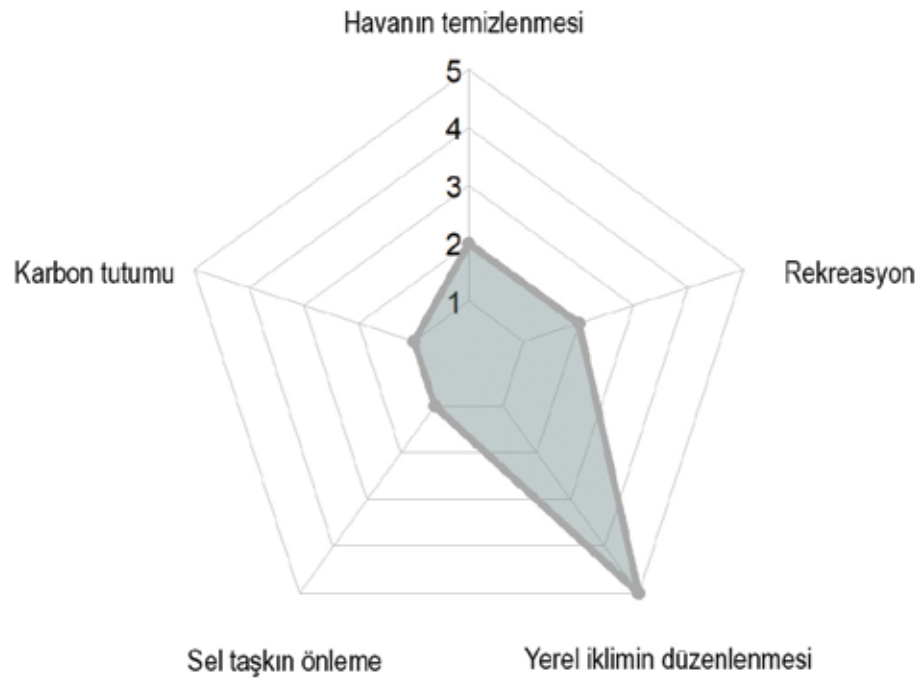
ATA



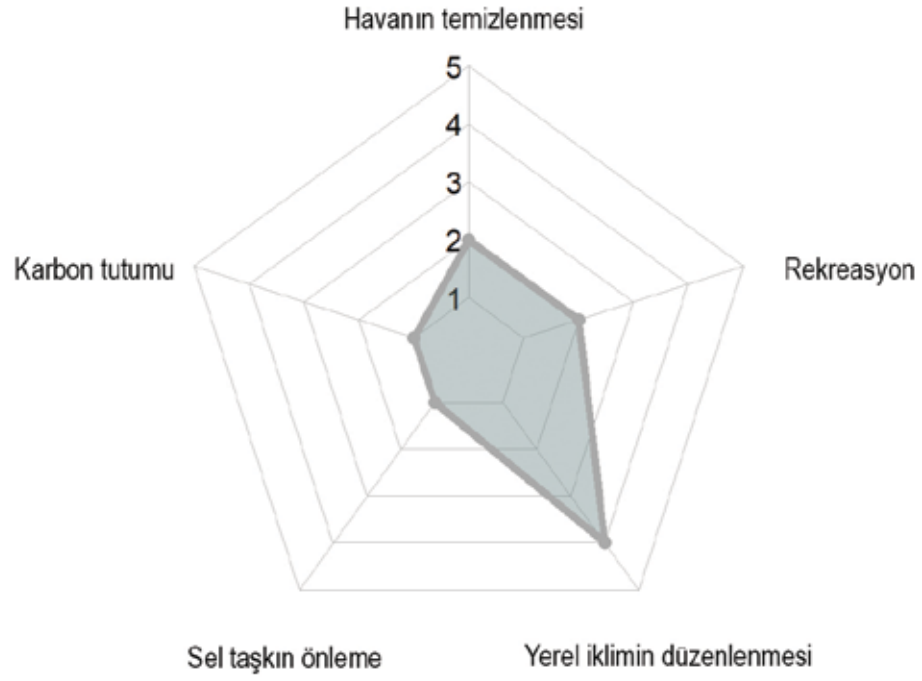
AYDINLAR



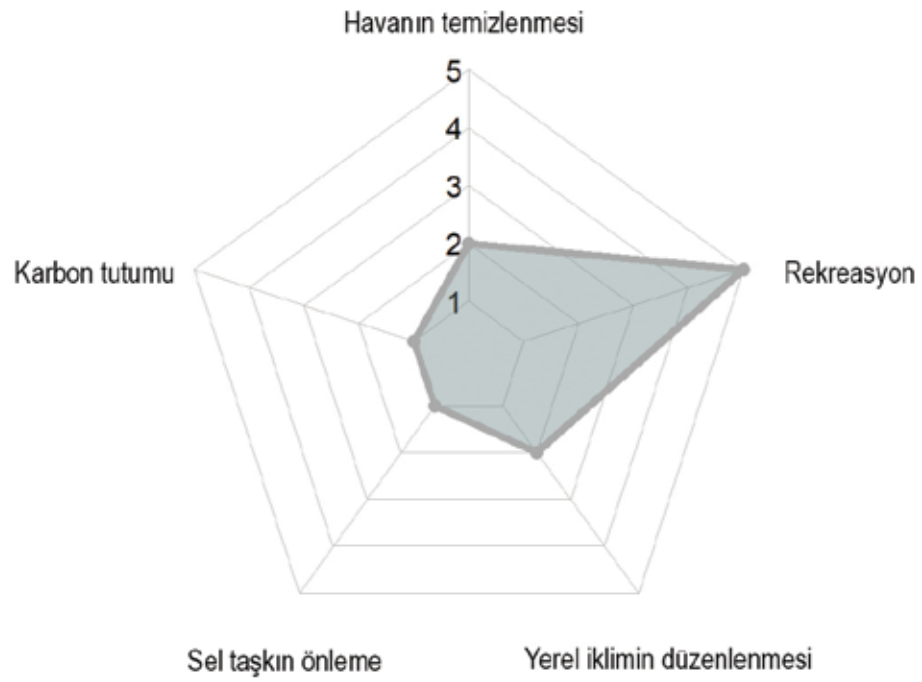
AYRANCI



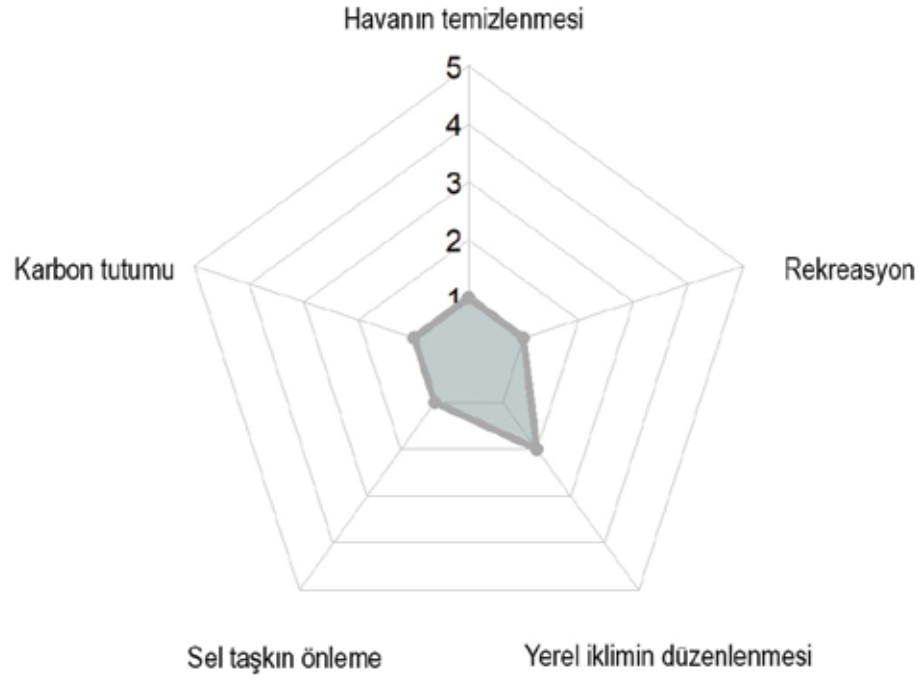
AZİZİYE



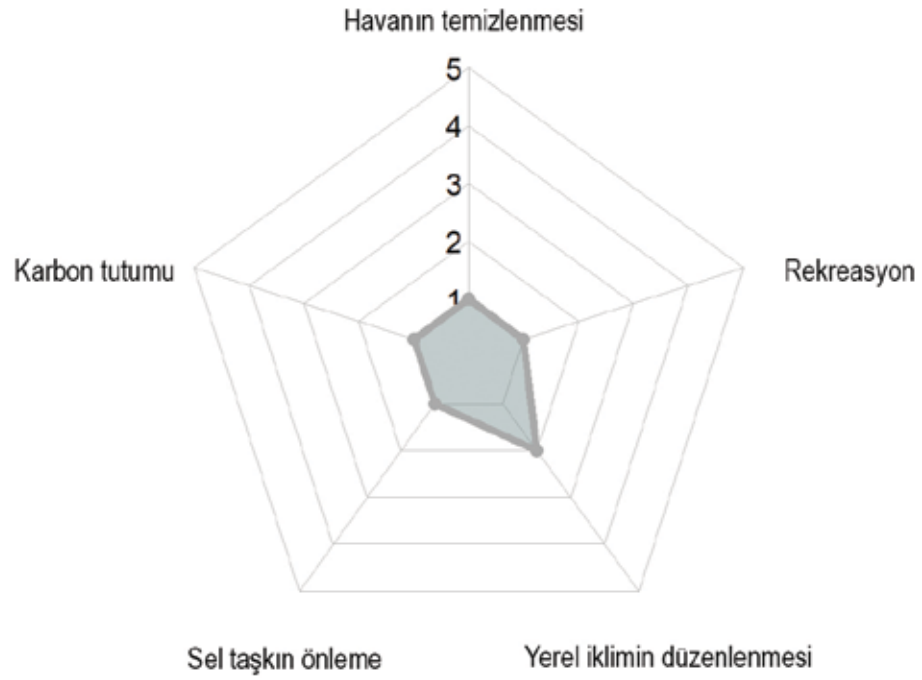
BADEMLİDERE



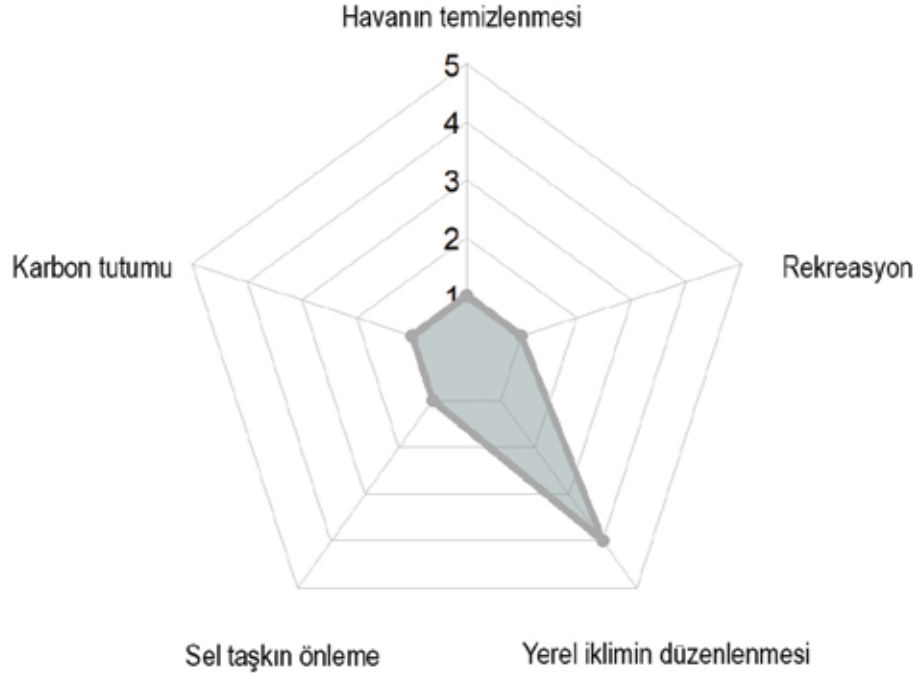
BAĞCILAR



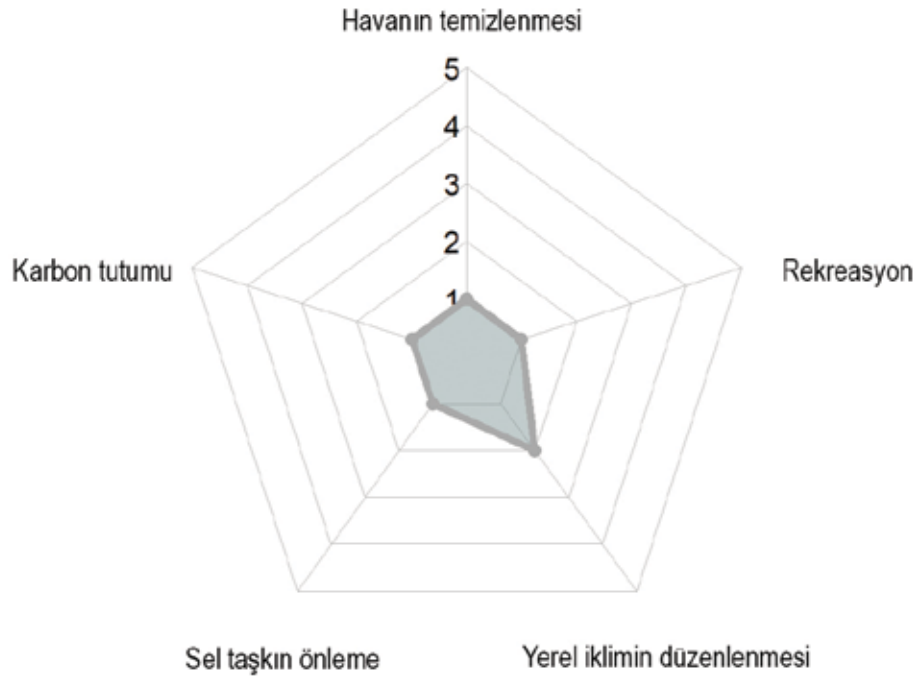
BAHÇELİEVLER



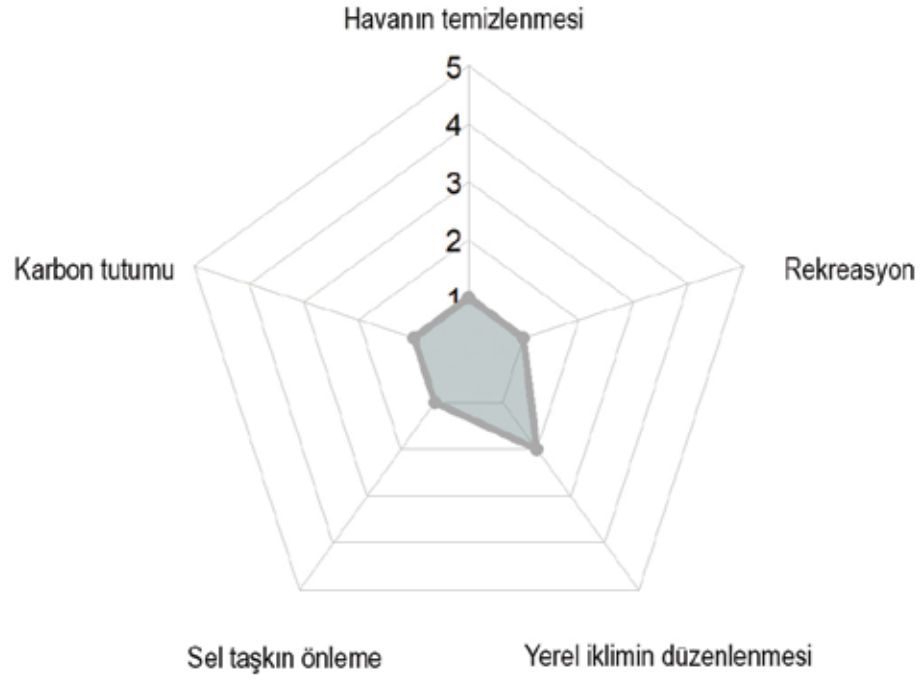
BALGAT



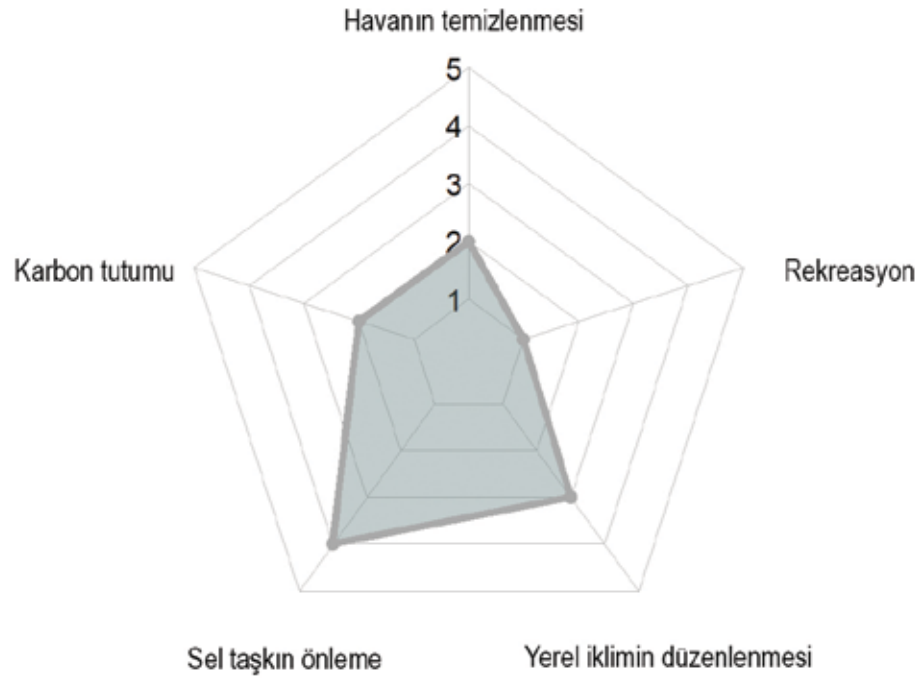
BARBAROS



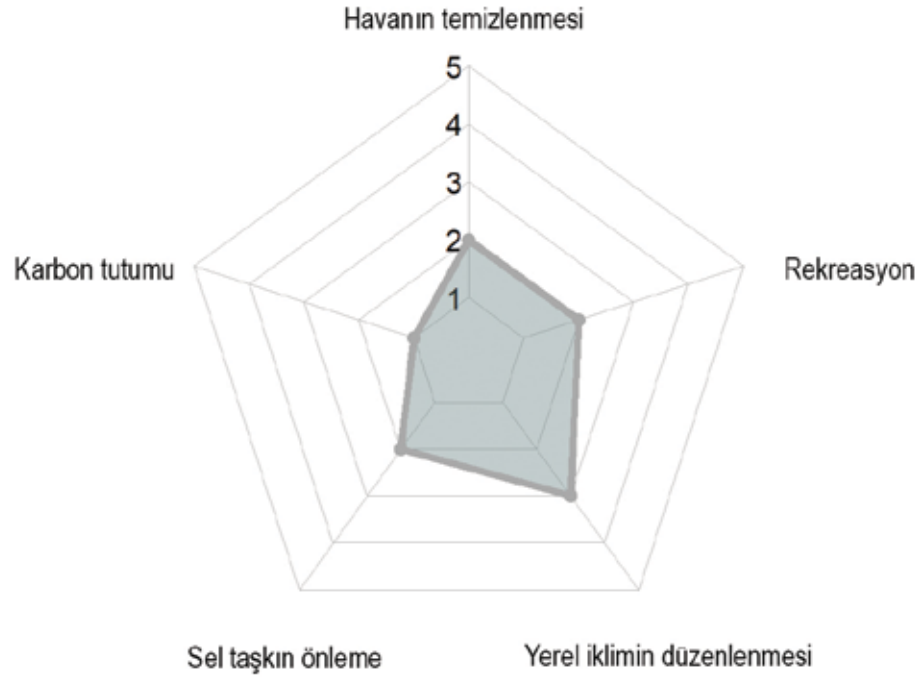
BAYRAKTAR



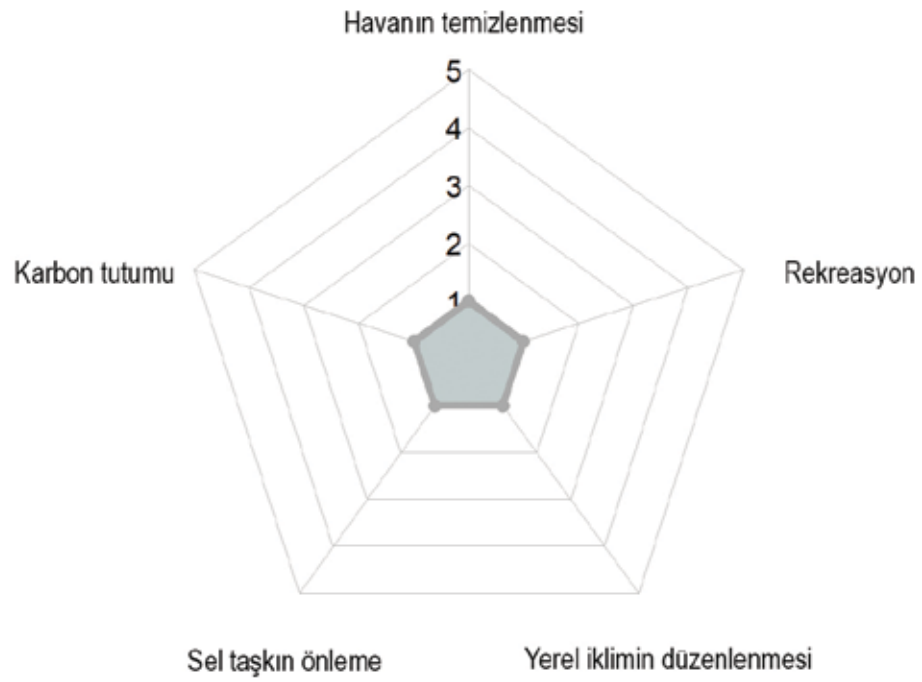
BEYTEPE



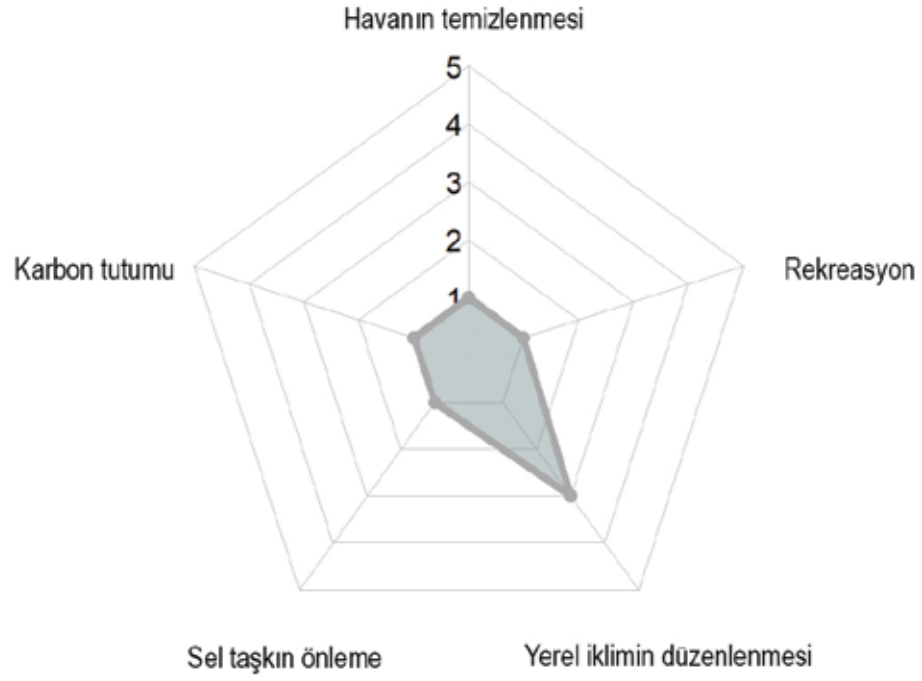
BİRLİK



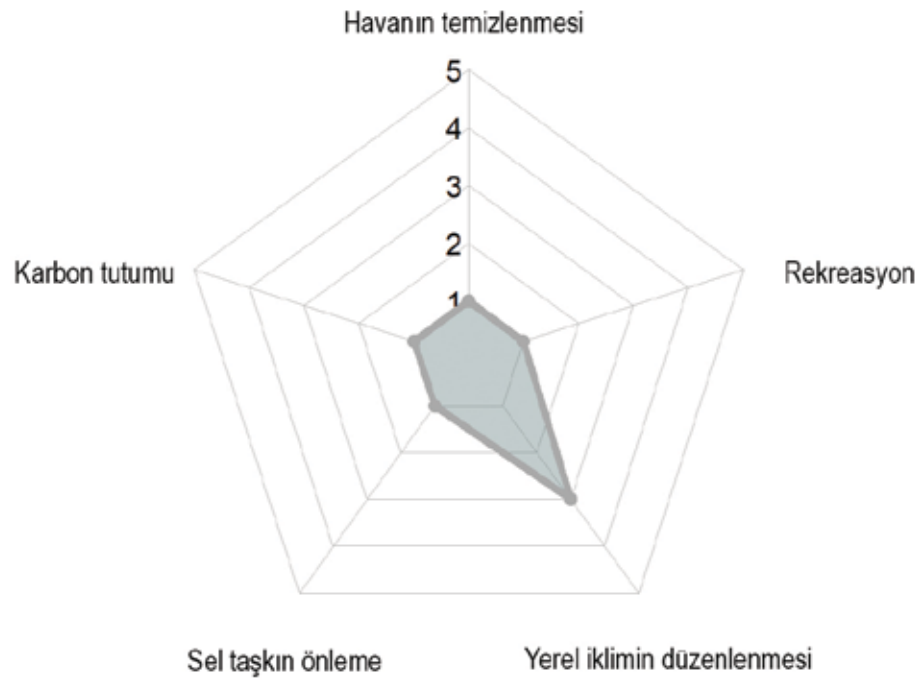
BOZTEPE



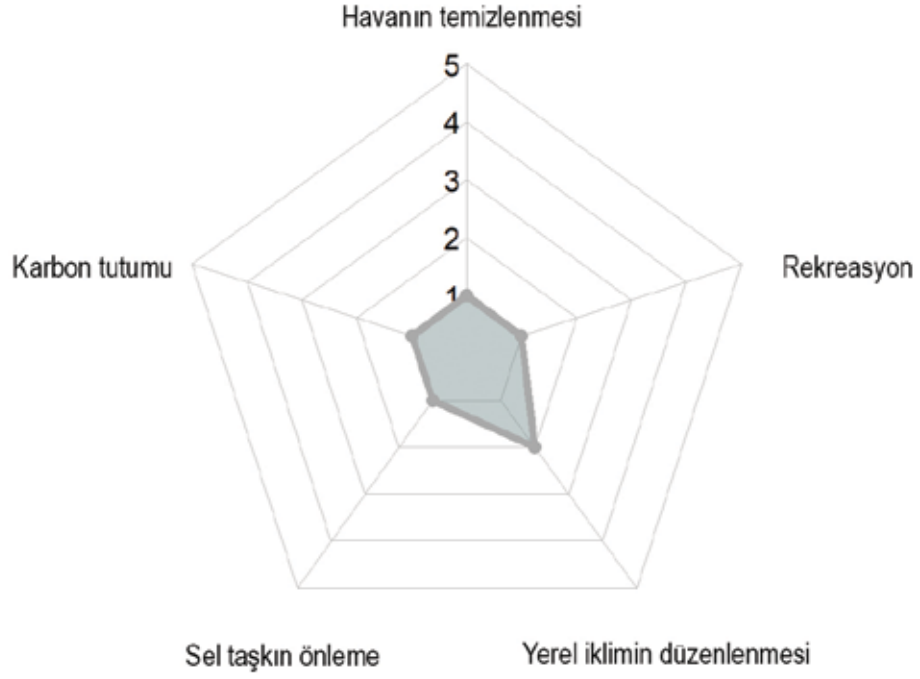
BÜYÜKESAT



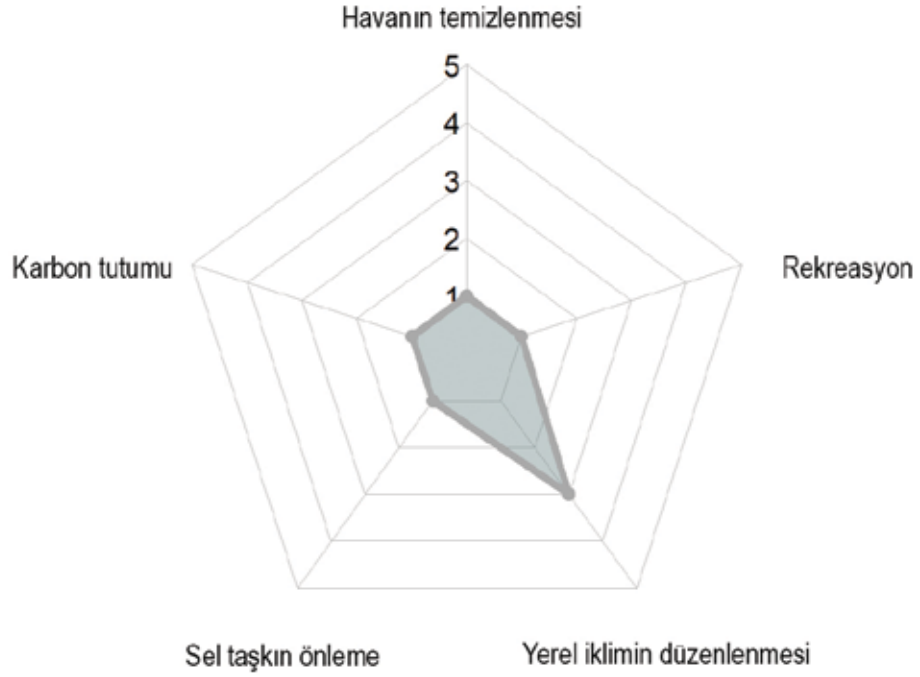
CEBECİ



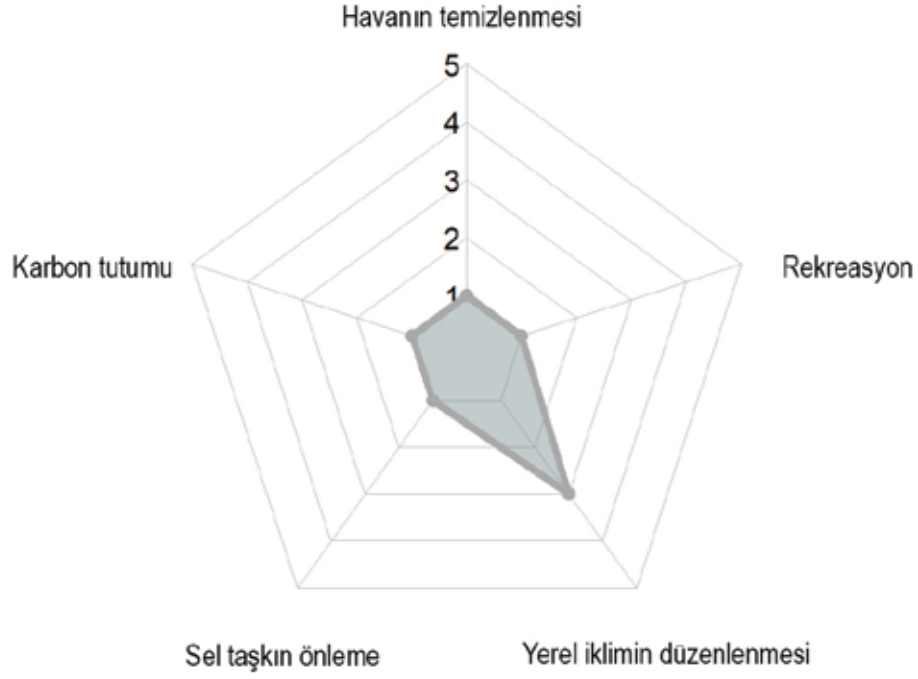
CEVİZLİDERE



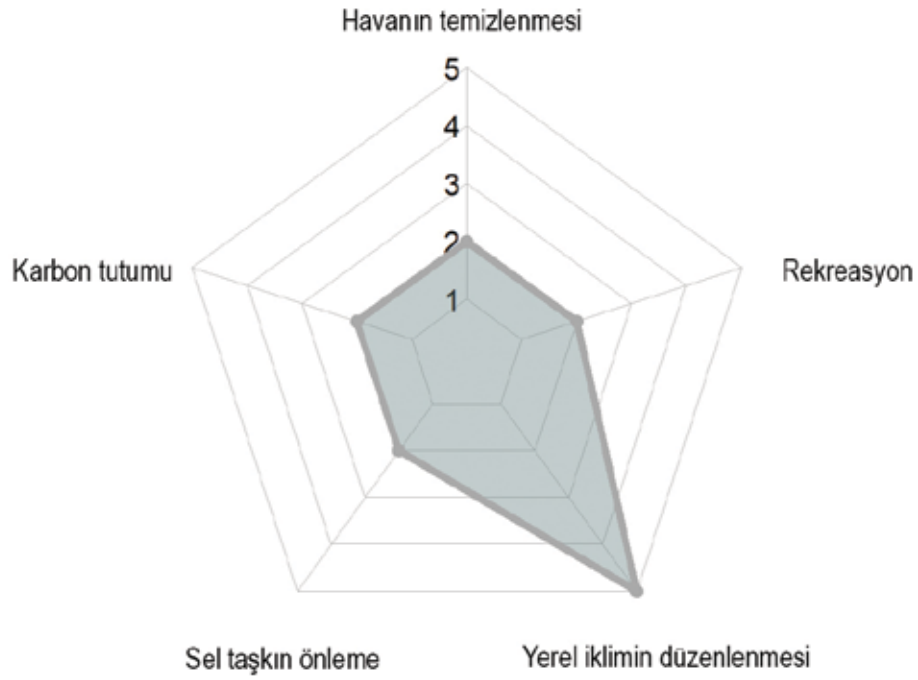
CUMHURİYET



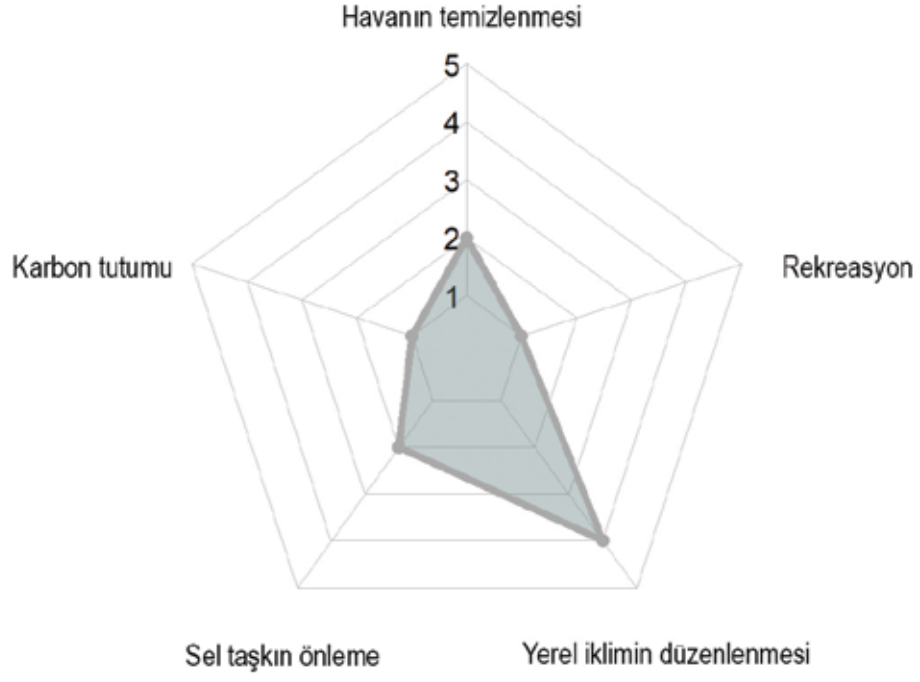
ÇAMLITEPE



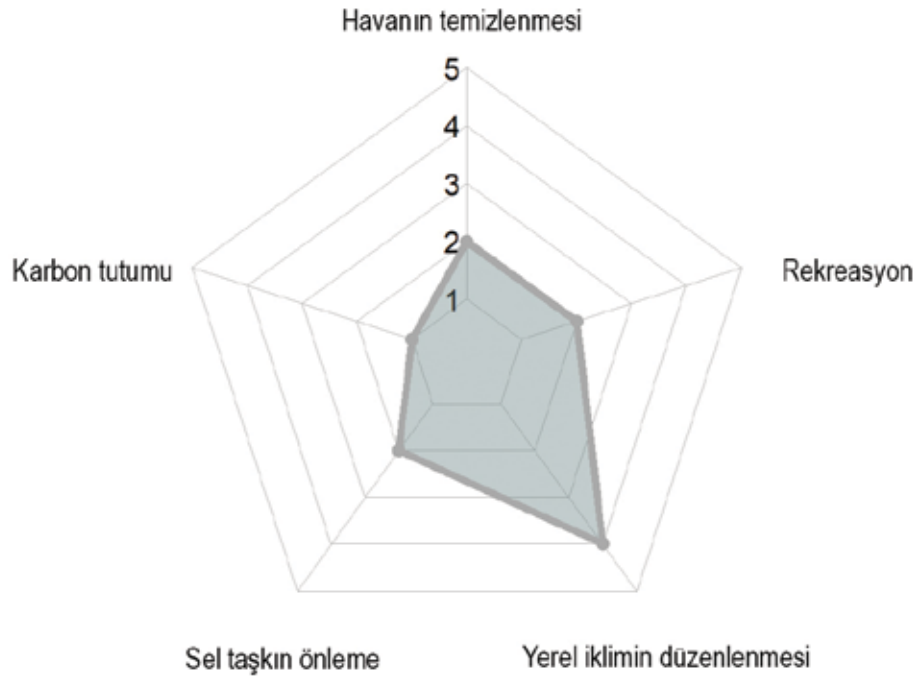
ÇANKAYA



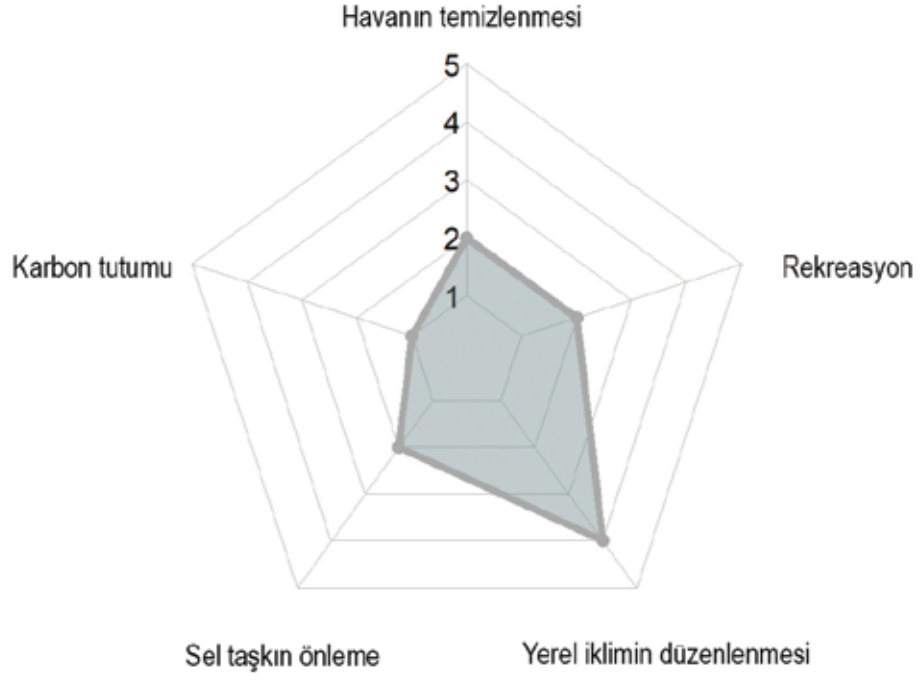
ÇAYYOLU



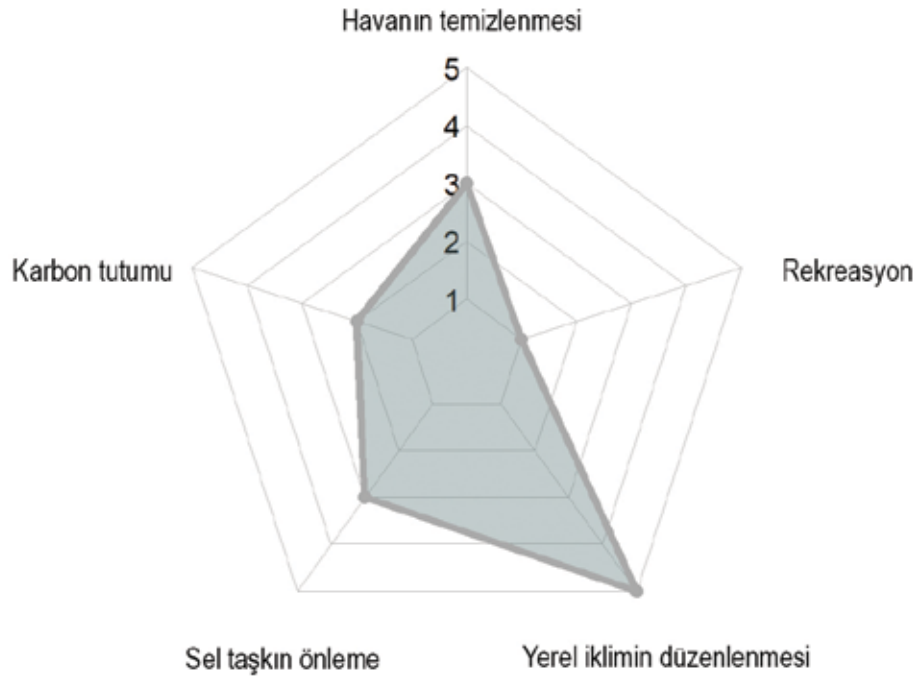
ÇİĞDEM



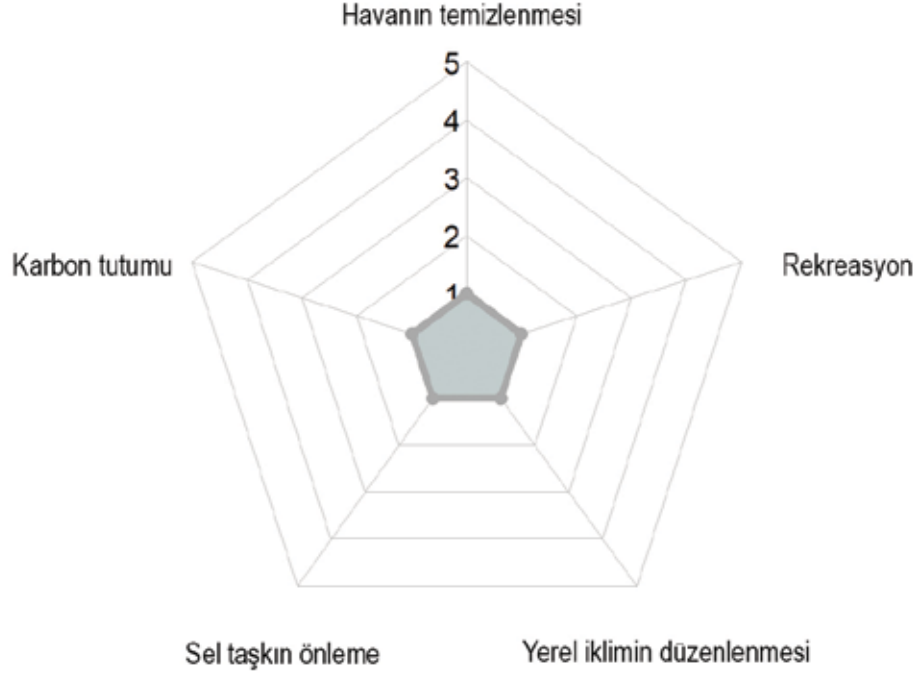
ÇUKURAMBAR



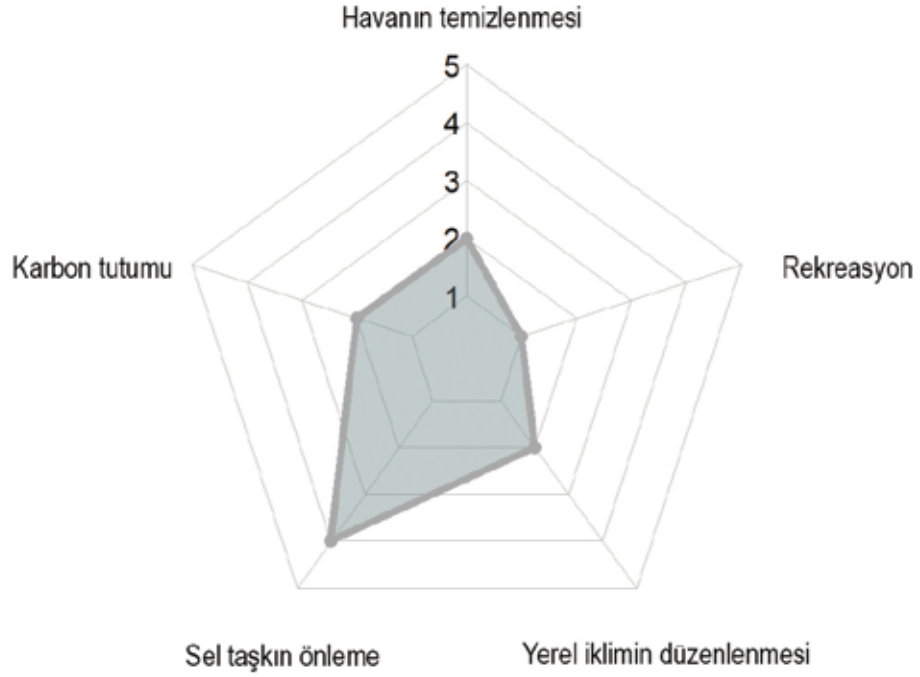
DEVLET



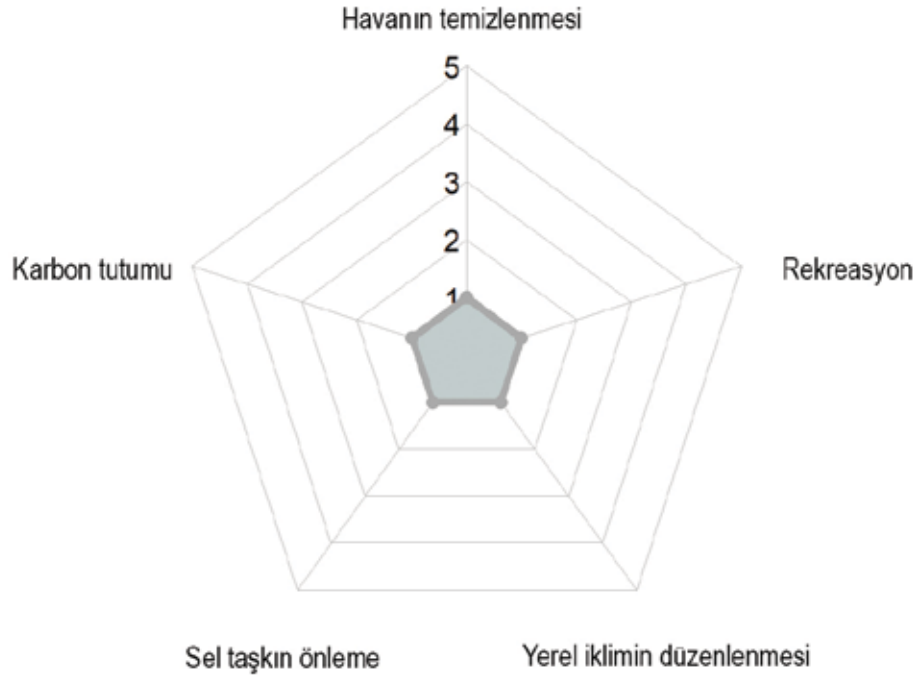
DİLEKLER



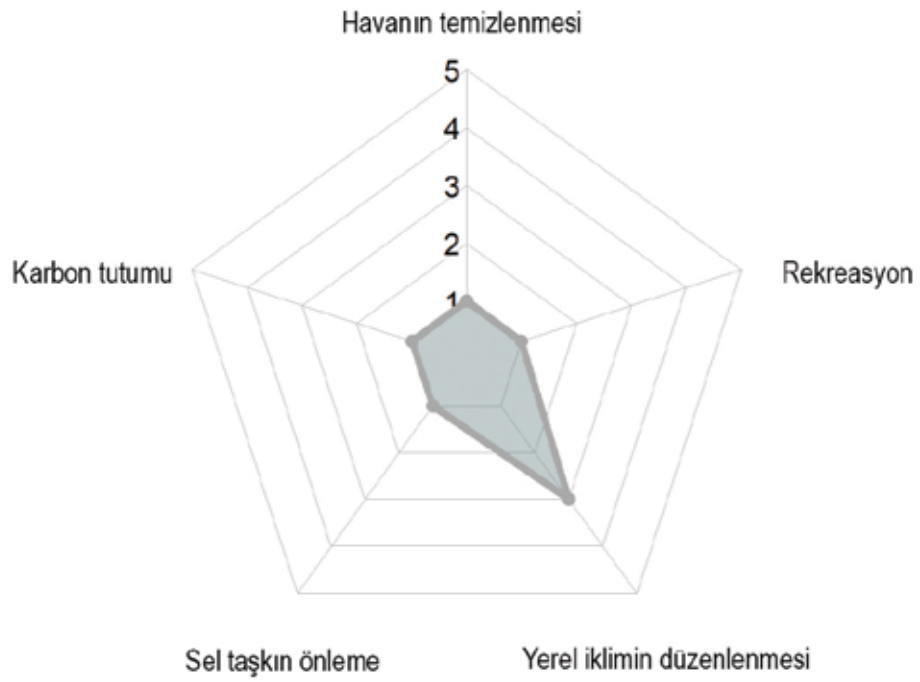
DODURGA



