

ANKARA KENTİ MEKANSAL PLANLAMA SÜRECİNDE DOĞAL BİR ALANIN DÖNÜŐÜMÜ: İMRAHOR VADİSİ ÖRNEĞİ

Esra ŞENÖZ ORSAN** Nilgöl KARADENİZ*

*Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü ANKARA

**senoz.esra@gmail.com

Özet: İmrahor Vadisi, Ankara kent merkezinin güneydoğusunda Gölbaşı, Çankaya ve Mamak ilçeleri sınırları içinde yer almaktadır. Yaklaşık 3500 hektar büyüklüğünde olan vadi, hidrolojik açıdan Mogan ve Eymir gölleri ile bağlantılıdır. Yapılan araştırmalar vadi bütününde biyoçeşitliliğın zengin olduğunu göstermektedir. Vadi aynı zamanda, Ankara kenti için hava koridoru olma özelliği taşımaktadır. 2000'li yılların başına kadar bütün üst ölçekli planlarda korunması ya da ağaçlandırılması gereken alan olarak tanımlanan İmrahor Vadisi, son yıllarda alınan plan kararları nedeniyle yoğun kentleşme ve vadi içi yapılaşma baskısı ile karşı karşıya kalmıştır. Bu çalışmada, Ankara'nın kentsel yeşil altyapı sisteminin kritik bir parçası olan İmrahor Vadisi'nin önemi Ankara kenti mekânsal planlama süreci kapsamında incelenmiştir. Bu kapsamda Ankara'nın kentsel gelişimine yön veren ve kenti şekillendiren Lörcher Planı, Jansen Planı, Yücel-Uybadin Planı, 1990 Nazım İmar Planı, 2025 planlama çalışmaları, 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı ve 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı irdelenmiştir. Söz konusu planların yanı sıra bu süreçte önem taşıyan bazı planlama çalışmalarından da yararlanılmıştır. Son dönemde yapılan plan değişiklikleri ve buna bağlı alınan yapılaşma kararları, İmrahor Vadisi'nin Ankara kenti yeşil altyapı sistemi içindeki kritik rolünün göz ardı edildiğini göstermektedir. Bu bağlamda İmrahor Vadisi'nin yeşil altyapı sistemi içindeki yaşamsal önemiyle bağlantılı olarak planlama müdahalelerine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ankara, İmrahor Vadisi, Ankara kent planları, yeşil altyapı, kent politikaları.

THE TRANSFORMATION OF A NATURAL AREA IN THE SPATIAL PLANNING PROCESS OF ANKARA: THE CASE OF IMRAHOR VALLEY

Abstract: Imrahor Valley is located to the southeast of Ankara city center which is within the boundaries of Golbasi, Cankaya and Mamak districts. The valley is approximately 3500 hectares in size and hydrologically connected to the Mogan and Eymir lakes. Research proves that biodiversity is rich throughout the valley. The valley is also an air corridor for the city of Ankara. Imrahor Valley, which was defined as the area to be protected or afforested in all high-scale plans until the beginning of 2000s, has been faced with intense urbanization and intra-valley building pressure due to the plan decisions taken in recent years. In this study, the importance of Imrahor Valley, which is a critical part of Ankara's urban green infrastructure system, is examined within the scope of spatial planning process of Ankara city. In this study, the Lorcher Plan, Jansen Plan, Yucel-Uybadin Plan, 1990 Master Plan, 2025 Planning Works, 2023 Capital Ankara Master Plan and 2038 Ankara Environmental Plan were examined. In addition to these plans, some other planning studies that are important in this process were also utilized. Recent changes in plans and related building decisions according to these changes demonstrate that the critical role of Imrahor Valley in Ankara's green infrastructure system has been ignored. In this study, suggestions for planning interventions have been developed in connection with the vital importance of Imrahor Valley in the green infrastructure system.

Keywords: Ankara, Imrahor Valley, Ankara urban plans, green infrastructure, urban policies

1. Giriş

Kent planlama pratiklerinin geçmişi Antik Çağ'a kadar uzanmaktadır. Antik Çağ'da Mısır, Mezopotamya, Yunanistan ve Ege adalarındaki uygarlıklara ait kentlerin belli bir plana göre düzenlenmiş olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır (Keleş 2015). Günümüz planlama anlayışına ise 19. yüzyılda geçilmiştir (Tekeli 1980). Özellikle sanayi devrimi ve savaş sonrasında yıkılan kentlerin yeniden inşası fikri, kent planlama anlayışının gündeme gelmesine neden olmuştur.

Ülkemizde ilk defa Cumhuriyet'in ilanı ile birlikte, savaş sonrası kentlerin sorunlarının çözümlenmesi ve hızlı kentleşmenin düzene girmesi amacıyla planlama çalışmalarına başlanmıştır. İlk planlama çalışması başkent Ankara için yapılmıştır. Sonrasında İstanbul, İzmir, Kayseri, Antalya ve Konya gibi nüfusu giderek artan kentlerde kapsamlı planlama çalışmaları yürütülmüştür (Cengizkan 2006).

Ankara'nın ilk planı Carl Christoph Lörcher tarafından 1924 ile 1925 yılları arasında hazırlanmıştır ve bu plan Ankara'ya "Türkiye Cumhuriyeti'nin planı olan ilk kenti" olma ünvanını kazandırmıştır (Cengizkan 2006). Ancak başkent Ankara'daki nüfus artışının Lörcher Planı'nda tahmin edilenden çok daha fazla olması nedeniyle plan yetersiz kalmıştır. Planın yapılmasının üzerinden sadece dört yıl geçmesine rağmen yeni bir planın yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda, 1930'lu yıllardan 1950'li yılların sonuna kadar Ankara'daki kentsel gelişimi yönlendireceği düşünülen yeni bir plan hazırlanmıştır. Hermann Jansen tarafından hazırlanan ve Jansen Planı olarak adlandırılan plan, 1932 yılında onaylanmış ve 1934 yılında uygulamaya konulmuştur (Günay 2006). Bu planı, Ankara metropoliten alanını şekillendiren 1957 Uybadin-Yücel Planı, 1990 Nazım Planı, 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı ve 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı izlemiştir.

Söz konusu planlar, belirli planlama süreçlerini ve yaklaşımlarını ifade etmektedir. Bu çalışma ile bir yandan Ankara kent gelişimini şekillendiren planlama süreci tarihi dizin içinde ele alınırken bir yandan da Ankara'nın kentsel yeşil altyapı sisteminin kritik bir parçası olan İmrahor Vadisi'nin söz konusu planlar içindeki yeri ve taşıdığı anlam irdelenmiştir.

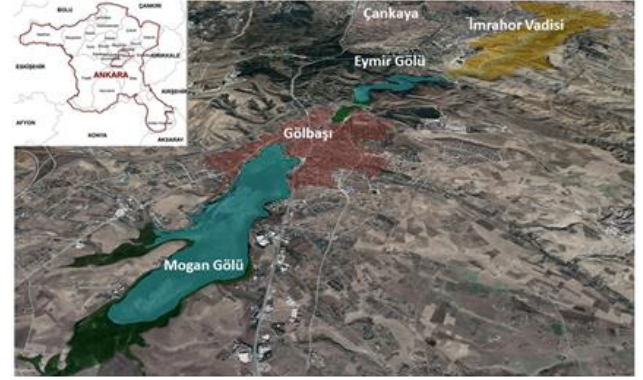
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Ankara kent merkezinin güneydoğusunda yer alan, Gölbaşı, Çankaya ve Mamak ilçeleri sınırları içinde bulunan İmrahor Vadisi oluşturmaktadır. Yaklaşık 3500

hektar büyüklüğünde olan vadi, hidrolojik açıdan Mogan ve Eymir gölleri ile bağlantılıdır (Karadeniz ark. 2016) (Şekil 1). Yapılan araştırmalar vadi bütününde biyoçeşitliliğin zengin olduğunu göstermektedir.

Hâkim rüzgâr yönü kuzeydoğu ve kuzey olan Ankara'da, rüzgârların genel olarak kuzeydoğu ve kuzey yönlerinden kent merkezine geldiği, güney ve doğu yönlerinden kenti terk ettiği gözlemlenmiştir. Rüzgârların kent içine giriş ve çıkışındaki sirkülasyon kanallarını da vadi sistemleri oluşturmaktadır (ÇDP 2017). İmrahor Vadisi'nin konumu ve yamaçlarının yönü kent içi ve dışı hava akışını desteklemektedir. Böylelikle vadi hava koridoru olma özelliğine sahiptir. Bu özelliğiyle İmrahor Vadisi, hava kirliliği ve iklim stabilizasyonu açısından Ankara için büyük önem taşımaktadır (NİP 2007).



Şekil 1: Mogan ve Eymir Gölleri ile hidrolojik olarak bağlantılı olan İmrahor Vadisi'nin konumu (Karadeniz ve ark. 2018)

Başkent Ankara'nın planlanması için gerçekleştirilen planlar ile bu planların açıklama raporları ve bu planların hazırlanmasına katkı sağlamış olan planlama çalışmaları da materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Bu çalışma kapsamında Ankara'nın kentsel gelişimini yönlendiren, şekillendiren tüm planlar, bu planların açıklama raporları ve bu planların hazırlanmasına katkı sağlamış olan planlama çalışmaları tarihsel dizin içinde irdelenerek İmrahor Vadisi ile ilgili alınan plan kararları ve öngörüler değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen plan ve planlama çalışmaları iki başlık altında gruplandırılmıştır. Bu gruplama "Ankara'nın Planlama Sürecinde Yer Alan Planlar" ve bu planların hazırlanmasına katkı sağlamış olan "Tamamlayıcı Planlar" olarak yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Araştırma kapsamında incelenen planlar ve planlama çalışmaları

Ankara'nın Planlama Sürecinde Yer Alan Planlar	Tamamlayıcı Planlar
1925 Lörcher Planı	1965 Yüksel Öztan Planlama Çalışması
1932 Jansen Planı	1982 Ankara Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi
1957 Yücel-Uybadin Planı	1987 İmrahor Vadisi Rekreasyon Alan Projesi
1990 Ankara Nazım Planı	2015 Ankara Planlama Çalışmaları
2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı	2025 Nazım Planı Çalışmaları
2038 Ankara Çevre Düzeni Planı	

3. Bulgular

3.1. İmrahor Vadisi'nin Ankara Planlama Sürecinde Yer Alan Planlar Kapsamında Değerlendirilmesi

Ankara'nın 1923-1929 yılları arasındaki yapılaşmasını belirleyen ilk planı Carl Christoph Lörcher tarafından hazırlanmıştır. Lörcher Planı hazırlanırken öncelikle 1924 yılında Eski Ankara olarak adlandırılan Kale ve Çevresi, 1925 yılında ise Yenişehir olarak adlandırılan Sıhhiye ve Çevresi'ni kapsayan 150 hektarlık alan planlanmıştır (Cengizkan 2006; ÇDP 2017). Lörcher Planı, Ankara'nın yeni gelişme bölgesi olan Yenişehir ile ilgili temel kararların verildiği bir plan olma özelliğini taşımaktadır. Günümüzde Sıhhiye ve çevresinde sürekliliği büyük ölçüde yitirilmiş olan Zafer Meydanı ve Parkı ile Mithatpaşa ile Sakarya kesişimi gibi önemli açık ve yeşil alan kullanım kararları bu plan kapsamında üretilmiştir (NİP 2007).

Ankara'daki nüfus artışının Lörcher Planı'nda öngörülenden çok daha fazla olması sonucunda Lörcher Planı yetersiz kalmıştır ve yeni bir plana ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç üzerine kentin İmar Planı'nın hazırlanması için 1927 yılında uluslararası bir yarışma düzenlenmiştir. 1928 yılında sonuçlanan yarışmayı, Ankara'nın 1929-1939 yılları arasındaki kentleşmesini yönlendirecek planıyla Hermann Jansen kazanmıştır (Cengizkan 2006). Kentin bütüncül anlamda planlanması sürecinde önemli bir kırılma noktası oluşturan ve Jansen Planı olarak adlandırılan plan, toplam 1500 hektarlık bir alanda ortalama 120-240 kişi/hektar yoğunlukla yaklaşık 300.000 kişinin yaşayacağını varsaymıştır.

Ancak başkent olarak ilan edildikten sonra yoğun göç almaya başlayan Ankara, Jansen Planı'nda 1980 yılında ulaşacağı tahmin edilen 300.000 kişilik nüfusu, 1950 yılında aşmıştır (ÇDP 2017).

Jansen Planı kapsamında Ankara Kalesi ve Çevresi'nin korunması, Eski Şehri Çankaya'ya bağlayan Atatürk Bulvarı'nın kentin en önemli arteri olması ve kuzey-güney doğrultusunda genişletilerek açılması konusunda önemli kararlar alınmıştır. Kale ve Çevresi ile Ankara Garı arasında kalan topoğrafik açıdan düşük kotlu bölgenin Gençlik Parkı, 19 Mayıs Spor Sitesi, Hipodrom gibi açık yeşil alan ve rekreasyon alanı kullanımlarına ayrılması planlanmıştır. Ayrıca planda Ankara Kalesi, Kocatepe, Hacettepe, Rasattepe ve Maltepe gibi tepelerin, kente bakış noktaları olarak düşünülmesi ve bu doğrultuda planlanması gerektiği kararına varılmıştır (Kayasü 2006).

Jansen Planı'nda açık yeşil alan kullanımları ile yapı alan kullanımları arasında denge kurulmaya özen gösterilmiştir. Böylelikle yeşil alanların sürekliliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Plan kapsamında öngörülen geniş yeşil alanlar arasında yeşil koridorlarla bağlantılar oluşturulmuş; kentte güçlü bir yeşil alan sistemi kurulmuştur. Kent merkezine şımsal bir şekilde saplanan vadiler, yeşil alanlar arasındaki bütünlüğün sağlanmasında önemli bir role sahip olmuştur. Kayasü'ye (2006) göre açık yeşil alanlar açısından oldukça duyarlı olan Jansen Planı, dönemin yönetimleri tarafından gerektiği gibi uygulanmamıştır. Jansen Planı'na göre, bugünkü Tandoğan Meydanı'nda oluşturulması öngörülen Hava Meydanı'ndan Tandoğan, Maltepe, Demirtepe boyunca Kumrular Sokak ve Zafer Parkı'na kadar uzanan yeşil alan öngörüsü, planın doğu-batı aksındaki yeşil omurgasının oluşturulmasında en temel unsur olmuştur. Günümüzde Jansen Planı'nda öngörülen bu yeşil alan sistemin önemli bir kısmı yitirilmiş ya da devamlılığı bozulmuştur. Jansen Planı'na göre günümüzde üzeri kapatılarak yol geçirilmiş olan İncesu Deresi, Kavaklı Dere ve Dikmen Deresi, kuzey güney yönünde korunması ve gelişmesi planlanan açık-yeşil alan sisteminin önemli parçalarıdır (NİP 2007).

Ankara nüfusunun tahmin edilenden fazla olması sonucunda Jansen Planı'nda yetersiz kalmaya başlamıştır. Bunun üzerine 1955 yılında Ankara Belediyesi'nin girişimleri ile Ankara İmar Planı'nın hazırlanması için uluslararası bir yarışma düzenlenmiştir. Bu yarışmayı 12.000 hektarlık alanı kapsayan imar planı ile Nihat Yücel ve Raşit Uybadin kazanmıştır (ÇDP 2017). 1957 Yücel-Uybadin Planı olarak tanımlanan Ankara'nın üçüncü planı, 1958-1968 yılları arasında yürürlükte kalmıştır (Cengizkan 2006). Plan kentin gelecek 30 yılda

750.000 nüfusa ulaşacağı varsayımı ile hazırlanmıştır, fakat Ankara bu nüfusa 1965 yılında ulaşmıştır (Kayasü 2006).

1957 Yücel-Uybadin Planı'nın seçilmesinde planda vadilerin korunmasına dayalı öngörüsü etkili olmuştur. Fakat plan gösterimlerinde vadilerin "İskân dışı alan" olarak ifade edilmesi, kentsel açık yeşil alanın bir parçası olması gereken vadilerin (Dikmen ve Portakal Çiçeği Vadileri) kentsel geliştirme projelerinin yapıldığı alanlar olarak görülmesine neden olmuştur (Günay 2006). Plansız Alanlar İmar Yönetmeliği'ne göre İskân dışı alan "Her ölçekteki imar planı sınırı, yerleşik alan sınırı, belediye ve mücavir alan sınırları dışında kalan köy ve mezraların yerleşik alanı ve civarlarının dışında kalan alanlardır." olarak tanımlanmaktadır. Günay'a (2006) göre planın uygulama aşamasında, vadilerin açık yeşil alan olarak geliştirilmeleri için siyasalar devreye sokulmamış ve bu alanların gecekondulaşmasına göz yumulmuştur. 1980'li yıllarda çıkartılan imar affi yasasıyla bu alanlarda İslah İmar Planı yapma zorunluluğu getirilmiştir. İskân dışı alanı işgal eden gecekondu sahiplerinin imar hakları toplulaştırılmıştır ve böylelikle vadiler de yapılaşmaya açılmıştır.

Yücel-Uybadin Planı, Lörcher ve Jansen Planlarında yer alan yeşil aksları, yeşil koridorları, kentsel açık yeşil alanları, kent meydanlarını ve pazar yerleri gibi kamusal alan stratejilerini gündemden düşürmüştür. Yücel-Uybadin Planı Jansen Planı'nın öngördüğü açık yeşil alan sistemini bozan bazı öneriler getirmiştir (Uzel 1991). Planda paftalara yansıyan, fakat varlığı ve sürdürülebilirliği denetlenmeyen yeşil alan kullanımları önerilmiştir. Cengizkan'a (2006) göre Yücel-Uybadin Planı'nda yeşil alanların varlığı ve sürdürülebilirlik maliyetlerinin düşük ya da sıfır olduğu düşünülmüştür. Bu nedenle de planın çoğu yerinde açık yeşil alan kullanımları öngörülmüştür.

Planın en az ayrıntıda bilgi verilen kısımlarından biri rekreasyon alanları hakkında öngörülere yer veren "Yeşil Sahalar" başlığı altındadır. Planın bu bölümünde İncesu Barajı çevresinde mesire alanı kullanımı önerilmiştir. Olimpiyat Sitesi'nin Etimesgut civarında yer alabileceği, Atlı Spor Kulübü ve Golf Sahası için Söğütözü'nde yer ayrılabilceği, Esenboğa'ya taşınan Tandoğan Hava Alanı'nın ise sivil havacılık kulüplerine tahsis edilebileceği belirtilmiştir (Uzel 1991; Cengizkan 2006). Plan kapsamında yapılaşma zorluğu yaşanan dere yatakları ve vadiler, vadi yanakları ve yüksek eğimli alanlar, yapılaşma dışı bırakılmış ve bu alanlar çoğunlukla açık yeşil alan kullanımına ayrılmıştır (Cengizkan 2006).

1957 Yücel-Uybadin Planı ile alınan kullanım kararları, kentsel gelişimin ilk defa Ankara'nın jeomorfolojik çanağının dışına çıkmasına neden olmuştur. Bu jeomorfolojik çanağın sınırı dışında yer alan İmrahor Vadisi'de bu alınan kararlardan etkilenmiştir. Günay'a (2006) göre Ankara'nın kentsel makroformunun oluşmasındaki en önemli etken jeomorfolojik yapısıdır. Kalenin ve tarihi merkezin olduğu nokta, batıdan doğuya doğru uzanan Engürü Ovası'nın sonlandığı bir konumdur. Engürü Ovası'nın kuzeyinde Karyağdı tepeleri, güneyinde Meşe Dağı ve Dikmen-Çankaya sırtları ve doğusunda Hüseyin Gazi Dağı ile başlayan dağlık ve tepelik arazi, Ankara'nın jeomorfolojik çanağını tanımlamaktadır.

1957 Yücel-Uybadin Plan döneminin en önemli açık yeşil alan sistemi öngörülerinden biri, özel kanun ile koruma altına alınmış olan Atatürk Orman Çiftliği (AOÇ) arazisinin yerleşime açılmaması gayreti üzerine olmuştur. Ayrıca bu planda İmrahor Vadisi önemli bir rekreasyon merkezi olarak tanımlanmıştır (Günay 2006).

1970 ile 1975 yılları arasında ise Başkent Ankara'nın 1990 yılı öngörüsü ile planlama çalışmaları yürütülmeye başlanmıştır. Dönemin İmar ve İskân Bakanlığı'na bağlı Ankara Metropolitan Alan Nazım İmar Bürosu yapmış olduğu kapsamlı Ankara araştırmaları sonucunda Ankara'nın 20 yılını planlayan bir çalışma geliştirmiştir ve bu çalışma 1982 yılında "Ankara 1990 Nazım Planı" olarak onaylanıp yürürlüğe girmiştir (Günay 2006; Kayasü 2006; Anonim 2017).

Ankara 1990 Nazım Planı çalışmaları sırasında kent içindeki açık yeşil alanların yetersiz olduğu saptanmış ve bu alanların miktarının nüfusla orantılı bir biçimde arttırılmasına yönelik kararlar alınmıştır (Uzel 1991). Ankara 1990 Nazım Planı'nda Başkent Ankara'nın etrafını saracak bir kültür aksına ve şehri çevreleyecek bir yeşil kuşağa yer verilmiştir. Bu plan kapsamında askeri alanların bir kısmını, AOÇ Alanı'nı, Hipodromu, Atatürk Kültür Merkezi'ni, Gençlik Parkı'nı içine alan ve Atatürk Bulvarı boyunca uzanan bir yeşil aks planlanmıştır. Ayrıca bu aks ile bağlantılı olacak şekilde Abdi İpekçi Parkını, Kurtuluş Parkını, 50. Yıl Parkını ve İmrahor Vadisi'ni de içine alan bir yeşil kuşak düşünülmüştür (Şahin, 2016). Ankara için daha önce hazırlanmış olan planlarda yeşil kuşağın bir parçası olmayan AOÇ, Ortadoğu Teknik Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi arazileri, 1990 Nazım Planı ile yeşil kuşağın bir parçası olmuştur. Planda önerilen yeşil kuşak ve yeşil kuşakla bağlatısı kurgulanan yeşil aksların kentin kuzeyini, doğusunu ve güneyini kapladığı görülmektedir (Şekil 2) (Günay 2006).

Ankara 1990 Nazım Planı'nın vadileri kentsel açık yeşil alan olarak değerlendirme yaklaşımı, kentte bir yeşil kuşak oluşturma süreci olarak düşünülmektedir. Planda İmrahor Vadisi, Dikmen Vadisi gibi vadilerde yerleşimin önlenmesi ve bu alanların hava koridorları olarak değerlendirilmesi ile ilgili kararlar, kentin 1970'lerden beri sıkıntısını çektiği hava kirliliğine çözüm olmuştur. Ayrıca planda vadiler kentliler için rekreasyon ve dinlenme alanları olarak da düşünülmüştür (Kayasü 2006; NİP 2007; Güleç Özer ve Başkurt 2017). Planın uygulanma aşamasında çeşitli etaplarda ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır, fakat zamanla planlanan bu yeşil kuşağın hayata geçmesini engelleyen alt ölçekli plan kararları üretilmiştir (NİP 2007).



Şekil 2: Ankara 1990 Planı'nda yer alan yeşil kuşak ve İmrahor Vadisi'nin konumu (Günay 2006)

Ankara 1990 Nazım Planı kapsamında kentsel açık yeşil alanlar ile ilgili bazı koruma kararları da alınmıştır. Bu koruma kararları arasında İmrahor Vadisi, Çubuk I ve Bayındır Baraj Gölleri ile Mogan Gölü ve Çevresi'nin korunmasını içeren kararlar yer almaktadır.

2007 yılında, Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından 1/25.000 ölçekli 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı onaylanmıştır. Planlama alanı 8500 km²'lik bir alanı kapsamaktadır ve 6 temel planlama bölgesinden oluşmaktadır (NİP 2007). 2023 Başkent Ankara Nazım Planı açıklama raporu incelendiğinde kentsel açık yeşil alan sistemine dair korumacı ve tehlikelere karşı tedbir alıcı hedeflerin ortaya konulduğu görülmektedir. Fakat hazırlanan plana ve daha sonra hazırlanan parçacıl planlara bakıldığında, Nazım İmar Planı hedefleriyle çelişen kararların verildiği görülmektedir.

Planda, kentsel açık yeşil alanların kent parçalarını birbirinden ayıran yeşil koridorlar olarak planlanması ve kentsel yaşam kalitesini arttıran nefes

alma noktaları olarak tanımlanması gerektiğine değinilmiştir. Ayrıca planda açık yeşil alanlardaki yapılaşma baskısının engellenmesi, bu alanlardaki turizm potansiyelinin doğal peyzaj özelliklerine zarar vermeyecek, bölgeyi tahrip etmeyecek şekilde olmasına ilişkin eylem planları hazırlanması gerektiğine yer verilmiştir.

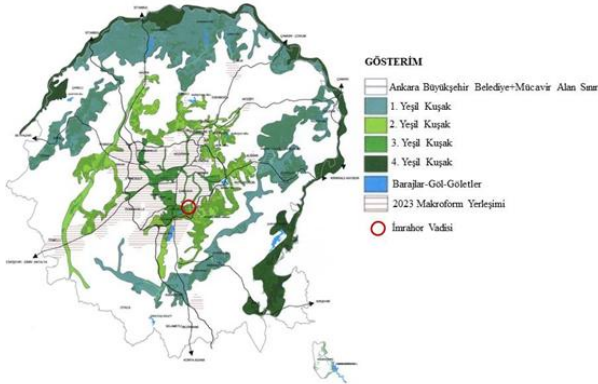
İmrahor Vadisi, 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı'nda yer alan 6 temel planlama bölgesinden Güney Planlama Bölgesi sınırları içinde yer almaktadır (NİP 2007). Plan açıklama raporunda Güney Planlama Bölgesi'ne karakteristiğini veren en temel unsur olarak Mogan ve Eymir Gölleri ile İmrahor Vadisi'nin oluşturduğu doğal yapı gösterilmektedir. Bölgeye ilişkin geliştirilen stratejiler arasında "İmrahor Vadisi ve İncesu yeşil sistemini besleyen vadi tabanlarının korunması esas alınacaktır." ifadesi yer almaktadır. Ayrıca Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇKB) sınırı dışında kalan ancak Mogan Gölü'nü besleyen dere ve akarsuların oluşturduğu doğal havza sınırının da koruma statüsü altına alınması gerektiği vurgulanmıştır. Plan açıklama raporunda mevcut Gölbaşı ÖÇKB sınırının, Mogan ve Eymir Gölleri su sisteminin Tuz Gölü ile Sultan Sazlığı sisteminin bir parçası olarak güney yönünde genişleyen bir havza olduğu bilgisi ile örtüşmeyen darlıkta olduğu ve sınırın sistemin kuzey yönündeki bileşeni olan İmrahor Vadisi'ni de kapsamadığı belirtilmiştir. Ayrıca plan açıklama raporunda ÖÇKB'nin mevcut onaylı olan sınırı ile korunmasının olanaklı olamayacağı kanaatine varılmıştır. Bu nedenle ÖÇKB'nin havza sınırlarını, DSİ havza sınırları ile örtüştürebilecek bir plan kararının üretilmesinin zorunlu olduğu vurgulanmıştır.

2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı Açıklama Raporu'nda 2023 vizyonuna ulaşmak için oluşturulan hedefler arasında "Kentsel makroform içinde açık yeşil alan sistemini temel bir unsur olarak kurgulayıp, kent için havalanma koridorları yaratmak, bu sistemi olası afetler için yaratacağı potansiyelleri bağlamında değerlendirmek" ifadesine yer verilmiştir. Ayrıca plan açıklama raporunun "Kentsel açık-yeşil alan sistemine yönelik müdahale biçimleri" adlı bölümde "Vadi tabanları, su kaynakları ve/veya havzaları yerleşim baskısı ve kararları dışında ele alınmalı, her tür ve ölçekteki planlama çalışmalarında, yapılaşmış alanlar da dahil olmak üzere, vadi tabanlarının tespit edilerek, sel, su baskını vb. tehlike ve risklere mahal vermeyecek şekilde planlanması, yeni planlama çalışmalarında bu alanlar özgünlükleri uyarınca açık-yeşil alan sisteminin parçaları haline getirilmelidir." ifadesi yer almaktadır. İmrahor Vadisi gibi kentsel yerleşim alanları içinde kalmış tüm vadi sistemlerinin özel

planlama bölgesi olarak ele alınması gerektiğine de planda değinilmiştir. Bu kapsamda da vadilerin açık yeşil alan sisteminin önemli birer parçası ve hava koridoru olarak kalmasını sağlayacak planlama çalışmalarının yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Planda İmrahor Vadisi kentsel açık yeşil alan sisteminin bir parçası olarak tanımlanmıştır. İmrahor Vadisi'nin korunarak rekreasyonel açıdan kente kazandırılması gerektiği ve vadi içerisindeki mülkiyet problemini çözmek için vadiye yer alan Mühye köyü (Yeşilkent) için özel planlama çalışmalarının yapılması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca planda vadiye kirliliğe neden olan sanayi faaliyetlerinin kaldırılmasını sağlayacak planlama çalışmalarının da yapılacağı belirtilmiştir (NİP 2007).

2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı kapsamında “2023 Açık Yeşil Alan Sistemi Öngörüsü” hazırlanmıştır. Şekil 3'te yer alan bu sistem örgüsünün, yeşil kama ve yollarla bağlantılı yeşil kuşaklardan oluştuğu görülmektedir.



Şekil 3: 2023 Açık yeşil alan sistemi öngörüsü (NİP 2007) ve İmrahor Vadisi

Ankara için hazırlanmış güncel ve en üst ölçekli mekânsal plan 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı'dır. 1/100.000 ölçekte hazırlanmış olan 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı 2017 yılında Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından 2038 yılı hedef alınarak hazırlanmıştır. Çevre Düzeni Planı 8. 9. ve 10. Kalkınma Planları çerçevesinde, ülke bütününde belirlenen hedeflere ulaşmayı ve alt ölçekli planlara altlık oluşturmayı amaçlamaktadır.

2038 Ankara Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu'nda da “Bu planda gösterilmiş olsun ya da olmasın tespit edilmiş/edilecek sazlık-bataklık, kayalık-taşlık, vadi tabanı vb. alanlar alt ölçek planlarda korunacaktır. Her tür ölçekteki planlama çalışmalarında vadi tabanlarının tespit edilip, sel, su baskını vb. tehlike ve risklere meydan vermeyecek şekilde planlanması, bu alanların özgünlüklerinin tespit edilerek açık-yeşil alan sisteminin parçaları haline getirilmesi esastır.” ifadesi görülmektedir.

2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı'nda olduğu gibi bu planda da vadiler, kentsel açık yeşil alan sisteminin önemli bir parçası olarak ele alınmıştır. Ayrıca planda yine Gölbaşı ÖÇKB mevcut sınırının havza sistemini korumaya yeterli olamayacağı, bu nedenle Mogan ve Eymir Gölleri ile İmrahor Vadisi'ni de içine alan havza sınırında bir koruma statüsünün geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda planda, koruma statüsü ya da çalışması olan ancak belirlenmiş sınırların yeterliliği konusunda endişe duyulan, İmrahor, Zir ve Kıbrıs vadilerinin koruma statülerinin genişletilmesi, tüm bu alanlarda gerektiğinde koruma amaçlı imar planları yapılması ve bu şekilde alan yönetimlerinin oluşturulması gerektiğine yer verilmiştir (ÇDP 2017). Plan raporunda sulak alanlar, havzalar ve yeşil kuşaklar korunacak alanlar olarak kabul edilmiştir. Bu alanların aynı zamanda ekolojik-organik tarım için kullanılması gerektiği ilkesine yer verilmiştir.

3.2. İmrahor Vadisi'nin Ankara Planlama Sürecinde Yer Alan Tamamlayıcı Planlar Kapsamında Değerlendirilmesi

1965 yılında Prof. Dr. Yüksel Öztan'ın gerçekleştirmiş olduğu planlama çalışması, Ankara çevresinde bir yeşil kuşak önermiştir (Şekil 4). Açık yeşil alanların şehir için yetersizliğine değinen bu planlama çalışması, kent çevresinde oluşturulacak yeşil alanın hem semtlerin büyüyerek birbirine karışmasını, hem de kentin kendi dışına taşarak kırsal kesimle kaynaşmasını engellemeyi amaçlamıştır. Planlama çalışması kapsamında iki yeşil kuşak önerilmiştir. Birinci kuşak Ankara Kalesi'nin kuzeyindeki tarihsel bölgeyi ve gecekondulaşma bölgesini, çevresindeki Marangozlar Sitesi, Yenişehir, Cebeci ve Gülveren'den ayırmaktadır. Hipodrom ve Gençlik Parkı kuşağın batı kanadını oluşturmaktadır. Kuşağın güneyinde, Halkevi ve çeşitli hastanelerin bahçeleri, ayrıca Hacettepe, Kurtuluş ve Cebeci Stadyumları yer almaktadır. Hatip Çayı Vadisi, Cebeci Asri mezarlığı ve Harp Okulu kuşağın doğu kısmını oluşturmaktadır. Bu kuşak ile şehrin tarihi dokusunu korunması ve bölge sakinlerinin rekreasyonel ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmıştır. İkinci kuşak şehrin çevresinde yer almıştır ve şehrin büyümesini ve kırsal alandaki yerleşmelerle kaynaşmasını engellemeyi amaçlamıştır. Bu kuşak var olan yeşil alanlarla Çubuk Çayı, AOC, Söğütözü ve Bahçelievler'in güneyindeki yeşil alanları kapsamaktadır (Güleç Özer ve Başkurt 2017).

1982 tarihinde Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan “Ankara Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Projesi”, kentteki hava kirliliğini önlemeyi, sel ve taşkınlardan korunmayı, rekreasyon alanları sağlamayı, çarpık ve düzensiz kentleşmenin özellikle



Şekil 4: Prof. Dr. Yüksel Öztan'ın yeşil kuşak önerisi (Güleç Özer ve Başkurt 2017)

gecekondulaşmanın önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Proje alanı, Ankara Çayı'na dökülen Çubuk Çayı ile Hatip ve İmrahor Dereleri'nin havzalarından oluşmaktadır. Plan, kent içinde yer alan vadilerin (İmrahor Vadisi, Dikmen Vadisi, Hatip Çayı Vadisi, Macun Vadisi) kentsel yeşil alanlar olarak kullanımını öngörmektedir. Yerleşimin bu bölgelerde engellenmesi ile vadilerin hem hava koridorları olarak çalışması, hem de rekreasyonel bir alan olarak hizmet vermeleri öngörülmüştür. Planda üç yeşil kuşak bölgesi belirlenmiştir. Birincisi; Ankara'nın güneyinde Atatürk Ormanı'ndan başlamakta, Eymir ve Mogan göllerinin su toplama havzalarını içine alarak İmrahor ve Hüseyingazi sınırlarını geçerek Çubuk Barajı'na ve oradan da Bağlum, İvedik, Macunköy arazilerinde Atatürk Orman Çiftliğine uzanmaktadır. İkincisi; Bayındır Barajı su toplama havzasından başlamakta Nenek, Tatlar, Mahmudiye, Susuz Köyü arazilerinin bir bölümünden sonra Sincan, Osmaniye, Elvanköy, Bağlıca ve Alacatlı köyleri arazilerine geçmektedir. Üçüncüsü; Elmadağ, Hasanoğlan, Kurtboğazı Baraj çevresi ile Kızılcahamam ilçesinin İç Anadolu Bölgesi'ne bakan yamaçları ile Haymana ilçesi arazilerinin bir bölümü ve Bala ilçe merkezine yakın Beynam Ormanını içine almaktadır (Yeşil 2006; Güleç Özer ve Başkurt 2017).

Ankara metropoliten alanında açık yeşil alan sisteminin geliştirilmesine yönelik olarak 1987 "İmrahor Vadisi Rekreasyon Alan Projesi" onanmıştır. Projenin amacı vadinin ekolojik özelliklerinin korunması ve Ankaralıların rekreasyon ihtiyaçlarının karşılanmasıdır (Yeşil 2006).

1983 yılında önce Büyükşehir Belediyesi içinde bir Metropoliten Planlama Dairesi kurulmuş, daha sonra 27.06.1984 tarihinde çıkarılan 3030 Sayılı Büyükşehir Belediyelerinin Yönetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkındaki Kanun ile Büyükşehir Belediyesi'ne Nazım İmar Planı yapma görevi

verilmiştir. Fakat 1985-1986 yıllarında Ankara'nın plan sürecini İmar Daire Başkanlığı yerine EGO Genel Müdürlüğü üstlenmiştir. O dönemde Ankara için yeraltı treni sisteminin inşası söz konusu olmuştur ve buna bağlı olarak yeni bir üst plana ihtiyaç duyulmuştur. Bu kapsamda ODTÜ, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Çalışma Grubu tarafından 1/100.000 ölçekli Ankara 2015 Yapısal Planı elde edilmiştir (Günay 2006). Onaylı bir belge haline gelemeyen bu planlama çalışmasında ana karayolu güzergâhı üzerinden koridorlar boyunca gelişen ve her bir koridor arasına açık yeşil kamaların sokulduğu bir plan önerisi geliştirilmiştir. Konya yolu-İncek koridorları ile İncek ve Eskişehir yolu koridorları, Eskişehir ve İstanbul yolu koridorları gerek doğal ve gerekse yapay eşiklerle birbirinden ayrılmış ve bu koridorların arasına giren havalanma koridoru ile hava kirliliği sorunun aşılması amaçlanmıştır (NİP 2007). Bu planlama çalışması kapsamında, 1990 Ankara Planı ile oluşturulmakta olan yeşil kuşağın hava akımı doğurması için kalınlığının 8-10 km genişliğe getirilmesi önerilmiştir. Ayrıca kuşağın olabildiğince vadileri izleyen, sürekli yeşil bantlarla kent merkezine doğru uzatılması gerektiği önerisi de getirilmiştir. Planda yeşil kuşak yasası çıkarılması gerektiği vurgulanmıştır (Kayasü 2006). Önerdiği çevre yolu sisteminden başka bir çevre otoyolu inşası ile temel kurgusu önemli ölçüde zarar gören bu çalışma, kentin gelişimi için öngördüğü bu yeşil kama sistemi ve AOÇ'yi kentin merkezindeki en temel yeşil alan olarak gören yaklaşımı ile sonraki plan çalışmaları için de önemli bir yol gösterici olmuştur. Ancak bu planın öngördüğü kama ve yeşil kuşak, özellikle kentin en spekülâtif gelişme koridoru olan güneybatı aksında, onaylanmış ve hayata geçmeye başlamış planlarla ciddi oranda zarar görmüş ve bu bölgede açık-yeşil alan sisteminin devamlılığını sağlamakta önemli güçlükler oluşmuştur (NİP 2007).

1990'lı yılların başında, çalışmalarına Ankara Büyükşehir Belediyesi'nde başlanan ve sonra Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından hazırlanarak onaylanan 2025 Nazım Plan Önerisi oluşturulmuştur. Uydu kent yapılanmalarını temel alan bir yaklaşımla hazırlanan planda, çevre yolunun kuzeye kaydırılması ve Batıkent'in yakınından geçmesi önerilmiştir. Bu öneri yeşil kuşağın parçalanmasına neden olmuştur. Plan çalışmasında yapılaşmamış ancak spekülâtif gelişmelerin yoğunlaştığı Macun Deresi Çevresi, Çubuk Çayı, Büyükesat Vadisi ve çevresi ile İmrahor Vadisi gibi alanlarda hava koridoru olma özellikleri ön plana alınarak alan kullanımlarının tanımlanması gerektiği vurgulanmıştır (Kayasü 2006). Bu plan çalışması ile Ankara'nın ana topoğrafik çanağı dışında bir kentsel

gelişmeye odaklanılmıştır. Hava kirliliğinin önlenmesi ve yeşil alan kullanımlarının çoğaltılması amacıyla kentin 35-40 km. dışında bir yeni yerleşmeler kuşağının oluşturulması düşünülmüştür. Planda Ankara vadilerinin değerlendirileceği; metropoliten kuşak çalışmalarının hızlandırılacağı, İmrahor Vadisi gibi su havzalarının korunacağı, kent içinde ve çevresinde büyük parkların oluşturulacağı şeklinde önemli konulara yer verilmiştir (Öztaş 1991).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında incelenmiş olan ve Ankara'nın kentsel gelişimine yön veren tüm planlarında açık yeşil alan sistemine belli önemin verildiği görülmektedir. Ankara'nın ilk planı olan Jansen Planı'nda açık yeşil alan sisteminin oluşturulmasına dair ilk adımlar atılmıştır. Yücel-Uybadin Planı'nın uygulama biçiminin Jansen Planı'nda öngörülen yeşil alanları korumadığı düşünülürken, 2015 yılı hedefli plan önerisinde Ankara için açık yeşil alan sistemin belirlendiği ve bu sistemle kentin çevresinde yeşil kuşağın oluşturulmasının amaçlandığı görülmektedir. Yeşil kuşak önerileri 2023 Ankara Nazım İmar Planı ve 2038 Çevre Düzeni Planı'nda da yer almaktadır. Ayrıca çalışma kapsamında incelenen tüm planlarda vadilerin kentsel açık yeşil alan sisteminin bir parçası olarak görülmesi gerektiği ve vadilerde yapılaşmaya izin verilmemesi gerektiği vurgulanmıştır.

İmrahor Vadisi mevcut Ankara Adliyesi altından ilerleyerek Ankara Çayı'na kavuşan İncesu Vadisi ile başlayan Eymir ve Mogan göllerini içine alarak, Tuz Gölü'ne kadar uzanan bir vadiler ve açık yeşil alan sisteminin önemli bir parçasıdır. Çalışma kapsamında incelenen planlar ve planlama çalışmalarında İmrahor Vadisi'nin de yapılaşmaya açılmaması gerektiği ve bu kapsamda gerekli önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir. İmrahor Vadisi'nin 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı'nda "Ağaçlandırılacak Alan", "Özel Proje Alanı" ve "Özel Proje Bölgesi" olarak kullanım kararları getirilmiş ve alanın yapısı, dokusu itibarıyla özenle korunması gerekliliği açıkça vurgulanmıştır. İncelenen tüm planlarda vadi tabanlarının yerleşim açısından, topoğrafik olarak çok uygun olmalarına karşın taban suyunun yüzeye oldukça yakın olması ve taşkına uğrama olasılıklarının bulunması ile hava kirliliği gibi sorunları barındırmalarından dolayı yerleşime uygun olmadıkları vurgulanmıştır. Vadi yamaçlarının da topoğrafik açıdan yerleşime uygun olmadığı, vadi yamaçlarında kurulan yerleşimlerin kente giren hava akımını engelleyici etkisinin olacağı ve kentte hava kirliliğinin oluşmasına neden olacağı belirtilmiştir. Fakat, Ankara'daki mekânsal planlama

sürecini etkileyen politik girişimler, farklı dönemlerde gündeme gelen gecekondu afları (Tercan 2018) ve kat artırım kararları, Güneypark Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Projesi gibi rant odaklı kentsel dönüşüm, İmar Kanunu'nun el verdiği açık yeşil alanları da yok etmeye neden olan yasal uygulamalar Ankara'nın açık yeşil alan sistemini ve bu sistemin bir parçası olan vadileri tehdit etmeye başlamıştır.

İmrahor Vadisi, üst ölçekli planlarda "Ağaçlandırılacak Alan", "Özel Proje Alanı" ve "Özel Proje Bölgesi" olarak belirlenmiş ve kentsel açık yeşil alan sisteminin bir parçası olarak görülmüştür. Ayrıca üst ölçekli planların tamamında İmrahor Vadisi'nin metropoliten bir kente sunabileceği ekolojik faydaların bütünüyle algılandığı, mekânsal bağlamda ele alındığında kenti destekleyen yaşamsal öneminin güçlü bir şekilde vurgulandığı görülmektedir. Fakat alt ölçekli planlara bakıldığında İmrahor Vadisi'nin nüfus, istihdam, ulaşım ve Ankara'nın hava koridoru olma özelliğini bozan nitelikte kararların alındığı ve uygulandığı görülmektedir. Bu durum öncelikle planlama hiyerarşisine aykırıdır. Öte yandan Ankara kentine temiz hava sağlayan koridorların önü devasa duvarlarla kapatılmakta, sorun geri dönülemez bir duruma dönüşmektedir.