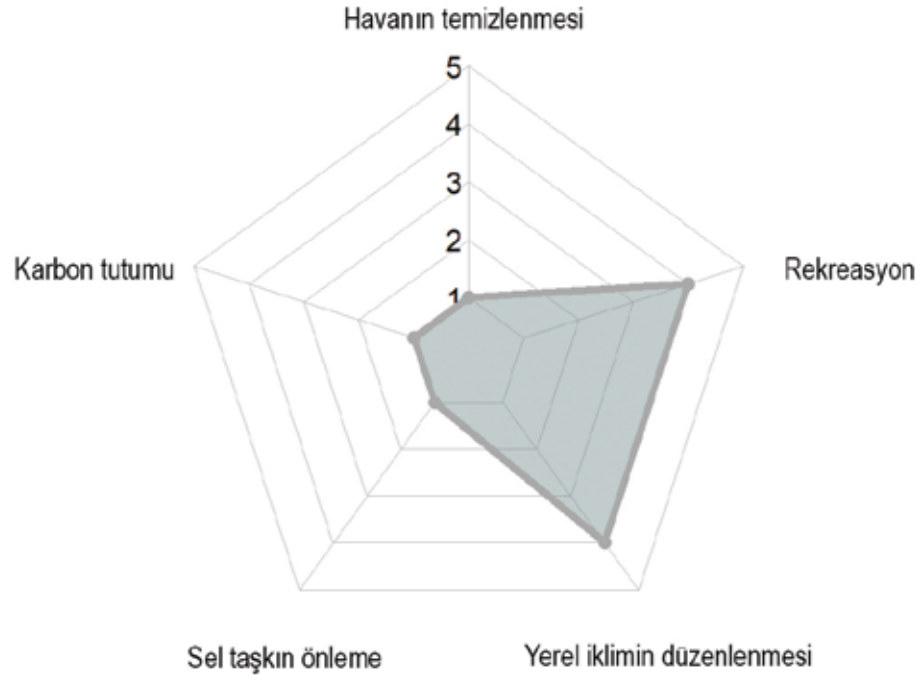
DOĞUŞ



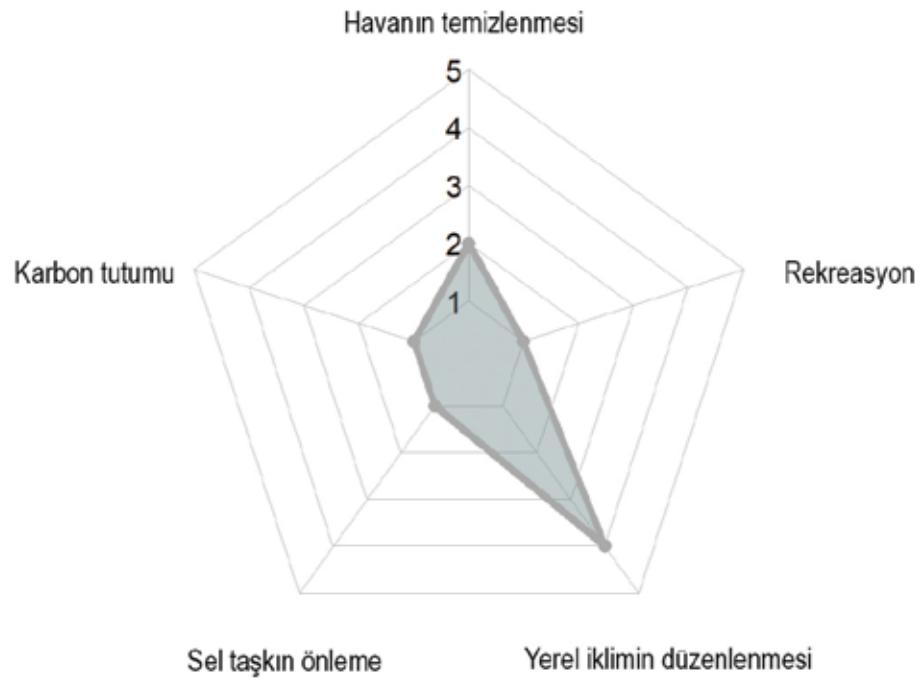
EHLİBEYT



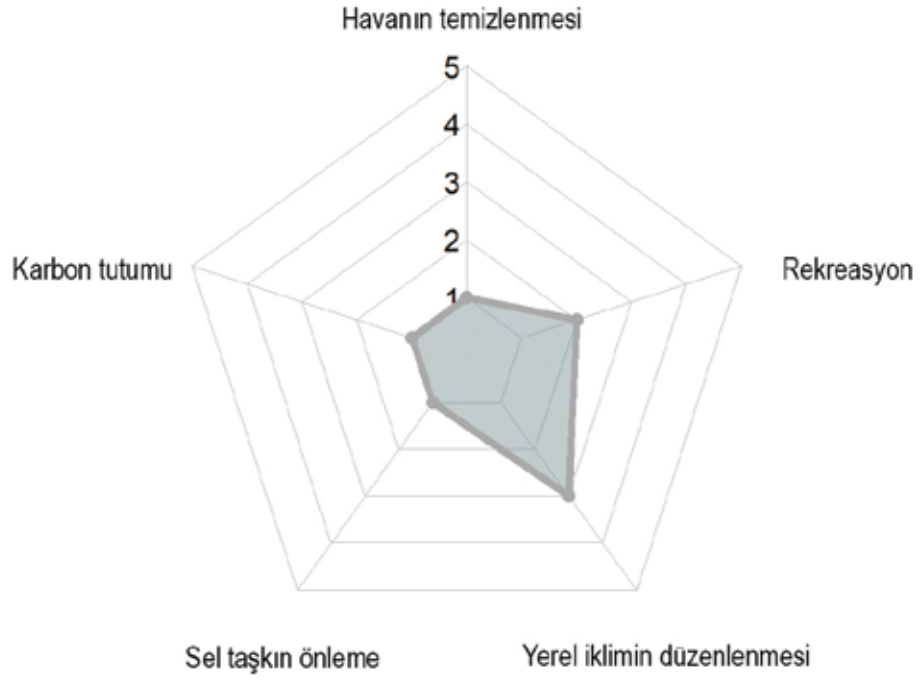
ELLİNCİYİL



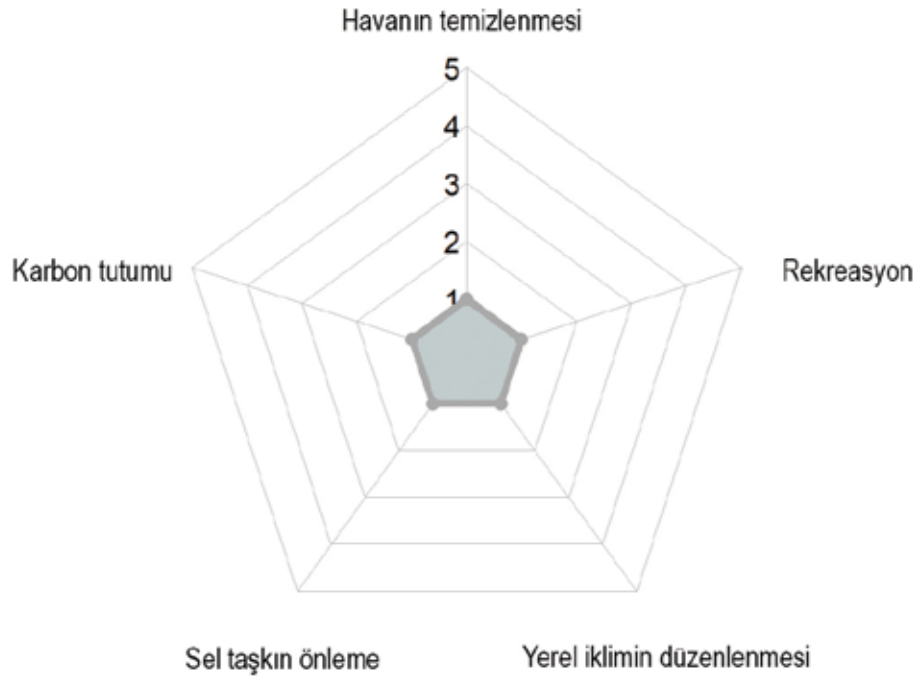
EMEK



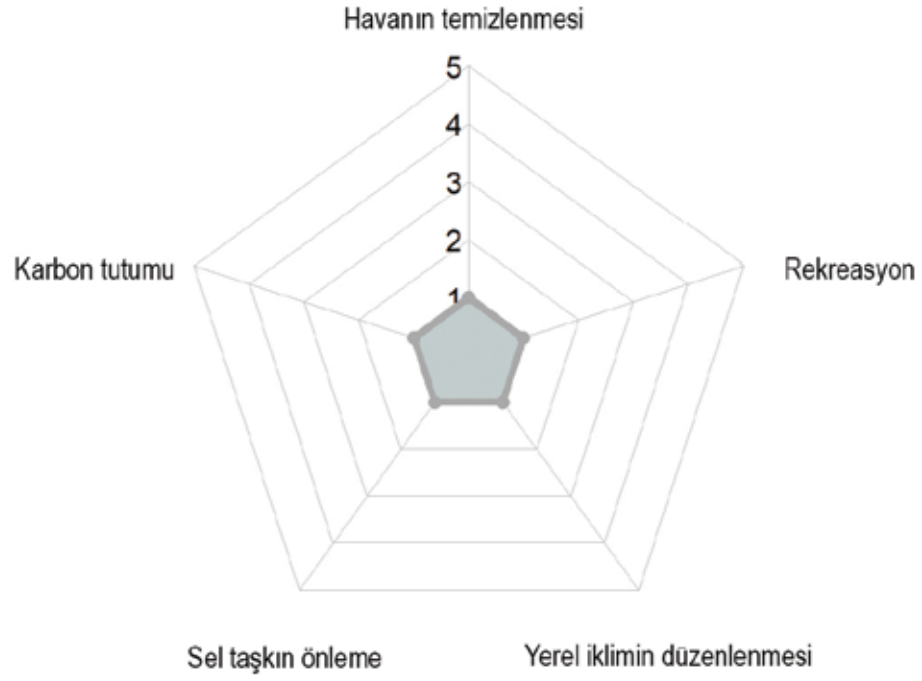
ERTUĞRUL GAZİ



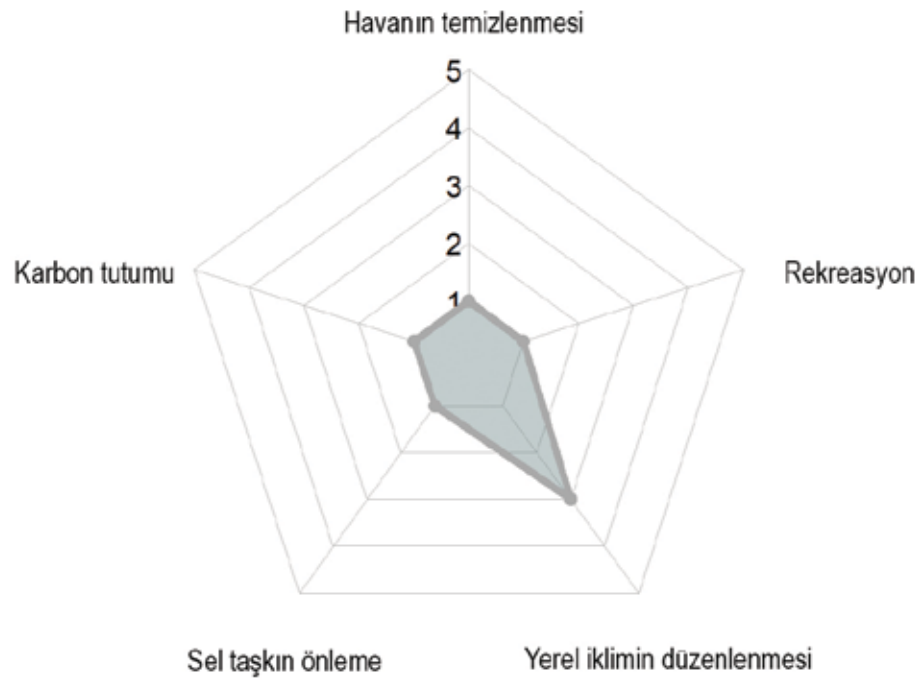
ERZURUM



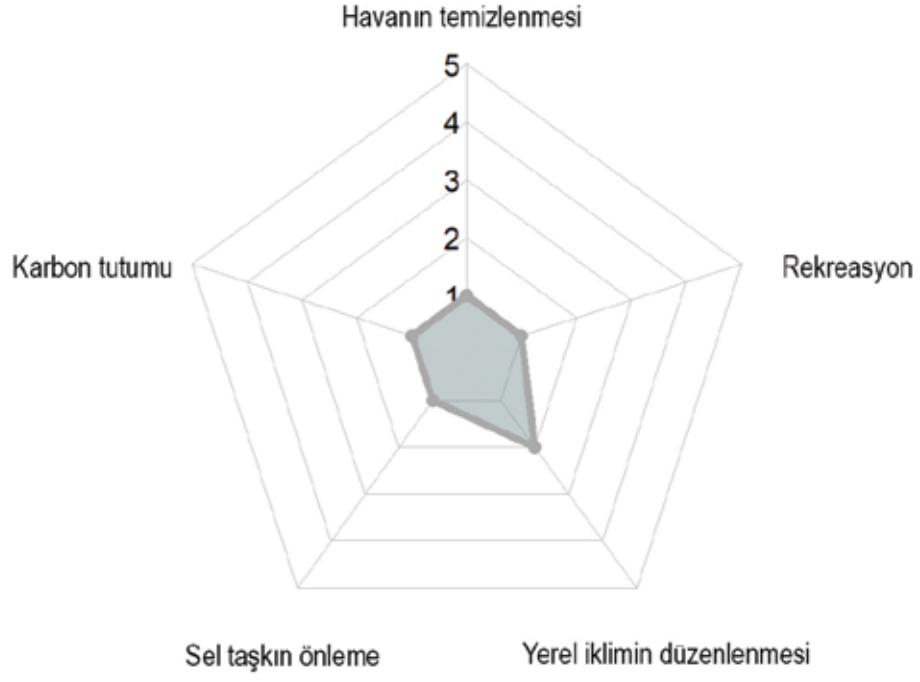
ESATOĞLU



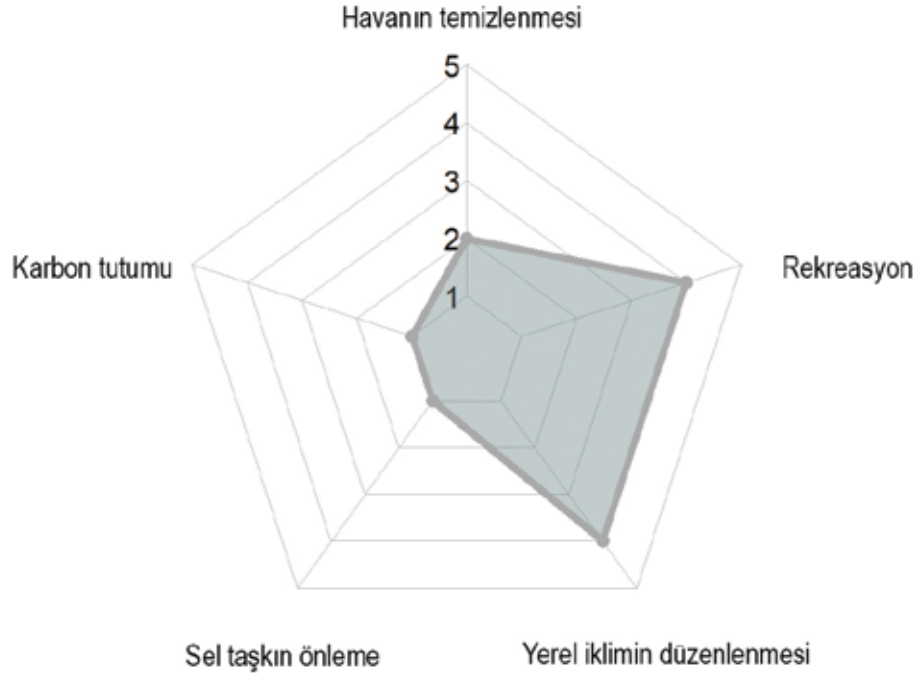
ETİ



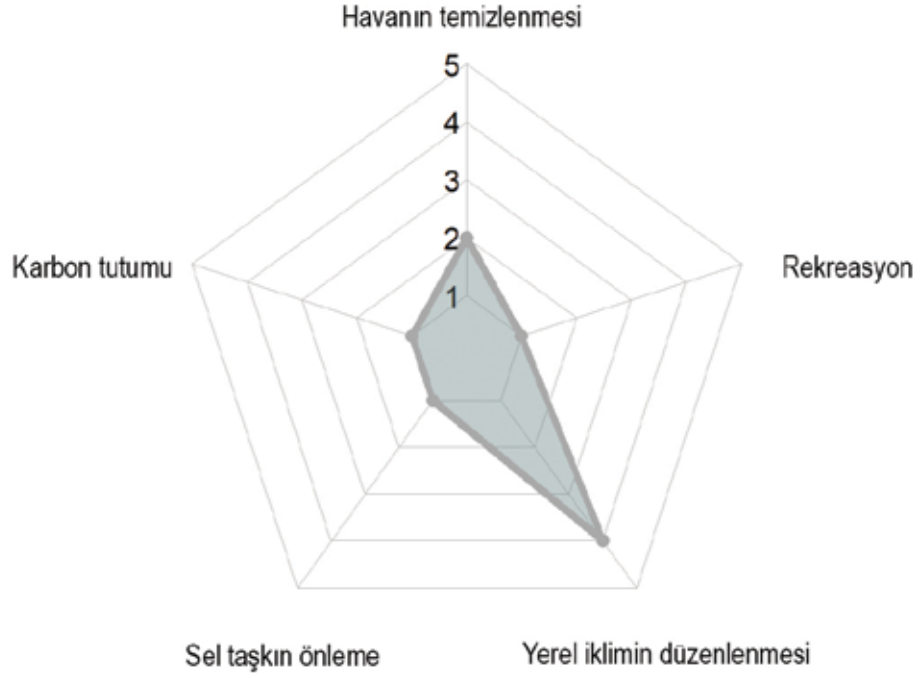
FAKÜLTELER



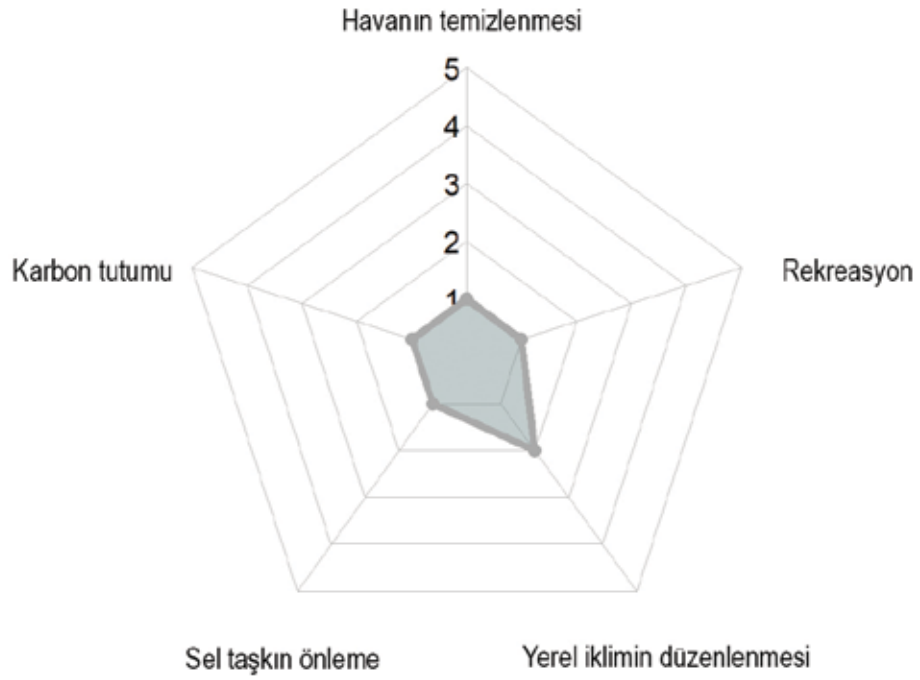
FİDANLIK



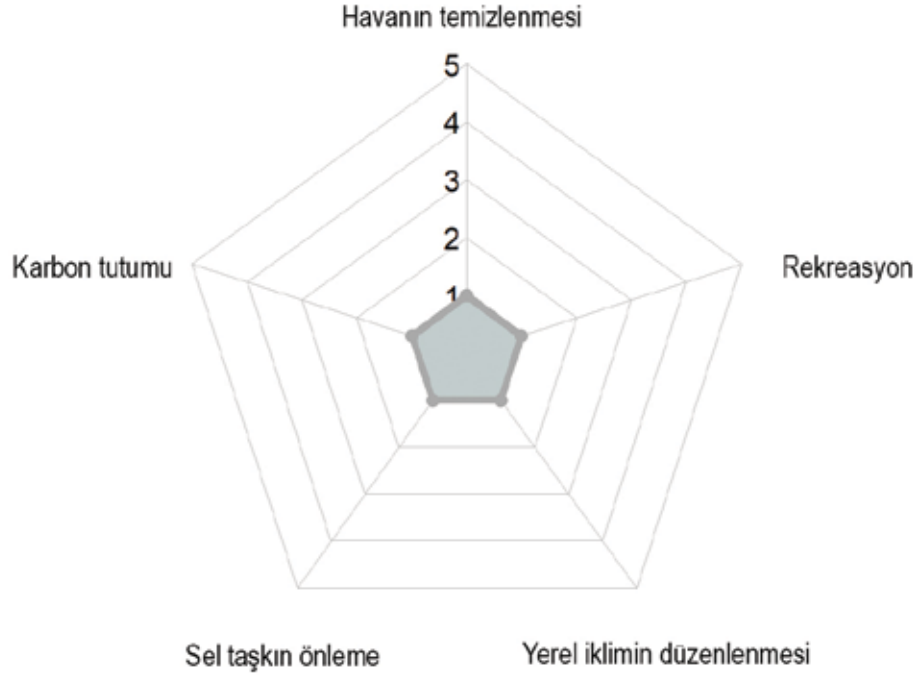
GAZİ OSMAN PAŞA



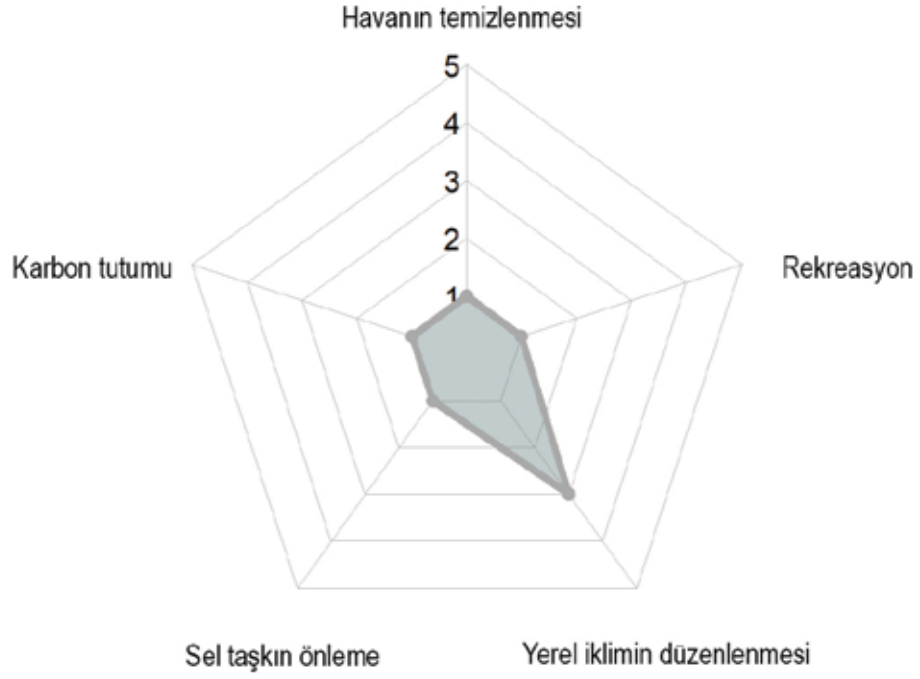
GÖKKUŞAĞI



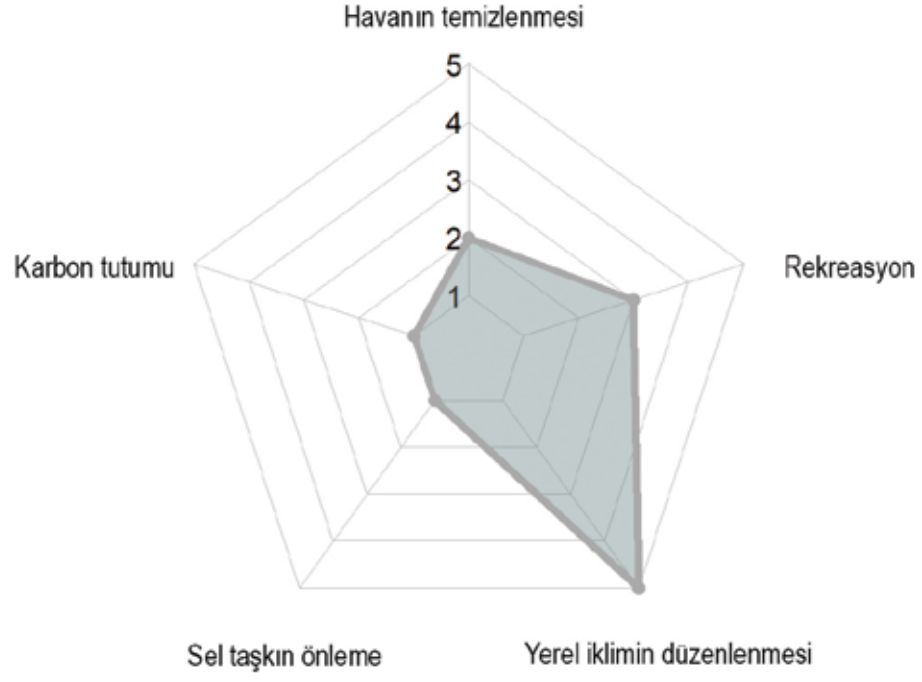
GÖKTÜRK



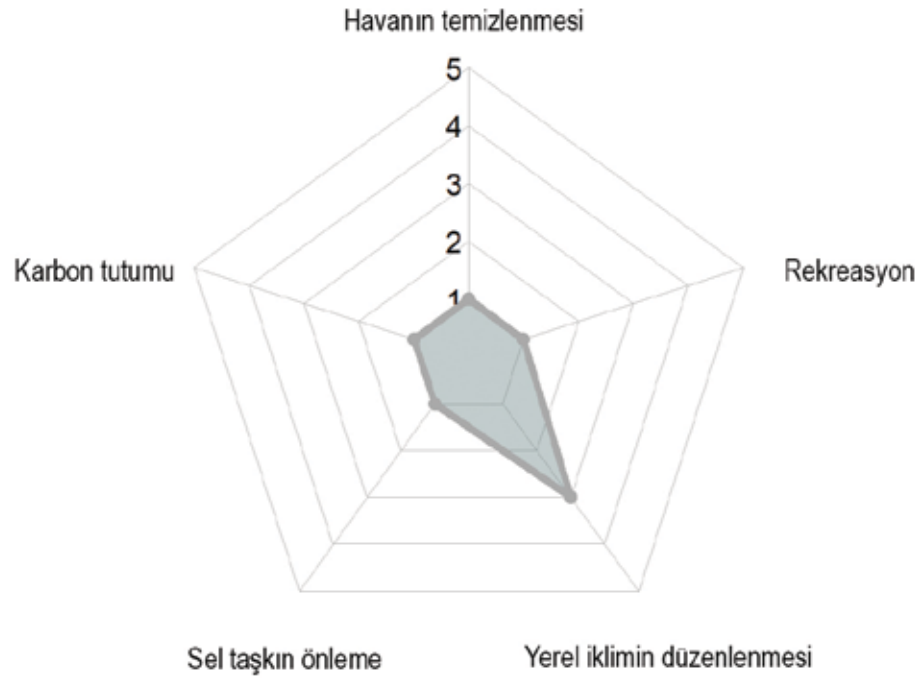
GÜVEN



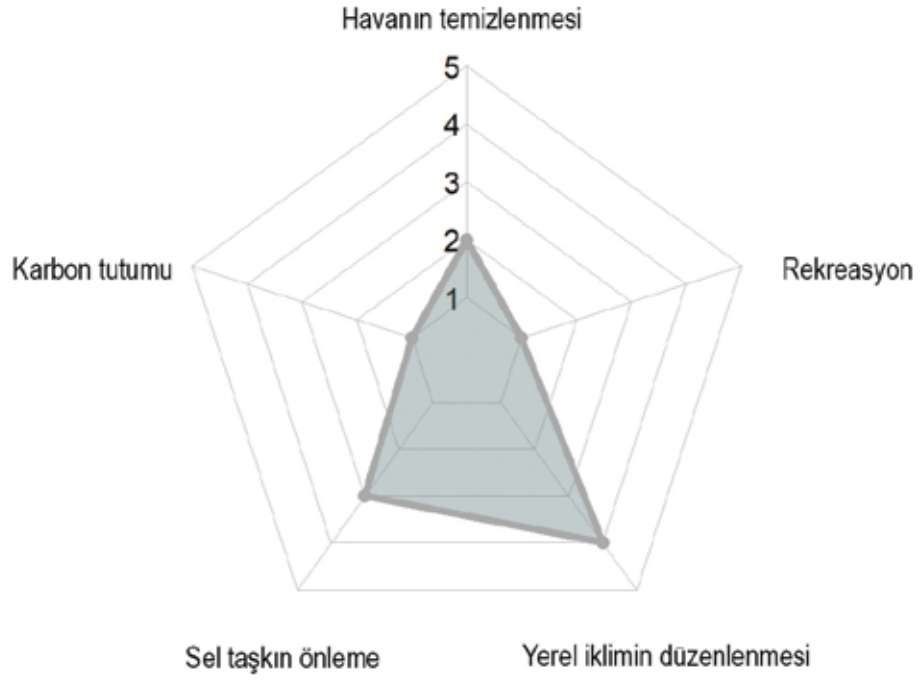
GÜZELTEPE



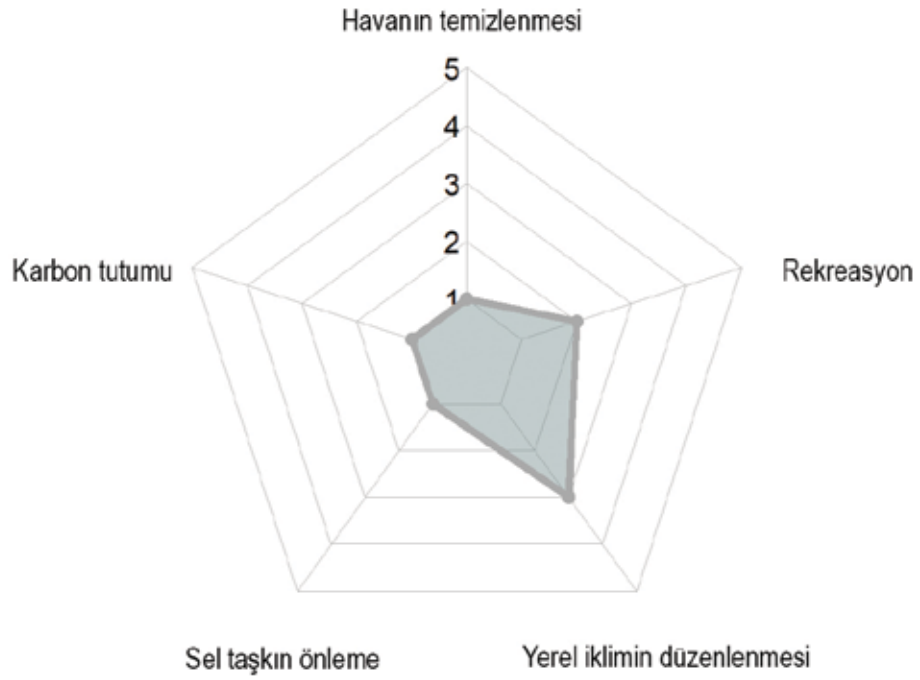
HARBIYE



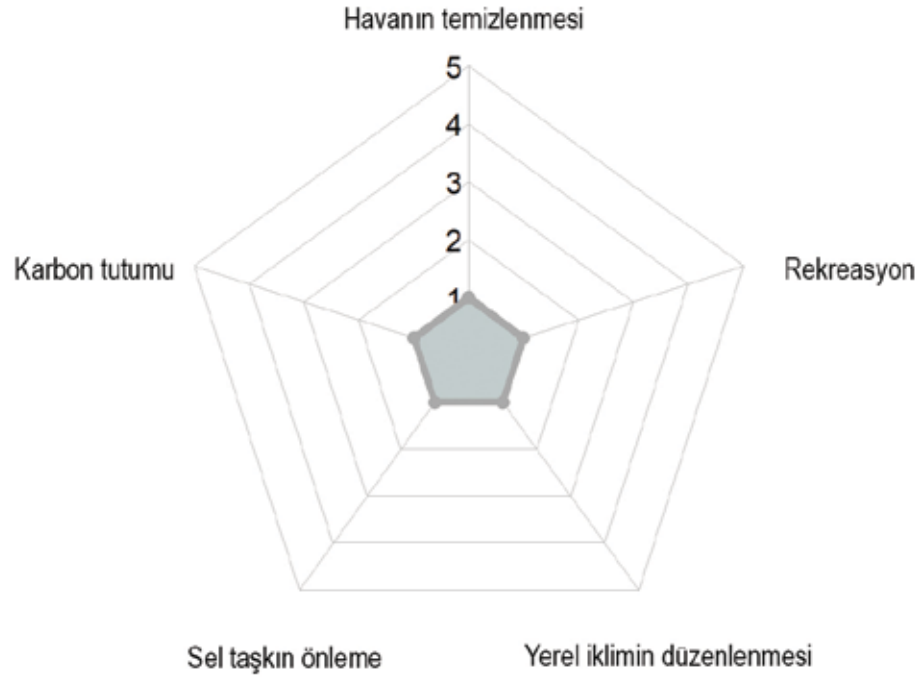
HİLAL



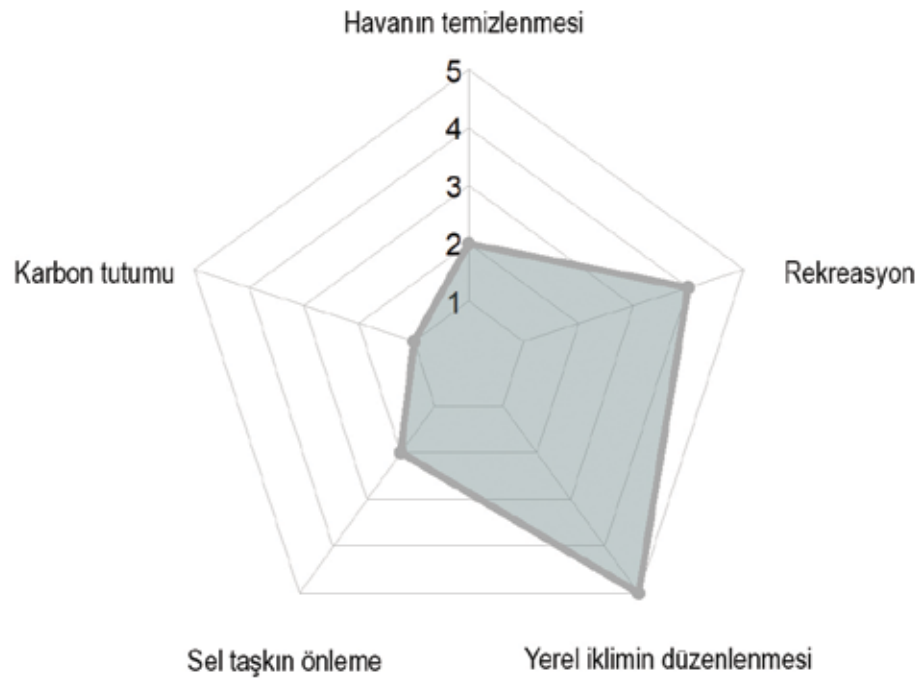
HUZUR



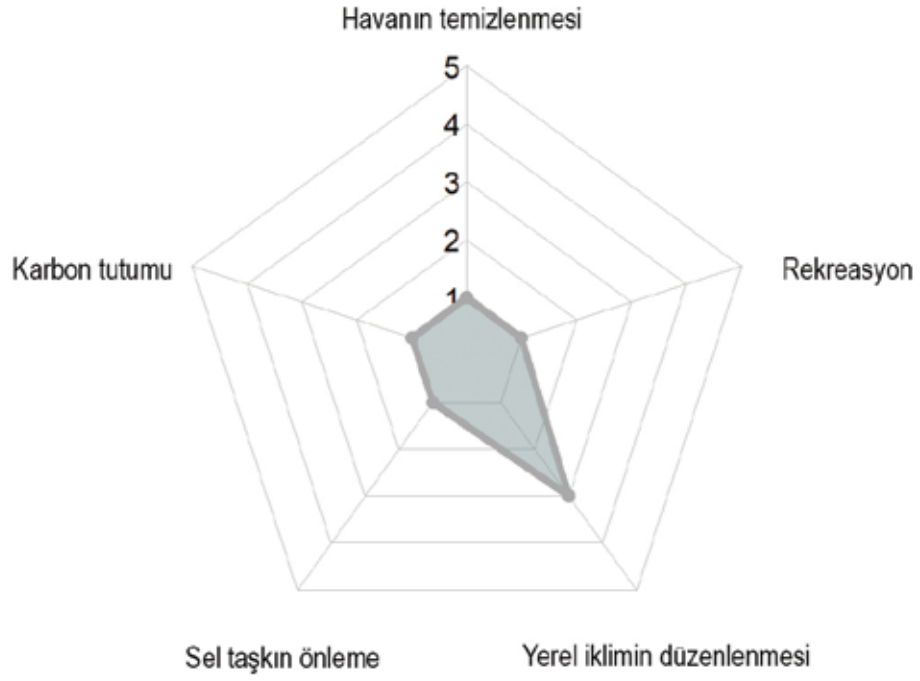
İLERİ



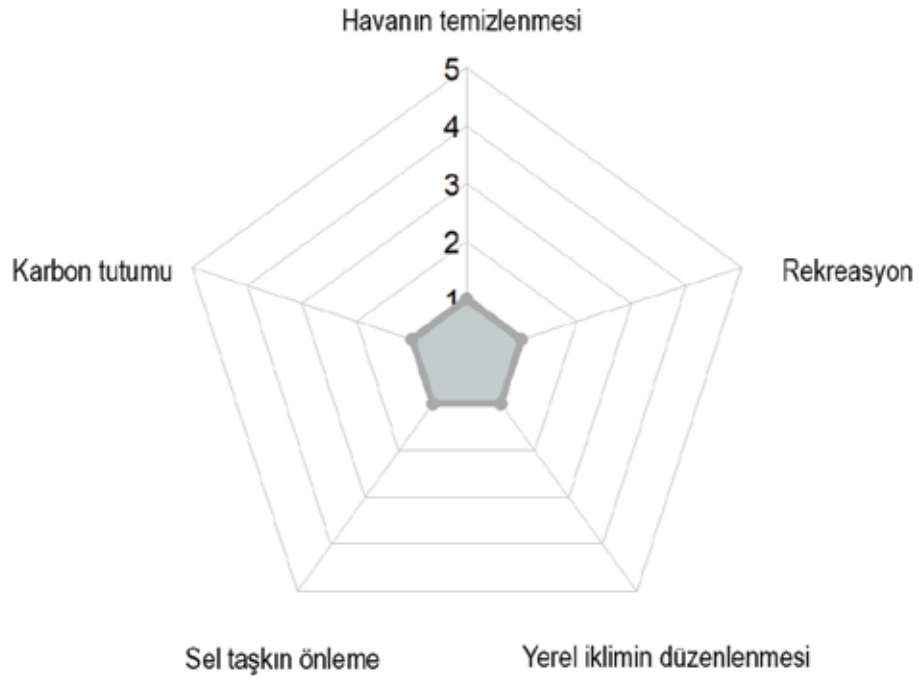
İLKADIM



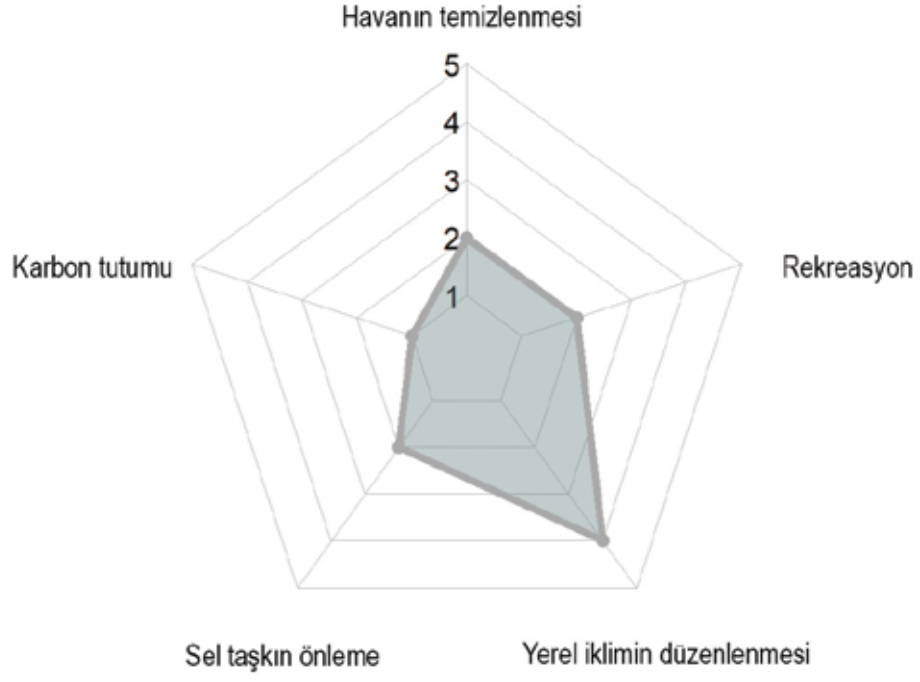
İLKBAHAR



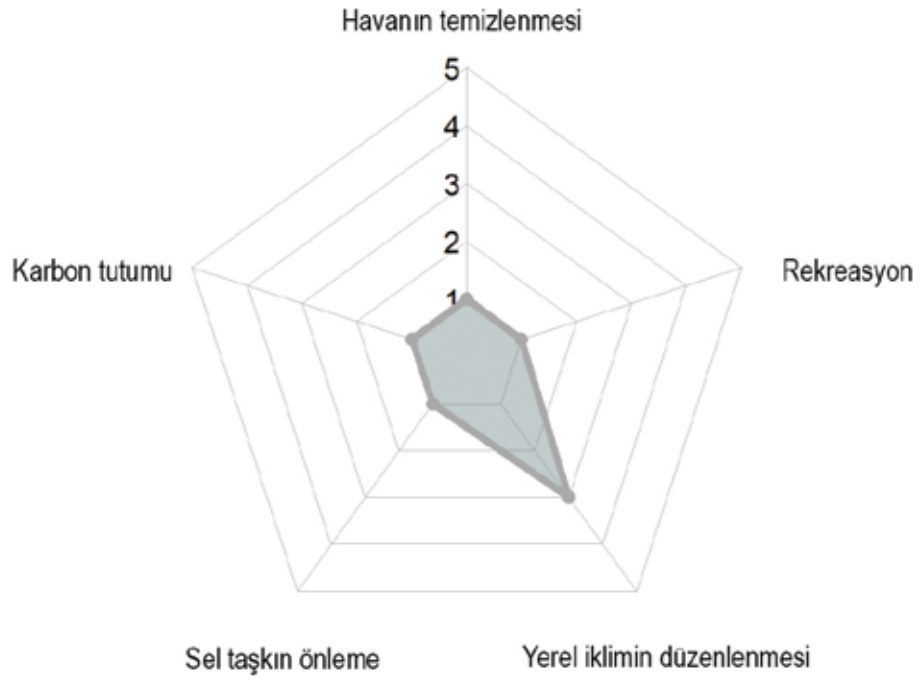
İNCESU



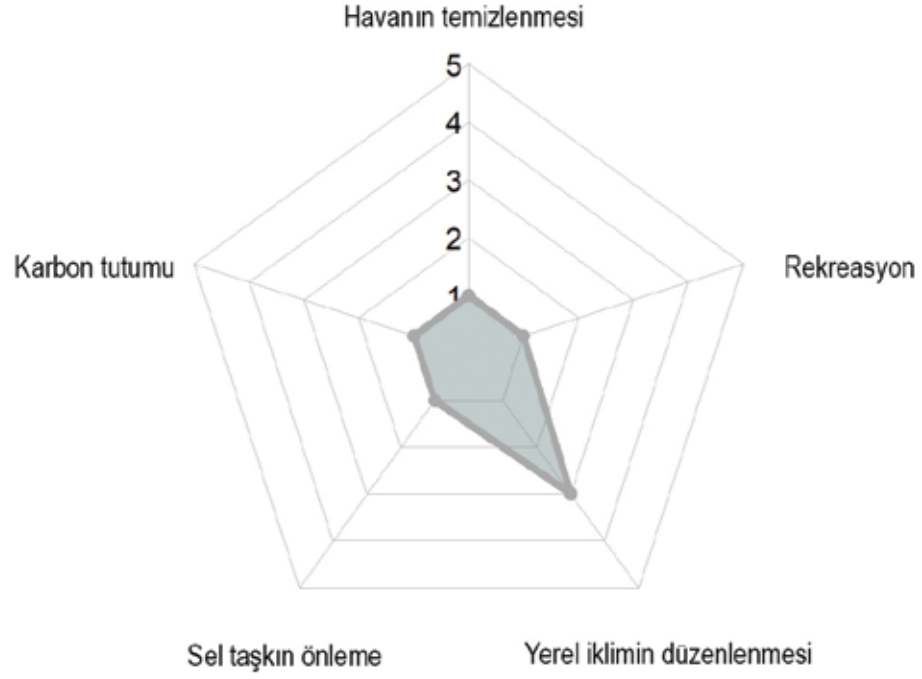
İŞÇİ BLOKLARI



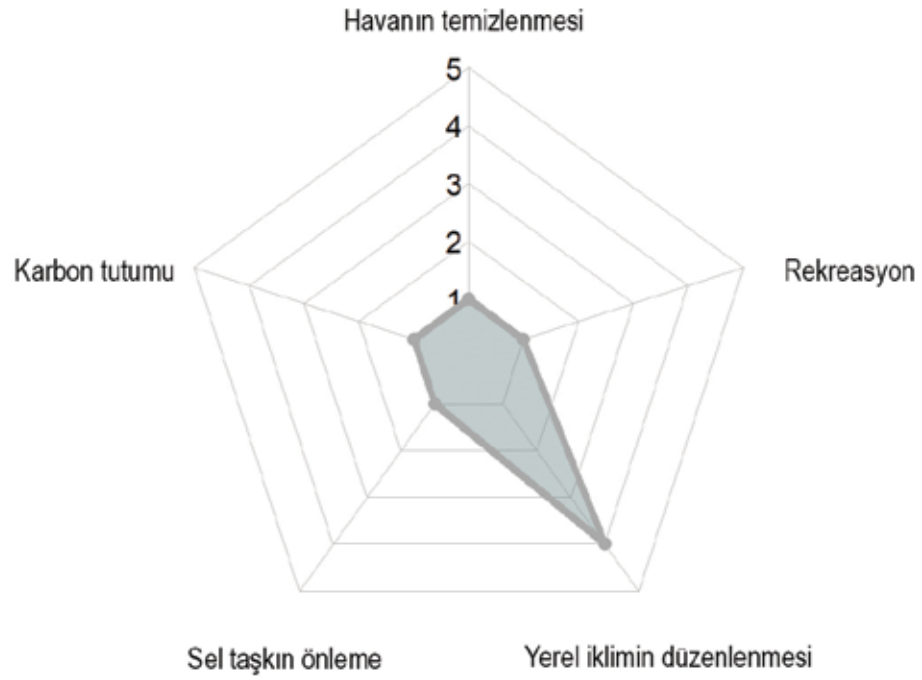
KARAPINAR



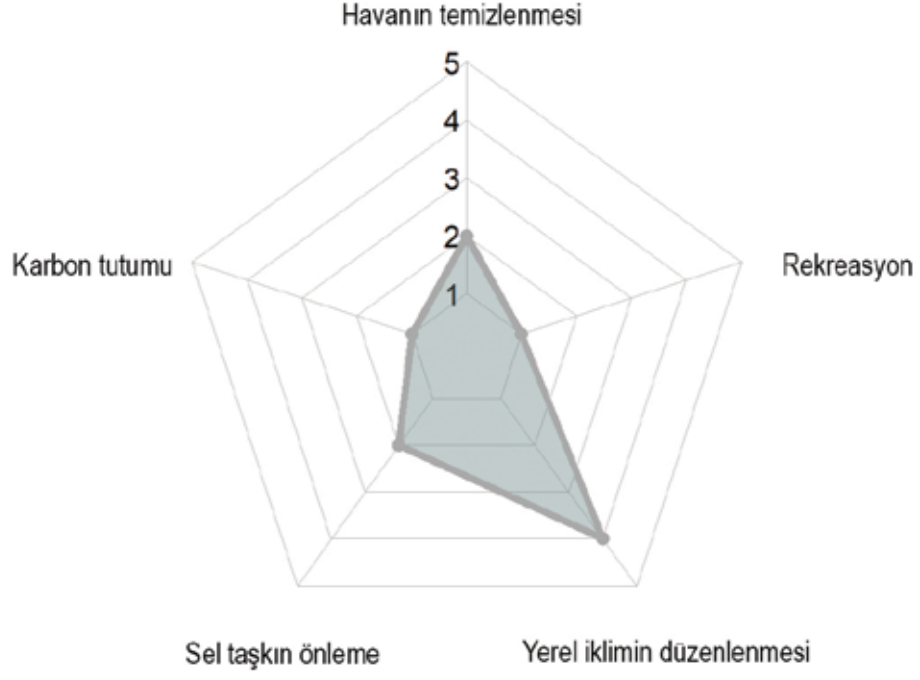
KAVAKLIDERE