Devlet Su İşleri (DSİ), İmrahor Vadisi'nin taşkın bölgesi olduğu yönünde görüş sunmuş, Şehir Plancıları Odası da vadinin "jeolojik olarak yerleşime kısıtlı" alan olduğunu bildirmiştir. Yerleşim açısından sakıncalı olduğu belirtilen İmrahor Vadisininin, bu duruma rağmen onaylanan alt ölçekli planlarla yoğun yapılaşmaya açılması yaşamsal sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, üst ölçek plan kararlarına aykırı bir şekilde ve mekânsal bütünlüğü bozacak yoğunluktaki hızlı yapılaşma ile İmrahor Vadisi yok edilmektedir.

Planlama sürecinde üst ölçekten, en alt ölçeğe kadar hazırlanan tüm planların birbirini destekleyen ve birbiri ile çelişmeyen kararları ve bu kararlara bağlı gerçekleştirilen uygulamaları içermesi gerekmektedir. Planlama sürecinin de bütüncül bir sistem olarak ele alınması üst ölçekli plan kararlarının, tüm alt ölçekli planlara yansıtılması gerekmektedir. Ancak bu durumda İmrahor Vadisi için parçacıl müdahalelerden kaçınılması mümkündür. Böylelikle, İmrahor Vadisi'nin tüm üst ölçekli planlarda güçlü bir şekilde belirtildiği gibi asıl işlevini yerine getirecek niteliği korunabilecektir.

KAYNAKÇA

Anonim(2017)

<http://aliinandim.blogspot.com/2018/11/ankara-nasl-sehirlesiyor-3.html>. (Erişim tarihi: 27.08.2019)

Cengizkan A (2006). 1957 Yücel-Uybadin İmar Planı ve Ankara Şehir Mimarisi. (Ed. Şenyapılı, T.), Cumhuriyet'in Ankarası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, s. 24-60.

ÇDP (2017). 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı Açıklama Raporu, Ankara Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Güleç Ö. K. ve Başkurt B. (2017). Kentsel Sürdürülebilirlik: Ankara Kent Planları Örnekleri Üzerinden Bir İnceleme, Aurum Journal Of Engineering Systems And Architecture, Vol. 1, No 1, s. 79-92.

Günay B (2006). Ankara Çekirdek Alanının Oluşumu ve 1990 Nazım Planı Hakkında Bir Değerlendirme. (Ed: Şenyapılı T), Cumhuriyet'in Ankara'sı. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, s. 60-119.

Karadeniz N, Kanter Otçu İ, Tekin Cüre C, Şenöz E ve Ceylan K. S (2016). Peyzaj planlama senaryolarının Geodesign yaklaşımı ile geliştirilmesi: İmrahor Vadisi örneği, Coğrafi Bilimler Dergisi CBD, 14(2), s.135-156.

Karadeniz N, Şenöz Orsan E ve Ceylan K. S (2018). Doğal morfoloji-kent morfolojisi çatışması: imrahor vadisi kentsel dönüşüm alanı örneği, ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük Tam Metin Bildiri Kitabı, Cilt 4, s. 2-9.

Kayasü S (2006). Ankara imar planlarının açık ve yeşil alan yaklaşımları. (Ed: Şenyapılı T), Cumhuriyet'in Ankarası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, s. 173-182.

Keleş R (2015). Kentleşme Politikası, Ankara, İmge Kitabevi, Ankara, s. 703.

NİP (2007). 2023 Başkent Ankara Nazım İmar Planı Plan Açıklama Raporu (Etüdler&Müdahale Biçimleri), Ankara Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Öztan Y (1991). Ankara Kenti'nin 2000'li yıllar için açık ve yeşil alan sistemi olanakları, 2000'li yıllar için Ankara Kenti'nin açık ve yeşil alan sistemi ne olmalıdır?, Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 91/2, Ankara.

Plansız Alanlar İmar Yönetmeliği (2001). <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Asp?MevzuatKod=7.5.4882&MevzuatIlski=0&sourceXmlSearch=plans%C4%B1z%20alanlar> (Erişim Tarihi: 03.09.2019)

Şahin S Z (2016). Askeri alanlar Ankara'nın yeşil kuşağını canlandırmak ve üst ölçekli planlama için bir fırsat olabilir mi? Planlama Dergisi 2016;26(3), s. 169-171.

Tekeli İ (1980). Birinci Bölüm: Türkiye'de Kent Planlamasının Tarihsel Kökleri. (Ed: Gök T), Türkiye'de İmar Planlaması, ODTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara, s. 26-34.

Tercan B (2018). 1948'den bugüne imar afları, Mimarlık Dergisi, Sayı 403, İstanbul, s. 20-26.

Uzel A (1991). Ankara için hazırlanan imar planlarında yeşil alan yaklaşımı ve 2000'li yıllar, Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 91/2 (30), s. 37-41.

Yeşil A (2006). Ankara metropoliten alanının yeşil alan sisteminin analizi, Yüksek lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Peyzaj Planlama Programı, İstanbul.

Sorumlu Yazar : Arş.Gör. Esra ŞENÖZ ORSAN

e-mail: senoz.esra@gmail.com

Orcid: 0000-0001-8863-6537

MALATYA KENTİNDE PEYZAJ ALTYAPISINA İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR

Sevgi GÖRMÜŞ** Bülent YILMAZ* Serhat CENGİZ*

*İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü MALATYA

**sevgi.gormus@inonu.edu.tr

Özet: Ekosistemler insan eylemlerinden etkilenen ve bu nedenle altyapı ile desteklenen/desteklenmesi gereken birimlerdir. Bu özelliği nedeniyle altyapı çalışmalarını ekosistemin ve toplumun diğer bir deyişle peyzajın fonksiyonelliği için gerekli faaliyetler ve hizmetler olarak tanımlayabiliriz. Bu tanımlamalar doğrultusunda altyapı kavramı yerine peyzaj altyapısı kavramı kullanılmış ve Malatya kentinin su ile etkileşimi peyzaj altyapısı çerçevesinden değerlendirilmiştir.

Çalışmanın amacı Malatya kentinin su sorunu ile nasıl mücadele edeceğini, iklim değişikliği gibi küresel sorunlar nedeniyle oluşacak sorunlara peyzaj altyapısı gibi ekosistem tabanlı yaklaşımlarla nasıl çözülebileceği ya da önlem alabileceğini araŐtırmaktır. Kentin su ile ilişkisi önemli ekolojik fonksiyonların ve doğal karakterdeki alanların devamlılığını peyzaj altyapısı, ekosistem hizmetleri ve koridor yaklaşımları doğrultusunda dikkate alarak kentsel planlama ve tasarım entegrasyonu odak, koridor ve ađ öğelerinin organizasyonu üzerinden kurgulanmıŐtır. Kentin peyzaj altyapısının planlamasında ekosistem servislerinin iŐlerliđinin çeşitliliği kapsamında "güvenli desen"ler belirlenmiştir. Peyzaj altyapısının peyzaj ekolojisi ve peyzajın sosyal boyutu ile iliŐkilendirilmesi için belirlenen "güvenli desen"lerden tüm habitatların eşit haklara sahip olduğu fikri benimsenerek planlama aşamasında peyzaj tamamlama konsepti geliştirilmiştir. Planlama ve tasarım ilişkisi tek yönlü düşünölmemiŐ birbirini sorgulayacak Şekilde ve çift yönlü ve açık bir sistem olarak kabul edilmiştir. Bu yönde bir kurgunun planlama ve tasarım pratiklerinin iŐlerliđinin ekosistem çeşitliliği ve kentsel direncin sağlanması üzerinden geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj altyapısı, ekosistem hizmetleri, "güvenli desen", kentsel su pratikleri, Malatya, Türkiye

RESEARCHES ON LANDSCAPE INFRASTRUCTURE IN MALATYA

Abstract: Ecosystems are units that are affected by human actions and therefore supported/ need to be supported by infrastructure. Because of this feature, infrastructure works can be defined as necessary activities and services for the functionality of the ecosystem and society, in other words, landscape. In line with these definitions, the concept of landscape infrastructure was used instead of infrastructure and the interaction of Malatya with water was evaluated within the framework of landscape infrastructure.

The aim of this study is to investigate how the city of Malatya will tackle the water problem and how to solve or prevent the problems that will arise due to global problems such as climate change by using ecosystem based approaches such as landscape infrastructure. The relationship between the city and water is fictionalized based on urban planning, design integration and the organization of the focus, corridor and network elements, taking into account the continuity of important ecological functions and areas with natural characters in the direction of landscape infrastructure, ecosystem services and corridor approaches. In the planning of the city's landscape infrastructure, "safe patterns" have been determined within the scope of the diversity of the functionality of ecosystem services. The concept of landscape completion has been developed at the planning stage by adopting the idea that all habitats have equal rights from the determined safe patterns in order to link landscape infrastructure with landscape ecology and social dimension of landscape. The relationship between planning and design was not considered unidirectional; it was accepted as a two-way interrogative and open system. It is thought that a fiction in this direction will contribute to the improvement of the functionality of planning and design practices through ecosystem diversity and urban resilience.

Keywords: Landscape infrastructure, ecosystem services, "safe pattern", urban water practices, Malatya, Turkey

1. Giriş

Hızlı kentleşme kent-kır etkileşimini ve ekosistemler üzerinde yoğun bir baskıya neden olmaktadır. Hızlı kentleşmenin alansal baskısının yanı sıra kirliliğe ve sera gazı emisyonlarına neden olduğu gözlemlenmektedir. Birleşmiş Milletler Çerçeve İklim sözleşmesi (United Nations Framework Convention for Climate Change-UNFCCC) sera gazı emisyonlarını güvenli seviyede tutulması için küresel kolektif bir çabanın olması gerektiğini bildirmektedir.

Türkiye nüfus hızı ve kentleşme hızı yüksek olan ve Birleşmiş Milletler Çerçeve İklim Sözleşmesi'ne taraf olan ülkelerden biridir ve bu sözleşmenin hedeflerini gerçekleştirilmesi için çaba harcaması beklenmektedir. Bu yönde gösterilen çaba çoğunlukla akademik literatür ile sınırlı kalmaktadır. Kentsel planlama, iklim/doğa dostu kentler ve ekolojik kentsel alanlar oluşturma/koruma konularında akademik bir çaba olmasına rağmen bu çabanın uygulamaya yansımada hukuksal altyapı geliştirilememiştir. Ayrıca ülkede kentsel planlama ve ekoloji ilişkisini altyapı kavramı üzerinden geliştiren örnek alınan ulusal ya da uluslararası bir standart bulunmamaktadır.

Yeryüzünde kentleşme süreciyle birlikte, altyapı tasarımı giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Mekânın önemli bir unsuru olan altyapı, “ekolojikleşme” ve “sürdürülebilir kalkınma” gibi ciddi testlerle karşı karşıya kalmaktadır (Yuan ve Ru 2011). Peyzaj altyapısı kavramı 1996 yılında Gary Strang tarafından ifade edilse de kavramın kapsamlı açıklamasını Pierre Bélanger yapmıştır. Bélanger'e (2009) göre peyzaj altyapısı kentsel gelişmenin dinamik değişimlerini belirten, gelişimi teşvik eden ve kente kaynak ve enerji taşıyan hizmetlerin peyzaj ölçeğinde sistematik çerçevede çalışılmasıdır. Peyzaj altyapısı, maddi faydalar ve hizmetler sunan, enerji ve malzemelerin geri dönüşümünü sağlayan peyzajın doğal veya inşa edilmiş fiziksel yapısıdır (Bélanger, 2013). Bu nedenle peyzaj altyapısı, yeşil altyapı ve gri altyapı kavramlarının yanı sıra, peyzaj aracılığıyla fiziksel olmayan herhangi bir ağın görsel yönlerini de içermektedir (Picchi ve ark. 2019).

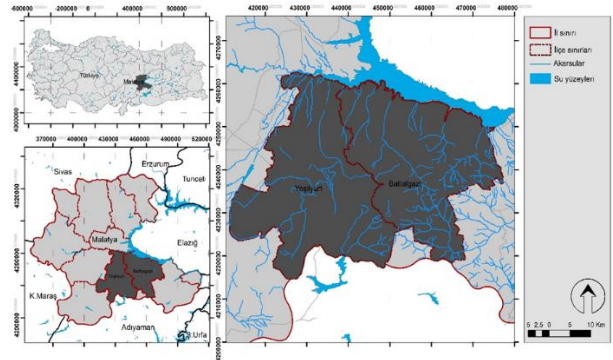
Peyzaj altyapısı kavramı peyzaj ve altyapının entegrasyon yöntemini ve olanaklarını tartışmaktadır. Peyzaj altyapısı doğal alanların ve sistemlerin toplumsal değerini ve işlevlerini gri altyapı ile aynı öneme getirmeyi amaçlamaktadır. Burada hedef peyzaj ile gri altyapının kombinasyonunun çok fonksiyonlu ve ekoloji dostu olmasını sağlamaktır. Bu bakış açısı fiziksel form ve estetik fonksiyonu fayda ile; doğal habitatları kültürel-yapılandırılmış peyzaj ile ve yeşil altyapıyı

gri altyapı ile bağlamaktadır (Ji ve Shao 2017). Dinamik, doğal, yapay ve sosyal çevreyi koordine etme potansiyeli nedeniyle, peyzaj ölçeği bütünlük planlamanın ortak noktası olarak ele alınmaktadır.

Peyzaj planlama ve tasarımın kabul gören farklı görevleri vardır ancak aynı değerleri paylaşırlar (von Haaren ve ark. 2014). Peyzaj tasarımı, peyzaj altyapısının değişmesi için yeni çözümler bulmaktadır. Nassauer ve Opdam (2008), peyzaj tasarımı: “sosyal ihtiyaçları tanıırken ve toplumsal değerlere saygılı bir şekilde karşılayarak ekosistem hizmetlerini sürdürülebilir bir şekilde sağlamak amacıyla kasıtlı peyzaj modelinin değişimi” olarak tanımlamaktadır. Peyzaj planlama görevi, biyolojik çeşitliliği ve sürdürülebilirliği korumak için arazi kullanımının değişimini ve ekolojik, kültürel ve ekonomik işlevlerini yönetmektir (Termorshuizen ve ark. 2007).

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı Malatya ilinin kent merkezinin yer aldığı Battalgazi ve Yeşilyurt ilçelerinin idari sınırlarından oluşmaktadır (Şekil 1). Her iki ilçede toplam nüfus ADNKS'ne göre 2007 yılında 722.065 kişi; 2012 yılında 762.366 ve 2018 toplam nüfus 797.036 kişidir (TUİK 2019). Çalışma alanı sınırları içerisindeki derelerin toplam uzunluğu 417,67 Km dir. Karakaya Barajı'nın kıyı uzunluğu 315 Km'dir. Bu kıyı uzunluğunun 151.99 km'si Battalgazi İlçesi'nde bulunmaktadır.



Şekil 1: Çalışma alanının konumu

Bu çalışmada Bélanger (2013) ve Picchi ve ark. (2019) tarafından tanımlanan peyzaj altyapısı kavramının ana bileşenleri dikkate alınarak her bir bileşeni karşılayan güncel yaklaşımlar belirlenmiş ve bu yaklaşımlar doğrultusunda Malatya kentinin peyzaj altyapısı stüdyo deneyimi (Şekil 2) gerçekleştirilmiştir.

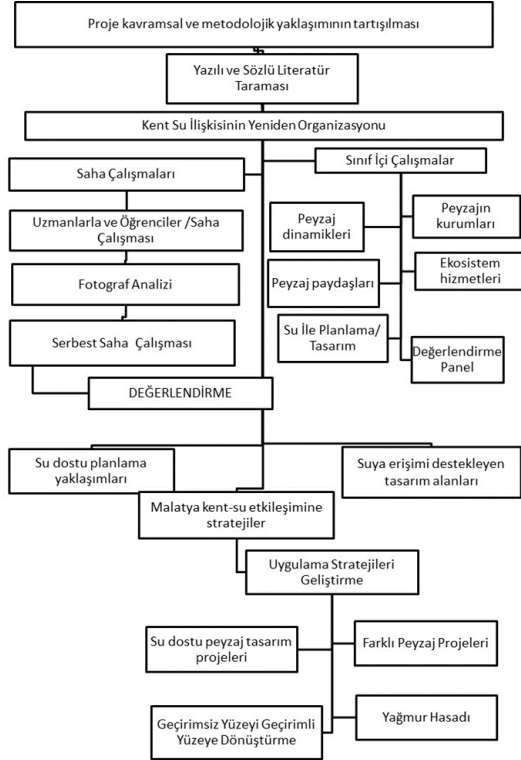
Peyzaj altyapısı bileşenleri ve her bir bileşene yönelik benimsenen yaklaşımlar aşağıda belirtildiği gibidir;

- Peyzajın sağladığı hizmetler: Ekosistem hizmetleri yaklaşımı,

- Peyzajın doğal yapısı: Ekosistem yaklaşımı, Peyzaj mozaığı
- Peyzajın inşa edilmiş fiziksel yapısı: Peyzaj desen analizi, peyzaj dinamikleri, peyzaj etki analizi, paydaş analizi
- Peyzajın görsel deseni: Görünürlük analizi ve koridor analizi

Kent-su ilişkisine dayanan bu çalışmada yukarıda belirtilen peyzaj altyapısı bileşenleri literatür araştırması ve saha araştırmasının yanı sıra sınıf içi çalışmalar ve uzman toplantıları ile desteklenmiştir. Saha çalışmaları aşamasında öğrenci-uzman işbirliğinin geliştirilmesi, fotoğraf teknikleri ile saha analizi, ve yerel halk ile yapılan yapılandırılmamış görüşmeler sınıf içi çalışmaların verisini oluşturmaktadır. Sınıf içi çalışmalarda öğrencilerle oluşturulan gruplardan birer temsilci alınarak beyin fırtınası tekniği ile peyzaj dinamikleri, peyzajın kurumları, peyzaj paydaşları ve su ile planlama ve tasarlama başlıklarında çalıştaylar yapılmıştır.

Çalıştay sonuçlarının değerlendirilmesinden sonra Malatya kentinin su ile etkileşimine yönelik dört ana strateji belirlenmiştir. Belirlenen 4 strateji kapsamında geniş gruplar oluşturulmuş ve her bir grubun kente yönelik çözümleri geliştirilmiştir. ana stratejileri besleyen alt stratejiler için yeni gruplar oluşturularak 12 adet tasarım alanları belirlenmiş ve her bir grup tasarım alanlarında su ile tasarım projeleri geliştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışmada izlenen aşamalar

3.Bulgular

3.1 Malatya Kentinin Su ile Etkileşimi

Ekolojik akıl yürütme ve ekolojik mantığın birleştiren bir peyzaj yaklaşımına ihtiyaç olduğunu bildiren Koh (2005) böyle bir yaklaşımın tasarıma yansıtılmasını gerektiğini ve peyzaj mimarlığının ekolojik altyapısının bu yaklaşım ile desteklenebileceğini belirtmektedir. Bu argümana dayanarak Malatya kentsel-kırsal alan ilişkisini su üzerinden okumak için kentin su izleri haritası geliştirilmiştir. Binford ve Karty (2006) bir arazi yüzeyinde su izlerinin yoğun olmasının kentsel alan ve kent çeperi için bazı zorluklara ve fırsatlara neden olacağını bildirmektedir (Görmüş ve ark. 2018).

Tarım arazilerinde bulunan derelerin sulama amaçlı olarak dar kanallara dönüştürülmesi nedeniyle su yüzeyi bitki örtüsü ile kaplanmaktadır. Ancak daha geniş kanallar için bu yönde bir risk olmamakla birlikte bağlı derelerin zamanla izlerinin kaybolduğu görülmektedir. İzlerin kaybı yağmur sularının yatak bulmasını engellemekte ve su yüzeyde kalarak toprak erozyonuna (Forman 2008) neden olmaktadır. Malatya’da yolların takip ettiği ve kesiştiği ırmak koridoru, önemli ekolojik etkilere neden olan yol koridoru (Forman, 2006) tarafından baskılanmaktadır. Özellikle kent içinde bu kesişimin ve takibin arttığı, bazı ırmakların yerleşim alanlarında kaybolduğu görülmektedir (Görmüş ve ark. 2018).

Tarım alanları, orman-mera alanları risk alanları, ekosistem hizmetleri (kültürel hizmetler, düzenleyen hizmetler ve kaynak sağlayan hizmetler), Çevre düzeni planı ve korunan alanlar haritaları ayrı ayrı çalışılarak ve birbirleri ile çakıştırılarak güvenli peyzaj desen/mozaığı belirlenmiştir (Şekil 3). Güvenli desen üzerinden stratejik tasarım alanları ve koridorlar (mavi koridor, yeşil koridor, eko-deneyim koridoru) belirlenmiştir (Şekil 3; Şekil 4).

Ekosistem hizmetleri: Ekosistem hizmetlerin insanlara ulaşması için yeşil altyapıya ihtiyaç bulunmaktadır. Ekosistem hizmetleri birbirinden bağımsız değildir ve bir ekosistem içinde etkileşime geçmektedirler (Tzoulas ve ark. 2007; Austin 2014)

Peyzaj dinamikleri: Peyzaj üzerinde oluşan değişim peyzaj dinamiği olarak tanımlanmaktadır. Peyzaj dinamikleri iç ve dış dinamikler olarak iki kategoride incelenmektedir. İç dinamikler peyzaj içinde oluşan değişimlerdir. Dış dinamikler ise peyzajın dışından gelen ve peyzajın değişmesine neden olan değişimlerdir. İç ve dış dinamikler birbiriyle ilişkilidir.

Peyzaj analizi: Peyzaj görünen ve görünmeyen olmak üzere iki kategoride irdelenmiştir.

Görünen peyzaj peyzajda göz ile algılanabilen somut öğelerdir. Örneğin; kentler, yapılar ve yollar. Görünmeyen peyzaj ise somut öğeleri etkileyen ve bu öğelerin sonucu olan politikalar, sosyal yapı, örüntüler, çatışmalar, düşünceler, değerler ve geleneklerdir.

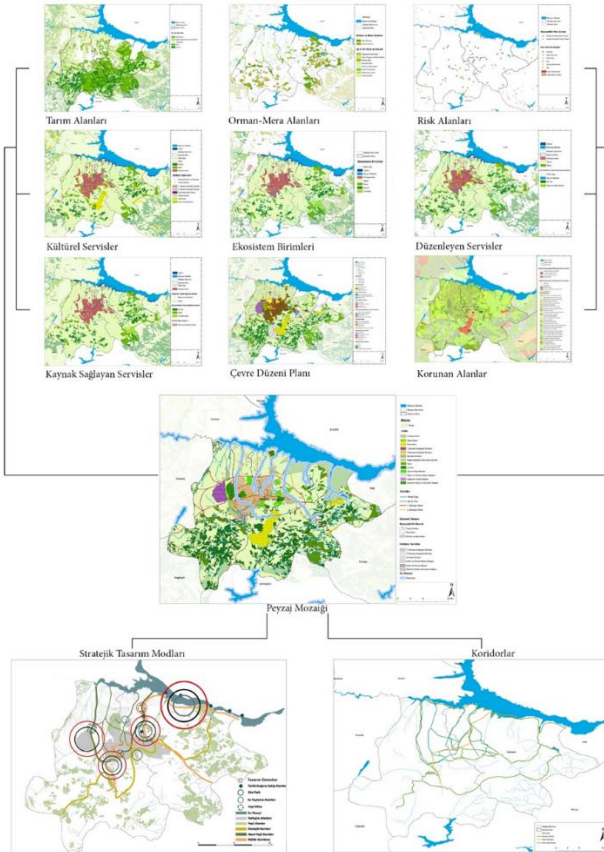
Peyzaj kurum analizi: Peyzaj kurumu kurallar, normlar, değerler, pratik ve uygulamalar üzerine çalışır. Kurumlar ikiye ayrılır;

•Sert (hard); yazılı kuralları olan kurum ve kuruluşlardır (kanunlar, politikalar).

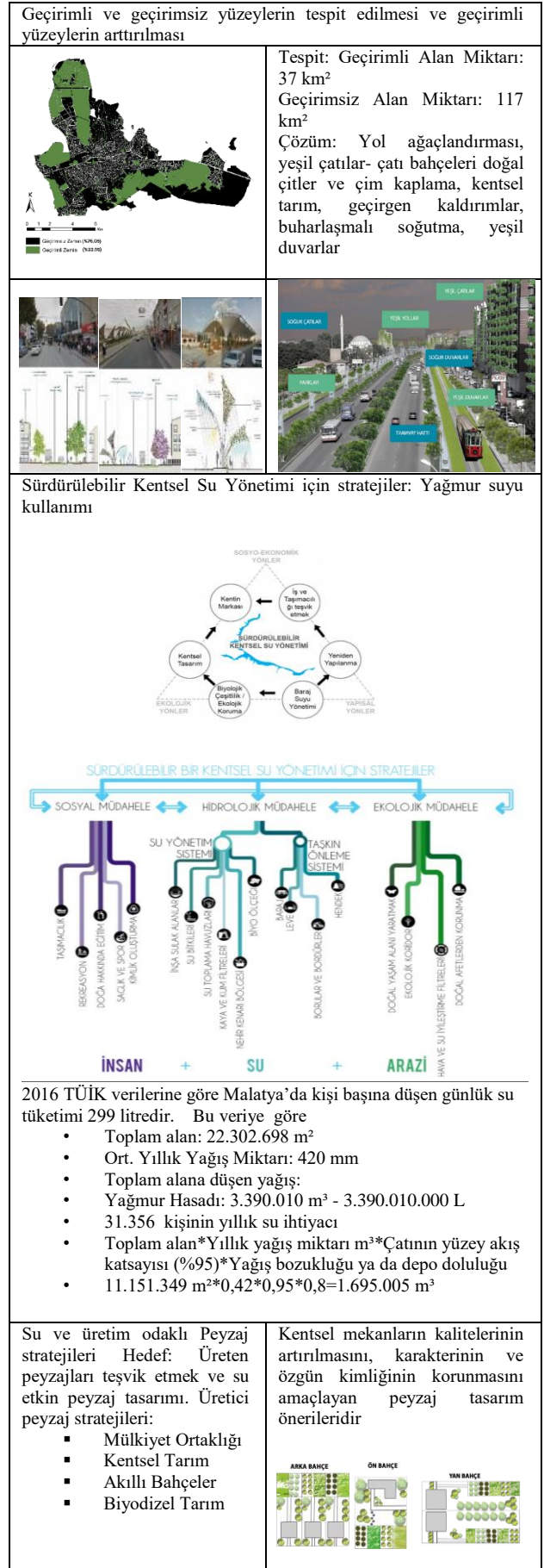
•Soft (yumuşak); yazılı bir kuralı olmayan kurumlardır (selamlaşmalar, gelenekler, geleneksel yaşamlar) dır.

Yukarıda tanımlanan aşamalar tamamlandığında kent-su etkileşimine yönelik genel stratejiler şu şekilde belirlenmiştir: Mavi-yeşil koridor, hidro Park, yeşil filtre, eko Park, sinerji bölgeleri ve kültür Koridoru ve eko-deneyim rotası (Şekil 3) Genel stratejiler kapsamında geliştirilen alt stratejilerin bazıları Şekil 4’de aktarılmıştır.

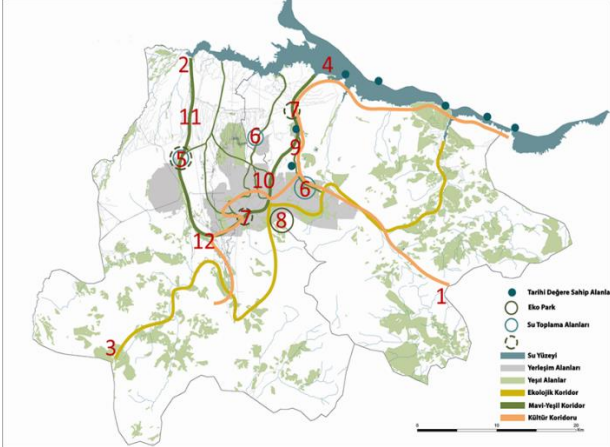
Kent-su-kır etkileşime yönelik geliştirilen tasarım alanları yeşil altyapı ve koridor yaklaşımı ile geliştirilen bölgelerin üzerinde yer almaktadır. Tasarım alanlarının ana teması peyzajda suyun ve ekosistemin yaşamsal desteğini sağlamak ve insan ile doğayı yaklaştırmaktır (Şekil 5).



Şekil 3: Peyzaj planlamadan peyzaj tasarımına geçiş



Şekil 4: Alt stratejiler ve uygulamaları



1	Kültür Koridoru	2	Mavi Yeşil Koridor	3	Ekolojik Koridor
4	Kıyı Tasarım	5	Yeşil Filtre	6	Su Dostu Mahalle
7	Orduzu Deresi Rekreasyon Alanı	8	Ekopark	9	Tarım Park
10	Kentsel mekân -su etkileşimi	11	Şahnahan Deresi Peyzaj Tasarım Projesi	12	Peyzaj Tasarım Bahçeleri

Şekil 5: Peyzaj tasarım alanları

4. Tartışma ve Sonuç

Kent-su etkileşimini temel alan bu stüdyo deneyiminde peyzaj tasarımına peyzaj ekolojisi perspektifini aktarmak için yöntem ve strateji önerilmektedir. Peyzaj ekolojisi temelli bir tasarım yaklaşımının temelini atmak için yardımcı ana ve destek sistem kurgusunun (Şekil 6) nasıl değerlendirilebileceği konusunda öğrencilere rehberlik oluşturması için vizyon çerçevesi geliştirilmiştir (Şekil 7). Bu doğrultuda Kent su etkileşimde ortaya çıkan peyzaj altyapısı ekolojik altyapı üzerinden yeşil altyapı, gri altyapı ve kültürel sistem ile desteklenmelidir. Peyzaj altyapısına ilişkin vizyon bu projede kent-su ve kır-kent etkileşimi kapsamında geliştirilmiştir. Vizyonda yeşil altyapı ve gri altyapının entegrasyonunun ana sistemini biyolojik çeşitlilik, ekonomik çeşitlilik, dayanıklılık ve değer faktörleri oluşturmaktadır. Ana sistemde peyzajlar ekosistem hizmetleri, tarım-turizm, güvenli desen ve hafıza/yerin ruhu doğrultusunda sentezlenmiş ve ekolojik altyapı, gri altyapı, yeşil altyapı ve koruma altyapısını içeren destek sistem ile geliştirilmiştir (Şekil 7).

İnsanın doğa üzerinde oluşturduğu sömürüye ilişkin görüşlerin bu sömürünün sürdürülemez duruma dönüştüğü yönünde iken yaşanan çevre krizleri bu dönüşümün önemli temsilcileri olarak kabul edilmektedir. Motloch'a (2001) göre çevre krizlerinin temelini insanın geleceğini yaşamsal sistemden kopuk kurgulaması oluşturmaktadır. Bu kopukluğu gidermenin yollarından biri kentleşme ve ekolojik sorunların etkileşimini deneyim, bağlantı ve ihtiyaç

üzerinden değerlendirmektir. Peyzaj mimarlığı meslek disiplini insan ve doğa arasındaki yabancılaşmaya çözüm üretmelidir (Officer 2013).

Peyzaj bir araya getiren ve bir arada olmanın etkileşim alanı olduğuna göre (Koh ve Beck 2006) farklı ölçeklerin ve yaklaşımları bir aradalığının sağlanması gerekmektedir.



Şekil 6: Malatya kenti su ilişkisinin ana ve destekleyici sistemleri

Vizyon: Peyzaj altyapısının kentsel-kırsal etkileşimi



Şekil 7: Peyzaj altyapısı kurgusu

Yukarıda belirtilen görüşlerden hareketle; küresel ekoloji ve kentleşme sorunlarına en iyi çözümü peyzaj ekolojisi temelli planlama ve tasarım yaklaşımı kapsamında sağlamak mümkündür. Bölgesel, kentsel, kırsal ve alan planlamada farklı ölçekler arasında sağladığı esneklik ve geçiş nedeniyle peyzaj ekolojisi yaklaşımının tasarım yaklaşımı olarak benimsenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Austin G (2014). Green infrastructure for landscape planning: integrating human and natural systems. Routledge.
- Bélanger P (2009). Landscape as infrastructure. Landscape Journal, 28 (1), 79-95.
- Bélanger P (2013). Landscape infrastructure: urbanism beyond engineering. Wageningen University.
- Binford MW, Karty R (2006). Riparian greenways and water resources. In P. C. Hellmund and D. A. Smith (eds.), Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People. Washington D.C. Island Press, 108--57.
- Forman R T.T (2006). Good and bad places for roads: effects of varying road and natural patterns on habitat loss, degradation, and fragmentation. In Proceedings 360 References of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation. Raleigh, USA: Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 164-74.
- Forman RTT (2008). Urban Regions; Ecology and Planning Beyond the City. Cambridge University Press

Görmüş, S, Cengiz S, Yılmaz B. (2018). Peyzaj Metrikleri Kullanarak Peyzaj Dinamiklerinin Analizi: Malatya Kenti. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM 3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

Ji X, Shao L (2017). The application of landscape infrastructure approaches in the planning of heritage corridor supporting system. *Procedia engineering*, 198, 1123-1127.

Koh, J., & Beck, A. (2006). Parks, people and city. *Topos*, 55, 14-20.

Motloch, J. L. (2000). Introduction to landscape design. John Wiley & Sons. Nassauer JI, Opdam P (2008). Design in science: extending the landscape ecology paradigm. *Landscape ecology*, 23(6), 633-644.

Picchi P, van Lierop M, Geneletti D, Stremke S (2019). Advancing the relationship between renewable energy and ecosystem services for landscape planning and design: A literature review. *Ecosystem services*, 35, 241-259.

Termorshuizen JW, Opdam P, Van den Brink A (2007). Incorporating ecological sustainability into landscape planning. *Landscape and Urban planning*, 79(3-4), 374-384.

TÜİK (2019). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (Erişim Tarihi: 09.09.2019).

Tzoulas K, Korpela K, Venn S, Yli-Pelkonen V, Kaźmierczak A, Niemela J, James, P (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, 81(3), 167-178.

Officer I (2013). On a Landscape Approach to Infrastructure: Wageningen School experience. Bennekom: Drukkerij Modern.

von Haaren C, Warren-Kretzschmar B, Milos C, Werthmann C (2014). Opportunities for design approaches in landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 130, 159-170.

Yuan G, Ru YH (2011). Study on planning of urban infrastructure based on ecologized landscape design. *Procedia Engineering*, 23, 498-503.

Sorumlu Yazar : Doç.Dr. Sevgi GÖRMÜŞ

e-mail: sevgi.gormus@inonu.edu.tr

Orcid: 0000-0002-4892-622X

YEŞİL ÇATI SİSTEMLERİNDE YETİŞTİRME ORTAMI DERİNLİĞİNİN YÜZEYSSEL AKIŞA OLAN ETKİLERİ

Mert EKŞİ** Adnan UZUN*

*İstanbul Üniversitesi-CerrahpaŐa, Orman Fakóltesi, Peyzaj Mimarlığı Bólümü İSTANBUL

**İŐık Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakóltesi, İç Mimarlık ve evre Tasarımı Bólümü İSTANBUL

*merteksi@istanbul.edu.tr

Özet: Günümüzde dünyada yaşanan sosyal, kültürel ve ekonomik değişimler sonucunda kentlere olan yönelim artmış ve kentleşme süreci hızlanmıştır. Kentleşme, fiziksel çevrede büyük miktarda geçirimsiz yüzeylerin ortaya çıkmasına ve suyun doğal döngüsünün bozularak yüzeysel akışa dönüşmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda yeşil ati sistemleri, kentleşmiş alanlarda su yönetimi amaçlı geliştirilen yeşil altyapı çözümleri içerisinde önemli bileşenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Yeşil ati sistemlerinin yüzeysel akış yönetimine olan katkıları çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda üç farklı derinlikte (4, 7, 10 cm) iki farklı yetiştirme ortamı karıŐımının su tutma ve su tahliye özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışma sırasında, ticari bir yetiştirme ortamı (tuğla kırıkı % 45, ponza %45 ve organik madde % 10) ve % 90 oranında kaba taneli ponza (10-20 mm) ile % 10 oranında evsel atık kompostu karıŐımı kullanılmıştır. Bu yetiştirme ortamlarına, Marmara bölgesi (A2) karesinde doğal yayılışa sahip 4 bitki türü (*Achillea millefolium* L., *Armeria maritima* Willd., *Sedum acre* L., *Sedum album* L.) dikilmiştir. Açık alan koşullarında 27 haftalık bir süre boyunca yapılan bu çalışma sonucunda yeşil ati sistemlerinin su tutma ve akış özellikleri, bitki büyüme düzeyleriyle birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda yetiştirme ortamı derinliği ile yüzeysel akış miktarı arasında ters bir orantı tespit edilmiş, bu durum bitki gelişimine de olumlu yönde etki etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil ati sistemleri, yetiştirme ortamı, yüzeysel akış, su yönetimi, İstanbul

THE EFFECT OF SUBSTRATE DEPTH ON STORMWATER RUNOFF IN GREEN ROOF SYSTEMS

Abstract: Due to cultural and economic changes in the world today, the tendency towards cities has increased and this caused higher urbanization rate. Due to urbanization, large amounts of impermeable surfaces emerge in the physical environment, which causes an increase in runoff by disruption of the natural cycle of water. In this context, green roof systems are considered as an important component in green infrastructure solutions, which developed for water management in urbanized areas. Determining the runoff characteristics of green roof systems is important for future green infrastructure works. Therefore, influence of green roof systems on runoff management have been evaluated within the scope of the study. In this context, water retention and runoff properties of two different substrate mixtures at three different depths (4, 7 and 10 cm) were evaluated. A commercial substrate (crushed bricks 45 %, pumice 45 % and organic matter 10 %) and a mixture of 90 % coarse grained pumice (10-20 mm) and 10% domestic waste compost were used during the study. Four native plant species (*Achillea millefolium*, *Armeria maritima*, *Sedum acre* and *Sedum album*) were planted on experimental setup. As a result of this study that was conducted in open field conditions over a period of 27 weeks, water retention and runoff characteristics of green roof systems were evaluated along with plant growth levels in Istanbul climate. It was concluded that there was a reverse relationship between substrate depth and runoff, which had a positive effect on the plant growth.

Keywords: Green roof systems, substrates, stormwater runoff, runoff management, Istanbul

1. Giriş

Dünyada kentleşme süreci son 30 yılda hız kazanmıştır. Ortaya çıkan bu değişim, insan yaşamında sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan birçok değişikliğe yol açmaktadır. Aynı zamanda bu durum çevreyi de çoğunlukla olumsuz yönde biçimlendirmektedir. Bunun sonucunda ise büyük miktarda geçirimsiz yüzeyler ortaya çıkmaktadır.

Kentleşme, yüzeysel akış (Wang ve ark. 2001; Dietz ve Clausen 2008), kentsel ısı adası etkisi (Kato ve Yamaguchi 2005; Yuan ve Bauer 2007) ve canlı çeşitliliğinin azalması (McKinney, 2002; Miller ve ark. 2014) gibi başlıca sorunları beraberinde getirmektedir. Ortaya çıkan bu olumsuz etkiler, kentlerin daha yaşanabilir ve doğaya uyumlu bir yapıya kavuşturulmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu kapsamda yeşil çatı sistemleri fiziksel çevre içerisindeki olumlu etkileri nedeniyle yeşil altyapı çalışmalarının önemli bir bileşeni haline dönüşmüştür. 1960'lı yıllarda Kuzey Avrupa'da ticari olarak yaygınlık kazanmaya başlamış olan bu sistemler, günümüzde kentlerin vazgeçilmez bir unsurudur.

Yeşil çatı sistemlerinin çatı üzerine gelen yağışı % 40-80 arasında tutabilme potansiyeli bulunmaktadır (VanWoert ve ark. 2005; Berndtsson ve ark. 2006; Dunnett ve ark. 2008; Ekşi 2013; Ekşi ve Uzun 2016). Ancak bu durum iklimsel özelliklere ve çatının yapısal sistemine bağılı olarak değişim gösterebilmektedir (Fioretti ve ark. 2010). Son yıllardaki uluslararası araştırmalar incelendiğinde, bu sistemlerin buldukları bölgelere uyumlu hale getirmek amacıyla yoğun bir emek harcadığı görülmektedir. Ilıman iklim kuşağı ile subtropikal (savan) iklim kuşağı arasında yer alan Türkiye, coğrafi konumu ve morfolojik özelliklerinden dolayı çeşitlilik gösteren bir iklim sistemine ve zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Ülkemizin bu sistemlerin geliştirildiği Kuzey Avrupa ülkelerine göre daha farklı iklim koşullarına sahip olduğu dikkate alındığında, bu sistemlerin yerleştirilmesi ile ilgili araştırmalar önem taşımaktadır.

Bu kapsamda, yeşil çatı sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bitki türlerinin yetirme ortamı derinliğiyle ilişkileri İstanbul iklim şartlarında tespit edilmesi ve yetiştirme ortamı derinliğinin bitki gelişimin ve su tutma kapasitesine olan etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Gerçekleştirilen çalışma, İÜC Orman Fakültesi yerleşkesinde yer alan Yeşil Çatı Araştırma

Projesi Gözlem İstasyonu (İÜYAP) alanında, 28 Nisan - 14 Ekim 2015 tarihlerini kapsayan 27 haftalık dönemde gerçekleştirilmiştir.

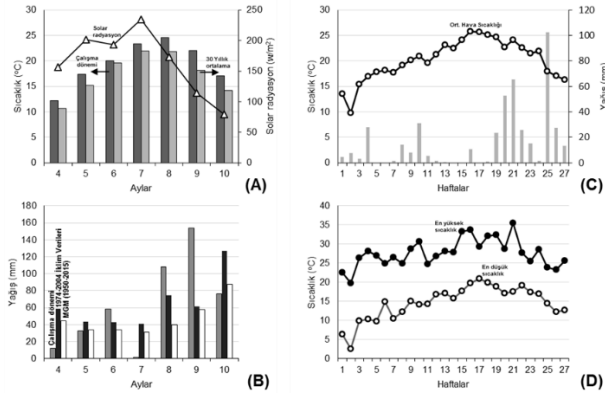
Çalışma sırasında oluşturulan deneme deseni, küçük ölçekli yapay bitki toplulukları (Dunnett ve ark. 2008) olarak tasarlanmış ve 2 farklı yetiştirme ortamının 3 farklı derinlikte (4,7,10 cm) hazırlanması ve 3 kez tekrar edilerek desen içerisine rastgele olarak dağıtılması ile oluşturulmuştur. Bu deney deseni içerisinde Marmara bölgesi iklim koşullarında doğal yayılışa sahip 4 bitki türü (*Achillea millefolium*, *Armeria maritima*, *Sedum album* ve *Sedum acre*) dikilmiştir. Her bir deney kutusu içerisine (iç ölçüleri 55 x 75 cm), 12 adet bitki türü, her bir türden 3 adet olmak üzere eşit aralıklarda ve rastgele biçimde dikilmiştir. Deney deseni içerisindeki bitkiler, dikimin yapıldığı gün ve bu günü takip eden 15 gün boyunca sulama ve bakım işlemlerine tabi tutulmuş, sonraki dönemlerde ise herhangi bir işlem gerçekleştirilmemiştir. Dikimin yapıldığı gün her bir deney kutusuna yavaş eriyen gübre (Osmocote Exact, 15+9+11+2MgO+TE, 11 gr/m² oranında) eklentisi yapılmıştır.