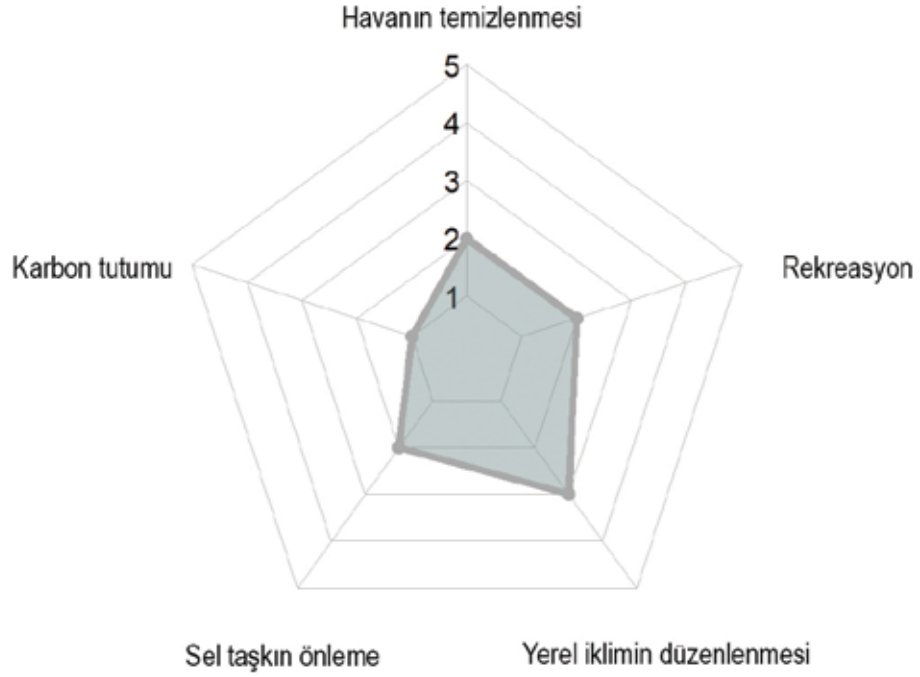
KAZIMÖZALP



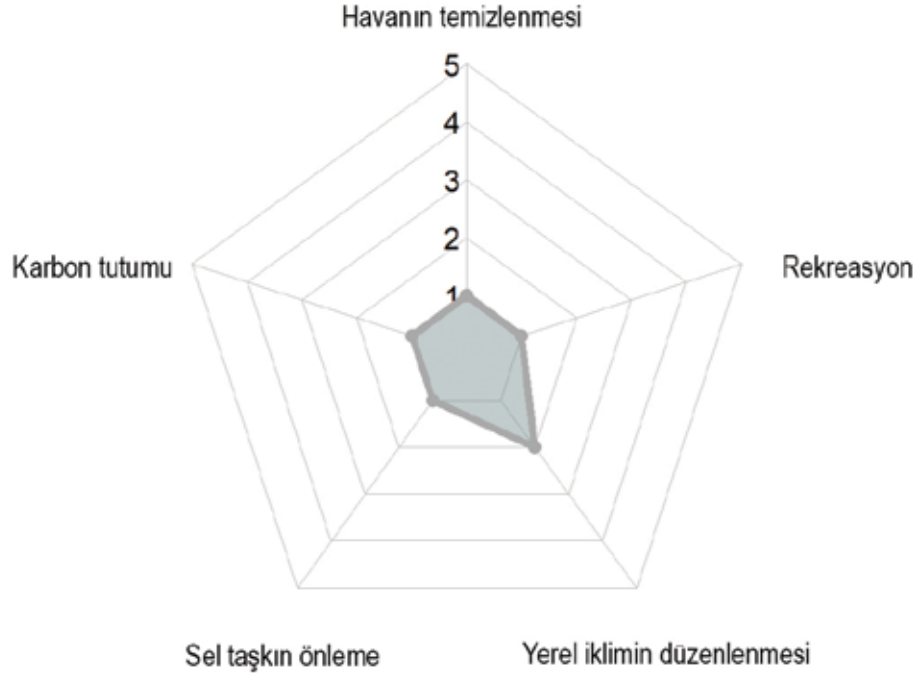
KEKLİKPINARI



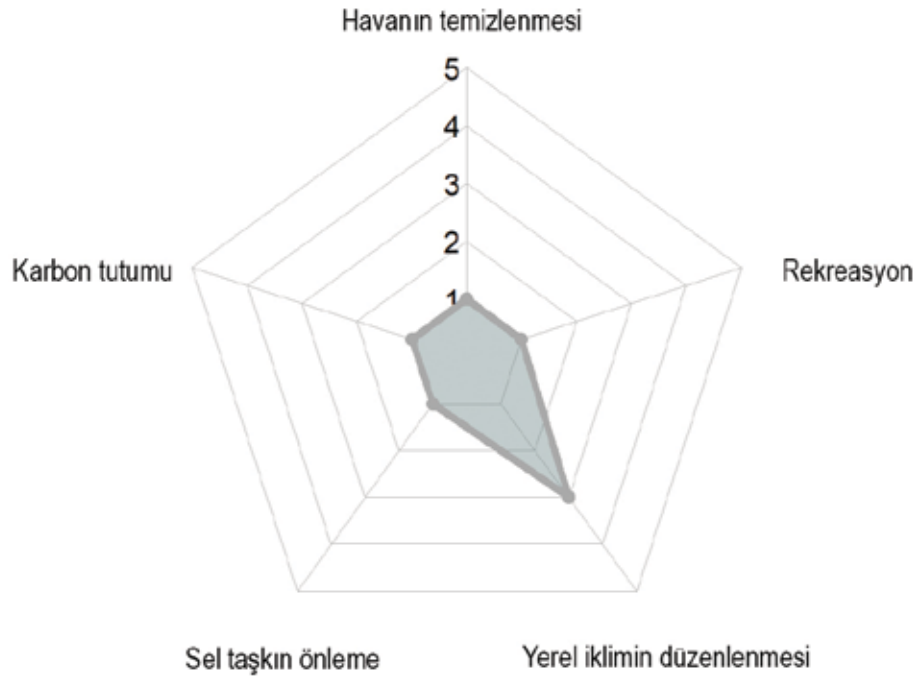
KIRKKONAKLAR



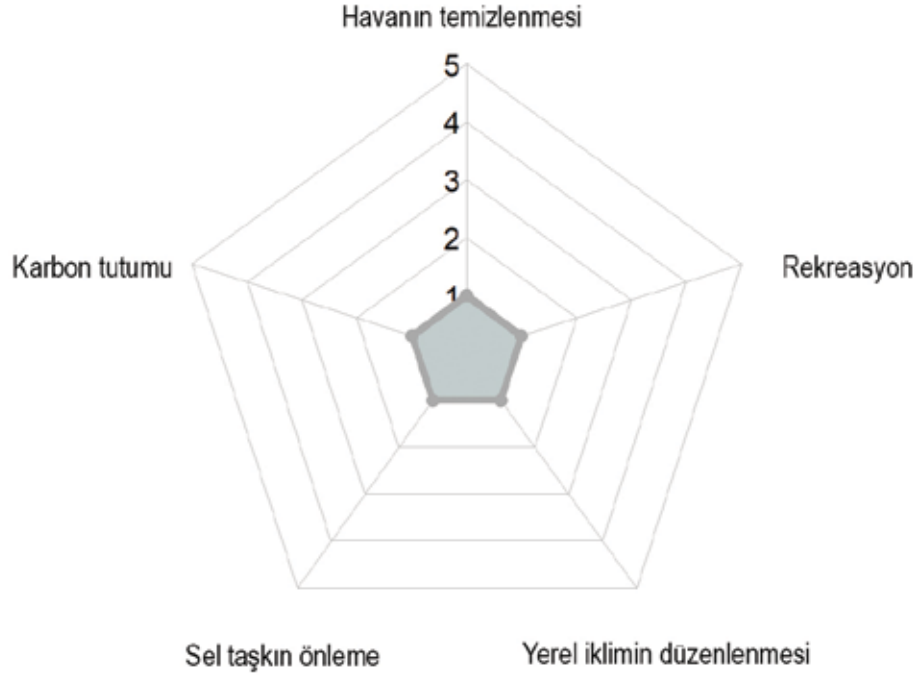
KIZILAY



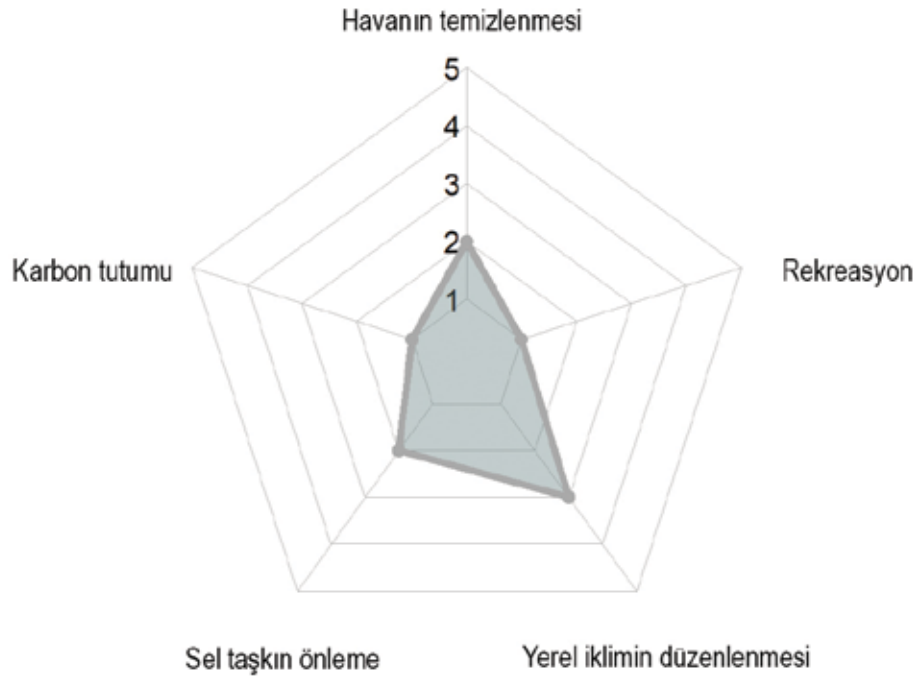
KIZILIRMAK



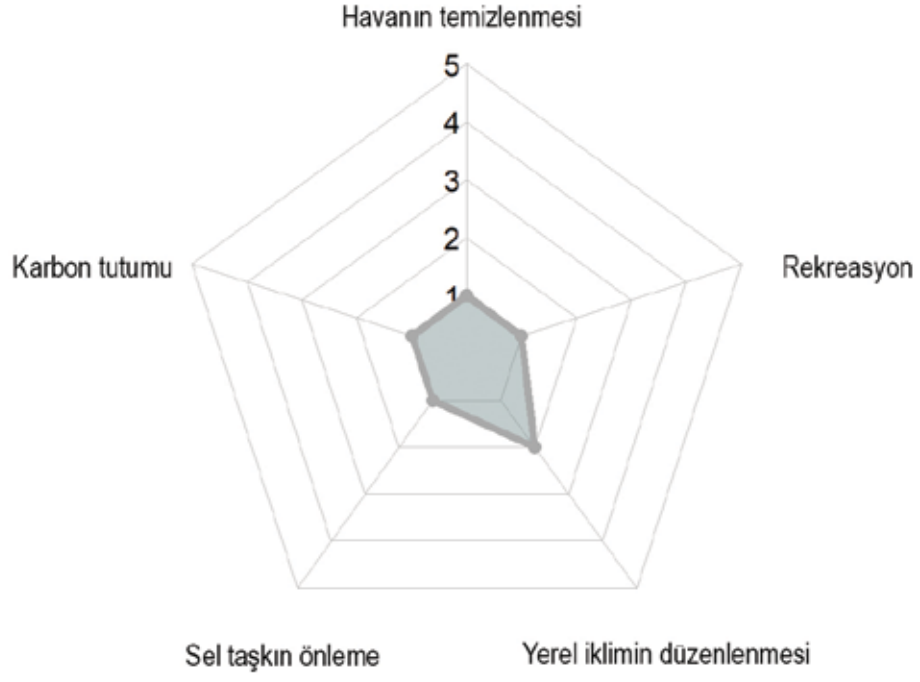
KOCATEPE



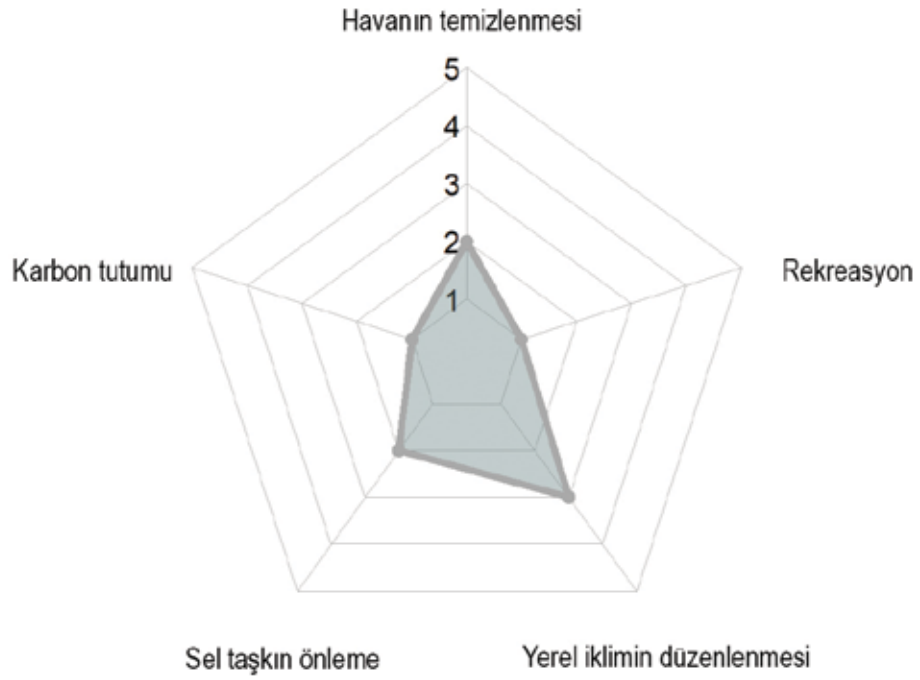
KONUTKENT



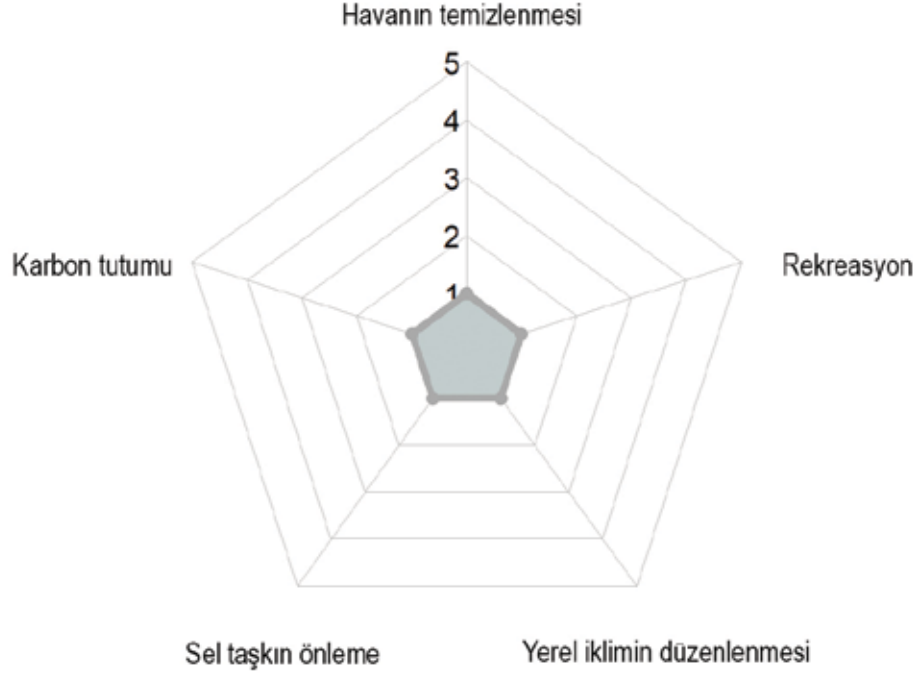
KORKUT REİS



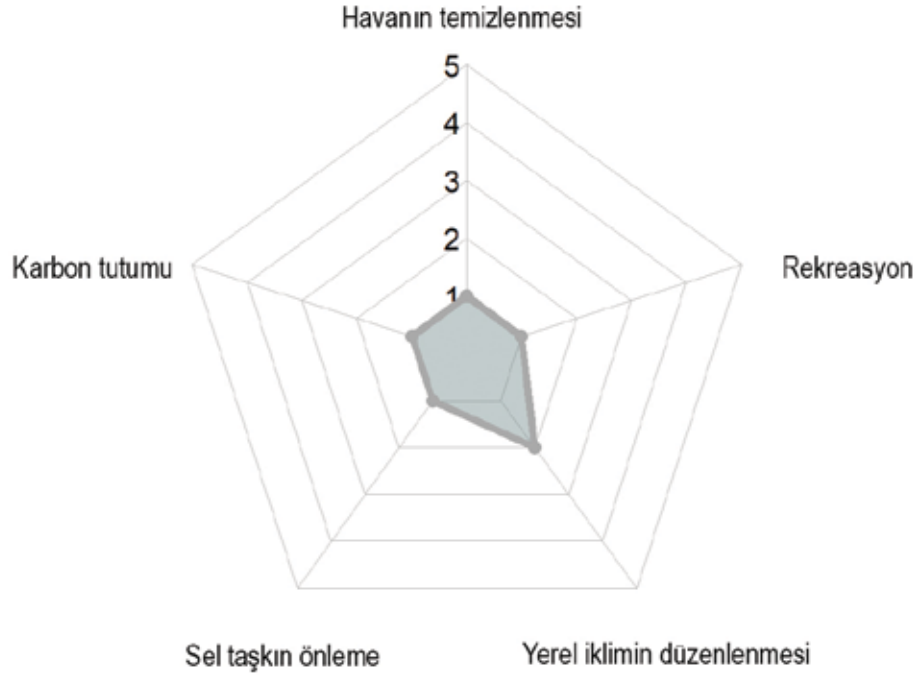
KORU



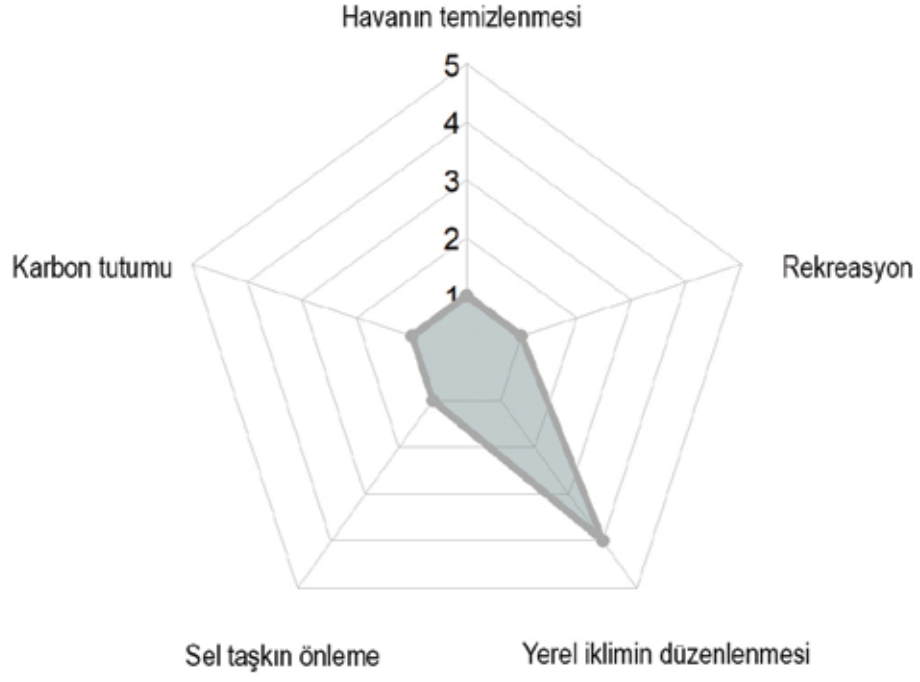
KÜÇÜKESAT



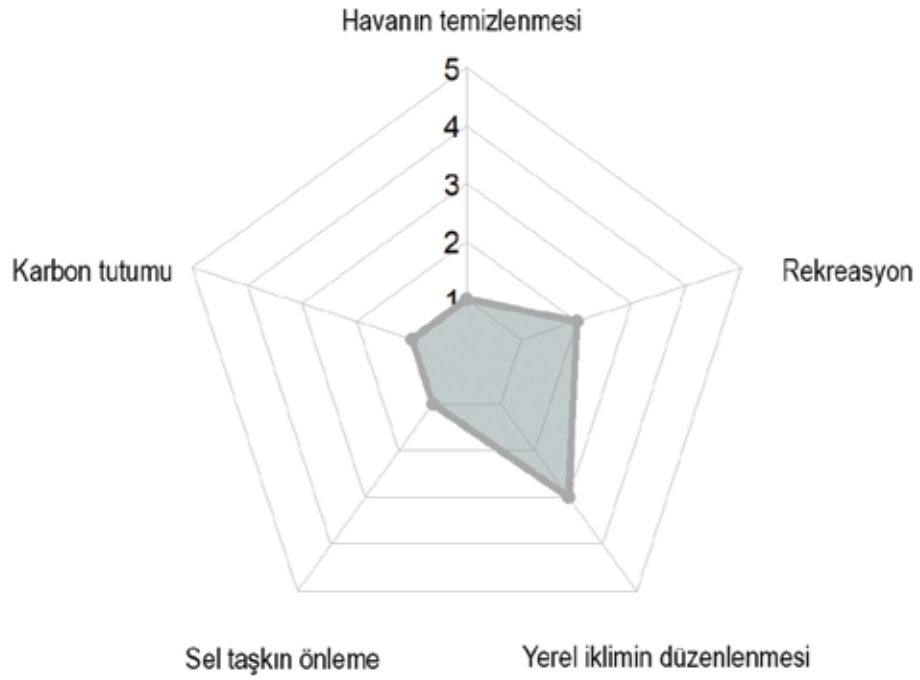
KÜLTÜR



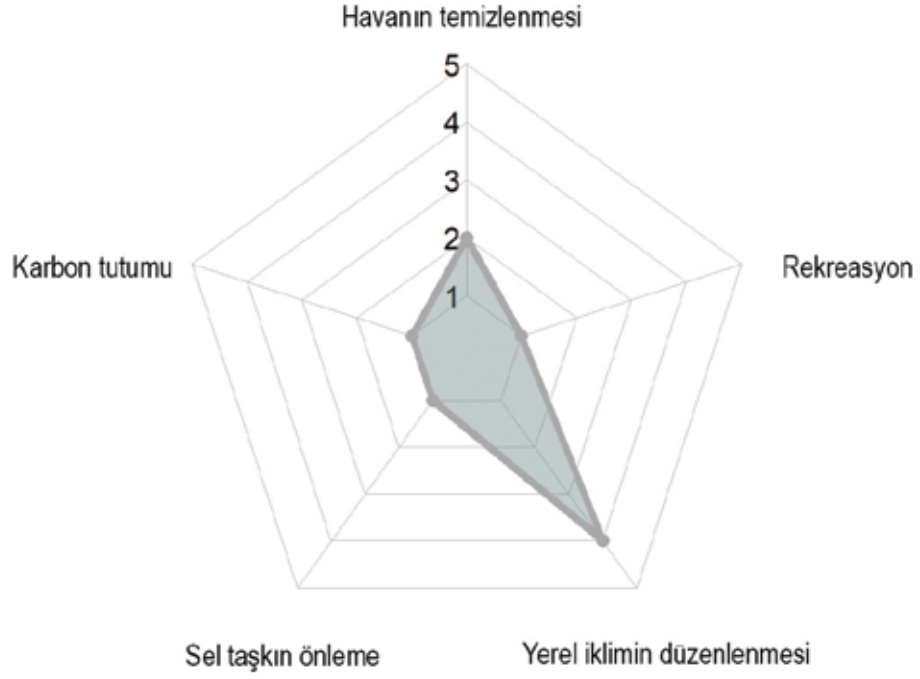
MALAZGİRT



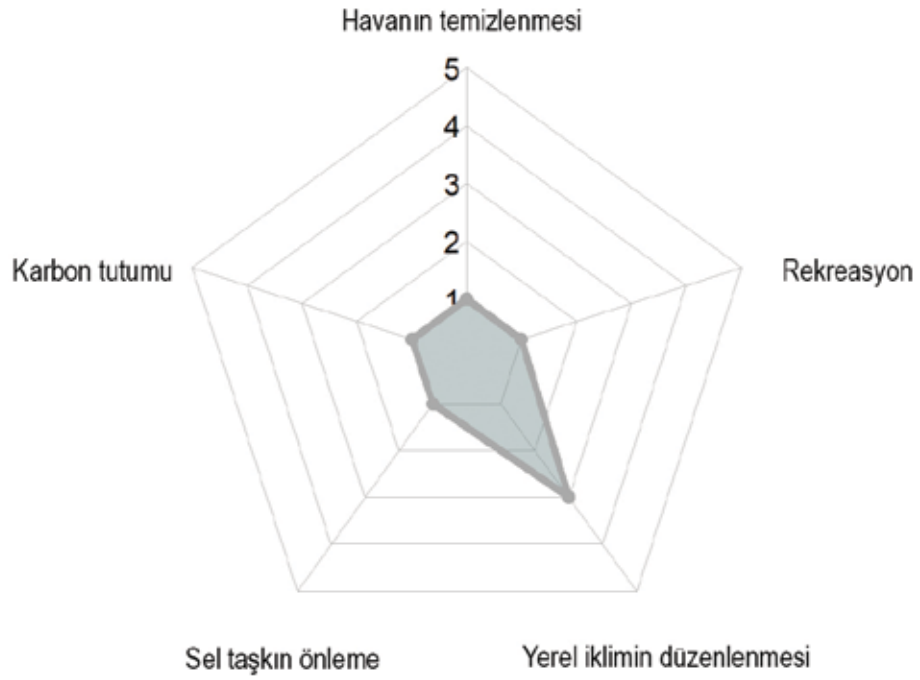
MALTEPE



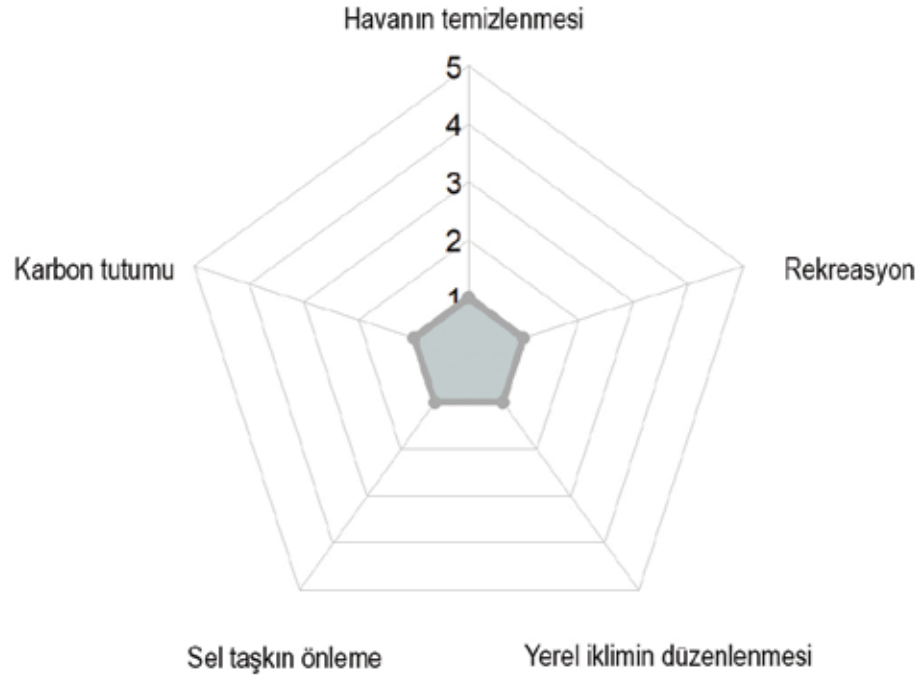
MEBUSEVLER



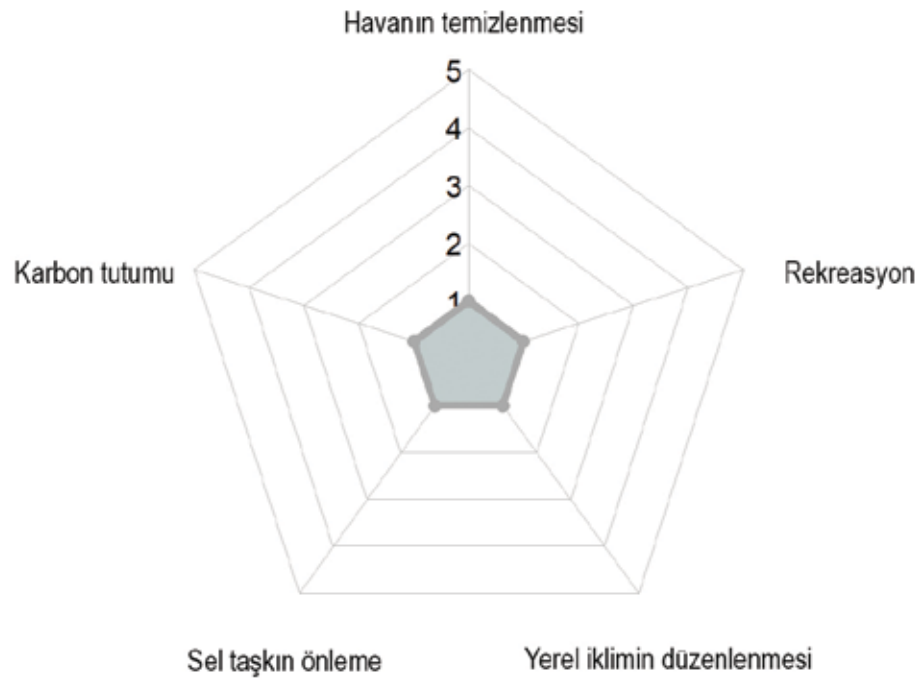
MEŞRUTİYET



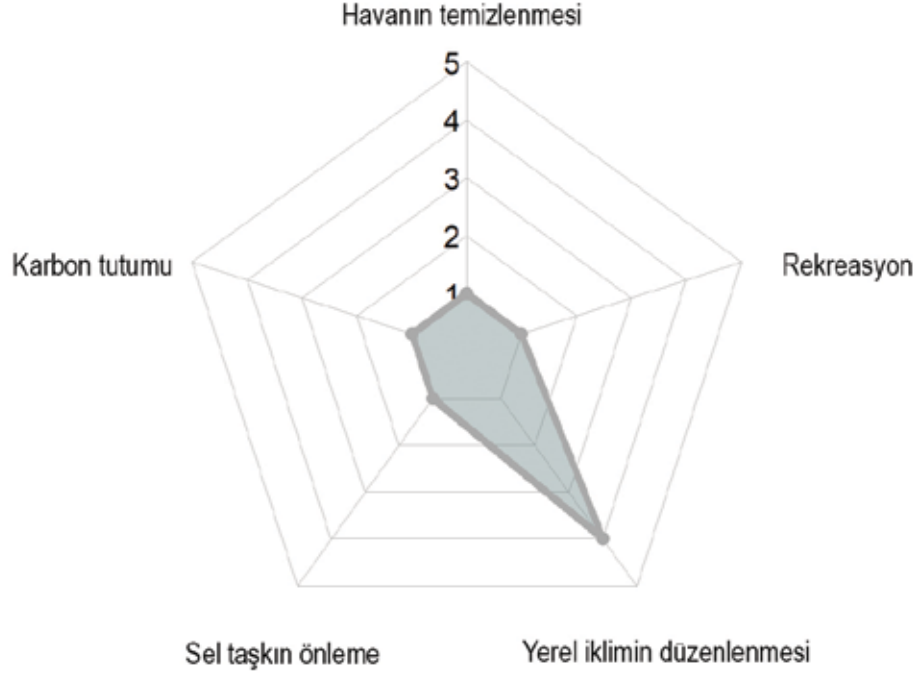
METİN OKTAY



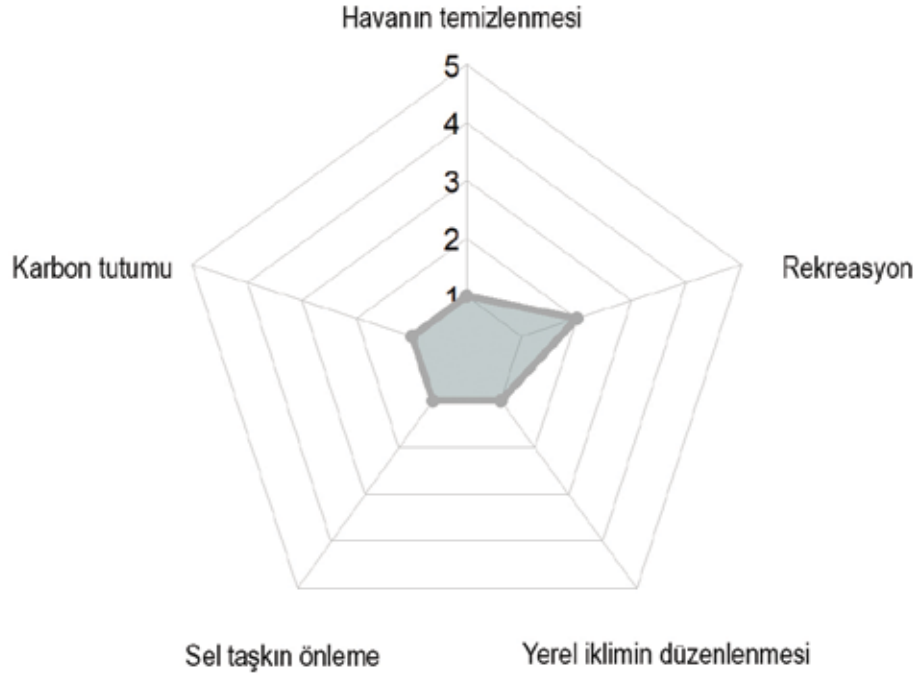
MİMAR SİNAN



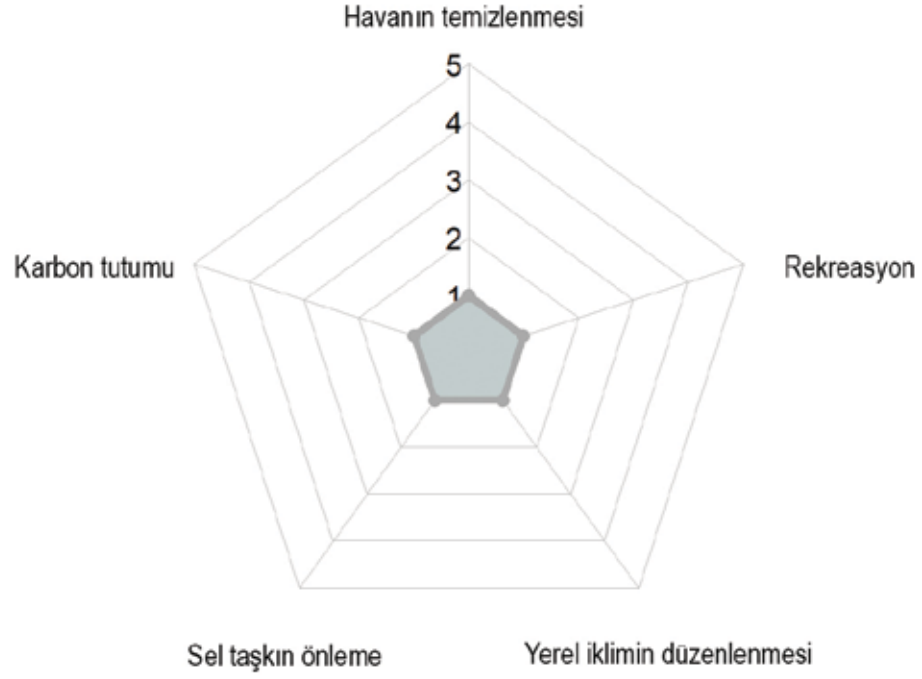
METİN AKKUŞ



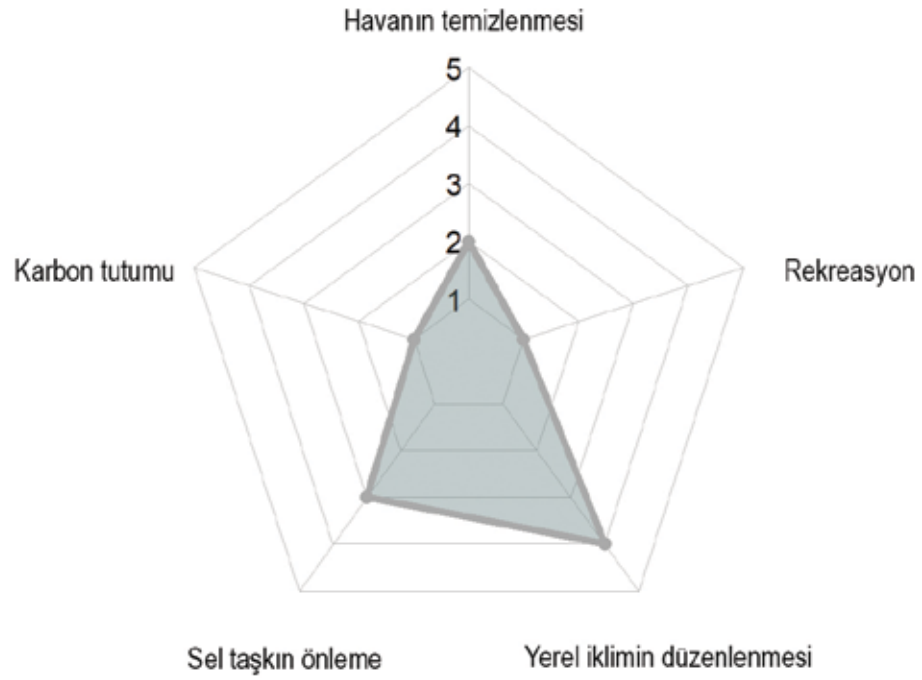
MUHSİN ERTUĞRUL



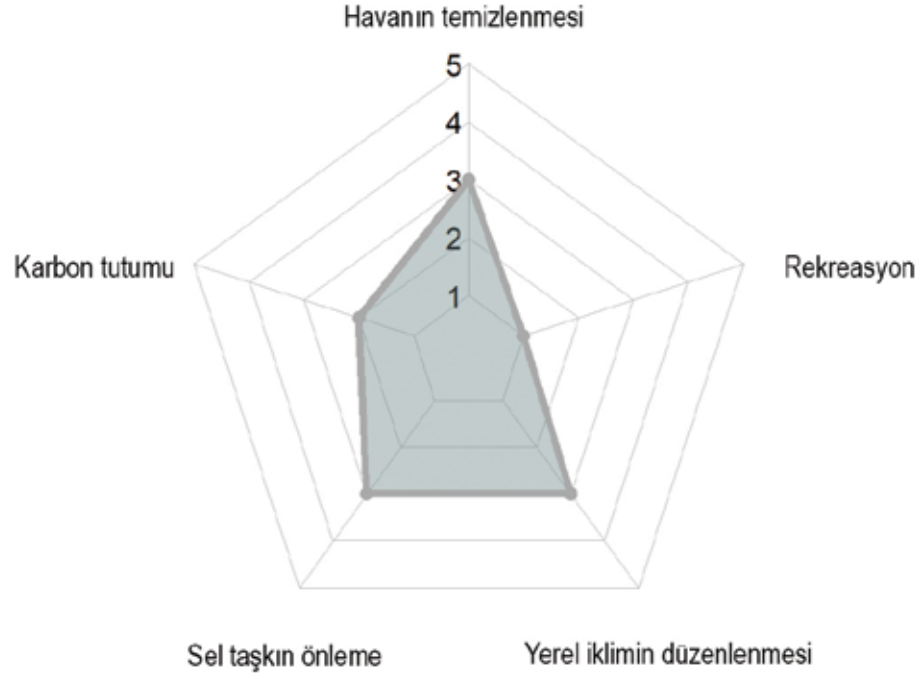
MURAT



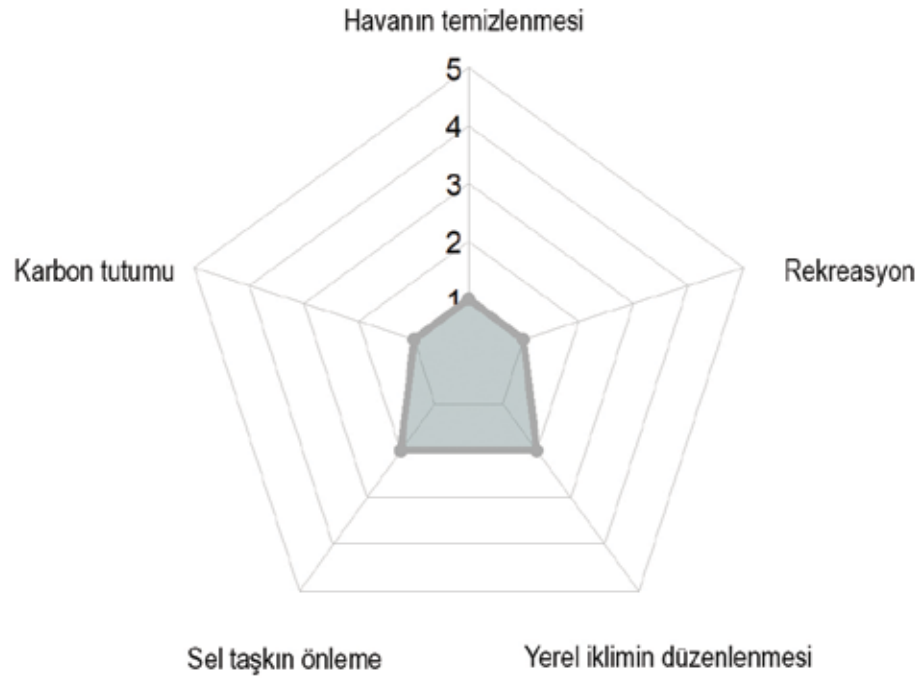
MUSTAFA KEMAL



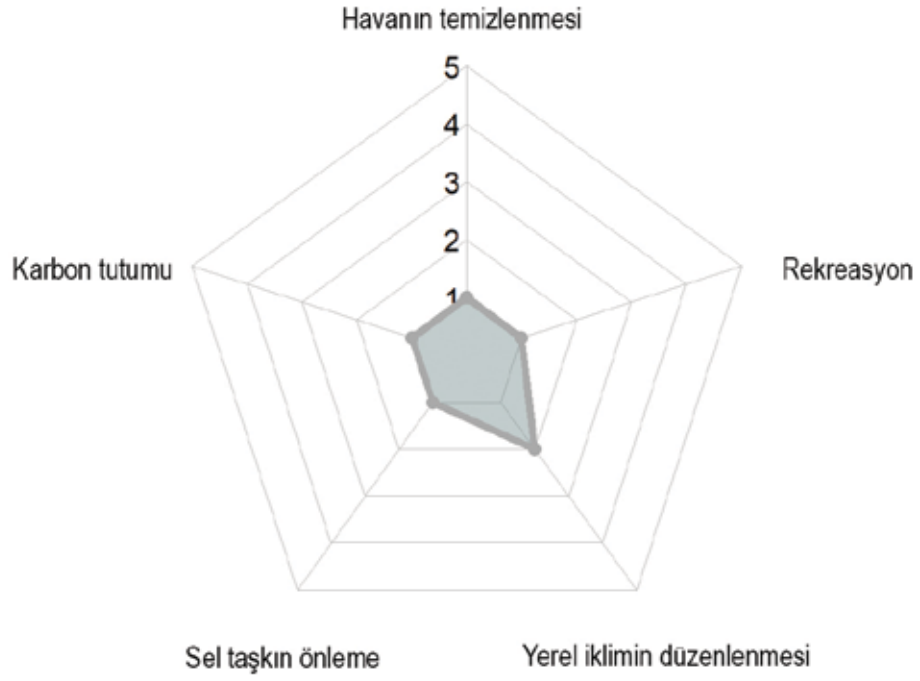
MUTLUKENT



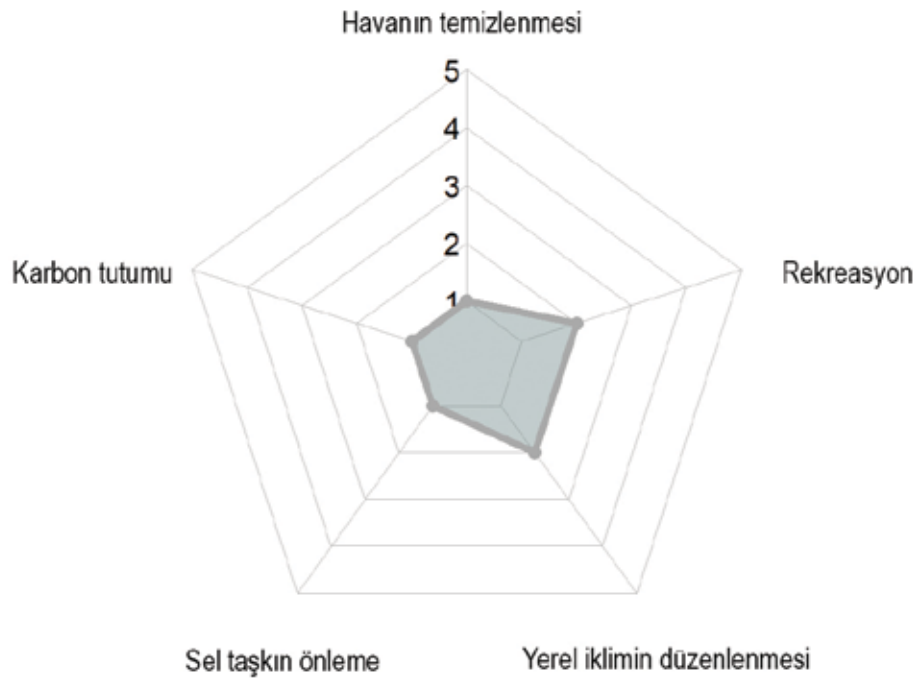
MÜRSEL ULUÇ



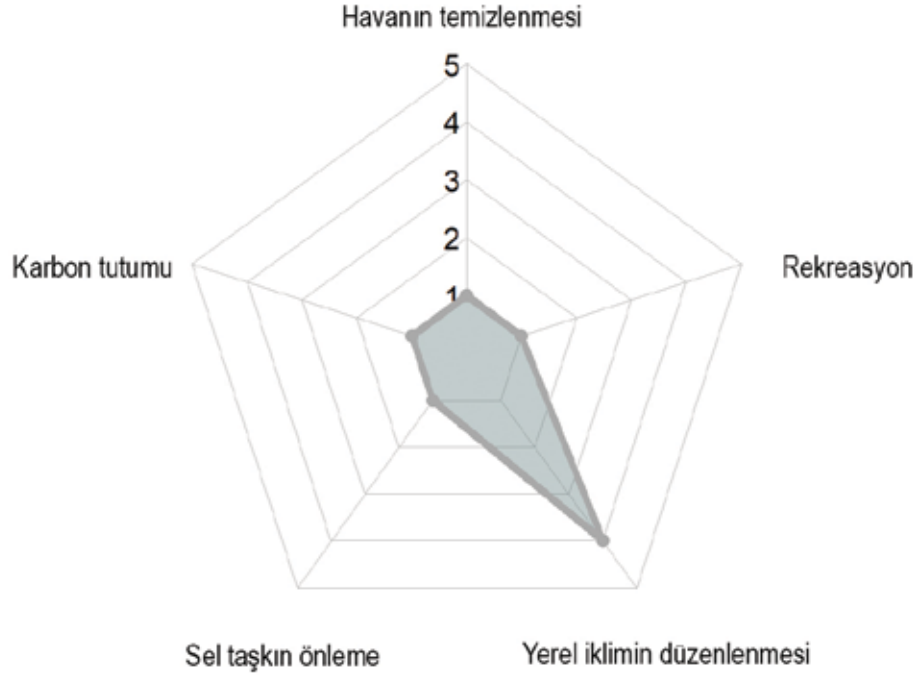
NACİ ÇAKIR



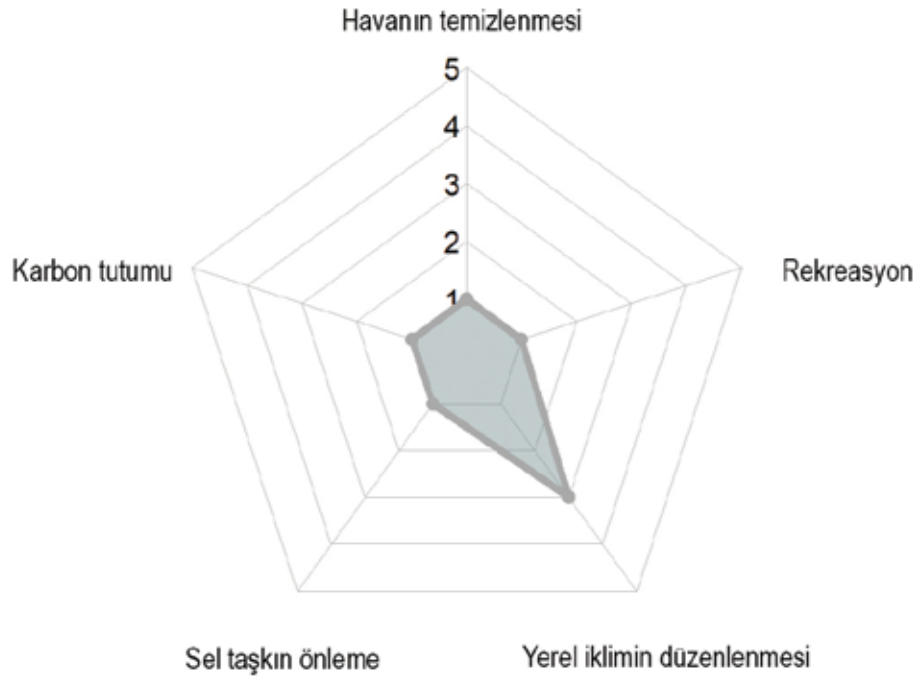