Yetiştirme ortamı karışımları, mineral madde (hacmen en fazla % 90) ile organik madde (hacmen en fazla % 10) karışımından oluşmaktadır. Çalışmada ticari yetiştirme ortamı (T) % 45 tuğla kırığı, % 45 ponza ve % 10 oranında organik madde karışımından oluşan bir karışımdır (en yüksek su tutma değeri % 43,49; birim hacim ağırlık 812,90 g/l; azot içeriği 73,23 mg/l) (Ekşi ve Rowe 2019). Diğer yetiştirme ortamı (P) ise, sahada hazırlanan ve % 90 oranında kaba taneli ponza (10-20 mm) ile % 10 oranında komposttan oluşan bir karışımdır (en yüksek su tutma değeri % 79,32; birim hacim ağırlık 458,26 g/l; azot içeriği 21,31 mg/l) (Ekşi ve Rowe, 2019). Karışım içerisinde yer alan kompost, İSTAÇ (İstanbul Çevre Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş.) kompost tesisinde İstanbul genelinde elde edilen çöp ve atıklardan elde edilmektedir. Tüm karışımlar eşit biçimde karıştırılarak, kutulara dağıtılmıştır (Şekil 1).

Çalışma sırasında, hava koşulları (hava sıcaklığı, bağılı nem, rüzgar hızı ve yönü, güneş ışınlı) ölçümleri, Yeşil Çatı Araştırma Projesi Gözlem İstasyonu çatısına yerleştirilen 200 cm yüksekliğindeki paslanmaz çelik meteoroloji direği üzerine yerleştirilen meteoroloji istasyonu (DeltaOhm, HD2003 Üç Eksenli Ultrasonik Anemometre, Delta OHM S.r.L., Padova/İtalya, hava sıcaklığı için ölçüm hassasiyeti $\pm 1^{\circ}\text{C}$; bağılı nem için ölçüm hassasiyeti $\pm 0.5\%$; rüzgar hızı için ölçüm

Çalışma dönemi içerisindeki en yağışlı ay 153,6 mm ile Eylül ayı olarak kaydedilmiştir. Eylül ayı yağış miktarı iklim normallerine göre 95,7 mm daha yüksektir.

Çalışma döneminde en yağışlı hafta, çalışma döneminin 25. haftası olan 28 Eylül – 4 Ekim 2015 tarihleri arasında kaydedilmiştir. Bu dönem içerisinde yağış miktarı 102,4 mm olarak tespit edilmiştir. Çalışma döneminde en yağışlı gün 34,9 mm yağış miktarı ile 30 Ağustos ve 25 Eylül 2015 olarak kaydedilmiştir. Çalışma dönemi içerisindeki en uzun ardışık yağışsız dönem ise, 13-31 Temmuz 2015 tarihleri arasında gerçekleşen 20 günlük dönem olarak kaydedilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Çalışmanın 18 haftalık dönemi sonucunda kaydedilen iklim koşulları (A) Aylık ortalama hava sıcaklığı ve solar radyasyon miktarı, (B) Aylık toplam yağış miktarı, (C) Haftalık toplam yağış miktarı ve haftalık ortalama hava sıcaklığı, (D) Haftalık en düşük ve en yüksek hava sıcaklığı değerleri. Karşılaştırmada uzun dönemli iklim verileri; 1974-2004 yılları arasında Bahçeköy meteoroloji istasyonuna ait iklim verileri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 1950 – 2014 yıllarını kapsayan 64 yıllık İstanbul ili ortalamaları kullanılmıştır.

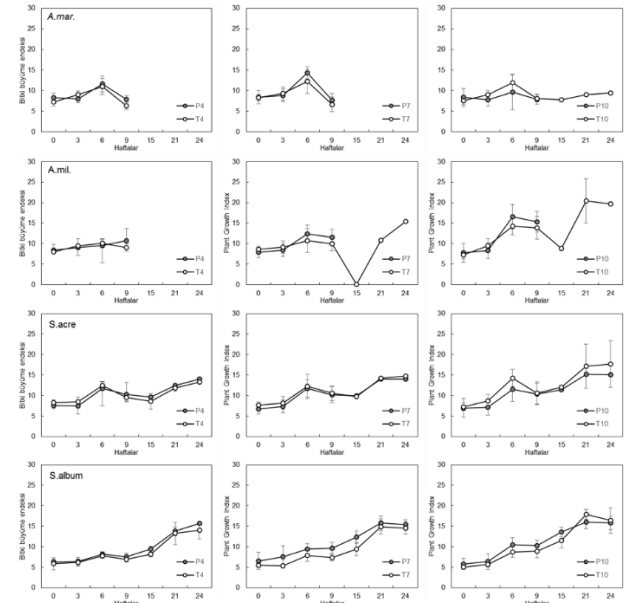
3.2. Bitki Gelişim Düzeyleri (Bitki Büyüme Endeksi)

Çalışmanın başlangıcında, dikimi yapılan türler (*A.maritima*, *A.millefolium*, *S.acre* ve *S.album*) incelendiğinde, türler arasında *S.album* dışında belirgin bir fark bulunmamaktadır. Bitkilerin doğal gelişim biçimleri ve elde edilen fidelerin boyutları itibarıyla, beklenen bir sonuç olarak istatistiksel açıdan belirgin farklar tespit edilmiştir.

Çalışmanın 3. Haftasında (20 Mayıs 2015), türlerin yetiştirme ortamıyla olan ilişkileri ve 15 günlük sulama dönemi nedeniyle yetiştirme ortamlarında bazı farklar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu haftada (T7) içerisinde bulunan *Armeria*

maritima türlerinin istatistiksel açıdan en belirgin büyümeyi gerçekleştirdiği görülmektedir. Benzer değişimler *Sedum* türleri için de gözlemlenmiş ve *S.acre* 3. Haftadaki en belirgin gelişimi (T10) yetiştirme ortamında gerçekleştirmiştir. Haftalık gözlemlerde, *S.acre* türleri arasında en düşük bitki büyüme endeksi değeri ise (P10) yetiştirme ortamında görülmüştür.

Çalışmanın 6. Haftası yağışsız ancak ılıman bir düzeyde seyretmiş ve *A.maritima* bitkileri çalışma dönemi içerisindeki en belirgin gelişimi göstermiştir. *Armeria maritima* türleri, (P7) içerisinde en yüksek bitki büyüme endeksi değerine sahiptir. Aynı haftada, (P10) yetiştirme ortamında bulunan *A.millefolium* bireylerinin bitki büyüme endeksi değerleri istatistiksel açıdan diğerlerinden anlamlı biçimde farklıdır. *A.millefolium* bireylerinin en düşük bitki büyüme endeksi değeri ise (P4) yetiştirme ortamında kaydedilmiştir. Aynı haftada *S.acre* bireylerinde kaydedilen en yüksek bitki büyüme endeksi değeri (T10), *S.album* bireylerinde ise (P10) yetiştirme ortamında kaydedilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Bitkilerin çalışma dönemindeki gelişim düzeyleri (x eksen bitki büyüme endeksi; y eksen haftalar)

Çalışmanın 9. haftasında, bazı bitki türlerinin gelişiminde gerilemeler görülmüş, bazı türler ise gelişimini sürdürmüştür. Özellikle *A.maritima* türlerinin bitki büyüme endeksi değerlerinde belirgin bir düşüş görülmektedir. *S.acre* için de benzer bir tespit yapmak mümkündür. *A.millefolium*'un 9. Haftadaki bitki büyüme endeksi

değerleri (T10) ve (P10)'da en yüksek değerlerde kaydedilirken, en düşük değer *A.maritima*'da olduğu gibi (T4)'de kaydedilmiştir. *S.album* diğer türlere benzer biçimde (P10) yetiştirme ortamında en yüksek bitki büyüme endeksine ulaşırken, (T4) ve (T7) yetiştirme ortamlarında en düşük değerler kaydedilmiştir.

Çalışmanın 15. Haftasında (20 – 26 Temmuz 2015), 13-31 Temmuz 2015 tarihleri arasında gerçekleşen 20 günlük yağışsız ve sıcak dönem nedeniyle, bazı bitkilerde kurumalar görülmüştür. Bu dönemden en fazla etkilenen türler *A.maritima* ve *A.millefolium* olmuş, *Sedum* türleri ise bu dönemi hayatta kalarak geçirmişlerdir. Buna ek olarak *S.album* büyümesini kurak döneme rağmen devam ettirebilmiştir. Bu dönemde sadece (T10) içerisinde bulunan *A.maritima* fideleri bitki büyüme endeksi değerlerinde düşüş kaydedilmesine rağmen hayatta kalabilmiştir. Aynı durum *A.millefolium* fideleri için de geçerlidir.

Çalışmanın 21. haftasında (31 Ağustos - 6 Eylül 2015), yaz aylarındaki kurak dönemin sonunda oluşan yağışların da etkisiyle *A. millefolium* fidelerinde belirgin bir büyüme gerçekleşmiş, çalışmanın 15. Haftasında hayatta olmadığı tespit edilen fidelerde yeni sürgünler tespit edilmiştir. Ancak bu durum sadece (T7) ve (T10) yetiştirme ortamlarında görülmüş, diğer yetiştirme ortamlarında bulunan bitkilerde bir değişiklik kaydedilmemiştir. Bu tarihlerde (T7) ve (T10) yetiştirme ortamlarında bulunan *A.millefolium* fideleri arasında bitki büyüme endeksi değerleri açısından belirgin bir fark tespit edilememiştir. Bu durum 24. hafta için de geçerlidir. Aynı haftada *S.acre* ve *S.album* türleri gelişimlerini sürdürmüştür.

Çalışma dönemini kapsayan 27 haftalık dönem bitkilerin büyüme endeksi değerleri açısından ele alındığında, *A.maritima* türlerinin (P10) yetiştirme ortamında sürekli bir büyüme eğiliminde olduğu görülmektedir. *A. millefolium* için bu durum (T7) ve (T10) yetiştirme ortamlarında gözlemlenebilmiştir. *S.acre*, büyüme endeksi değerleri çalışmanın bazı dönemlerinde düşüş göstermiş olsa da, çalışmanın sonunda en yüksek değere ulaşmış ve tümü hayatta kalabilmiştir. Özellikle çalışmanın 21. Haftasında 10 cm'lik yetiştirme ortamlarında bulunan fidelerin büyüme desenleri diğer yetiştirme ortamlarına göre belirgin farklara sahiptir ve bu yüksek değerler çalışma sonuna kadar sürmüştür. *S.album*, çalışmada sürekli büyüme eğilimine sahip olan tek bitki türü olarak tespit edilmiştir. Özellikle kurak dönemlerde büyüme

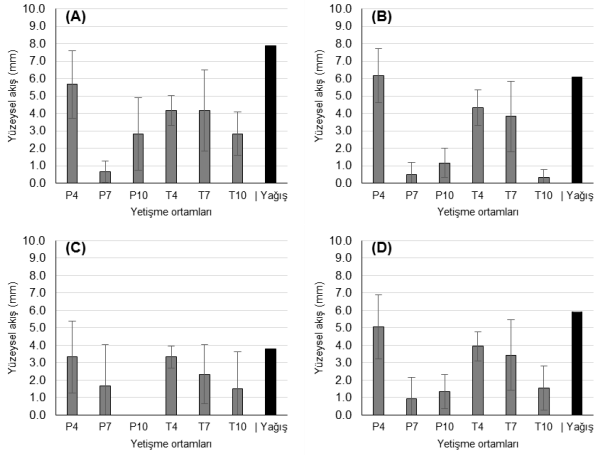
eğrisi sürekliliğini korumakla beraber, çalışmanın 21 ve 24. Haftalarında en yüksek bitki büyüme endeksi değerleri kaydedilmiştir. 21. Haftadan sonra 7 ve 10 cm'lik yetiştirme ortamlarında bulunan fidelerde anlamlı olmayan bazı düşüşler de kaydedilmekle beraber, bitkilerde belirgin bir küçülme tespit edilmemiştir.

3.3. Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yüzeysel Akış Değerleri

Yağışın çalışma sırasında her bir deney kutusuna eşit etki ettiği ve bu kutular bir yağış toplama alanı olarak değerlendirildiğinde, net ebatları 55,5 cm x 75 cm olan deney kutularının net yüzey alanı 0,413 m² olarak hesaplanmıştır. Çalışmada evapotranspirasyon olmadığı kabul edilmiş (ET=0) ve yağış sırasında yüzey alanında toplanacak su miktarının hesaplanmasında Lancaster ve Marshall (2006) tarafından önerilen formül kullanılmıştır. Buna göre;

Toplama alanı (m²) x yağış miktarı (m) x yüzeysel akış katsayısı = yüzeysel akış (m³)

19.06.2015 tarihinde deney kutuları üzerine gelen 7,9 mm yağış sırasında, her bir deney kutusunda toplanan su miktarı yukarıda verilen formüle göre 0,00326 m³ olarak hesaplanmıştır. Diğer bir deyişle 1 m³ suyun 1000 litre olduğu bilindiğine göre bu değer 3,26 l ya da 3,26 kg'lık su miktarına denk gelmektedir. Deney kutularında toplanan 3 litre yağışın etkisiyle en yüksek su tahliyesi görülen (P4) yetiştirme ortamından 5,7 litrelik bir su tahliyesi gerçekleşmiştir. Yağış miktarından daha yüksek miktarda su tahliyesinin görülmesinin başlıca nedeni, bu tarihten bir önceki gün kaydedilen 19,5 milimetrelik yağıştır. Bilindiği üzere, yeşil çatı sistemlerinden tahliye edilen ya da biriktirilen su miktarı yetiştirme ortamı ve yapısal katmanların (su tutucu keçe ve drenaj sistemi) su tutma kapasiteleri ile ilgilidir. Bu yağış sırasında deney kutularının yetiştirme ortamları ve yapısal katmanlarındaki su miktarı gelen yağışın yüzeysel akışa geçmesinde etkilidir. Her iki yağışlı günün toplam yağış miktarının 27,4 mm olduğu düşünüldüğünde, her bir deney kutusunda toplanması beklenen su miktarı ise 11,3 litre olarak hesaplanmaktadır. Bu kapsamda, her bir deney kutusunda toplanan 11,3 litrelik suyun, 5,7 litrelik bölümü (P4) yetiştirme ortamından tahliye edilmiştir. En yüksek ikinci su tahliyesi ise ortalama 4,2 l ile (T4) ve (T7) yetiştirme ortamlarında görülmüştür. Bu tarihte En düşük su tahliyesi 0,7 l ile (P7) yetiştirme ortamında kaydedilmiştir. 10 cm'lik yetiştirme



Şekil 4: Çalışma sırasında rastgele seçilen yağışlı günlerde yetiştirme ortamlarından elde edilen yüzeyel akış değerlerinin yağış ölçümleri ile karşılaştırılması. (A) 19.06.2015; (B) 24.08.2015; (C) 13.09.2015 tarihlerine ait ölçümleri ve (D) rastgele seçilen ölçüm günlerinde elde edilen ölçümlerin ortalama değerlerini temsil etmektedir. (P: Ponza içerikli karışım; T: Tuğla içerikli karışım, 4,7 ve 10 ise derinlik değerlerini göstermektedir.)

ortamlarında ise su tahliye miktarı 2,8 litre olarak kaydedilmiştir (Şekil 4).

24.08.2015 tarihinde kaydedilen 6,1 mm yağışın hemen öncesinde, iki günlük yağışlı bir dönem mevcuttur. 22-24 Ağustos 2015 tarihleri arasında gerçekleşen toplam yağış miktarı 24,9 mm'dir. 10 günlük sıcak ve yağışsız bir dönemin ardından gelen bu yağışlar sonucunda, en yüksek su tahliyesi 6,2 l ile (P4), en yüksek ikinci su tahliyesi ise 4,3 mm ile (T4) yetiştirme ortamından kaydedilmiştir. (T7) yetiştirme ortamından tahliye edilen su miktarı da bu değerlere oldukça yakın seyretmiştir (3,8 litre). En düşük miktarda su tahliyesi 0,3 mm ile (T10) yetiştirme ortamından gerçekleşmiş, (P7) 0,5 mm ile ikinci en düşük değere sahip olmuştur. (P10) yetiştirme ortamından kaydedilen su tahliye miktarı ise 1,2 l olarak ölçülmüştür.

Hava sıcaklığının düşmeye ve yağışların artmaya başladığı Eylül ayında, ölçüm yapılan gün olan 13.09.2015 tarihinde, benzer değerlerin oluştuğunu söylemek mümkündür. Bu tarihten önceki 15 günlük yağışlı dönem sonrasında gerçekleştirilen ölçümlerde, en yüksek su tahliyesi 3,3 l ile (P4) ve (T4) yetiştirme ortamlarından elde edilmiştir. Bu tarihte, (P4)'ten tahliye edilen su miktarı 5,7 l olarak kaydedilmiştir. (P10) yetiştirme ortamından su tahliyesi görülmemiş, sırasıyla (T10) 1,5 l, (P7) 1,7 l, (T7) ise 2,3 l suyu tahliye etmiştir. Genel ortalama değerler ele alındığında, (P7), (P10)

ve (T10) yetiştirme ortamlarının en düşük su tahliye miktarına sahip olduklarını söylemek mümkündür.

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada, yetiştirme ortamı tipi ve derinliği, Marmara bölgesinde doğal yayılışa sahip bitki türleri ile ilişkilendirilerek, yeşil çatı sistemlerinin İstanbul iklimindeki performansları değerlendirilmiştir. İstanbul ve Türkiye ölçeğinde son derece sınırlı araştırma altyapısı ve bilimsel birikim bulunan yeşil çatı sistemleriyle ilgili araştırmaların gelişmesi adına önemli bir yer tutmaktadır.

Bitki gelişim düzeyleri açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, dünyada yeşil çatı sistemlerinde en yaygın kullanıma sahip bitki türü olarak tercih edilen Sedum türleri, bu çalışmada da başarılı türler olarak karşımıza çıkmaktadır. *S.acre*, 4 ve 7 cm derinliğindeki her iki yetiştirme ortamında da benzer bir büyüme desenine sahiptir. Bu tür için her iki yetiştirme ortamı da önerilebilir. Ancak derinlik 10 cm'e çıkarıldığında, tuğla içerikli malzemenin bir nebze daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. *S.album* diğer türlerden farklı olarak ponza içerikli karışımda daha iyi bir büyüme özelliği göstermiştir. İstanbul iklim şartlarında gerçekleştirilecek bir yeşil çatı uygulamasında, derinlik gözetilmeksizin (P) yetiştirme ortamı içerisinde bu türün sağlıklı bir biçimde yetiştirilmesi mümkündür. Ancak bu türün çatı yüzeyini kaplaması için biraz daha uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Gerçekleştirilecek uygulamalarda, bu bitki türünün ponza içerikli karışımla birlikte kullanılması hem ekonomik hem de ekolojik bir sonuç elde edilmesini sağlayacaktır. *Armeria maritima*, kurak yaz ayları dışında sağlıklı bir gelişim göstermiş ancak kurak dönemlere uyum sağlamakta zorlanmıştır. Uluslararası kaynaklarda yeşil çatı sistemlerinde kullanımı sıklıkla önerilen *A.maritima* türlerinin, kurak dönemlerden fazlaca etkilendikleri ve yetiştirme ortamı derinliği 10 cm'in altında olan yeşil çatı sistemlerinde yetiştirilmelerinin mümkün olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla, İstanbul ikliminde bu türlerin yeşil çatı sistemlerinde kullanımının, ancak 7 cm'den daha derin yetiştirme ortamlarında mümkün olabileceğini ortaya koymuştur. Ancak burada yetiştirme ortamının bileşimi de önem taşımaktadır. Daha iri tane yapısına sahip olan ponza içerikli (P) yetiştirme ortamlarında *A.maritima* türleri 10 cm'lik yetiştirme ortamlarında dahi sağlıklı gelişim göstermemiştir. *Achillea millefolium*'un gelişim değerleri *A.maritima* ile

benzerdir. Bu tür için 10 cm derinliğinde kullanıldığı takdirde, tuğla içerikli yetiştirme ortamı uygun bir ortam sunmaktadır. Çalışmada doğal ve atık malzemelerle yani ponza ve belediye kompostu ile üretilen ponza içerikli karışım ise, bu türler için uygun bulunmamıştır.

Yetiştirme ortamındaki nem miktarı, derinliğin ve yetiştirme ortamının tipine göre değişim göstermiş ve bu durum bitki gelişimi etkilemiştir. Derinliğin artması yetiştirme ortamındaki nem miktarını olumlu yönde etkilemiş, yetiştirme ortamı tipi de nem içeriğine etki etmiştir. (P) yetiştirme ortamında 10 cm derinliğindeki yetiştirme ortamı en yüksek su tutma kapasitesine sahipken, en düşük değer 4 cm derinliğindeki yetiştirme ortamında kaydedilmiştir. (T) yetiştirme ortamında ise, 4 ve 7 cm derinliklerde belirgin farklar tespit edilememiş, 10 cm derinliğindeki (T) yetiştirme ortamı en yüksek su tutma kapasitesine sahip karışım olarak belirlenmiştir. Genel ortalamada, (T10) yani 10 cm derinliğe sahip tuğla içerikli karışım en yüksek su tutma kapasitesine sahiptir. Yetiştirme ortamlarının su tutma özellikleri, bitki gelişimini doğrudan etkileyen bir etmen olarak tespit edilmiştir.