NAMIK KEMAL



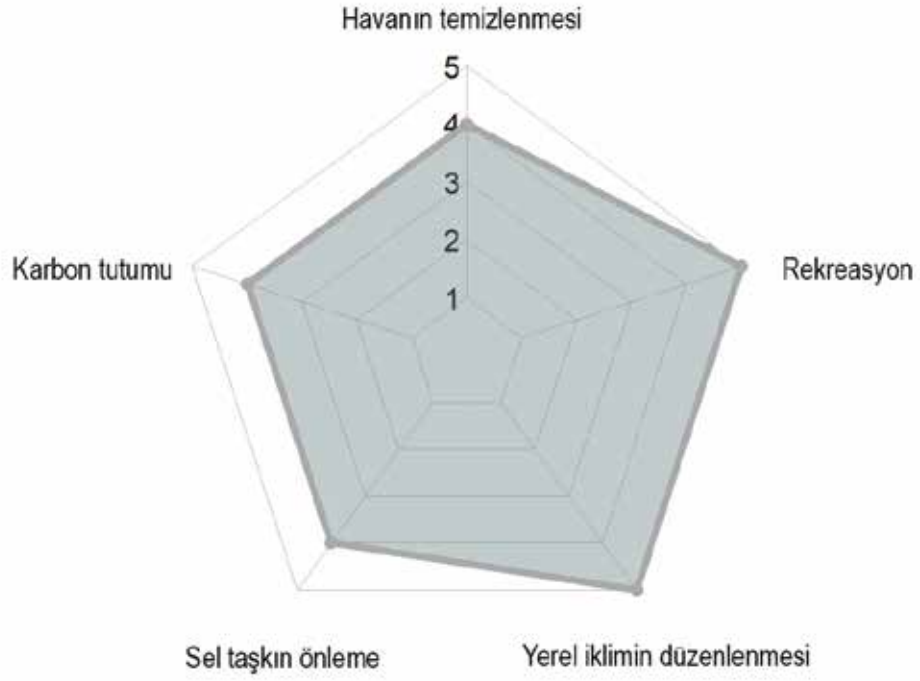
NASUH AKAR



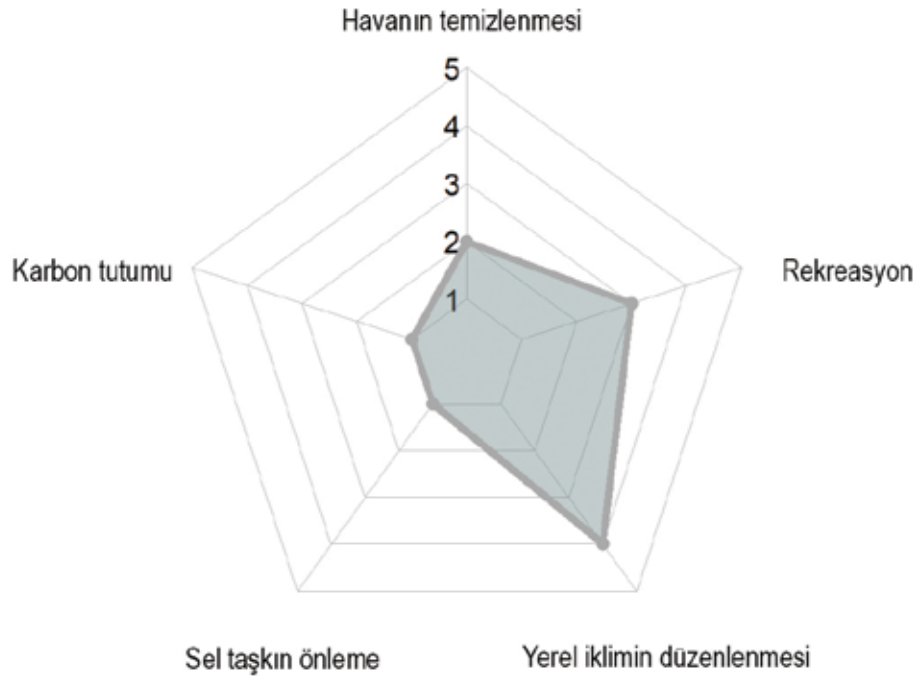
OĞUZLAR



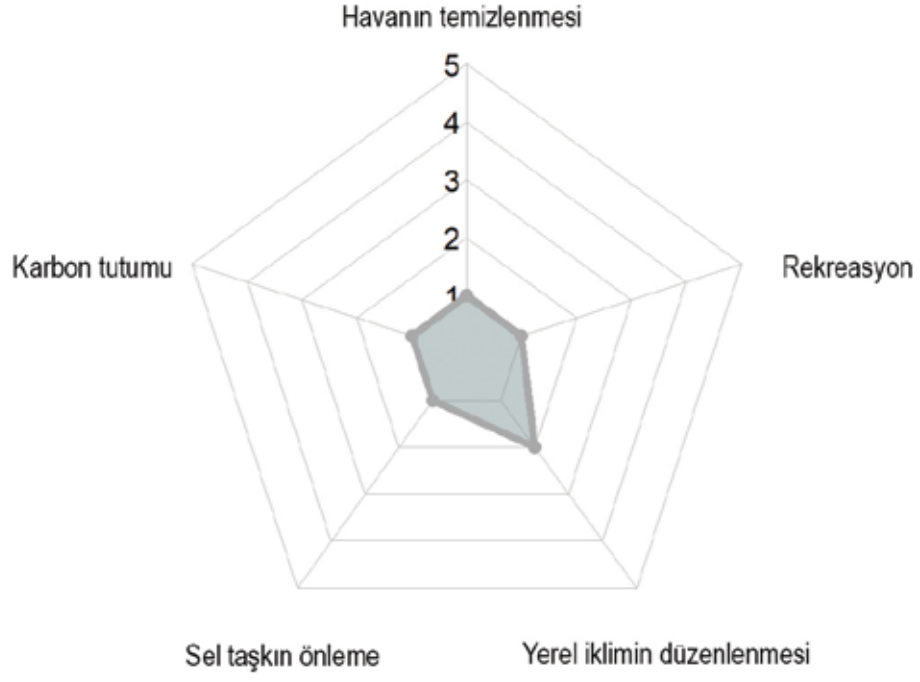
OR-AN



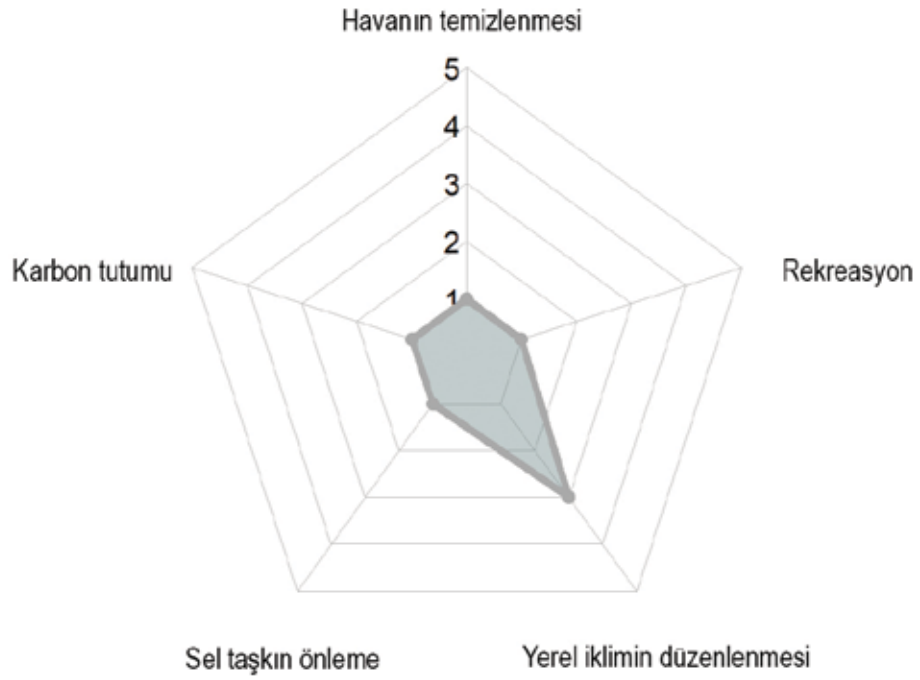
ORTA İMRAHOR



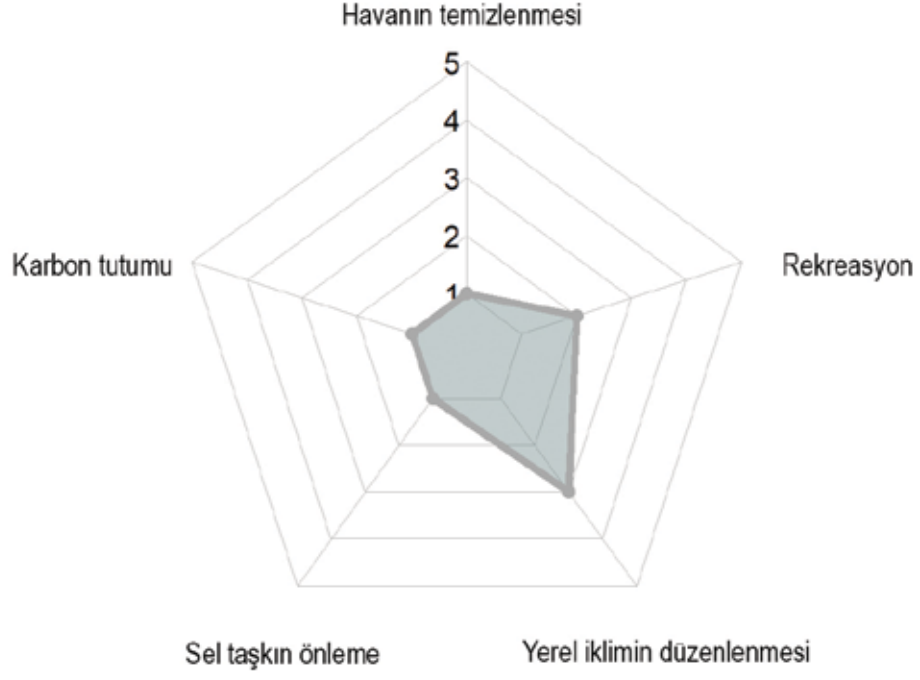
OSMAN TEMİZ



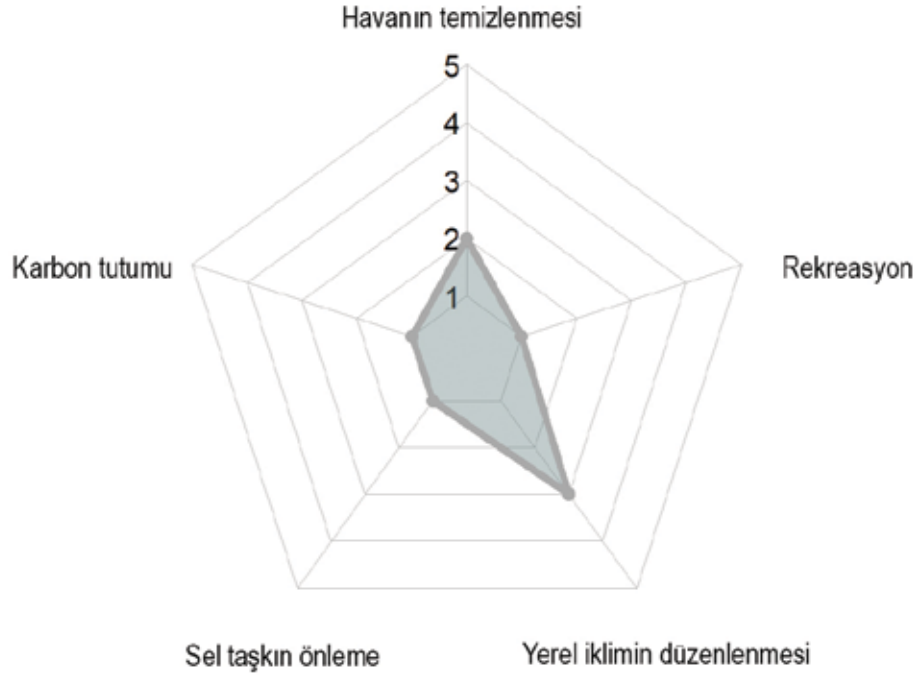
ÖNCEBECİ



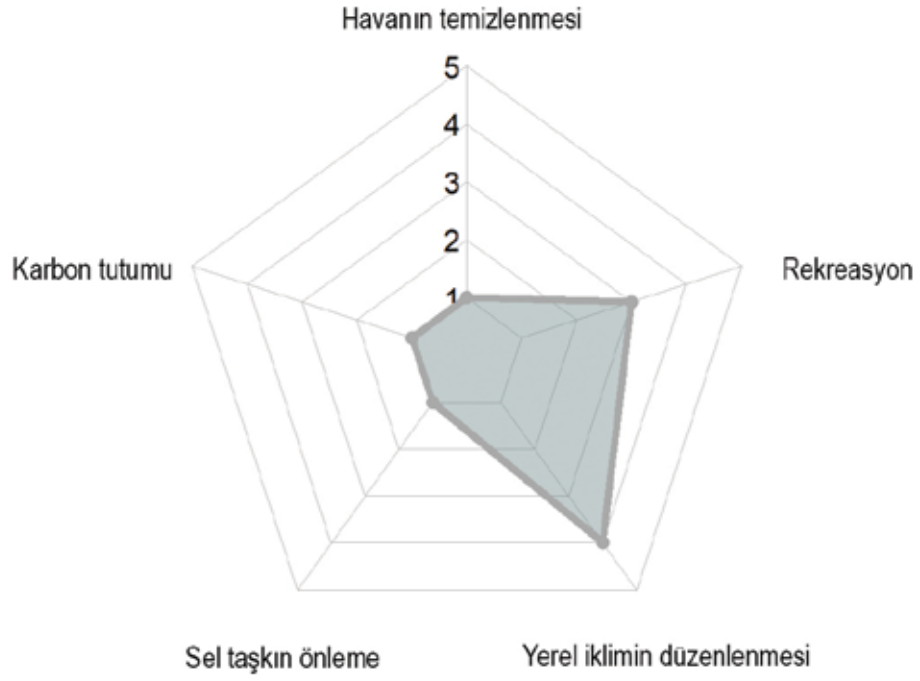
ÖVEÇLER



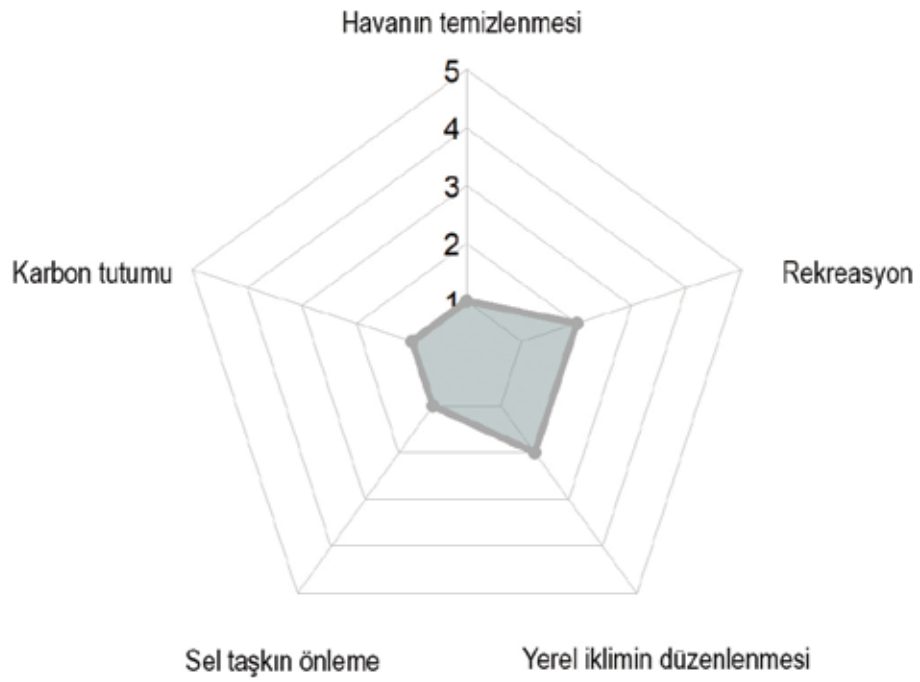
REMZİ OĞUZ ARIK



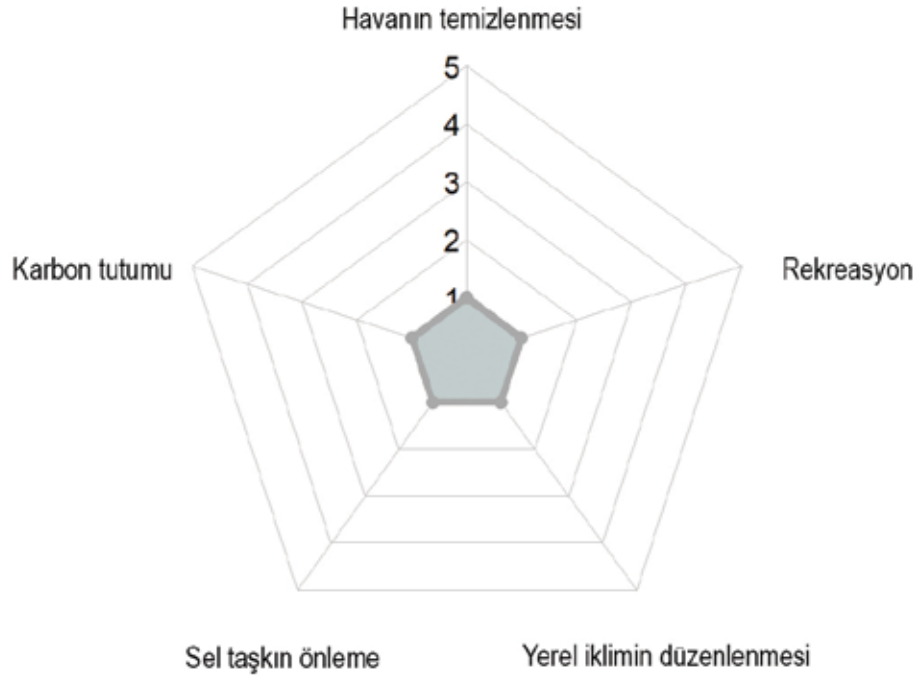
SAĞLIK



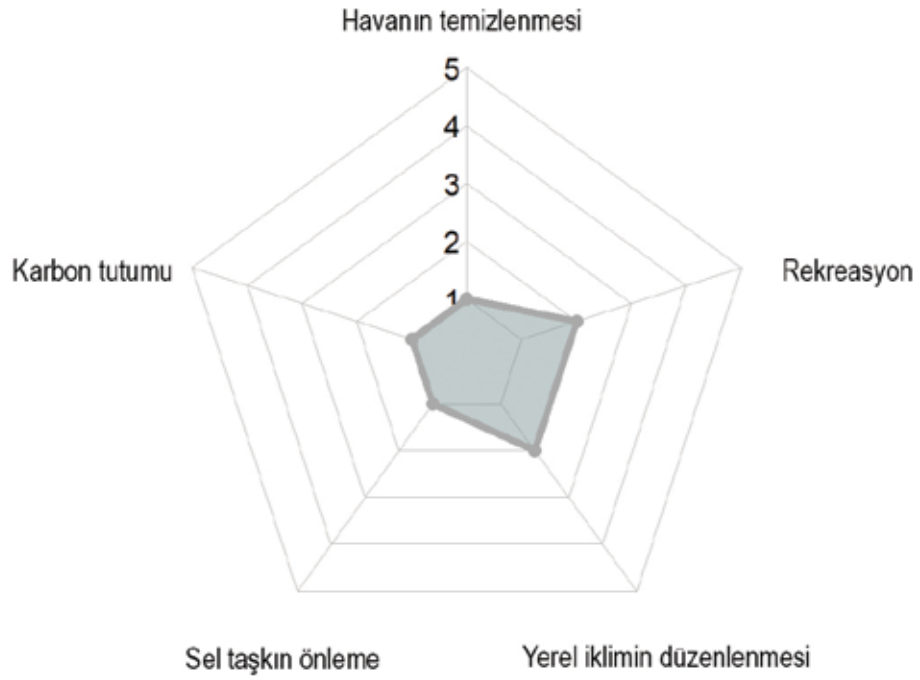
SANCAK



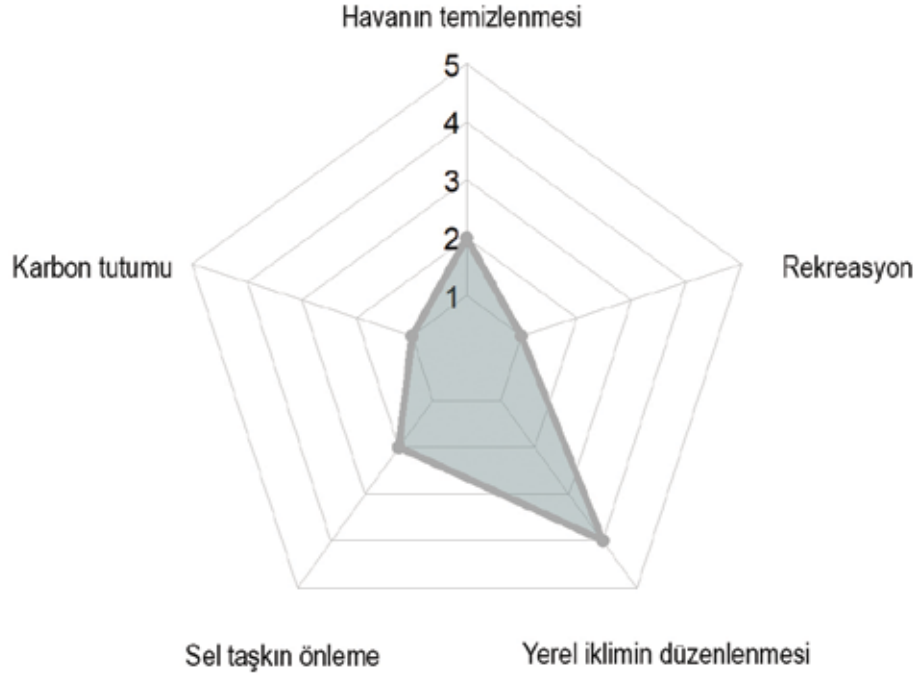
SEYRANBAĞLARI



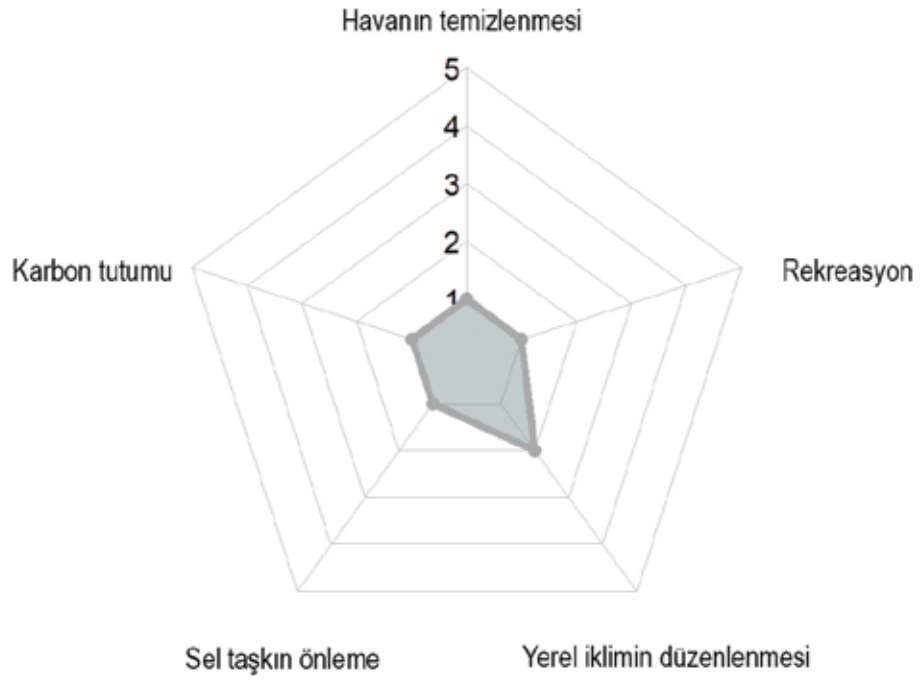
SOKULLU



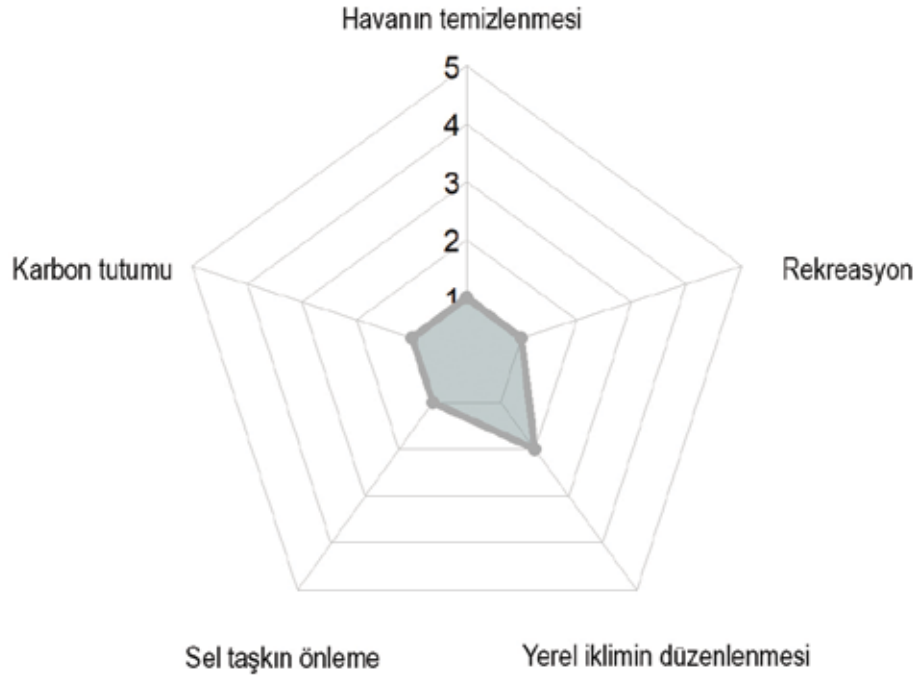
SÖĞÜTÖZÜ



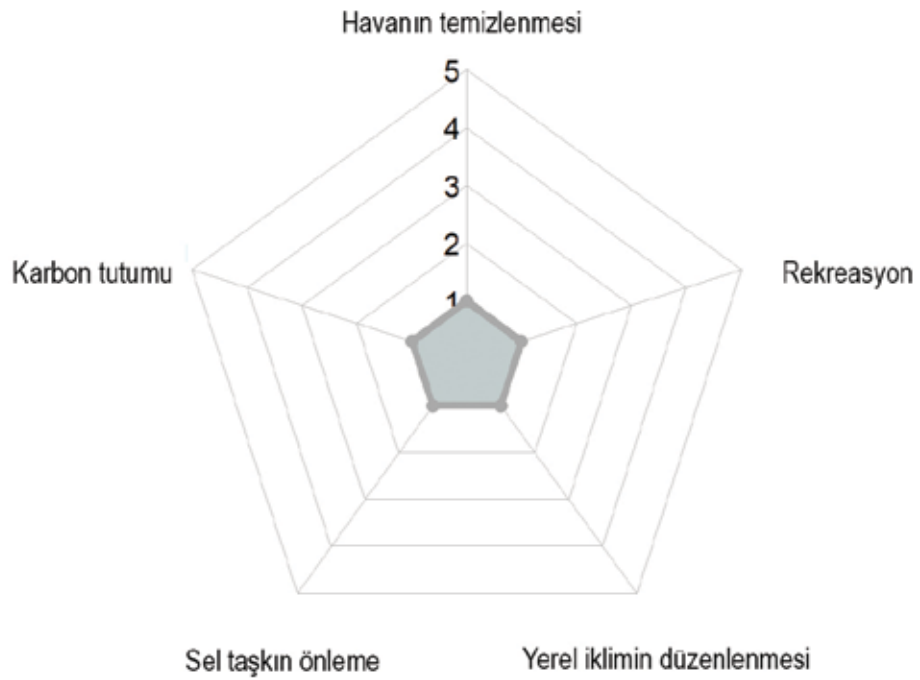
ŞEHİT CENGİZ KARACA



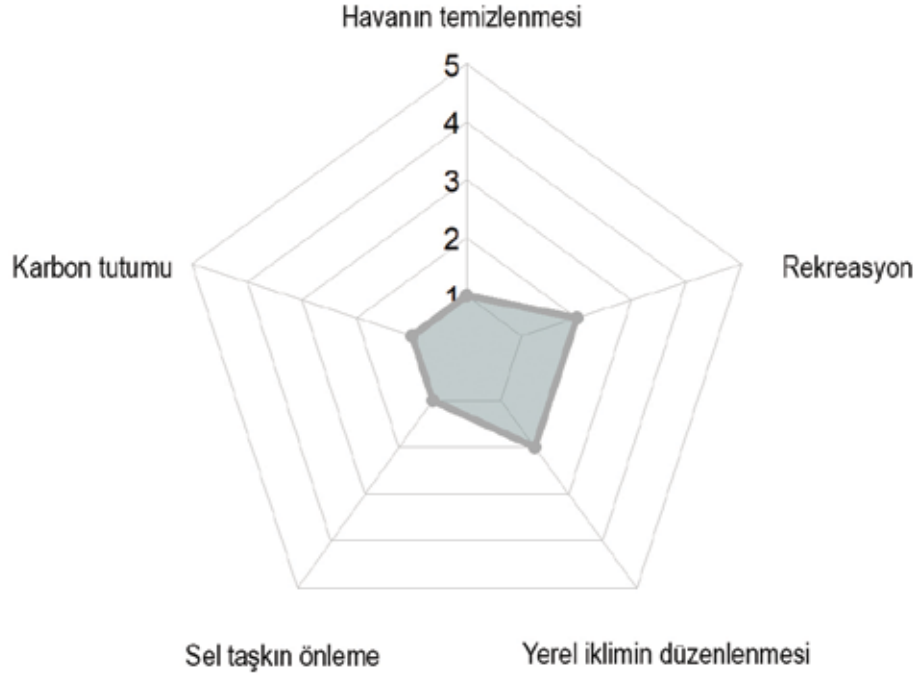
ŞEHİT CEVDET ÖZDEMİR



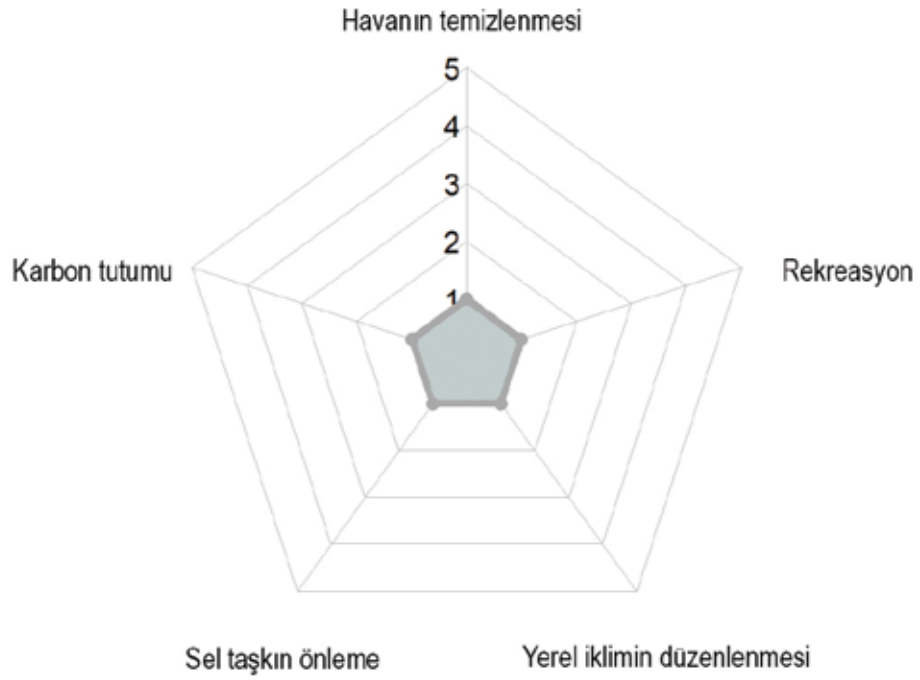
TINAZTEPE



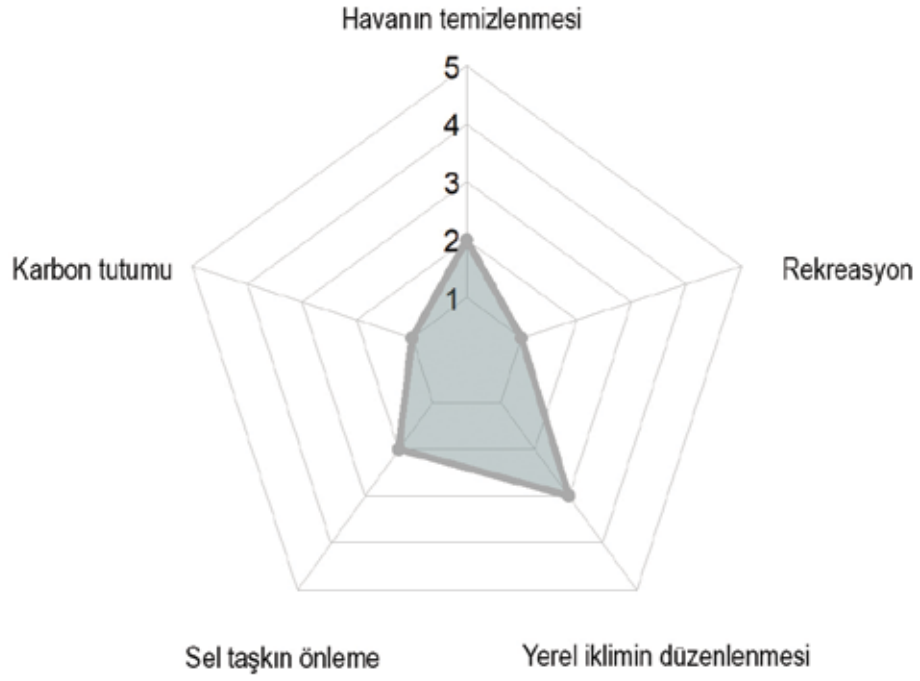
TOPRAKLIK



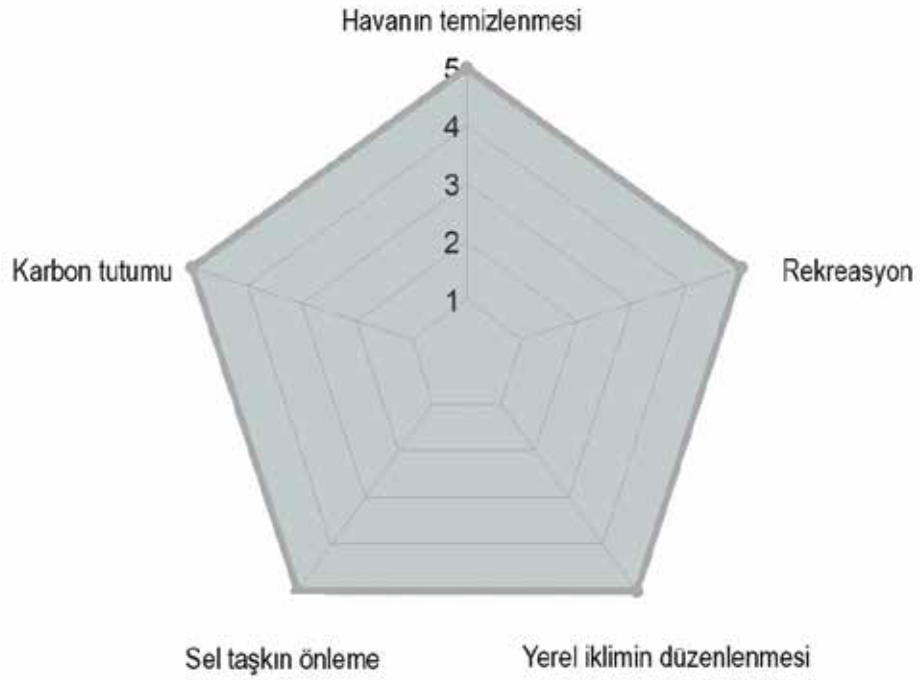
UMUT



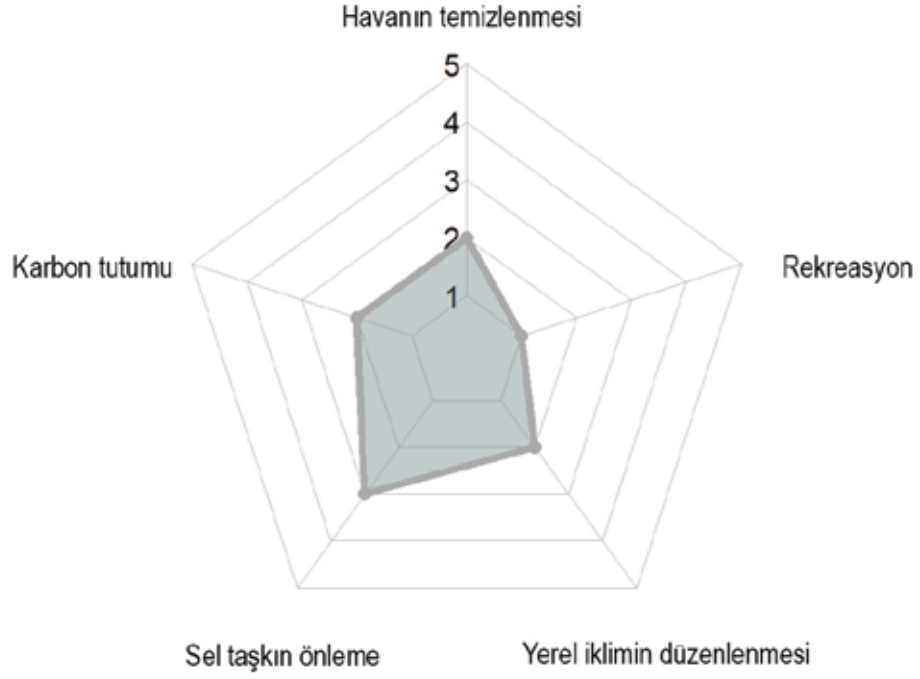
ÜMİT



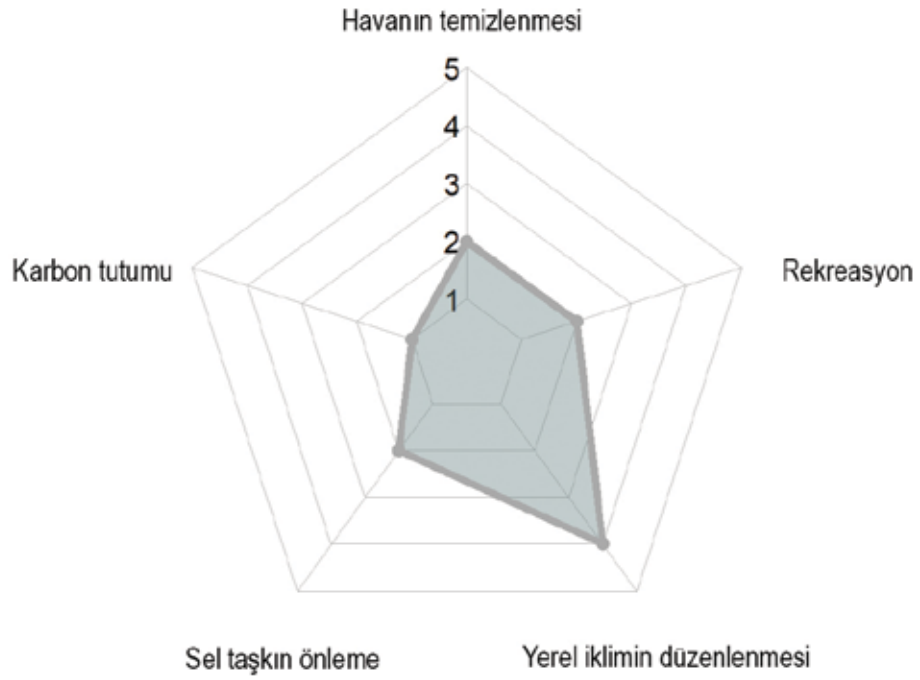
ÜNİVERSİTELER



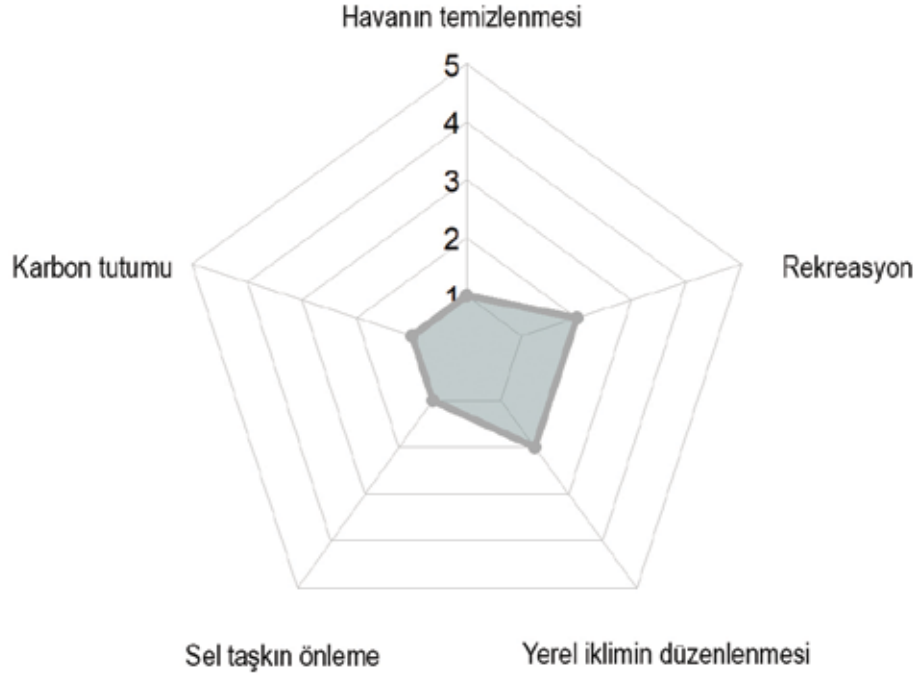
YAŞAMKENT



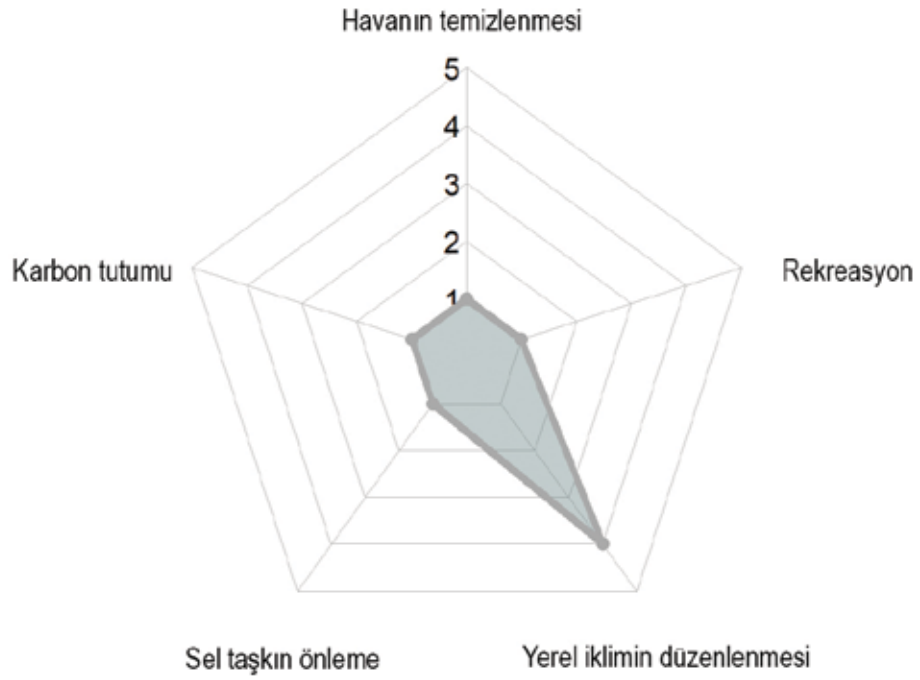
YILDIZEVLER



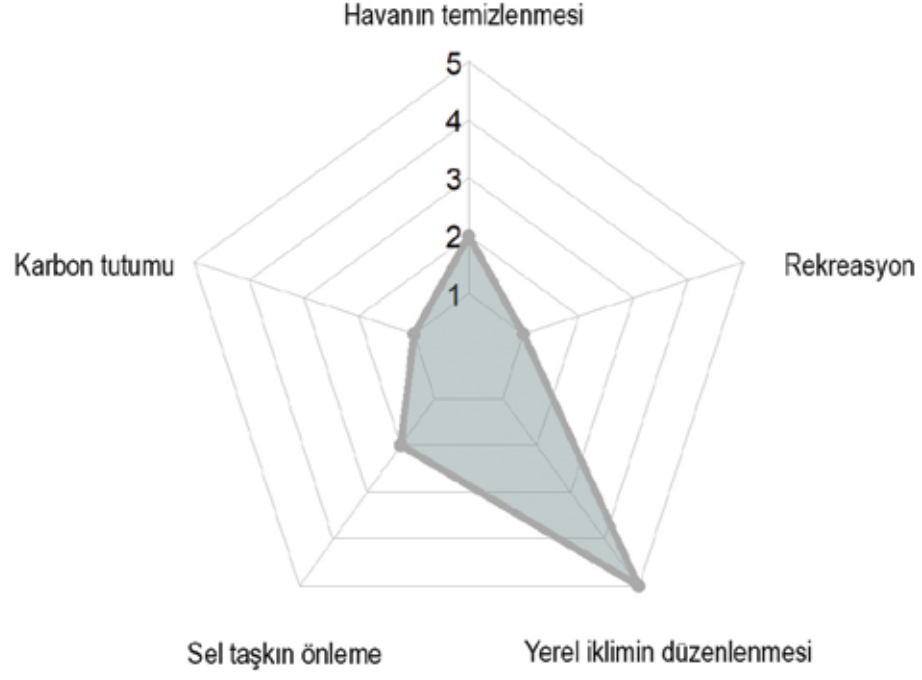
YUKARI ÖVEÇLER



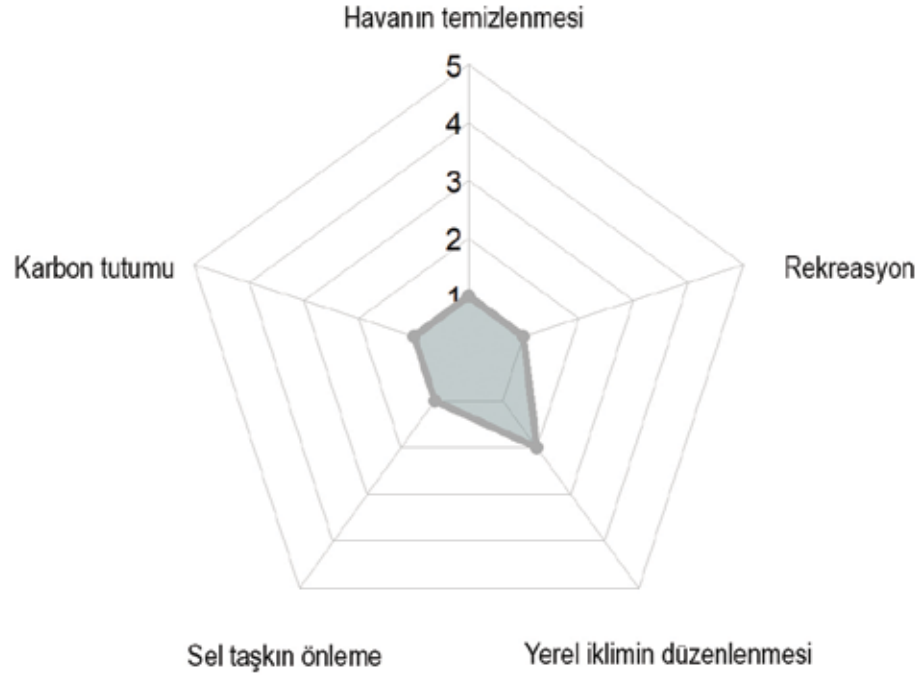
YÜCETEPE



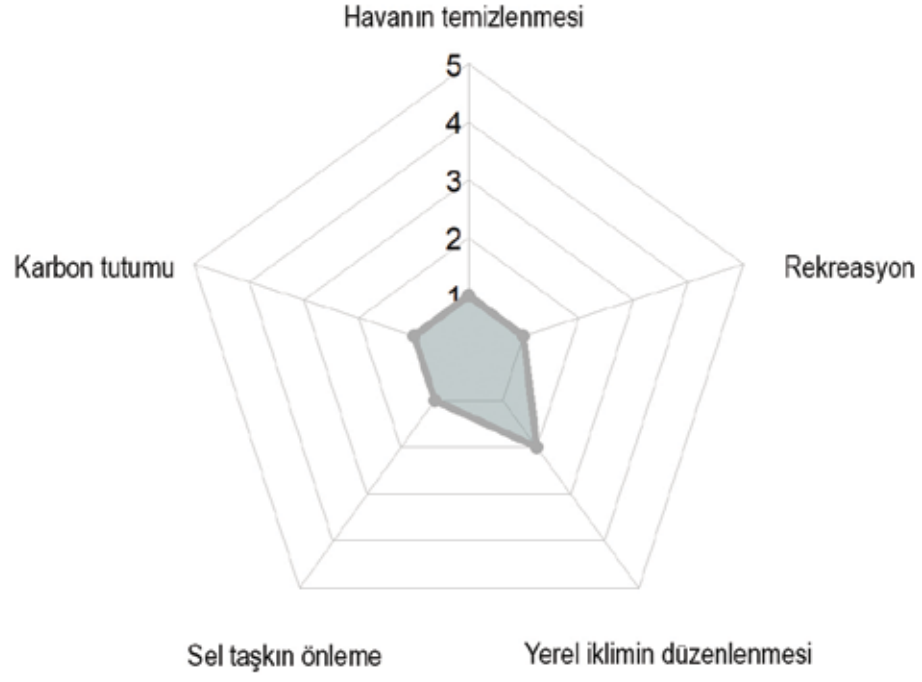
YUKARI BAHÇELİ



YÜZYIL

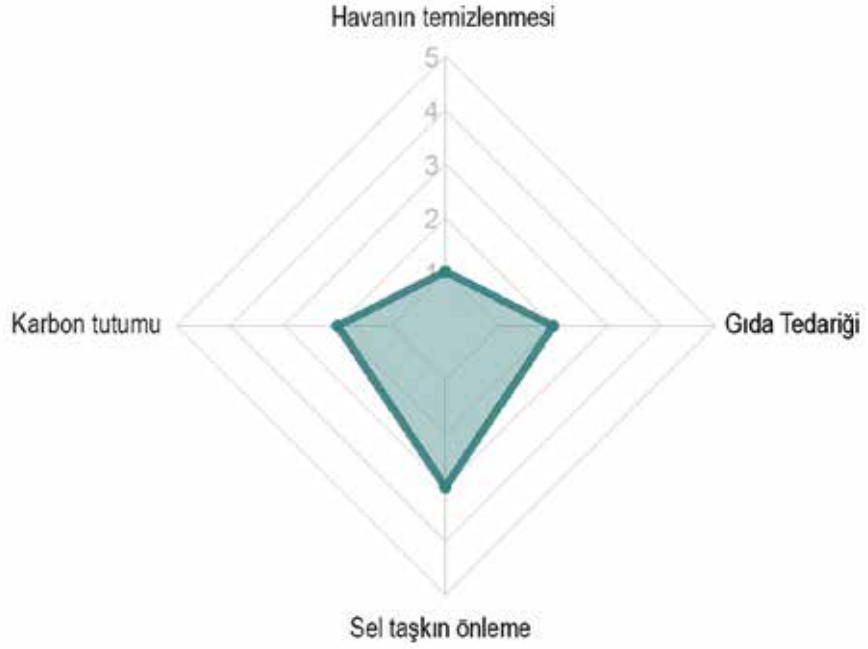


ZAFERTEPE

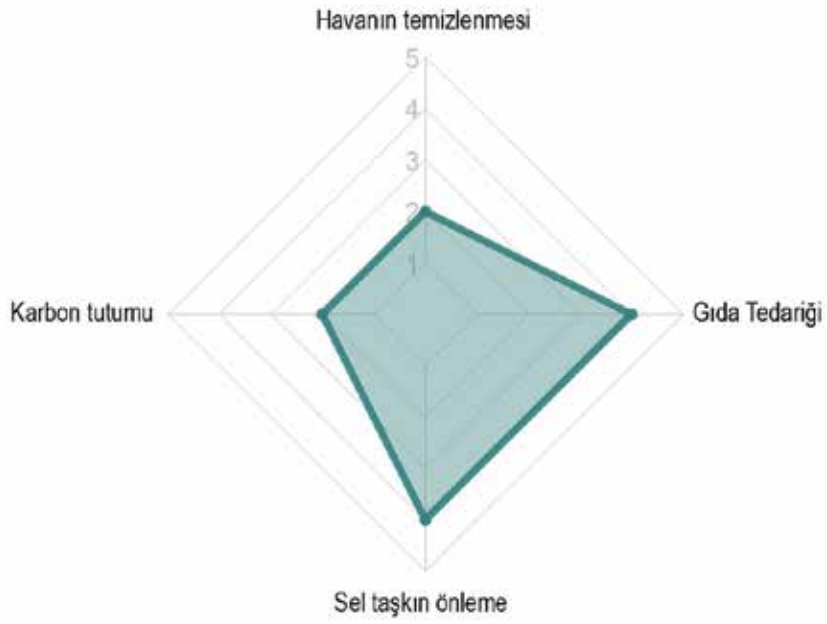


Kırsal özellik gösteren mahalleler

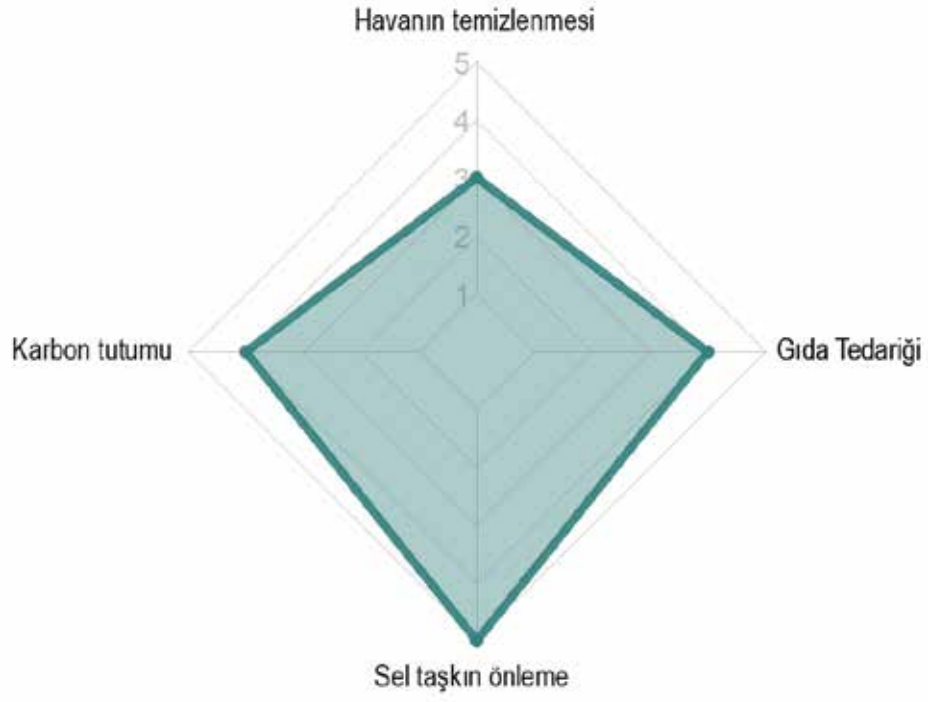
AKARLAR



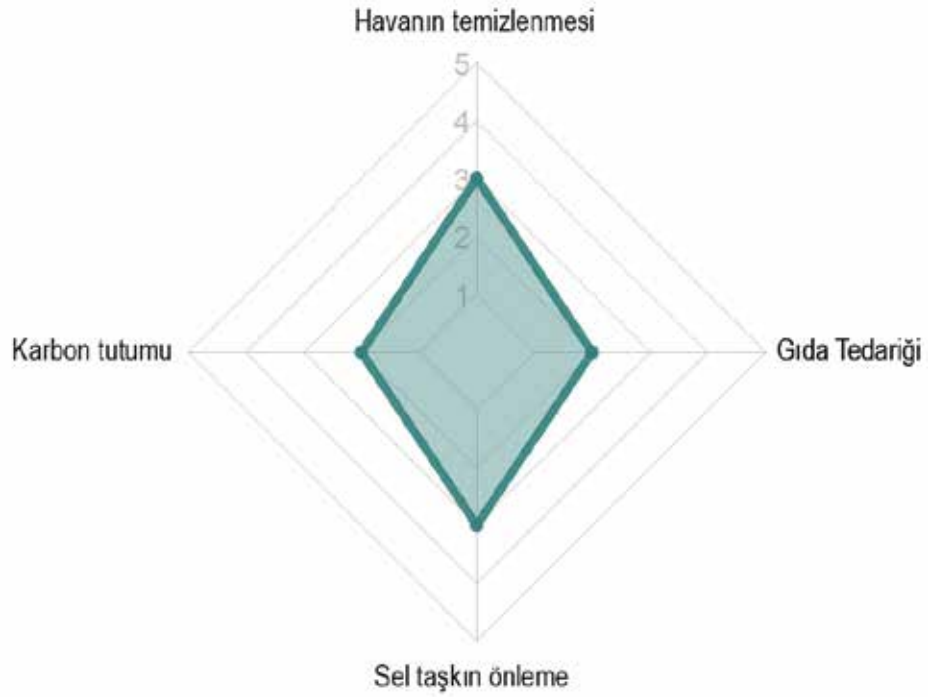
ÇAVUŞLU



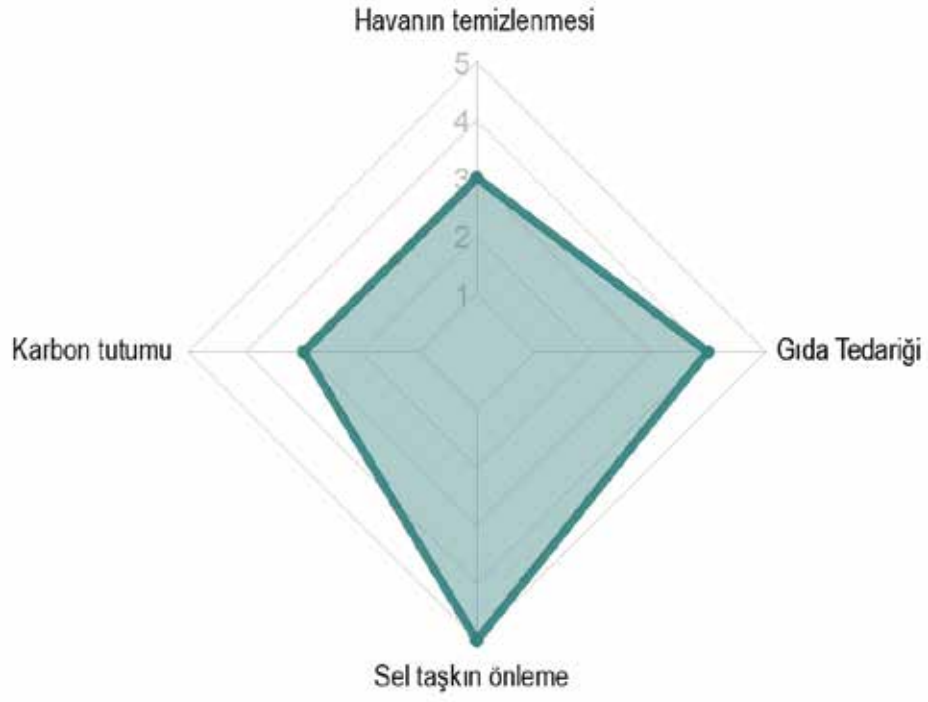
EVCİLER



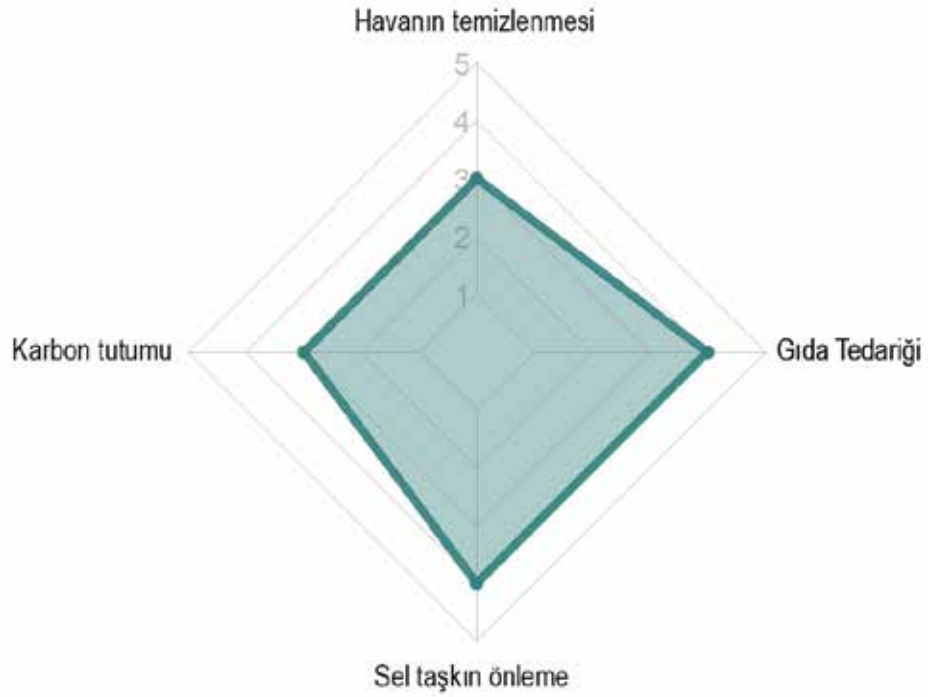
İMRAHOR



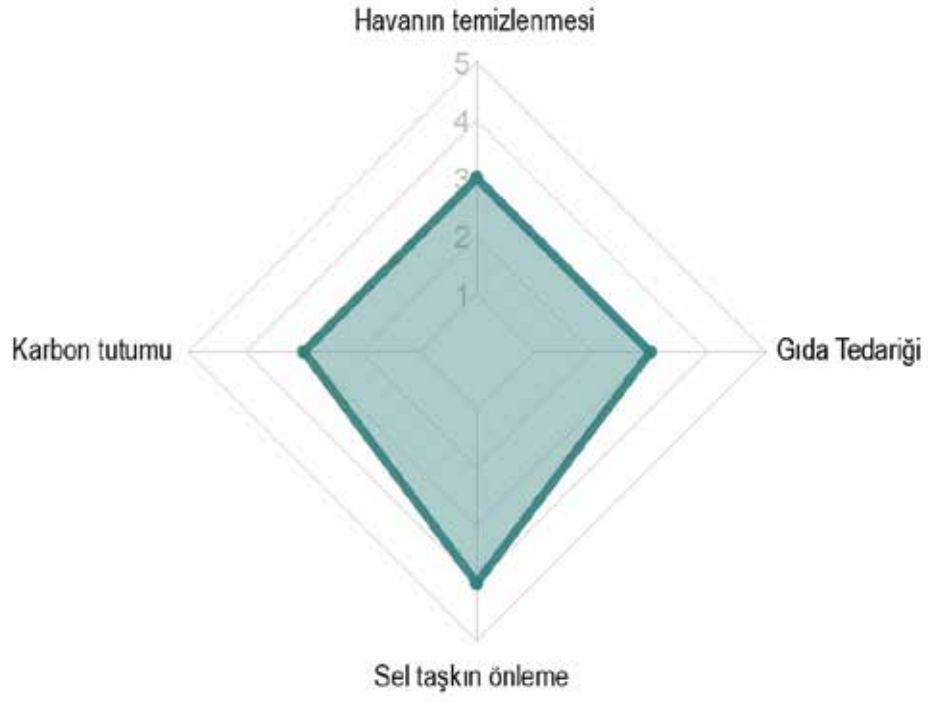
KARAHASANLI



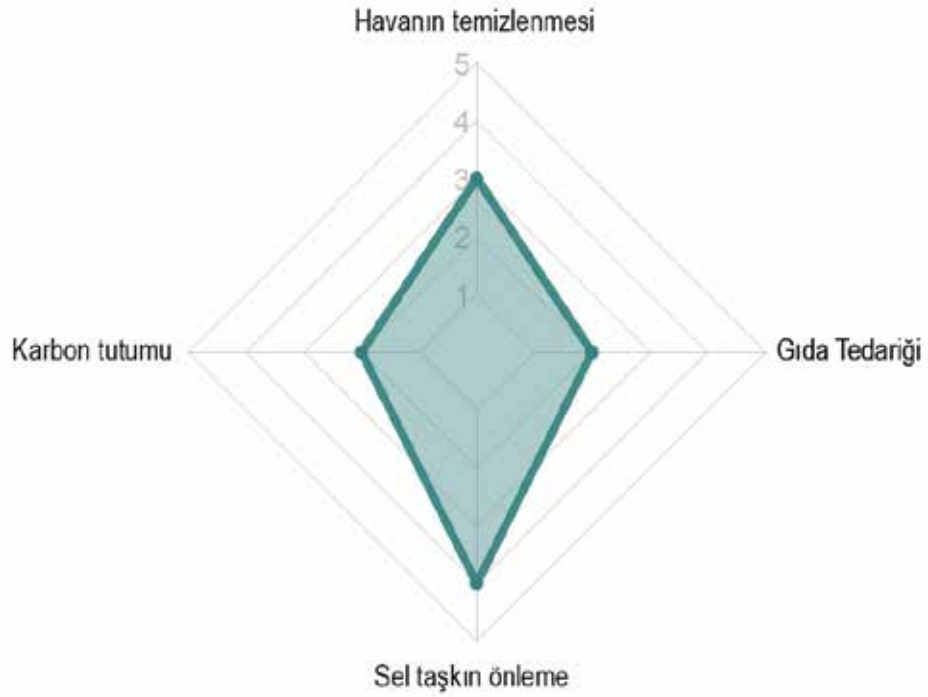
KARATAŞ



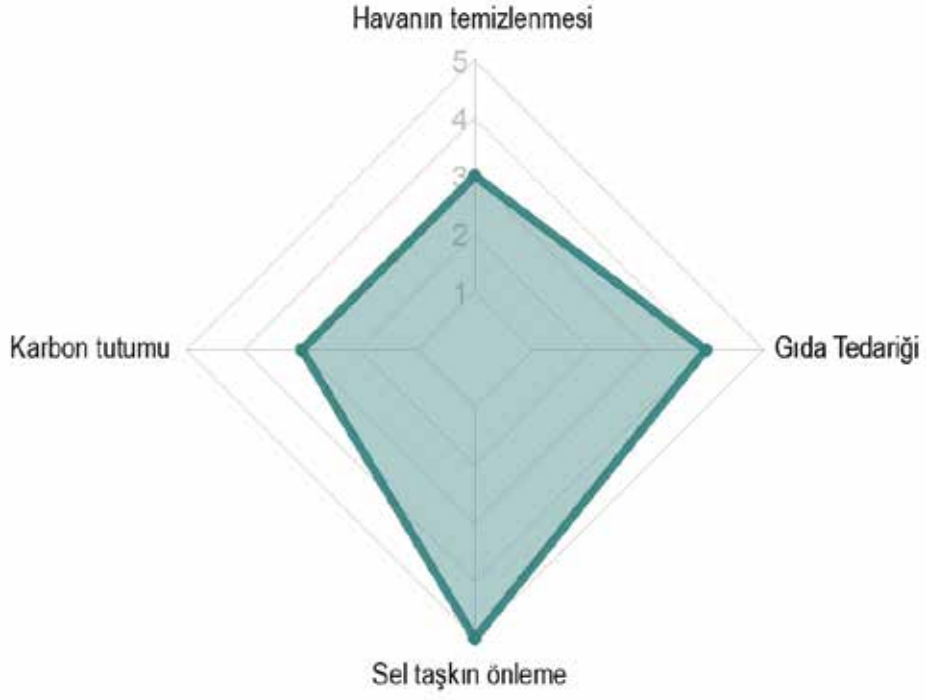
KÖMÜRCÜ



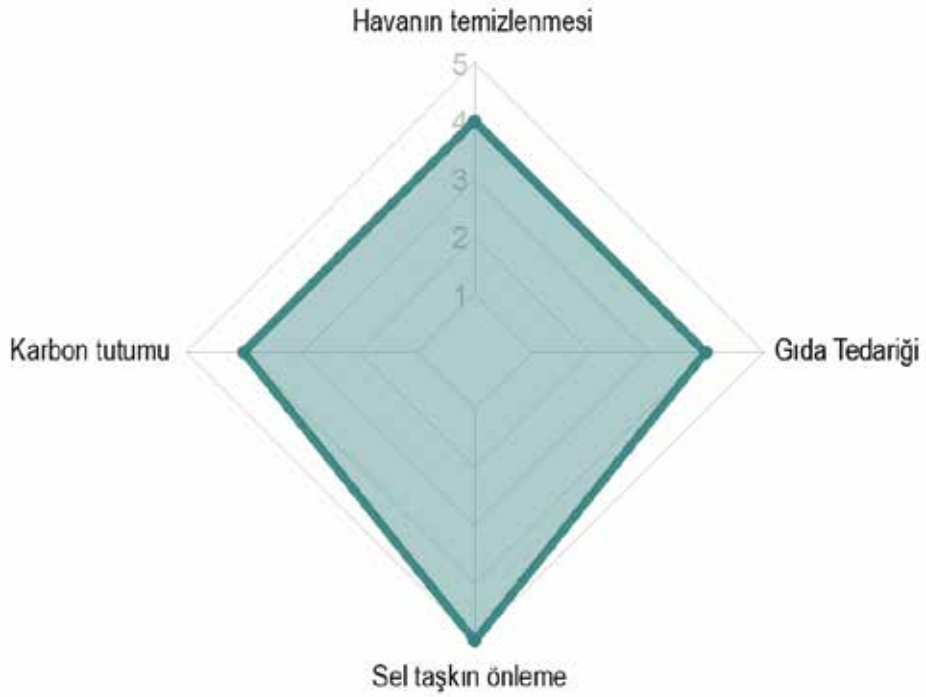
MÜHYE



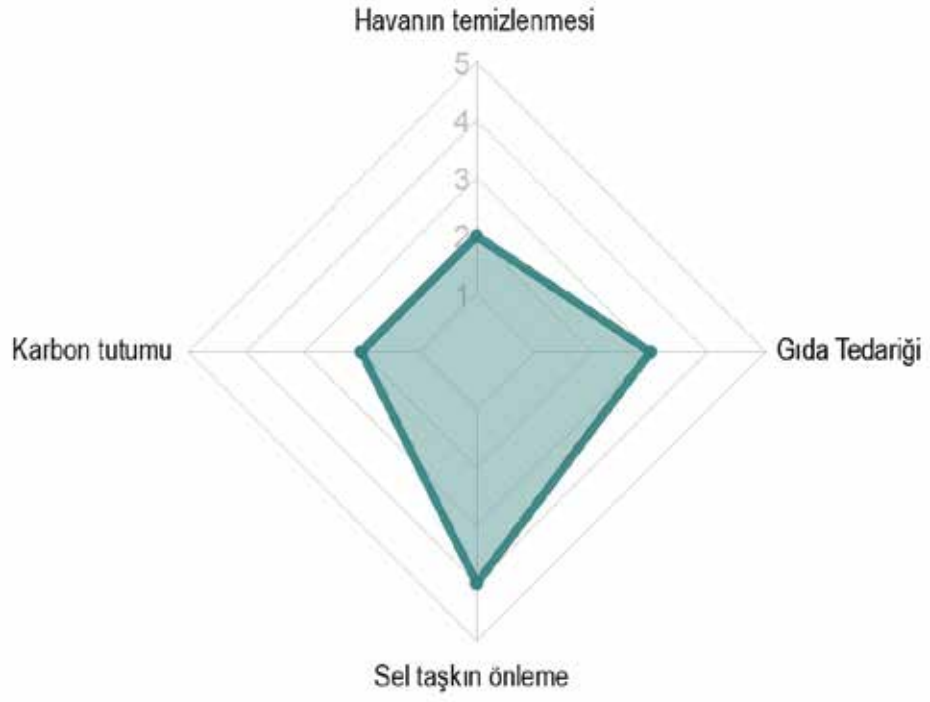
TOHUMLAR



YAKUP ABDAL



YAYLA



10. KAYNAKÇA

- ▣ Palla, A., Gnecco I., Lanza L.G. 2010. Hydrologic restoration in the urban environment using green roofs Water, pp. 140-154
- ▣ Aichi Biodiversity Targets Strategic Plan (2011-2020), 2018. Erişim: <https://www.cbd.int/sp/targets/>
- ▣ Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H. 2001. Cool surfaces and shadetrees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. Sol Energy J 70:295-310
- ▣ Alamarie, K., Cohn, A., Larry dela Cruz, J., Donnelly, H., Eckels, M., Farag, M., Garcia, K., et al. 2011. NYC Green Infrastructure Plan: A sustainable strategy for clean waterways (pp. 1-154). New York: New York City Department of Environmental Protection.