Deney deseninden tahliye edilen su miktarı değerlendirildiğinde, yüzeysel akışa geçen su miktarı her iki yetiştirme ortamı tipi için 4 cm derinliğindeki yetiştirme ortamlarında en yüksek değerlere sahiptir. Bu derinlikte, yetiştirme ortamındaki nem miktarı daha düşük olmasına rağmen, su depolama kapasitesi sığ yetiştirme ortamı derinliği nedeniyle sınırlıdır. Ortalama değerler incelendiğinde, 4 cm derinliğindeki ortamları arasında (T) yetiştirme ortamından tahliye edilen su miktarı (P) yetiştirme ortamına oranla %28 daha düşüktür. 7 cm derinliğindeki yetiştirme ortamlarında ise, ponza içerikli yetiştirme ortamlarından elde edilen su miktarı tuğla içerikli yetiştirme ortamlarına göre %72 daha düşük olarak kaydedilmiş, bu değerler genel ortalamada da en düşük değerler olarak kaydedilmiştir. Ancak (P7) ortamından elde edilen yüzeysel akış verilerinin standart sapma değerleri incelendiğinde, bu değerlerin tekrar parsellerinde ciddi salınımlara sahip olduğu görülmektedir. Deney kutusunun deney deseni içerisindeki konumu, bitki türlerinin yüzeyi kaplama oranı, eğimdeki küçük çaplı farklılıklar, güneşlenme derecesi gibi faktörlerin bu değerlerin değişiminde önemli bir etken olduğu düşünülmektedir. İkinci en düşük yüzeysel akış değerleri ise 10 cm derinliğindeki ortamlarda kaydedilmiş, her iki yetiştirme ortamı tipinde çok benzer değerler elde edilmiştir. Bu ortamlardan

kaydedilen değerler daha kararlı bir dağılıma sahiptir. Beklenen bir sonuç olarak yetiştirme ortamı derinliği ile yüzeysel akış miktarı arasında ters bir orantı tespit edilmiş, bu durum topraktaki nem miktarına bağlı olarak değişim göstermiştir. 10 cm derinliğinde (T) yetiştirme ortamı, içerdiği küçük tanelerin de etkisiyle, sistemden tahliye edilen su miktarını azaltmada en iyi seçenek olarak değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın mali desteği İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (45661 ve 10207 numaralı projeler) ile sağlanmıştır. Yazarlar çalışma sırasındaki değerli yardımları için çalışma sırasında İÜC Peyzaj Mimarlığı öğrencileri olan Ayşe Irmak Güloğlu, Şeyma Kırcı, Mihriban Başbay, Nigar Küçük, Pavel İokhim, Gizem Ögüt ve Sümeyya Akdağ'a teşekkür eder.

KAYNAKÇA

- Berntsson, JC, Emilsson, T, Bengtsson, L (2006). The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality, *Sci Total Environ*, 355, 48-63.
- Bousselot, J M, Klett, JE, Koski, RD (2011). Moisture content of extensive green roof substrate and growth response of 15 temperate plant species during dry down, *HortScience*, 46(3), 518-522.
- Butler, C, Orians, CM (2011). Sedum cools soil and can improve neighboring plant performance during water deficit on a green roof, *Ecological Engineering*, 37(11), 1796-1803.
- Dietz, ME, Clausen, JC (2008). Stormwater runoff and export changes with development in a traditional and low impact subdivision. *J. Environ. Manage.* 87, 560-566. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.026>.
- Dunnett, N, Nagase, A, Booth, R, Grime, P (2008). Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments, *Urban Ecosystems*, 11(4), 385-398.
- Ekşi, M, Rowe, DB (2019). Effect of Substrate Depth and Type on Plant Growth for Extensive Green Roofs in a Mediterranean Climate. *Journal of Green Building*, 14(2), 29-44.
- Ekşi, M (2013). A field study to evaluate the runoff quantity and stormwater retention of a typical extensive green roof in Bahcekoy, Istanbul. *Environment Protection Engineering* 39.4 (2013): 79-89.
- Ekşi, M, Uzun, A (2016). Yeşil çatı sistemlerinin su ve enerji dengesi açısından değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 119-138.
- Fioretti, R, Palla, A, Lanza, LG, Principi, P (2010). Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate, *Building and Environment*, 45(8), 1890-1904.
- Kato, S, Yamaguchi, Y (2005). Analysis of urban heat-island effect using ASTER and ETM+ Data: Separation of anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux. *Remote Sens. Environ.* 99, 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2005.04.026>.
- Lancaster, B, Marshall, J (2008). *Rainwater harvesting for drylands and beyond (Vol. 1)*. Rainsource Press.
- Little, TM, Hills, FJ (1978). *Agricultural experimentation: design and analysis*. Wiley Publishing.

Monterusso, MA, Rowe, DB, Rugh, CL (2005). Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *HortScience* 40, 391–396.

McKinney, ML (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *Bioscience* 52, 883–890.

Miller, LE, Heim, AE, Lundholm, J (2014). Green roof vegetation type affects germination and initial survival of colonizing woody species. *Urban For. Urban Green.* 13, 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.10.001>.

Nagase, A, Dunnett, N (2010). Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: Effects of watering and diversity. *Landsc. Urban Plan.* 97, 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.07.005>

VanWoert, ND, Rowe, DB, Andresen, JA, Rugh, CL, Xiao, L (2005). Watering regime and green roof substrate design affect *Sedum* plant growth, *HortScience*, 40(3), 659-664.

Wang, L, Lyons, J, Kanehl, P (2001). Impacts of Urbanization on Stream Habitat and Fish Across Multiple Spatial Scales. *Environ. Manag.* V 28, 255–266. <https://doi.org/10.1007/s002670010222>.

Yuan, F, Bauer, ME (2007). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. *Remote Sens. Environ.* 106, 375–386. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.09.003>

Sorumlu Yazar : Doç.Dr. Mert EKŞİ

e-mail: merteksi@istanbul.edu.tr

Orcid: 0000-0001-6373-9257

KENT İKLİMİ ÜZERİNDE YEŞİL ALANLARIN ETKİLERİ

Yeliz EMECEN* Nurgül ERDEM**

*İstanbul Üniversitesi- CerrahpaŐa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Avellar YerleŐkesi,34324 ,İSTANBUL

**İstanbul Üniversitesi-CerrahpaŐa, Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü İSTANBUL

*yeliz.emecen@gmail.com

Özet: Nüfus artışı ve beraberinde yaşanan çarpık/plansız kentleşmeyle arazi örtüsü/arazi kullanımında yaşanan değişimler kent ikliminin de değişimine sebep olmaktadır. Bu değişimler kırsal ve kentsel alanlar arasında sıcaklık farkını artırmaktadır. Özellikle yeşil alanların azalması, bütünlük ve yapısının bozulması soğutma etkisinin zarar görmesine sebep olmaktadır. İklim değişime uyum ve azaltma sürecinde yeşil alanlar önemli rol üstlenmektedir. Bu çalışmada son yıllarda yoğun yapılaşmanın yaŐandığı Samsun Atakum ilçesinin Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü (AK/AÖ) sınıf farklıklarının ve yeşil alan leke konfigürasyonunun arazi yüzey sıcaklığını nasıl etkilediği açıklanmaya çalışılmıştır. AK/AÖ sınıflarını ve mevsimsel olarak yüzey sıcaklığını tanımlamak amacıyla Landsat 8 OLI uydu görüntüleri Arcgis yazılımı kullanılarak sınıflandırmıŐ ve sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. AK/AÖ her bir sınıfı için ve her bir yeşil alan lekesi için ortalama yüzey sıcaklık değerleri tanımlanmıştır. Ayrıca yeşil alan lekelerinin ortalama leke boyutu ve ortalama Şekil indeksine yönelik analizler yapılmıştır. Sonuç olarak, AK/AÖ açısından incelendiğinde su yüzeylerin özellikle yaz mevsiminde kentsel alanlarda soğutmada etkin olduğu, kentsel yeşil alanların kent iklimine soğutma yönünde katkı sağlayacağı görülmektedir. Çalışmada yeşil alanlara ilişkin metrik değerleri ve yüzey sıcaklık değerleri arasında anlamlı bir ilişki elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj ekolojisi, peyzaj metrikleri, yüzey sıcaklığı, yeşil alanlar.

THE EFFECTS OF GREEN AREAS ON URBAN CLIMATE

Abstract: Unplanned urbanization caused by population growth changes land cover / land use. The changes also affect the urban climate and increase the temperature differences between rural and urban areas. Especially the deterioration of the integrity and structure of the green areas and consequently its decrease brings about the damage of the urban cooling property. Green areas play an important role in climate change adaptation and mitigation process. In this study, it has been tried to explain how land surface temperature is affected by differences of Land Cover / Land Use (LC/LU) classes and green area patch configuration of Samsun, Atakum district, which has been experiencing intensive construction in recent years. Firstly, Landsat 8 OLI satellite images were classified and temperature maps were created by using Arcgis software in order to define LC/LU classes and seasonal surface temperature and then mean surface temperature values were defined for each class of LC/LU and for each green area patch. In addition, analyzes were made for the mean patch size and mean shape index of the green areas patch. As a result, it is seen that water surfaces are effective in cooling in urban areas especially in summer season and it is seen that urban green areas will contribute to cooling in urban climate. No significant relationship was found between metric values and surface temperature values of green areas.

Keywords: Landscape ecology, landscape metrics, land surface temperature, green areas

1. Giriş

Kent nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak kent formu ve fonksiyonları şekillenmektedir (Duman Yüksel 2005). Nüfus büyümesi ve beraberinde gelen çarpık kentleşme, kent yaşamını, doğal döngüyü, insan sağlığını, biyoçeşitliliği vb. kent sistemi içerisinde yer alan doğal unsurları fiziksel ve kimyasal olarak etkilemektedir. Özellikle de kent iklimi üzerinde büyük etkileri görülmektedir. Yerel, bölgesel ve hatta küresel ölçeklerde iklim ve atmosfer kompozisyonunun değişmesine neden olmaktadır (Oke ve ark. 2017).

Kentleşmeyle birlikte görülen en belirgin iklimsel olay, daha yüksek hava sıcaklıklarına doğru olan eğilimdir. Kentsel ve kırsal alan arasında gelişen farklılıklar büyük ölçüde sinoptik koşullara bağlıdır. Bu sinoptik rejimler altında kentsel ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farklılıkları oluşmaktadır (Landsberg 1981). Bu farklılık “kentsel ısı adası” olarak tanımlanır. Bu kavram ilk kez 1818’de Luke Howard’ın Londra kenti için yaptığı çalışmada tanımlanmıştır (Gartland 2008). Kentsel ısı adası, kent formu (binalar, yollar ve bitki örtüsü gibi kentsel unsurları oluşturan doğal ve yapısal materyaller, bitki örtüsü, geometrik yapı) ve kent fonksiyonları (arazi kullanımları, endüstriyel ve diğer süreçler, ulaşım vb.) ile karakterize edilir (Oke ve ark. 2017).

Kentsel ısı adası etkisine yönelik genel çalışmalar daha çok bina yüksekliği sınırı ve arazi yüzeyi arasında kalan atmosfer tabakasındaki değişimlere yönelik olurken, son zamanlarda ise arazi yüzey sıcaklıklarına yönelik çalışmalara odaklanıldığı görülmektedir (Connors ve Galletti 2013). Arazi yüzey sıcaklıklarına değişmesinde yüzey materyali etkili olmaktadır. Özellikle düzensiz ve plansız kentleşmeyle birlikte yeşil dokunun azalması ve bütünlüğünün bozulması iklimsel açıdan soğutma etkisinin de zarar görmesine neden olmaktadır. Birden fazla ekosistem hizmeti sunan yeşil alanlar, kentsel ısı adası etkisini hafifletmek ve böylece iklim değişikliğine karşı kentsel dayanıklılığı arttırmak için önemli bir rol üstlenmektedir (Shih 2017; Yu ve ark. 2017). Yeşil alanların kent sıcaklığı nasıl etkilediğini anlamak, peyzaj planlamasının termal faydalarını değerlendirmek için çok önemlidir (Sun ve Chen 2017).

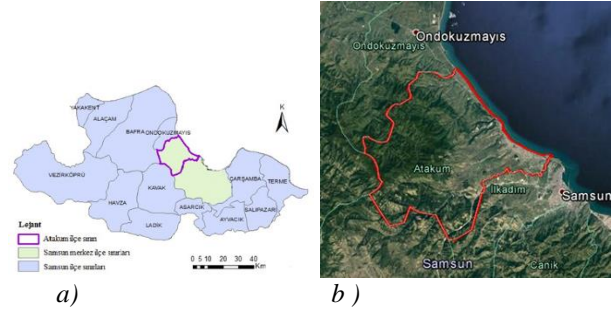
Bu çalışmada, son yıllarda hızlı bir büyüme yaşayan Samsun ili Atakum ilçesi için arazi kullanımı/arazi örtüsünün ve yeşil alan lekelerinin özelliklerinin yüzey sıcaklığı mevsimsel olarak nasıl etkilediğini tanımlamak amaçlanmıştır. Buna bağlı olarak ilk önce Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Atakum ilçesi yerleşim alanları, tarım

alanları, kentsel yeşil alanlar, orman alanları, su yüzeyleri, açık alanlar ilişkin arazi örtüsü ve kullanımı sınıflandırılmıştır. Belirlenen yeşil alan lekelerinin konfigürasyonu peyzaj metrikleri (boyut, şekil) kullanılarak tanımlanmıştır. Ayrıca alana ilişkin olarak Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin termal bantı kullanılarak alanın dört mevsime ilişkin yüzey sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen yeşil alan metrikleri değerleri ve yüzey sıcaklığı ilişkisini tanımlama için istatistiksel yöntemler kullanılarak yeşil alanların yüzey sıcaklık üzerindeki etkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı $35^{\circ}58'45''$ – $36^{\circ}19'00''$ doğu boylamları ile $41^{\circ}13'30''$ – $41^{\circ}26'45''$ kuzey enlemleri (Yılmaz ve Öztürk 2019) arasında yer alan Samsun ili Atakum ilçe sınıridir (Bkz. Şekil 1). Samsun il merkezinin batısını tanımlayan Kürtün Çayı’ndan başlayarak 19 Mayıs ilçe sınırlarına kadar uzanmaktadır. Kıyıya paralel olarak batıya doğru Samsun-Sinop Karayolu’nun ve kıyıdan güneye Samsun-Ankara Karayolu’nun ulaşım eksininde yer almaktadır. İlk zamanlar sayfiye yeri olarak kullanılan Atakum son zamanlarda hızlı kentleşme ve nüfus artışının bağlı olarak yapılaşmanın oldukça fazla olduğu bir ilçe haline gelmiştir (Yılmaz 2004).



Şekil 1: a) Samsun il ve İlçe sınırları, b) Atakum ilçesine ait uydu görüntüsü

Veri seti olarak 30 Ocak 2018, 04 Nisan 2018, 07 Haziran 2018 ve 29 Ekim 2018 tarihlerine ait Landsat 8 OLI uydu görüntüleri (path/row:175/31) kullanılmıştır. Bulutluluk oranı % 10’unun altında olan görüntüler belirlenmiş ve dört mevsime ilişkin yüzey sıcaklık verileri oluşturulmuştur. Arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflandırmaları için 07 Haziran 2018 tarihli uydu görüntüsü kullanılmıştır.

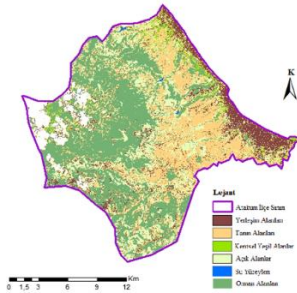
2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi örtüsü/arazi kullanımın Altlıklarının Oluşturulması

Literatür çalışmaları incelendiğinde çalışma ölçeğine bağlı olarak uydu görüntülerinin seçildiği

görülmektedir. İl veya ilçe gibi büyük alanlarda yapılan analiz çalışmalarda genel arazi örtüsü/arazi kullanımını tanımlamakta yeterli olacak Landsat uydu görüntülerinin kullanıldığı görülmüştür. Sınıflandırma basamakları çalışmanın amacı doğrultusunda seçilmektedir. Weng ve ark. 2004; Li ve ark. 2009; Zhou 2011, Li ve ark. 2012; Feng ve ark. 2014; Peng 2016; çalışmalarında Landsat uydu görüntüleri yerleşim alanı, tarım alanı, orman alanı/bitki örtüsü, çıplak toprak/açık alan, su alanları gibi genel başlıklarda sınıflandırıldığı görülmektedir. Daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanıldığı çalışmalarda (Örn; Connors ve Galletti 2013, Kong ve ark. 2014) ise bu genel başlıklar alt kategorilere ayrılarak daha detaylı sınıflandırma yapılmıştır. Örneğin yapılaşmış alanlar konut alanları ve geçirimsiz yüzeyler olarak veya yeşil alanlar çim, çalı, ağaç gibi vb. daha alt basamaklara ayrılmaktadır. Bazı sınıflandırma çalışmalarında ise (örn; Yuan ve Bauer 2007, Gerçek ve Türkmenoğlu Bayraktar 2014, Lin ve ark. 2015 ve Estoque ve ark. 2017 vb.) NDVI (vegetasyon indeksi), NDISI (Geçirimsiz yüzey indeksi), NDWI (su indeksi), yapılaşmış alan indeksi gibi dönüşüm indeksleri kullanılarak yüzey sıcaklık ilişkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bazı çalışmalarda ise bu iki sınıflandırma yönteminin birlikte kullanıldığı da görülmektedir (Örn. Asgarian ve ark. 2015; Sun ve Chen 2017 vb.).

Bu çalışmada, yerleşim alanları, tarım alanları, orman alanları, su yüzeyleri, kentsel yeşil alanlar ve açık alanlar olmak üzere genel olarak sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma aşamasında görüntü düzeltme, bantların birleştirilmesi, kontrollü sınıflandırma ve kontrol noktaları ile sınıflandırma doğruluğunun değerlendirilmesi süreçleri izlenmiştir. 07 Haziran 2018 tarihine ait Landsat uydu görüntüsü (path/row:175/31) gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra 1000 örnekleme noktası girilerek Arcgis yazılımı kullanılarak kontrollü sınıflandırma yapılmıştır (Şekil 2). Sınıflandırmanın doğruluğu 500 kontrol noktası ile değerlendirilmiş ve Kappa Değeri 0.8133 olarak doğruluğu tanımlanmıştır.



Şekil 2: Atakum İlçesi AÖ/AK sınıfları haritası

Çalışma alanını temsil eden arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıfı haritası elde edildikten sonra her bir sınıfı tanımlayan vektör veri oluşturulmuştur.

2.2.2. Yüzey Sıcaklık Verilerinin Oluşturulması

Dört mevsime yönelik yüzey sıcaklık verilerini oluşturmak amaçlı 30 Ocak 2018, 04 Nisan 2018, 07 Haziran 2018 ve 29 Ekim 2018 Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Yu ve ark. 2014 yaptığı çalışma sonucu 10. termal bantın doğruluğunun daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Buna bağlı olarak arazi yüzey sıcaklığı (LST) 10. bant kullanılarak aşağıdaki denklem (Dissanayake ve ark. 2019) üzerinden elde edilmiştir.

LST: Arazi yüzey sıcaklığı

TB: Uydu görüntüsüne ait parlaklık sıcaklığı

λ : yayılan ışığın dalga boyu (= 11.5 μ m)

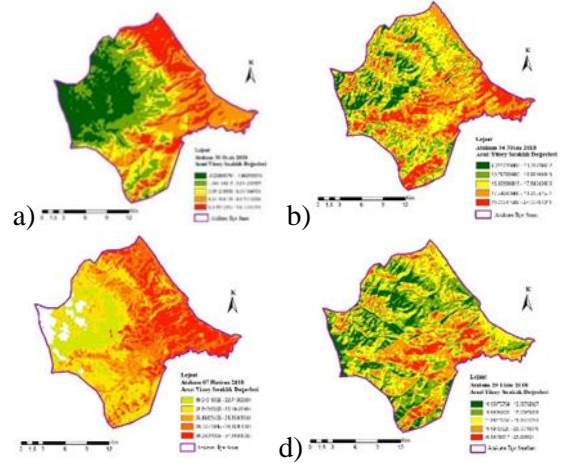
$\rho = h * c / \sigma$ (1.438 * 10⁻² m K)

(σ = Boltzmann sabiti (1.38 * 10⁻²³ J K), h

= Planck sabiti (6.626*10⁻³⁴J s), c = ışık hızı (2.998 * 10⁸ m s)) (Avdan ve Jovanovska 2016)

LSE(ϵ): Arazi yüzey salınımı

Uydu görüntüsüne ait parlaklık değerini (TB) elde etmek için ilk olarak bant 10'a ait dijital sayı spektral ışıma, elde edilen spektral ışıma değeri, USGS 2018'de belirtilen dönüşüm formülü kullanılarak parlaklık değerine dönüştürmüştür. Dissanayake ve ark. 2019'da bağlı olarak ise arazi yüzey salınımını değeri bulunmuştur.



Şekil 3: Atakum İlçesi 30 Ocak 2018(a), 04 Nisan 2018(b), 07 Haziran 2018(c), 29 Ekim 2018 tarihleri arazi yüzey sıcaklık değerleri

Elde edilen yüzey sıcaklık değerleri kullanılarak oluşturulan arazi kullanım/arazi örtüsü sınıflarının her biri için ortalama, sıcaklık değerleri tanımlanmıştır.

2.2.3. Peyzaj Strüktürünün Tanımlanması

Peyzaj metrikleri, belirli bir zaman ölçeğinde peyzajın mekânsal strüktürünü tanımlamak amacıyla kullanılan bir araçtır (Barnoaiea 2011). Bu araç sayesinde peyzajın kompozisyon ve konfigürasyonu tanımlanmaktadır. Çalışmanın ikinci kısmında yeşil alan lekelerinin konfigürasyon özellikleri incelenerek arazi yüzey sıcaklığını nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Yeşil alan – kent kimliği ve arazi yüzey sıcaklığına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde alan/kenar (peyzaj yüzdesi (pland), kenar yoğunluğu (ed), ortalama leke alanı (area_mn), leke alanı (Area) vb.) şekil metrikleri (alan ağırlıklı şekil indeksi (Shape_mn), peyzaj şekil indeksi (LSI)) gibi metriklerin ağırlıklı olduğu, bunun yanı sıra çekirdek alan ve kümelenme metriklerinin kullanıldığı görülmektedir (Li ve ark. 2011; Li ve ark. 2013; , Chen ve ark. 2014; Kong ve ark. 2014; Wu ve ark. 2014; Kim ve ark. 2016; Sun ve Chen 2017; Yu ve ark. 2017). Bu kapsamda Landsat 8 OLI uydu görüntüsünden elde edilen AK/AÖ sınıflandırma verisinden yeşil alanlara ilişkin lekeler ayrılarak vektör veri oluşturulmuş ve görüntü üzerinden Arcgis “patch analiz aracı” kullanılarak ilk olarak ortalama leke alanı ve ortalama şekil indeksi ilişkin değerler elde edilmiştir. Microsoft Excel yazılı üzerinden grafiksel olarak değerlendirilerek sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada ilk olarak arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflarının ikinci olarak ise yeşil alan lekelerinin konfigürasyonu açısından arazi yüzey sıcaklığını nasıl etkilediğine yönelik ilişki açıklanmaya çalışılmıştır.