- ▣ Alphan, H. ve Coşkun-Hepcan, Ç. 2019. İklim Değişikliğine Dirençli Kentler İçin Bir Çereve: Yeşil Odaklı Uyarlama Kılavuzu. İzmir.
- ▣ Altieri, M.A., Companioni, N., Cañizares, K. et al. The greening of the “barrios”: Urban agriculture for food security in Cuba. Agriculture and Human Values 16, 131-140 (1999). <https://doi.org/10.1023/A:1007545304561>
- ▣ Arnfield, A. J. 2003. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology, 23(1), 1-26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- ▣ Aspinall, P., Mavros, P., Coyne, R., Roe, J. 2015. The urban brain: analysing outdoor physical activity with mobile EEG. Br J Sports Med 49:272-276
- ▣ Barker, A., Clay, G., Morrison, R., Payne, S., Gilchrist, A., Rothwell, J. and Tantanasi, I. 2019. Understanding Green Infrastructure at Different Scales: A Signposting Guide, University of Manchester, Manchester, UK
- ▣ Baró, Francesc & Chaparro, Lydia & Gómez-Baggethun, Erik & Langemeyer, Johannes & Nowak, David & Terradas, Jaume. 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. Ambio. 43. 466-79. 10.1007/s13280-014-0507-x.
- ▣ Barthel, S., Folke, C., Colding, J., 2010. Socio-ecological memory in urban gardens -retaining the capacity for management of ecosystem services. Glob Environ Chang 20(2):255-265
- ▣ Barthel, S., Isendahl, C. 2013. Urban gardens, agriculture, and water management: Sources of resilience for long-term food security in cities. Ecological Economics, 86, 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.06.018>
- ▣ Bayraktar, T., N., ve Gerek, D. 2014. Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği, 5. Uzaktan Algılama Sempozyumu. İstanbul.
- ▣ Bedimo-Rung A.L., Mowen A.J., Cohen D.A. 2005. The significance of parks to physical activity and public health: a conceptual model. Am J Prev Med 28:159-168
- ▣ Bertram, C., & Rehdanz, K. 2015. The role of urban green space for human well-being. Ecological Economics, 120, 139-152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.013>
- ▣ Bodin, M., Hartig, T. 2003. Does the outdoor environment matter for psychological restoration gained through running? Psychol Sport Exerc 4:141-153
- ▣ Bonan, G. B. 2002. Ecological climatology: Concepts and applications. Cambridge: Cambridge University Press.
- ▣ Borysiak, J., Mizgajski, A., Speak, A. 2017. Floral biodiversity of allotment gardens and its contribution to urban green infrastructure. Urban Ecosys. 20:323-335
- ▣ Bratman, G.N., Hamilton, J.P., Hahn, K.S., Daily, G.C., Gross, J.J. 2015 Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. Proc Natl Acad Sci U S A 112:8567-8572