3. Bulgular

3.1. AK/AÖ Sınıflandırması ve Mevsimsel Yüzey Sıcaklık İlişisine Ait Bulgular

Çalışma alanına ilişkin olarak 07 Haziran 2018 tarihli Landsat 8 OLI görüntüleri sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucunda 29352.6 ha alanın % 44’ü orman alanları, % 30’u tarım alanları, % 20’si açık alanlar, % 3’ü yerleşim alanı ve % 3’lük kısmı kentsel yeşil alanlar ve % 0.2’lik kısmı ise su yüzeylerinin oluşturduğu görülmüştür.

Her bir sınıflandırma basamağına ilişkin ortalama yüzey sıcaklık değerleri elde edilmiştir (Çizelge 1). Elde edilen mevsimsel yüzey sıcaklık değerleri incelendiğinde ilkbahar mevsimi için yerleşim alanları 19.3 °C, açık alanlar 18.5 °C, tarım alanları 17.6 °C, kentsel yeşil alanlar 17.7 °C, orman alanları 16.1 °C, su yüzeyleri 14.9 °C olarak; yaz mevsimi için yerleşim alanları 31.0 °C, tarım alanları 29.1 °C, açık alanlar 28.9 °C, kentsel yeşil alanlar 27.9 °C, orman alanları ve su yüzeyleri 23.7 °C olarak; sonbahar mevsimi için tarım alanları 18.8 °C,

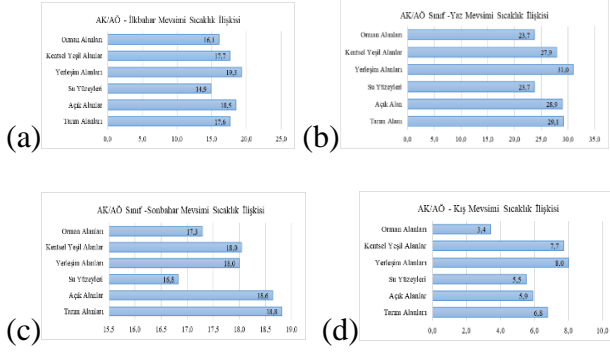
açık alanlar 18.6 °C, yerleşim alanları ve kentsel yeşil alanlar 18.0 °C, orman alanları 17.3 °C, su yüzeyleri 16.8 °C olarak; kış mevsimi için ise yerleşim alanları 8.0 °C, kentsel yeşil alanlar 7.7 °C, tarım alanları 6.8 °C, açık alanlar 5.9 °C, su yüzeyleri 5.5 ve orman alanları 3.4 olarak bulunmuştur.

Tablo 1: Arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflarına ilişkin elde edilen yüzey sıcaklık değerleri (°C)

AK/AÖ Sınıfları	Tarım Alanları	Açık Alanlar	Su Yüzeyleri	Yerleşim Alanları	Kentsel Yeşil Alan.	Orman Alanları
İlkbahar (4 Nis. 2018)	17.6	18.5	14.9	19.3	17.7	16.1
Yaz (07 Haz. 2018)	29.1	28.9	23.7	31.0	27.9	23.7
Kış (30 Ocak 2018)	6.8	5.9	5.5	8.0	7.7	3.4
Sonbahar (29 Eki. 2018)	18.8	18.6	16.8	18.0	18.0	17.3

İlkbahar ve yaz mevsiminde en yüksek ortalama yüzey sıcaklık değerinin yerleşim alanlarında, en düşük sıcaklık değerinin ise su yüzeylerinde olduğu görülmektedir. Ama sonbahar mevsiminde en düşük ortalama sıcaklık değeri aynı şekilde su yüzeylerinde elde edilirken en yüksek sıcaklık tarım alanlarında elde edilmiştir. Kış mevsimi için ise ilkbahar ve yaz mevsimleri gibi en yüksek sıcaklık yerleşim alanları iken en düşük sıcaklık orman alanları olduğu görülmüştür (Şekil 4). Sonbahar ayından ürün alımıyla birlikte toprak yüzeyin çıplak kalması ve seraların kurulmasının ve diğerler mevsimlerde yüksek değer olarak çıkan yerleşim alanlarından daha büyük bir alan kaplaması tarım alanlarındaki yüksek sıcaklığın sebebi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kış mevsiminde en düşük sıcaklığın orman alanlarında görülmesinin sebebi ise alansal olarak büyük olması, topoğrafik yapıdan kaynaklanan yükseklik farklılıklarının etkili olduğu ve diğer mevsimlerde en düşük çıkan su yüzeylerinde daha yavaş soğumanın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

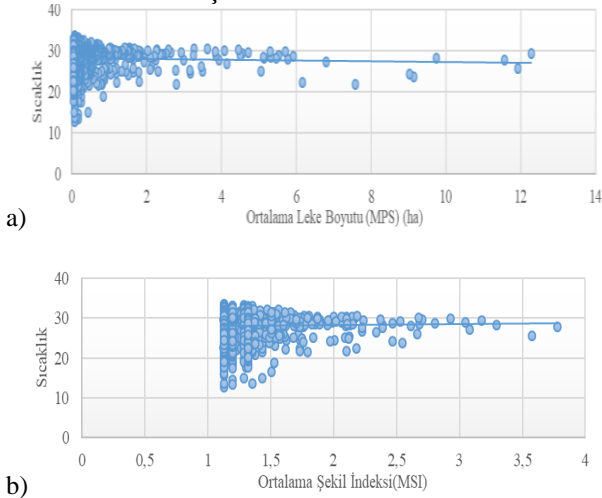
Kentsel alanlar açısından bakıldığında kentsel yeşil alanların dört mevsimde de aynı alansal büyüklüğe sahip yerleşim alanlarından daha soğuk olduğu tespit edilmiştir. Daha çok kentsel alanın çeperini oluşturan orman alanları, açık alanlar ve tarım alanlarından arasından ise orman alanlarının dört mevsim açısından da diğerlerine göre daha soğuk alanlar oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 4: Arazi yüzey sıcaklığı mevsimsel değerlerinin AK/AÖ sınıflarına ilişkin sonuçları (a- ilkbahar, b- yaz, c- sonbahar, d- kış mevsimine ilişkin değerler)

3.2. Yeşil Alan Leke Konfigürasyonu ve Yüzey Sıcaklığına İlişkin Bulgular

Sınıflandırılma sonucu elde edilen AK/AÖ haritası üzerinden Arcgis yazılımı kullanılarak kentsel yeşil alan lekeleri analiz için ayrılmıştır. Elde edilen yeşil alanlara ilişkin leke sayısının 2724 olduğu tespit edilmiştir. En küçük leke boyutu 900 m²'dir. 2724 lekenin her biri için ortalama sıcaklık değerleri oluşturulmuş ve patch analizi yapılarak ortalama leke boyutu ve ortalama şekil indeksi değerleri tanımlanmıştır. Elde edilen değerler korelasyon ve regresyon analizi yapılmadan önce grafiksel olarak dağılımı Microsoft Excel programı ile oluşturulmuştur. Ortalama leke boyutu ve şekil metrikleri ile yüzey sıcaklıklarına ilişkin grafik incelendiğinde (Şekil 5) anlamsız ilişki kurulduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 5: Ortalama leke boyutu (a), Ortalama şekil indeksi(b) ve yüzey sıcaklık ilişkisi grafikleri

Yapılan çalışmalarda yeşil alanlara ilişkin ortalama leke boyutu ve ortalama şekil metrikleri ile arazi yüzey sıcaklıkları arasında her zaman bir

negatif ilişki olduğu görülmüştür (Li ve ark. 2013). Elde edilen sonuçlarda anlamlı ilişki oluşmamasına arazinin yapısına ait yükseklik, bakı gibi doğal unsurların etkili olabileceği düşünülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında, son zamanlarda kentsel olarak hızlı bir değişim gösteren Samsun Atakum ilçesine ait AK/AÖ sınıflandırması yapılarak ilk aşamada farklı sınıfların mevsimsel olarak, sonrasında sınıflandırma basamaklarından olan yeşil alanlara ait leke konfigürasyonu açısından yüzey sıcaklığının nasıl etkilendiği tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusundan Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır.

AK/AÖ sınıfları ve alan yüzey sıcaklık ilişkisine yönelik elde edilen bulgular incelendiğinde ilkbahar, yaz ve kış ayları için en yüksek sıcaklığın yerleşim alanlarında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Su yüzeylerin özellikle yaz mevsiminde kentsel alanlarda soğutmada en yüksek katkıyı sağladığı görülmektedir. Çalışma alanı içerisinde aynı alansal büyüklüğe sahip kentsel yeşil alanlar ve yerleşim alanları sonuçlarına bakıldığında yeşil alanların dört mevsimde daha soğuk alanlar oluşturduğu ve kent iklimine soğutma yönünde katkı sağlayacağı görülmektedir.

Atakum ilçesi kıyı kesiminde kentleşmenin yoğun olarak görüldüğü lineer bir yerleşime sahiptir. Bu nedenle yerleşim alanları, kentsel yeşil alanlar kıyı kesiminde daha ağırlıklı görülürken kent çeperinde tarım alanları ve orman alanlarının olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak da çalışma alanının kentsel alan ve çeperini oluşturan kırsal alan arasında sıcaklık farkının olduğu sonucuna varılmaktadır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise yer alan yeşil alan lekelerine ait metrikler ve yüzey sıcaklık değerleri arasında anlamlı bir ilişki elde edilememiştir. Buna arazi yapısının (yükseklik, bakı vb.) etkili olduğu düşünülmektedir. Bir sonraki çalışmada yeşil alan lekeleri, yükseklik, yakın çevresinin yüzey sıcaklığı üzerine olan etkileri araştırılacaktır. Ayrıca lineer bir kent yerleşimine sahip olan Atakum ilçesinin daha çok kentsel alan içerisinde kalan bir çalışma sınırı oluşturup değerlendirmelerin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Asgarian, A, Jabbarian, A, Sakieh, Y (2015). Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. Urban Ecosystems 18(1): 209–222, <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0387-7>.

Avdan U, Jovanovska G (2016). Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data. Hindawi Publishing Corporation

- Journal of Sensors 1480307: 8,
<http://dx.doi.org/10.1155/2016/1480307>.
- Barnoiaea A R (2011). Quantifying landscape fragmentation on orthophotos in Suceava and Neamt Counties Using Fragstats. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 15(3): 175-181, <https://pdfs.semanticscholar.org/84d3/72775882b4921edacb080a1e8fcd779d40a1.pdf>, Ziyaret Tarihi: 21.03.2019).
- Chen A, Yao X. A, Sun, R., Chen L (2014). Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. Elsevier, *Urban Forestry & Urban Greening* 13: 646–654, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.07.006>.
- Connors J P, Galletti C S, Chow W T L (2013). Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona. *Landscape Ecology* 28(2): 271–283, DOI 10.1007/s10980-012-9833-1.
- Dissanayake D, Morimoto T, Murayama Y, Ranagalage M (2019). Impact of Landscape Structure on the Variation of Land Surface Temperature in Sub-Saharan Region: A Case Study of Addis Ababa using Landsat Data (1986–2016). *Sustainability*, 11, 2257; doi:10.3390/su11082257
- Duman Yüksel Ü (2005). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Estoque R C, Murayama Y, Myint S W (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Science of the Total Environment* 577: 349–359, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.195>.
- Feng H, Zhao X, Chen F, Wu L (2014). Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island. *Advances in Space Research* 53 (3): 463–473, DOI: 10.1016/j.asr.2013.11.028
- Gartland L (2008). Heat Islands; Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas. Eartscan, ISBN-13:978-1-84407-250-7.
- Gerçek D, Türkmenoğlu Bayraktar N (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti ve Değerlendirilmesi: İzmit Kenti Örneği. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (14-17 Ekim 2014), İstanbul <https://www.kongresistemi.com/root/dosyalar/uzalcbcs2014/360.pdf>.
- Kim JH, Gu D, Shon W, Kil SH., Kim H, Lee, DK (2016). Neighborhood Landscape Spatial Patterns and Land Surface Temperature: An Empirical Study on Single-Family Residential Areas in Austin, Texas. *Int J Environ Res Public Health* 13(9): 880, Doi:10.3390/ijerph13090880
- Kong F, Yin H, James P, Hutrya L R, He H S (2014). Effects of spatial pattern of greenspace on urban cooling in a large metropolitan area of eastern China. *Landscape and Urban Planning* 128: 35–47, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.018>.
- Landsberg H E (1981). *Urban Climate*. Academic Press, ISBN 0-12-435960-4, London.
- Li J J, Wang X R, Wang X J, Ma W C, Zhang H (2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity* 6 (4): 413–420, <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.02.002>.
- Li J, Song C, Cao L, Zhu F, Meng X, Wu J (2011). Impacts of landscape structure on surface urban heat islands: A case study of Shanghai, China. Elsevier, *Remote Sensing of Environment* 115 (12): 3249–3263, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.07.008>.
- Li X, Weiqi Z, Ouyang Z (2013). Relationship between land surface temperature and spatial pattern of greenspace: What are the effects of spatial resolution?. *Landscape and Urban Planning* 114: 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.02.005>.
- Li Y Y, Zhang H, Kainz W (2012). Monitoring patterns of urban heat islands of the fast-growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data. Elsevier, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 19: 127–138, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.05.001>.
- Lin W, Yu T, Chang X, Wu W, Zhang Y (2015). Calculating cooling extents of green parks using remote sensing: Method and test. *Landscape and Urban Planning* 134: 66–75, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.10.012.
- Oke TR, Mills G, Christen A, Voogt J A (2017). *Urban Climates*. University Printing House, Cambridge CB2 8BS, DOI: 10.1017/9781139016476, United Kingdom.
- Peng J, Xie P, Liu Y, Ma J (2016). Urban thermal environment dynamics and associated landscape pattern factors: A case study in the Beijing metropolitan region. *Remote Sensing of Environment* 173: 145–155, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.027>.
- Shih W (2017). Greenspace patterns and the mitigation of land surface temperature in Taipei metropolis. *Habitat International* 60: 69–80, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.12.006>.
- Sun R, Chen L (2017). Effects of green space dynamics on urban heat islands: Mitigation and diversification. *Ecosystem Services* 23: 38–46, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.11.011>.
- USGS (2018). *Landsat 8 Data Users Handbook*, <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>. (Access date: 18.09.2019)
- Weng Q, Lu D, Schubring J (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment* 89(4): 467–483, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>.
- Wu H, Ye L P, Shi W Z, Clarke K C (2014). Assessing the effects of land use spatial structure on urban heat islands using HJ-1B remote sensing imagery in Wuhan, China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 32: 67–78, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.03.019>.
- Yılmaz A (2004). Samsun kentinin yeni gelişim alanları: Atakum, Atakent, Kurupelit. *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 42: 59-72, İstanbul. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/198546> (Ziyaret tarihi: 12.11.2019)
- Yılmaz İ, Öztürk D (2019). Samsun-Atakum Orman Alanlarının Belirlenmesinde Farklı Bitki İndekslerinin Karşılaştırılması. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies* 3(1): 9-13.
- Yu X, Guo X, Zhaocong W (2014). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 8 TIRS — Comparison between Radiative Transfer Equation-Based Method, Split Window Algorithm and Single Channel Method. *Remote Sensing* 6(10):9829-9852, <https://doi.org/10.3390/rs6109829>.
- Yu Z, Guo X, Jongensen G, Vejre H (2017). How can urban green spaces be planned for climate adaptation in subtropical cities?. *Ecological Indicators* 82: 152–162, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.002>.
- Yuan F, Bauer M E (2007). Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery. Elsevier, *Remote Sensing of Environment* 106(3):375–386, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.09.003>.

Zhou W, Huang G, Cadenasso M (2011). Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes. *Landscape and Urban Planning* 102(1): 54–63, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.009>

Sorumlu Yazar: Araç.Gör. Yeliz EMECEN

e-mail: yeliz.emecen@gmail.com

Orcid: 0000-0002-6498-6804

ANTALYA KENTİNDE ENERJİ ETKİN PLANLAMA KAPSAMINDA YEŞİL ALTYAPININ YERİ VE ÖNEMİ

Arzu Özlem ALPASLAN Veli ORTAÇEŐME***

**Antalya Büyükşehir Belediyesi ANTALYA

*Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

**aopalpaslan@antalya.bel.tr

Özet: Enerji etkin planlama, kentsel alanların planlanmasında kentsel doku, yapı yükseklikleri ve konumlarının çevresel ve iklimsel faktörlere göre belirlenmesini sağlayan bir planlama yaklaşımıdır. Kentsel alanlardaki yapıların yükseklikleri, konumları ve yönlerinin; yapı çevresinde ve kentte açık ve yeşil alan varlığı ve büyüklüğü gibi faktörlerin enerji etkin ölçütlere uygun olmaması kentlerdeki hava akımı üzerinde olumsuz etkilere neden olmakta, kent merkezlerinde ısı salınımı yavaşlamakta, dolayısıyla kentin ısı dengesi değişmekte ve kent merkezlerinde sıcaklıklar artmaktadır. Bu sıcaklık artışı, kentsel alanlar ve çevresindeki kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkları ölçülerek gözlemlenebilmektedir. Yeşil altyapının yeri ve önemini Antalya kentinde enerji etkin planlama yaklaşımı kapsamında incelemeyi amaçlayan bu çalışmada, Antalya kentinde bir yıl boyunca yapılan iklimsel ölçümler ve Ağustos ayında yapılan yüzey sıcaklık analiz sonuçlarına göre, hem yüzey ısı adası hem de kentsel ısı adası etkisi, kırsal ve yarı kırsal alanlar da dahil olmak üzere, kentin tamamında görülmüştür. Bunun ana nedeninin kırsal ve yarı kırsal alanlarda arazi örtüsü değişimlerinin ve bitki örtüsü yoğunluğunun azalması olduğu görülmüştür. Çalışmada ayrıca kesimlerde denizin, iç kesimlerde ise yeşil alanlar ve su yüzeylerinin etkisiyle ısı adası etkisinin 6 - 9 °C arasında hafiflediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin planlama, açık ve yeşil alan, yeşil altyapı, Antalya

THE IMPORTANCE OF GREEN INFRASTRUCTURE WITHIN THE SCOPE OF ENERGY EFFICIENT PLANNING IN ANTALYA

Abstract: Energy efficient planning is a planning approach that enables the determination of urban texture, building heights and locations according to environmental and climatic factors in urban planning. The fact that the height, location and direction of buildings in urban areas as well as the presence and size of open and green spaces around the buildings and in the whole are not in accordance with the energy efficient planning principles, causes negative heat island effect in cities. If there is no air flow, the heat balance of the city changes and the temperatures increases in the city centers. This temperature increase can be observed by measuring the temperature differences between urban areas and surrounding rural areas.

This study aims to examine the importance of green infrastructure in the context of energy efficient planning approach in Antalya city. According to the results of year-round climatic measurements in Antalya and surface temperature analysis in August, both surface heat island and urban heat island effects were identified in the whole city, including rural and semi-rural areas. The main reason for this was found to be the land cover changes and the reduction of vegetation densities. In addition, the results of the study indicated that the presence of the sea in the coastal parts and the green areas and water surfaces in the inland areas had a positive cooling effect on the surface temperatures between 6 - 9 °C.

Keywords: Energy efficient planning, open and green spaces, green infrastructure, Antalya

1. Giriş

Kentler, dünya yüzeyinin % 2'sinden daha azını kapsadığı halde dünya enerjisinin % 78'ini tüketip, tüm karbondioksitin % 60'ından fazlasını üreterek iklim değişikliğini hızlandırıcı bir etkide bulunurken; iklim değişikliğinin küresel boyutundan en fazla etkilenen alanlardır. İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağı olan fosil ve biyokütle yakıtların yakılması, çimento üretiminin karbondioksit; tarım ve katı atık düzenli depolama sahalarının metan gazı salması, gübre kullanımı ve naylon üretimi, diazot monoksit ve buzdolabı ile klimaların florine sera gazı salınımları ile birlikte arazi kullanımı değişiklikleri de iklim sistemini önemli ölçüde etkilemektedir.

Kentlerde yeşil alanların ve buharlaşma yüzeylerinin azalması; beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin, yapısal alanların artması gibi nedenlerle meteorolojik parametreler değişerek yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmakta; büyük kentler kendilerine özgü iklimleri olan mekânlar haline gelmektedirler. Kentsel alanlardaki bu iklimsel farklılaşma "kentsel ısı adası" olarak tanımlanmaktadır (Yüksel 2005).

Bu çalışmanın amacı, Antalya kentinin büyümesine bağlı olarak arazi kullanım ve yüzey örtüsü değişimleri; imar planlarında verilmiş olan yapılaşma haklarının artırılması; planlama araç ve kamu erklerinin etkin kullanılmaması nedeniyle kentsel yeşil alanların gerçekleşmemesi ve mevcut nüfusa göre yetersiz kalması gibi nedenlerle oluşan ısı adası varlığı, etkileri, sebep ve sonuçlarının araştırılarak, etkilerin azaltılmasında yeşil alanların rolünü değerlendirmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyali ülkemizin güneyinde yer alan bir kıyı kenti olan ve yaklaşık 138.000 ha büyüklüğündeki Antalya kentinin 2004-2014 yıllarında geçerli olan 5216 sayılı Büyükşehir Yasası kapsamındaki Antalya Büyükşehir Belediyesi idari sınırlarıdır. Çalışmanın genelinde incelenen küresel ısınma ve iklim değişikliği, uzaktan algılama teknikleri ile arazi örtüsü sınıflandırması, bitki örtüsü analizi, yüzey sıcaklığı analizi, gökyüzü görüş faktörü analizi (GGF), kentsel ısı adası tespiti, iklim, meteoroloji, yerel iklim zonları, kentsel iklim zonları, enerji etkin tasarım kriterleri, güneş açıları, Antalya kenti iklim özellikleri ve Antalya kenti enerji etkin planlamaya ilişkin yapılmış önceki çalışmalar, Antalya kenti mevsimsel değişim değerleri vb. konulara ilişkin raporlar, lisansüstü tezler, bilimsel makaleler, bildiriler, kitaplar, web kaynaklı

sunumlar, internet sayfaları materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında kentsel ısı adası etkisini ölçmek amacıyla arazi kullanım/razi örtüsü tespiti ve karşılaştırılmaları, bitki örtüsü yoğunluğu indisi (NDVI) tespiti ve karşılaştırılmaları amaçlarıyla 26/08/1987 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü, 24/06/2002 tarihli Landsat-5 TM görüntüsü, 19/06/2006 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü, 25/08/2010 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü ve yüzey sıcaklığı analizi yapmak amacıyla 30/08/2012 tarihli LANDSAT- 7 ETM uydu görüntüsü kullanılmış; örnek yapı adalarının ve ulaşım akslarının seçimi için Antalya kentindeki seçilen bölgelere ait Antalya Büyükşehir Belediyesi imar plan arşivinden temin edilen çeşitli ölçekteki çevre düzeni ve imar planlarından yararlanılmıştır.