- ▣ Braubach, M., Egorov, A., Mudu, P., Wolf, T., Ward Thompson, C., & Martuzzi, M. 2017. Effects of Urban Green Space on Environmental Health, Equity and Resilience. In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice* (pp. 187-205). (Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions). Cham, Switzerland: SpringerOpen. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_11
- ▣ Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- ▣ Burkhard, B., and Maes, J. 2017. Mapping ecosystem services. *Advanced books*, 1, e12837.
- ▣ Carbon Neutral Cities Alliance, 2020. Erişim: <<https://carbonneutralcities.org/cities/>>
- ▣ CBD, Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2012. *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal, 64 pages
- ▣ Cohen, N., & Ackerman, K. 2011, November. Breaking new ground. *The New York Times*
- ▣ Connolly, J., Svendsen, E., Cambell, L., & Fisher, D. 2012. Organizing urban ecosystem services through environmental stewardship governance in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 109, 76-84.
- ▣ Corine Land Cover (CLC) 2012. Version 20
- ▣ Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... and Raskin, R. G. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.
- ▣ Coşgun, T. M. ve Özdemir, G. ed. 2017. Yağmur Hasadı Uygulamaya Giriş Rehberi: İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında bir Çözüm Önerisi, Peyzaj Araştırmaları Derneği, Ankara.
- ▣ Coşkun, Ç. 2019. Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri, Erişim: <http://www.iklimin.org/moduller/kentmodulu-yesilaltyapi.pdf>
- ▣ Çankaya Belediyesi, 2019. Erişim: <<http://www.cankaya.bel.tr/pages/14/RAKAMLARLA-CANKAYA/>> Erişim Tarihi: Ağustos 2019.
- ▣ Çankaya Kaymakamlığı, 2019. İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü 2019 Yılı Faaliyeteri Brifing Raporu. Ankara.
- ▣ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı, 2019. Erişim <https://sim.csb.gov.tr/STN/STN_Report/StationDataDownload> Erişim Tarihi: Ağustos 2019.
- ▣ Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2019. "KENTGES - Bütünleşik Kentsel Gelişme Stratejisi ve Eylem Planı (2010-2023)" Erişim <https://kentges.csb.gov.tr/kentges-strateji-belgesi-i-7120>
- ▣ Dilaver, Z. 2014. İç Anadolu Doğal Bitki Örtüsü Örneklerinden Peyzaj Mimarlığında Yararlanma sayfa 37-54, Demirbaş, S. ve Özdemir, G. ed. 2014. İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar'da. Peyzaj Araştırmaları Derneği, Ankara
- ▣ Doğa Koruma Merkezi (DKM), 2019. Tır Say! Raporu Ankara. Erişim: www.dkm.org.tr.
- ▣ Doğa Koruma Merkezi (DKM), 2019a. Doğrudan Ekim, Geleceğin Tarımı Kitapçığı. Ankara. Erişim: www.dkm.org.tr.
- ▣ Doğa Koruma Merkezi (DKM), 2019a. İklim Dostu Tarım Geleceğin Tarımı Kitapçığı. Ankara. Erişim: www.dkm.org.tr.
- ▣ Doğa Koruma Merkezi (DKM), 2019b. Rüzgar Perdesi Geleceğin Tarımı Kitapçığı. Ankara. Erişim: www.dkm.org.tr.
- ▣ Dzhambov, A.M., Dimitrova, D.D., Dimitrakova, E.D. 2014. Association between residential greenness and birth weight: systematic review and meta-analysis. *Urban For Urban Green* 13:621-629

- ▣ Dzierzanowski, K., Popek, R., Gawrońska, H., et al. 2011. Deposition of particulate matter of different size fractions on leaf surfaces and in waxes of urban forest species. *International Journal of Phytoremediation*, 13 (10), 1037–1046.
- ▣ Eker, İ., Vural, M., Aslan, S. 2015. Ankara İli'nin Damarlı bitki çeşitliliği ve korumada öncelikli Taksonları. *Bağbahçe Bilim Dergisi*. 2(3): 57- 114.
- ▣ European Commission (EC) (2013a): Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital. COM(2013) 249 final, Brussels, 6.5.2013. Çeviri: DKM, 2019
- ▣ European Commission Technical Report, 2013. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services - An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020, Discussion paper – Final, Erişim: <http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/MAESWorkingPaper2013.pdf> Erişim tarihi: 8 Şubat 2015.
- ▣ European Union: The EU Biodiversity Strategy to 2020, Luxembourg (2011). Doi: <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005> European Union: The UE Biodiversity Strategy to 2020, Luxembourg (2011). doi:10.2779/39229. https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/2020%20Biod%20brochure_en.pdf
- ▣ Fick, S.E., Hijmans, R.J. 2017. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.
- ▣ Fragkias M., Güneralp B., Seto K.C., Goodness J. 2013. A Synthesis of Global Urbanization Projections. In: Elmqvist T. et al. (eds) *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Springer, Dordrecht
- ▣ Gaffin, S.R., Rosenzweig, C. 2010. A temperature and seasonal energy analysis of green, white, and black roofs. USA: Columbia University
- ▣ Gaffin, S., Khanbilvardi, R., Rosenzweig, C., 2009. Development of a Green Roof Environmental Monitoring and Meteorological Network in New York City. *Sensors*. doi:10.3390/s90402647
- ▣ Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z., & Kremer, P. 2013. Urban Ecosystem Services. In *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities* (pp. 175–251). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_11
- ▣ Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., ve Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*.
- ▣ Green Surge (2016) BREEAM Certification UK, Strategic Ecology Framework. <http://www.breeam.com/filelibrary/Response-Documents/SEF-External-Consultation-Response-Documents--April-2016-.pdf>
- ▣ Güner, Ş.T., Çömez, A. 2017. Biomass Equations And Changes In Carbon Stock In Afforested Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Stands In Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, volume 26, No. 3, pages 2368-2379.
- ▣ Han, J. Y., Baik, J. J., & Lee, H. 2014. Urban impacts on precipitation. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 50, 17–30. doi:10.1007/s13143-014-0016-7
- ▣ Hansen, R., Rall, E., Chapman, E., Rolf, W., Pauleit, S. (eds., 2017). *Urban Green Infrastructure Planning: A Guide for Practitioners*. GREEN SURGE. Retrieved from <http://greensurge.eu/working-packages/wp5/>
- ▣ Hanski, I., von Hertzen, L., Fyhrquist, N., Koskinen, K., Torppa, K., Laatikainen, T., Karisola, P., Auvinen, P., Paulin, L., Mäkelä, M.J., Vartiainen, E., Kosunen, T.U., Alenius, H., Haahtela, T. 2012. Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109:8334–8339

- ▣ Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. 2014. Nature and Health. *Annual Review of Public Health*, 35(1), 207–228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>
- ▣ Huang, H., Hailin, Y. A. N. G., Xin, D. E. N. G., Peng, Z. E. N. G., Yong, L. I., Zhang, L., Lei, Z. H. U. 2019. Influencing Mechanisms of Urban Heat Island on Respiratory Diseases. *Iranian Journal of Public Health*, 48(9), 1636-1646.
- ▣ Huete, A. R. 1988. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing Environment*, 25:295-309
- ▣ Hufnagel, C., Rottle, N. 2014. *Green Infrastructure Implementation*. Alexandria, VA: Water Environment Federation. National, R. C. (2008). *Urban Stormwater Management in the United States*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- ▣ Hunter, M. C. R., Gillespie, B.W., Chen, S. 2019. Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary Biomarkers. *Frontiers in Psychology*, 2019; 10 DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00722
- ▣ IPCC, 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe).
- ▣ Jenness, J. 2006. Topographic Position Index extension for ArcView 3.c.v.1.3a. Jenness Enterprises.
- ▣ Jennings, S., Cottee, J., Curtis, T., & Miller, S. 2015. Food in an Urbanised World: The role of city region food systems in resilience and sustainable development. Paris: IUFN, The Prince's Charities and 3 keel.
- ▣ Ji, L., Zhang, L., Wylie, B. 2019. Analysis of Dynamic Thresholds for the Normalized Difference Water Index.
- ▣ Jiang, Zhangyan & Huete, Alfredo & Didan, K. & Miura, Tomoaki. 2008. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. *Remote Sensing of Environment*. 112. 3833-3845. 10.1016/j.rse.2008.06.006.
- ▣ Kaplan, R., Kaplan, S. 1989. *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge University Press.
- ▣ Kılıç, S., Kum, G. 2013. Şehirleşmenin Sıcaklık ve Yağış Parametreleri Üzerine Etkisi: Gaziantep Örneği. *Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 6, s.22, Kilis.
- ▣ Kim, J., Kaplan, R. 2004. Physical and psychological factors in sense of community: new urbanist kentlands and nearby orchard village. *Environ Behav* 36:313–340
- ▣ Kishtawal, C. M., Niyogi, D., Tewari, M., Pielke, R. A. Sr., Shepherd, J. M. 2010 Urbanization signature in the observed heavy rainfall climatology over India, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Faculty Publications. Paper 124. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.2044>
- ▣ Kumar, P. 2012. *The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations*. Routledge.
- ▣ Lachowycz, K., Jones, AP. 2011. Greenspace and obesity: a systematic review of the evidence. *Obes Rev* 12:e183–e189
- ▣ Laurent, O., Wu J, Li L., Milesi, C. 2013. Green spaces and pregnancy outcomes in Southern California. *Health Place* 24:190–195
- ▣ Li, Q., Morimoto, K., Kobayashi, M., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y., Hirata, K., Suzuki, H., Li, Y. J., Wakayama, Y., Kawada, T., Park, B. J., Ohira, T., Matsui, N., Kagawa, T., Miyazaki, Y., & Krensky, A. M. (2008). Visiting a Forest, but Not a City, Increases Human Natural Killer Activity and Expression of Anti-Cancer Proteins. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 21(1), 117–127. <https://doi.org/10.1177/039463200802100113>
- ▣ Lovasi, G. S., Quinn, J. W., Neckerman, K. M., Perzanowski, M. S., Rundle, A. 2008. Children living in areas with more street trees have lower prevalence of asthma. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 62(7), 647-649.

- ▣ Maas, J., van Dillen, S. M. E., Verheij, R. A., & Groenewegen, P. P. 2009. Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place*, 15(2), 586–595. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.09.006>
- ▣ Madureira, H., Nunes, F., Oliveira, J., & Madureira, T. 2018. Preferences for Urban Green Space Characteristics: A Comparative Study in Three Portuguese Cities. *Environments*, 5(2), 23. <https://doi.org/10.3390/environments5020023>
- ▣ Manes, F., Silli, V., Salvatori, E., Incerti, G., Galante, G., Fusaro, L., Perrino, C. 2014. Urban Ecosystem Services: tree diversity and stability of PM10 removal in the Metropolitan Area of Rome. *Annali di Botanica*, 4, 19-26.
- ▣ Martínez-López, J., Bagstad, K. J., Balbi, S., Magrach, A., Voigt, B., Athanasiadis, I., Pascual, M., Willcock, S., & Villa, F. 2019. Towards globally customizable ecosystem service models. *Science of The Total Environment*, 650, 2325–2336. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.371>
- ▣ McDonald, R., Marcotullio, P. 2011. Global effects of urbanization on ecosystem services. *Urban ecology: patterns, processes, and applications*. Oxford University Press, Oxford, UK. Erişim: <<http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199563562.003>>, 24, 193-205.
- ▣ McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11(2), 161–176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>
- ▣ McPhearson, T., Maddox, D., Gunther, B., Bragdon, D. 2013. Local Assessment of New York City: Biodiversity, Green Space, and Ecosystem Services. In: Elmqvist T. et al. (eds) *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Springer, Dordrecht
- ▣ McPhearson, T. 2011. Toward a sustainable New York City: Greening through urban forest restoration. In E. Slavin (Ed.), *Sustainability in America's Cities: Creating the Green Metropolis* (pp. 181–204). Island Press: Washington, DC.
- ▣ McPhearson, T., Kremer, P., & Hamstead, Z. 2012a. Non-economic ecosystem services stacking in the social-ecological system of New York City . Paper presented at the Planet Under Pressure Conference, London.
- ▣ McPhearson, T., Kremer, P., Hamstead, Z. 2012b. Non-economic ecosystem services assessment of urban land in the New York City social-ecological system . Paper presented at the 4th EcoSummit Meeting: Restoring the Planet's Ecosystem Services, Columbus, OH.
- ▣ Meyer, L. H., Heurich, M., Beudert, B., Premier, J., Pflugmacher, D. 2019. Comparison of Landsat-8 and Sentinel-2 data for estimation of leaf area index in temperate forests. *Remote Sensing*, 11(10), 1160.
- ▣ MGM, 2019. İllere Ait Mevsim Normalleri. Erişim: <<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>>
- ▣ Milan 2015-2020 Food Policy Guidelines, 2015. Erişim: <<http://www.fao.org/urban-food-actions/knowledge-products/resources-detail/en/c/1129909/>>
- ▣ Miljödepartementet. 2012. Svenska miljömål - preciseringar av miljö kvalitetsmålen och en första uppsättning etappmål. [Swedish environmental objectives.] Ds 2012:23. Miljödepartementet, Stockholm, Sweden. [online] URL: <http://www.regeringen.se/contentassets/1941c045c62d446c9ed4392bfaf80130/svenska-miljomal---preciseringar-av-miljokvalitetsmalen-och-en-forsta-uppsattning-etappmal-ds-201223> Miljödepartementet. 2013. Synliggöra
- ▣ Millenium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*, Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington, DC.
- ▣ Miller, G.T., Spoolman, S. 2019. *Environmental Science*. 544 p. Cengage, Australia (<https://cengage.com.au/product/title/environmental-science/isbn/9781337569613>)

- ▣ Mitchell, R., Maher, B. A., Kinnersley, R. 2010. Rates of particulate pollution deposition onto leaf surfaces: Temporal and inter-species magnetic analyses. *Environmental Pollution*, 158(5), 1472–1478. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.12.029>
- ▣ Müller, N., Werner, P., Kelcey, J. G. 2010. *Urban biodiversity and design*. Oxford: Wiley.
- ▣ Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. (2017). In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), *Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- ▣ NIR Turkey, 2017. Turkey Greenhouse Gas Inventory Report, 1990 to 2015. Annual Report submission under the “United Nations Framework Convention on Climate Change”. Turkish Statistical Institute.
- ▣ Nordin, A. C., Hanson, H. I., Alkan Olsson, J. 2017. Integration of the ecosystem services concept in planning documents from six municipalities in southwestern Sweden. *Ecology and Society*, 22(3). <https://doi.org/10.5751/es-09420-220326>
- ▣ Nowak, D. J., Crane, D. E. 2000. The Urban Forest Effects (UFORE) Model: quantifying urban forest structure and functions. In: Hansen, Mark; Burk, Tom, eds. *Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century*. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: US Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 714-720., 212.
- ▣ Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban forestry & urban greening*, 4(3-4), 115-123.
- ▣ Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., Lapoint, E. 2013. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178, 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.019>
- ▣ Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., Rowe, B. 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 57(10), 823–833. <https://doi.org/10.1641/b571005>
- ▣ OGM, 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar; 299 Nolu Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü. Ankara.
- ▣ OGM, 2013a,b. Ankara ve Bala orman işletme şefliği amenajman planları, Orman Genel Müdürlüğü. Ankara.
- ▣ P. Vihervaara, L. Mononen, F. Santos, M. Adamescu, C. Cazacu, et al.. Biophysical quantification. Mapping ecosystem services, Pensoft, pp.93-101, 2017, 978-954-642-829-5. [ff10.3897/ab.e12837ff.ffhal02606488f](https://doi.org/10.13897/ab.e12837ff.ffhal02606488f)
- ▣ Palla, Anna & Lanza, Luca & La Barbera, Paolo. 2008. A green roof experimental site in the Mediterranean climate, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008
- ▣ Pamukçu Albers, P., Çağlayan Demirbaş, S., Çalışkan, B.K., Aykal, U., Kılıç, M., Lise, Y., Zeydanlı, U. 2020. Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu: Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü Deneyimi. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- ▣ Pamukçu-Albers, P., Lise Y., Balkız Ö. 2018. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu: Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü. Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- ▣ Pandey, J., Agrawal, M. 1994. Evaluation of air pollution phytotoxicity in a seasonally dry tropical urban environment using three woody perennials. *New Phytologist*, 126(1), 53-61.
- ▣ Pataki, D. E., Xu, T., Luo, Y. Q., Ehleringer, J. R. 2007. Inferring biogenic and anthropogenic carbon dioxide sources across an urban to rural gradient. *Oecologia*, 2007 (152), 307–322.

- ▣ Pauleit, S., Zölch, T., Hansen, R., Randrup, T. B., Bosch C. K. 2017 Nature-Based Solutions and Climate Change—Four Shades of Green. In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), *Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions*. Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2017; pp. 29–49
- ▣ Peper, P. J., McPherson, E. G., Simpson, J. R., et al. 2007. New York City, New York municipal forest resource analysis. New York: Center for Urban Forest Research, USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- ▣ Pigram, J. J. J. 1983. *Outdoor Recreation and Resource Management*. C. Helm ; St. Martin's Press
- ▣ Pochee, H., Johnston, I. 2017. Understanding design scales for a range of potential green infrastructure benefits in a London Garden City. *Building Services Engineering Research and Technology*, 38(6), 728–756. <https://doi.org/10.1177/0143624417734526>
- ▣ Pugh, T. A. M., MacKenzie, A. R., Whyatt, J. D., Hewitt, C. N. 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environmental Science & Technology*, 46(14), 7692–7699. <https://doi.org/10.1021/es300826w>
- ▣ REC Türkiye. 2019. Büyükşehir Belediyelerin Mevcut Durumu. Erişim: <https://yesilekonomi.com/yerel-iklim-degisikligi-eylem-plani-hazirlayan-buyuksehir-belediyesi-sayisi-9a-ulasti/>
- ▣ Riley, S. J., DeGloria, S. D., Elliot, R. 1999. Index that quantifies topographic heterogeneity. *intermountain Journal of sciences*, 5(1-4), 23–27.
- ▣ Rocha, S. M., Zulian, G., Maes, J., & Thijssen, M. 2015. Mapping and assessment of urban ecosystems and their services. Joint Research Centre.
- ▣ Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering, D. W. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA special publication*, 351, 309.
- ▣ Samuelson, A. E., Gill, R. J., Brown, M. J. F., Leadbeater, E. 2018. Lower bumblebee colony reproductive success in agricultural compared with urban environments. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1881), 20180807. <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0807>
- ▣ Schmidt, K., Walz, A., Martín-López, B., Sachse, R. 2017. Testing socio-cultural valuation methods of ecosystem services to explain land use preferences. *Ecosystem Services*, 26, 270–288. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.001>
- ▣ Seto, K. C., Shepherd, J. M. 2009. Global urban land-use trends and climate impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1 (1), 89–95.
- ▣ Seto K.C., S. Dhakal, A. Bigio, H. Blanco, G.C. Delgado, D. Dewar, L. Huang, A. Inaba, A. Kansal, S. Lwasa, J.E. McMahon, D.B. Müller, J. Murakami, H. Nagendra, and A. Ramaswami, 2014: Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- ▣ Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., Reilly, M. K. 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS ONE*, 6(8), e23777.
- ▣ Seto, K. C., Güneralp, B., Hutyra, L. 2012b. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (40), 16083–16088.
- ▣ Seto, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., Fragkias, M. 2010. The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 35 , 167–194.

- ▣ Shaver, E. 2009. Low Impact Design versus Conventional Development: Literature Review of Developer-related Costs and Profit Margins. Prepared by Aqua Terra International Ltd. for Auckland Regional Council. Auckland Regional Council Technical Report 2009/045.
- ▣ Shem, W., & Shepherd, M. 2009. On the impact of urbanization on summertime thunderstorms in Atlanta: Two numerical model case studies. *Atmospheric Research*, 92 , 172–189.
- ▣ SMITH, C., LINDLEY, S. and D. LEVERMORE, G. (2009). Estimating spatial and temporal patterns of urban anthropogenic heat fluxes for UK cities: the case of Manchester. *Theoretical and Applied Climatology* 98, 19–35.
- ▣ Smith RM, Thompson K, Hodgson JG, Warren PH, Gaston KJ (2006) Urban domestic gardens (IX): composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *Biol Conserv* 129:312–322
- ▣ Spellberg, I. F. 1994. Evaluation and assessment for conservation: ecological guidelines for determining priorities for nature conservation (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- ▣ Strahler, A. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
- ▣ Sun, Q., Wu, Z., Tan, J. 2012. The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. *Environmental Earth Sciences*, 65(6), 1687-1694.
- ▣ Syrbe, R.-U., Walz, U. 2012. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators*, 21, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.02.013>
- ▣ Taha, H., Akbari, H., Rosenfeld, A., Huang, J. 1988. Residential cooling loads and the urban heat island—the effects of albedo. *Building and Environment*, 23(4), 271–283. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(88\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0360-1323(88)90033-9)
- ▣ Tamosiunas, A., Grazuleviciene, R., Luksiene, D., Dedele, A., Reklaitiene, R., Baceviciene, M., Vencloviene, J., Bernotiene, G., Radisauskas, R., Malinauskiene, V., Milinaviciene, E., Bobak, M., Peasey, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. 2014. Accessibility and use of urban green spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study. *Environmental Health*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1476-069x-13-20>
- ▣ TEEB. 2012. In H. Wittmer & H. Gundimeda (Eds.), *The economics of ecosystems and biodiversity in local and regional policy and management*. London/Washington, DC: Earthscan from Routledge.
- ▣ TEEB. 2010. *The economics of ecosystems and biodiversity . Ecological and Economic Foundations*. Earthscan London and Washington.
- ▣ Thielen, J., Boudevillain, B., Andrieu, H. 2000. “A radar data based short-term rainfall prediction model for urban areas – a simulation using meso-scale meteorological modelling”. *J. Hydrol.* 239, 97-114.
- ▣ Thiering, E., Markevych, I., Bröske, I., Fuertes, E., Kratzsch, J., Sugiri, D., Hoffmann, B., von Berg, A., Bauer, C.-P., Koletzko, S., Berdel, D., Heinrich, J. 2016. Associations of Residential Long-Term Air Pollution Exposures and Satellite-Derived Greenness with Insulin Resistance in German Adolescents. *Environmental Health Perspectives*, 124(8), 1291–1298. <https://doi.org/10.1289/ehp.1509967>
- ▣ TMOBB ÇMO, 2018 Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası Hava Kirliliği Raporu. Ankara.
- ▣ Tolunay, D. 2013. Türkiye’de artım ve ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 240-251.
- ▣ Toros, H., Bağış, S., Gemici, Z. 2018. Ankara’da Hava Kirliliği Mekânsal Dağılımının Modellenmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 20-53.

- ▣ Traitler, H., Dubois, M., Heikes, K., Petiard, V., Zilberman, D. 2017. Megatrends in Food and Agriculture: Technology, Water Use and Nutrition. John Wiley & Sons.
- ▣ TÜİK 2018 Mahalle Nüfusu Verisi
- ▣ UN (2014), World urbanization prospects: The 2014 revision - highlights, Statistical Papers - United Nations (Ser. A), Population and Vital Statistics Report, UN, New York, <https://doi.org/10.18356/527e5125-en>.
- ▣ Urban Habitats 2006. Erişim: <<https://portal.issn.org/resource/issn/1541-7115>>
- ▣ USGS. Landsat 8 Data Users Handbook. 2019, April. Retrieved October 5, 2019, from <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>.
- ▣ Van Den Berg, A. E., Custers, M. H. G. 2010. Gardening Promotes Neuroendocrine and Affective Restoration from Stress. *Journal of Health Psychology*, 16(1), 3–11. <https://doi.org/10.1177/1359105310365577>
- ▣ Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., Ingram, J. S. I. 2012. Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), 195–222. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>
- ▣ Vihervaara P, Mononen L, Santos F, Adamescu M, Cazacu C, Luque S, Geneletti D, Maes J (2017a) Biophysical quantification. In: Burkhard B, Maes J (Eds) (2017) Mapping Ecosystem Services. Advanced Books. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- ▣ Vural, M. (2004). Ankara'nın Florası. Şu eserde: Cumhuriyetin 80. Yılında Her Yönüyle Ankara s. 331-348. Ankara Büyükşehir Belediyesi, Eğitim ve Kültür Daire Başkanlığı. Tasarım ve Baskı, Ankara.
- ▣ Vural, M. (2014). Ankara'nın Florası ve Korunmaya Muhtaç Türleri. Şu eserde: Köroğlu A. (ed.). Cumhuriyetin 90. yılında Ankara 1923-2013 s. 67-88. Ankamer Yayınları 2, Ankara.
- ▣ Whitford, V., Ennos, A. R., Handley, J. F. 2001. "City form and natural process"—indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landscape and urban planning*, 57(2), 91-103.
- ▣ World Bank. 2006. Strengthening Forest Law Enforcement and Governance. Washington (DC):World Bank.
- ▣ Yazgı, D. ve Yılmaz, K. T. 2016. Yeşil Altyapı Kavramının İlgili Yasal Düzenlemeler İçerisindeki Yeri ve Uygulamaya Yönelik Öneriler. 6. Peyzaj Mimarlığı Kongresi Söylem ve Eylem, 08-11 Aralık 2016, Antalya.
- ▣ Yılmaz, T., ve Memlük, Y. 2008. Vadilerde Rüzgâr ve Güneş Hareketlerine Bağlı Planlama ve Tasarım Olanakları, Ankara Büyükesat Vadisi Örneği, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 193–204
- ▣ Zha, Y., Gao, J., ve Ni, S. 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International journal of remote sensing*, 24(3), 583-594.
- ▣ Zeng, Z., Tang, G., Hong, Y., Zeng, C., Yang, Y. 2017. Development of an NRCS curve number global dataset using the latest geospatial remote sensing data for worldwide hydrologic applications. *Remote Sensing Letters*, 8(6), 528–536. <https://doi.org/10.1080/2150704x.2017.1297544>

Bu çalışma, T.C Dışışleri Bakanlığı Avrupa Birliğı Başkanlığı tarafından yürütölen “Türkiye - AB Sivil Toplum Diyalogu V” programı desteğı ile hazırlanmıştır, bu vesile ile CSD V program ekibine, çalışmanın hazırlanmasında en önemli aşamalardan biri olan veri toplamada desteklerini esirgemeyen Çankaya Belediyesi Dış İlişkiler Müdürlüğü’ne, Çankaya Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü çalışanlarına, özellikle Çankaya Belediyesi Kent Tarım biriminden Mehtap Yüksel’e, arazi çalışmalarımıza katkılarından dolayı yine aynı birimden Oğuz Emiroğlu’na ve Çankaya Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü’nden Eren Ercan’a teşekkür ederiz. Ayrıca, Çankaya’nın parkları ve yeşil alanlarında yaptığımız arazi çalışmalarında bize destek olan Elif Deniz Ülker’e ve görsel destek sağlayan Cengiz Tapan’a, parklarda kuş gözlemleri ile veri sağlayan Barbaros Demirci, Gençer Gençoğlu, Eray Çağlayan, Nuran Kahya, Sena İnel’e, e-bird verisini bizlerle paylaşan Kerem Ali Boyla’ya, hava kirliliğı verilerinin analizi ile ilgili teknik destek veren A. Teoman Sanalan’a, kuş verilerinin değerlendirilmesinde katkılarından dolayı değerli hocamız C.Can Bilgin’e, analiz ve modelleme süreçlerindeki özverili katkılarından dolayı Tuba Bucak Onay, Deniz Gelincik Bilgin, Pınar Pamukçu Albers ve Bihter Kızılca’ya, 27 Ağustos 2019 tarihinde gerçekleştirdiğimiz “Çankaya’da Ekosistem Hizmetleri Haritalama Çalıştayı” katılımcılarına ve son olarak kitaba çizimleri ile destek veren Urban Sketchers Ankara grubundan Abbas Riazi, Deniz Oslu, Elif Gökçe Tunçel, Esra Gürel, İdil Güven, Mahmut Gayretli, Öykü Yaman, Sema Çavuşoğlu, Sevilay Batmaz’a değerli katkılarından dolayı teşekkürü borç biliriz.

NOTLAR

NOTLAR

ISBN: 978-605-06990-5-0



www.dkm.org.tr