İklimsel verileri elde etmek üzere araştırma kapsamında 3 adet Davis Vantage Pro2 kablosuz sabit hava istasyonu kurulmuştur.

2.2. Yöntem

Araştırma, her birinin içinde farklı analizlerin ve değerlendirmelerin yapıldığı 5 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın birinci aşamasında çalışma alanının arazi örtüsü/razi kullanım analizi, yüzey sıcaklığı analizi, bitki örtüsü (NDVI) analizi ve arazi örtüsü/kullanım değişim analizi olmak üzere 4 ayrı analiz yapılmıştır. Bu aşamada Erdas Imagine 2014 ve ArcMap10.5 yazılımları ile 1987, 2002, 2006, 2010 yılları için çalışma alanının ait arazi kullanım/razi örtüsü belirlenmiştir. Erdas Imagine 2014 yazılımı ile görüntüler mozaiklenmiş, georeferanslandırılmış ve araştırma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. Denetimsiz sınıflandırma yöntemi ile arazi kullanım/örtüsü, CORINE sınıflandırma 1 ve 2 düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Aynı tarihli görüntüler üzerinden araştırma alanına ait bitki örtüsü indisi (NDVI) haritaları oluşturulmuştur. 30/08/2012 tarihli Landsat-7 TM görüntüsü ile yüzey sıcaklık haritası oluşturulmuştur.

Çalışmanın ikinci aşaması olan yerel iklim zonlarının belirlenmesi aşamasında; 5 ilçeyi kapsayan ve yaklaşık 138.000 ha büyüklüğünde olan araştırma sınırları içinde mikroklima etkilerini araştırmak için, CORINE sınıflandırma sistemine göre yapılan arazi örtüsü/razi kullanım sınıflarına göre belirlenen örnek 48 nokta için Stewart ve Oke (2010) şemasından yola çıkılarak geliştirilen Antalya kentinin yerel iklim zonları (YİZ) tespit edilmiştir. 48 nokta; CORINE sınıflandırmasına göre kentsel, kırsal, yarı kırsal alanlar arasından her üç sınıfın alt ana arazi kullanım tiplerine göre seçilmiştir. Bu çalışmaya göre farklı özellik gösterip kendi içinde

kümelenen kullanımlar, yeniden sınıflandırılmıştır. Buna göre 3 ana arazi kullanım/örtüsü kümesi tespit edilmiştir. Bu üç kümenin her biri, bir yerel iklim zonu olarak tanımlanmış ve bu bölgelere iklim istasyonları kurulmuştur.

Çalışmanın üçüncü aşaması, arazi kullanım sınıflarına göre kümelenme göstermesi nedeniyle seçilen yerel iklim zonlarında iklimin incelenerek mikroklima etkisinin araştırılmasıdır. 3 bölgeye kurulan iklim istasyonlarından bir yıl boyunca (Mart 2012-Mart 2013) her saatte bir kaydedilen iklim ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümlerin sıcaklık, rüzgâr, nem, güneş ışınımı, yağış, hissedilen sıcaklık gibi değerleri istatistiksel olarak incelenmiş ve istasyonların kurulduğu 3 kaynak alanın temel iklimsel özellikleri (ayak izi) ve aralarındaki farklar mikro iklim etkisi olarak ortaya konulmuştur. Bu bölümde, ölçümlerin sonucunda istasyonlar her bir ölçüm parametresi için; günlük, aylık olmak üzere kendi içlerinde ve birbirleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Bir yıl boyunca farklı yerlerde, aynı anda, aynı saat ve dakikada kaydedilen ölçüm değerleri, sıklık analizi (frekans analizi), çoklu ANOVA (MANOVA) yöntemleriyle değerlendirilmiş ve bölgesel ölçekte iklimsel farklılıklar istatistiksel olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu sayede istasyonların kurulduğu yerlerdeki çevresel farklılıkların iklimle ilişkisi incelenerek, iklimin yerleşim dokusuna ve yerleşim dokusunun iklime etkisi saptanmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın dördüncü aşamasında, kentsel ısı adası etkisi, ilk aşamada ölçülen yüzey sıcaklıkları ve üçüncü aşamada ölçülen hava sıcaklıklarının ikinci aşamada tespit edilen yerel iklim zonları (YİZ) arasındaki farklara göre tespit edilmiştir. Yüzey örtüsü ve kent çevresi ısı adalarının tespiti iklim istasyonları ile ölçülen sıcaklıklar ile yapılırken, yüzey ısı adaları için uzaktan algılama yöntemi ile belirlenen sıcaklıklar kullanılmıştır. Bu bölgeler arasında mikro-iklim farklılıklarının olup olmadığı, yüzey ısı adaları ve iklimsel ölçümler aracılığı ile tespit edilmiştir. Isı adası etkisinin tespiti için ise üç iklim istasyonunun kurulmuş olduğu kentsel, yarı kırsal ve kırsal alanlardaki sıcaklıklar ve aralarındaki sıcaklık farkları değerlendirilmiştir. Bu bölgelerde imar planı yapılaşma koşulları, mevcut yapılaşma ve kat yükseklikleri, bina ve sokak yüzey kaplamaları, gökyüzü görüş analizi (GGF), bitki varlığı, su varlığı, fonksiyon, yükseklik (rakım), bitki örtüsü analizi, termal analizle oluşturulmuş yüzey sıcaklıkları vb. araştırılarak ortak özellik gösteren kümelerden yola çıkarak kentsel iklim zonları (KİZ) tespit edilmiştir.

Araştırmanın beşinci ve son aşamasında, belirlenen 4 kentsel iklim zonunda (KİZ) yani mikro

ölçekte enerji etkin optimum yapılaşma koşullarının belirlenmesi amacıyla her kentsel iklim zonunda seçilen bir imar adası, o adaya ilişkin imar planları ve gerçekleşmiş yapılar, Ecotect yazılımı aracılığı ile güneş/gölge analizi, GGF faktörü, güneş stres analizi gibi analizlere tabi tutularak ada ve parsellerin yön, derinlik, cephe genişliği, rüzgâr yönü, cadde/sokak genişliği, albedo, yüzey kaplama materyalleri yapıların kat yüksekliği, adalar arasındaki boşluk/sokak genişliği, adalardaki doluluk/boşluk oranı (TAKS/KAKS), yeşil alan/cephe varlığı gibi kriterler incelenerek, enerji etkin planlama kriterleri oluşturulmuş ve bu kriterlere göre örnek yapı adaları oluşturularak mevcut durumla karşılaştırılarak tartışılmıştır. Gerek yapı adaları ve gerekse ulaşım aksları değerlendirilirken, bu alanlardaki bitki varlığı ve diğer peyzaj unsurlarının rolü de vurgulanmaya çalışılmıştır.

3.Bulgular

3.1. Arazi Örtüsü/Arazi Kullanım Değişimi

Araştırma alanı için yapılan arazi örtüsü sınıflandırmasına göre 1987-2010 yılları arasında geçen 23 yıllık süreçte, yerleşim alanlarında 18.175 ha'lık bir artış olmuştur. Bu artışın sadece yerleşim alanları olarak belirlenen alanda değil, yerleşim alanlarının yani nüfusun artmasıyla gerçekleşen diğer antropolojik etmenlerden kaynaklanan yapay olarak bozulan veya açılan alanlarda 14.593 ha kadar olduğu görülmektedir. 23 yıllık süreçte, toplamda 32.700 ha'lık alan, kentsel ve kırsal yerleşme alanlarına ve bunların getirdiği yan fonksiyonlara dönüşmüştür. Bununla birlikte tarım alanları 11.915 ha; orman ve yarı doğal alanlar ise 20.853 ha azalmıştır. 2002-2006 yılları arasında açık yüzeylere dönüştürülen orman alanları, 2006-2010 yılları arasında % 3 oranında tarım alanları ile birlikte yerleşim alanına dönüştürülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1: Arazi örtüsü değişimi (1987-2002-2006-2010),

CORINE Seviye 1	CORINE Seviye 2	1987 (ha)	%	2002 (ha)	%	2006 (ha)	%	2010 (ha)	(%)
Yapay Bölgeler	Yerleşim Alanları	11.381	8,0	18.179	13,0	23.574	16,8	29.556	21,2
	Diğer Kullanımlar (Bozulmuş/Açık Yüzeyler)	6.883	4,8	8.484	6,0	18.198	13,0	21.476	15,4
	Ara toplam	18.264	12,8	26.663	19,1	41.772	29,9	51.032	36,6
Orman ve yarı Doğal Alanlar	Sık Orman Alanları	63.150	45,3	62.477	44,8	44.548	32,0	44.537	31,9
	Kayalık/Çıplak/Seyrek Alanlar, Bitki Örtüsü Doğal Alanlar	14.523	10,4	15.700	11,2	17.625	12,6	12.283	8,8
	Ara toplam	77.673	55,7	77.447	55,5	62.173	44,6	56.820	40,7
Tarım Alanları	Tarım Alanları	43.581	31,5	35.408	25,4	35.573	25,5	31.666	22,7
Genel Toplam		139.518	100,0	139.518	100,0	139.518	100,0	139.518	100,0

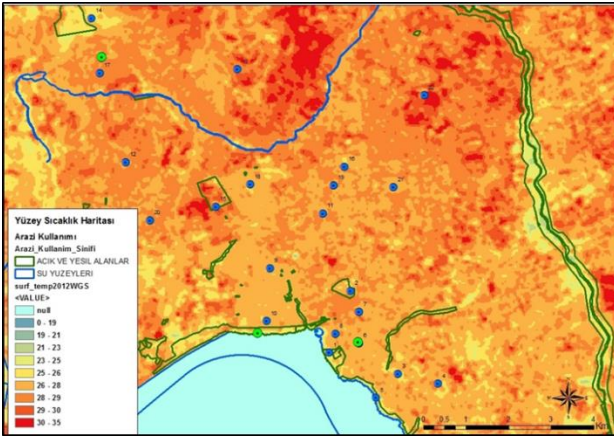
3.2. Bitki Örtüsü (NDVI) Analizleri

Aynı yıllarda yapılan bitki örtüsü yoğunluğu (NDVI) analizlerine göre, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu 1 değerine yakın olan Aksu, Döşemealtı, Kırcaami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından, 2002 yılında en fazla 0.78 değeri ile sadece Boğaçayı ve çevresinin bitkisel yoğunluğu

fazla görünmektedir. 2006 yılında ise bitkisel yoğunluk değeri en fazla 0.58'i göstermektedir. 2010 yılında bitki örtüsü yoğunluk değeri 0.80'dir. 23 yıllık süreçte, 1987 yılında bitkisel yoğunluğu yüksek olan Aksu, Döşemealtı, Kırcami, Düden ve Boğaçayı kolları arasındaki tarım alanlarından Döşemealtı, Kırcami bölgesi ve Aksu çayı havzasının kısmen yapılaştığı, bitki örtüsü varlığının azaldığı, ancak Aksu çayı havzasında tarımsal aktivitenin halen devam ettiği görülmektedir.

3.3. Yüzey Sıcaklığının Belirlenmesi

Yüzey sıcaklıkları haritasına göre Antalya kent merkezi ve çevresi 26-29 °C sıcaklık aralığında iken; kentin doğusunda Aksu ve kuzeyinde Döşemealtı ilçesinde sıcaklık aralığı çoğunlukla 29-35 °C arasındadır. Kentin doğusunda bulunan Antalya Havaalanı, idari olarak Muratpaşa ilçesinde yer alan Lara Kumulları da 30-35 °C sıcaklık aralığında olup en yüksek sıcaklık yansımaya sahip olan bölgelerdendir (Şekil 1).



Şekil 1: Yüzey sıcaklık değerleri °C (2012)

Kentsel kullanımların yoğun olduğu kent merkezi, çoğunlukla 26-28 °C sıcaklık aralığında kalmaktadır. En yüksek sıcaklığı temsil eden 30-35 °C sıcaklık aralığı; çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde görülmektedir.

3.4. Yerel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Stewart ve Oke 2010, yerel iklim zonlarını 102-104 metrelik yatay düzlemdeki yüzey ve hava sıcaklığı dağılımını benzeştiren bölgeler olarak tanımlamıştır. Her bir yerel iklim zonu (YİZ) sakin ve açık gökyüzü altında kendine özgü yüzey sıcaklığı oluşturan karakteristik bir geometri ve arazi örtüsünü temsil eder. Bu zonlar bitki dağılımı, bina/ağaç yüksekliği ve boşluklar, toprak nemi ve antropojenik ısı akımı gibi yüksek sıcaklıkları doğrudan etkileyen

Stewart ve Oke (2010)'nin yerel iklim zonunu belirlemede kullanılan sınıflar	Sınıf Kodu	Seçilen noktanın			
		Adı	Nokta No	İlçe No	Sınıf ***
	16	Deniz M., Dokuma M., Teomanpaşa M.	10, 15, 21	2, 3	5
	15	Sinan M., Doğu Çarşısı, Memurevleri M., Konuksever M., Karşıyaka Kültür M.	6, 7, 9, 11, 19, 20	3	5
	14	Kaleiçi	8	3	6
	13	Masa dağı, Varsak Karşıyaka,	13, 24	2	6
	12	Çıplaklı site, Atatürk Cad. Konut, Sakarya Parkı, Döşemealtı Sağlık Döşemealtı Merkez,	38, 39, 40, 41, 16	1, 2	6
	11	Çıplaklı Tarım 1, Menderes M., Varsak M., H. Karakaş M.	33, 26, 23, 22	1, 2	6
	10	Gaziler Başköy, Kcs. Burdur Yolu Konut	25, 34, 42	1, 2	6
	9	Kepez	17	2	6
	8	OSB, Kömürçüler	37, 47	1	3
	7	Kırcami, Çalkaya, Yamaşmaz, Çıplaklı Tarım 2, Yeşilbayır Orman	4, 30, 35, 36	2, 3	6
	6	Yeşilbayır Tarla 2, Yeşilbayır Tarla 3	44, 45	1	2
	5	Yeşilbayır Tarla 1, Yeşilbayır Tarla 4	43, 43	1	2
	4	Havaalanı Pist, Karain Pist	31, 48	1	4
	3	Hipodrom, Çıplaklı Tarım 1	32, 33	1	1
	2	Karaoğlu Parkı, Falez Parkı, Dokuma Fabrikası, Sakarya Parkı, Çumlek, Lara Kumulları, Mezarlık, Narenciye, Vakıf Zeytinlik, Kent Ormanı,	33, 5, 15, 16, 27, 29	3, 2	1
	1		2, 3, 12, 14	3, 2	1

Şekil 2: Seçilen örnek noktaların Stewart ve Oke (2010)'ye göre sınıflandırılması *** Arazi kullanım/doku/yoğunluk sınıfları, ** 1:Döşemealtı, 2:Kepez, 3:Muratpaşa

yüzey özellikleriyle birbirinden ayrılan 16 sınıf oluşturur (Şekil 2).

2012 tarihli Landsat TM7 görüntüsü üzerinde işaretlenen ve numaralandırılan 48 nokta, yüzey örtüsü sıcaklıkları, hava sıcaklıkları, bitki örtüsü indislerine (NDVI) göre karşılaştırılarak Stewart ve Oke (2010)'un sınıflandırmasına göre yerel iklim zonları istatistiksel olarak belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Yerel iklim zonlarını mikro ölçekte incelemek amacıyla ilk % 15 oranında benzerlik gösteren üç kümeyi temsil eden Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde bir yıl gözlem yapmak üzere sabit meteorolojik ölçüm istasyonu kurulmuştur.

3.5. Hava Sıcaklığının Belirlenmesi

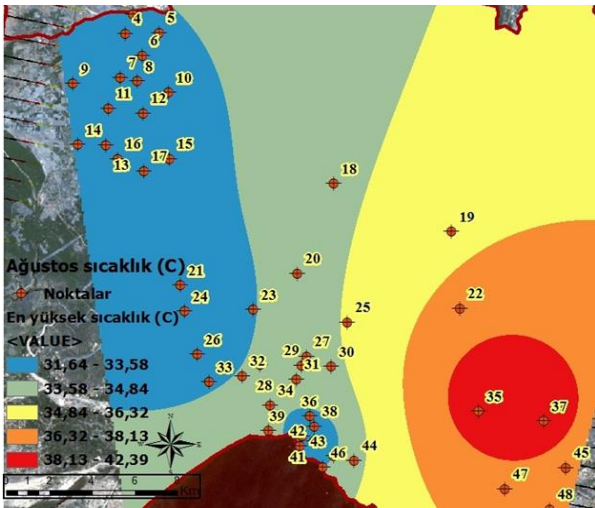
Döşemealtı, Kepez ve Muratpaşa ilçelerinde kurulan üç istasyonda ölçülen dış ortam sıcaklık (TempOut) ortalamalarının aylara göre dağılımına göre, yaz aylarında üç istasyonda ölçülen günlük ortalama sıcaklık değerleri yaklaşık aynı iken, kış aylarında değişkenlik göstermektedir. Muratpaşa istasyonu, en soğuk ay olan Ocak ayında, diğer istasyonlara göre en yüksek değeri (11.93 °C)

göstermektedir. Sadece hava sıcaklığı olarak bakıldığında, iklimsel konfor ve enerji etkinlik açısından kış aylarında en uygun bölge olurken, yaz aylarının en sıcak ayı olan Ağustos ayında da en yüksek değer (31.87 °C) ile en uygun olmayan bölgedir. Döşemealtı ilçesi Ağustos ayında 31.31 °C iken, Ocak ayında 9.98 °C ile en serin yer olarak görülmektedir (Döşemealtı bölgesinde en yüksek sıcaklıklar Temmuz ayında ölçülmüştür). Kepez ilçesi ise, Ağustos ayında 31.49 °C ve Ocak ayında 11.12 °C ile diğer iki istasyon arasında kalmaktadır. Bu sonuçlara göre, olarak da anlamlı görülen kentsel iklim zonları, yalnızca sıcaklık değerlerine bakıldığında da üç farklı istasyonun üç farklı sıcaklık bölgesini temsil ettiği görülmektedir.

İklimsel ölçümler dış ortam nemi (OutHum) açısından incelendiğinde; yıllık ortalama sıcaklığı en yüksek olan Ağustos ayında nem değerlerinin en düşük, yıllık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu Ocak Ayı'nda en yüksek olduğu görülmektedir. Dış ortam nem (OutHum) değerlerinin istasyonlara göre dağılımına bakıldığında; Ağustos ayında Muratpaşa bölgesi % 45 ile en yüksek, Döşemealtı bölgesi % 38 ile en düşük; Ocak ayında Döşemealtı bölgesi % 73 ile en yüksek, Kepez ve Muratpaşa % 69 ile en düşük nem oranlarını göstermektedir.

3.6. Kentsel İklim Zonlarının Belirlenmesi

Kurulan 3 iklim istasyonu ve Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün Muratpaşa ilçesi Bahçelievler Mahallesi ve Havalimanı istasyonları ile birlikte toplam 5 istasyondan ölçülen Ağustos ve Ocak ayı sıcaklık değerleri, istasyon konumlarına ait noktalarına atanarak çalışma alanına ait hava sıcaklığı haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).



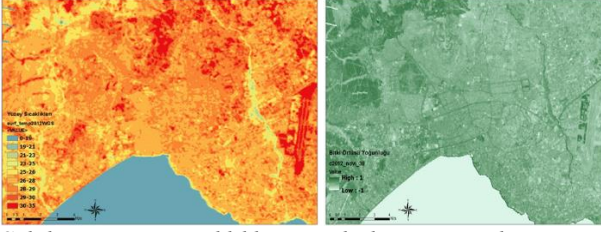
Şekil 3: Hava sıcaklıkları dağılımı

No	Nokta adı	CORINE 2. düzey arazi kullanım durumu	Yüze Sıcaklık (°C) (LST)	Istasyon (hava) Sıcaklık (°C)	NDVI indisi	ΔT (h-y) °C	
1	Karaalioglu park	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	25,3	32,1	0,5	6,8
2	Andızlı mezarlık	Ormanlar	1	25,3	32,1	0,6	6,8
3	Narenciye	Karışık tarımsal alanlar	6	25,3	32,2	0,5	6,9
4	Kırcami	Karışık tarımsal alanlar	3	26,2	32,2	0,4	6
5	Falezpark	Yapay tarımsal olmayan yeşil alanlar/Kentsel açık yeşil alan	3	23,3	32,1	0,4	8,8
6	IstasyonMuratpaşa	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	32,1	0,3	5,1
7	Doğu garajı	İnşaat alanı	11	30,4	32,1	0,1	1,7
8	Kaleiçi	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	8	27,9	32,1	0,2	4,2
9	Memurevleri	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	26,5	32,0	0,4	5,5
10	Deniz mahallesi	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,3	5
11	Konuksever	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	27,9	32,0	0,3	4,1
12	Vakıf zeytinlik	Karışık tarımsal alanlar	3	27,3	31,8	0,5	4,5
13	Masa dağı	Şehir yapısı/orta yoğun konut alanı	4	28,2	31,9	0,3	3,7
14	Kcut ormanı	Ormanlar	3	25,3	31,8	0,4	6,5
15	Dokuma fabrikası	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	3	27,6	31,9	0,5	4,3
16	Sakarya parkı	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	26,5	32,1	0,3	5,6
17	IstasyonKepez	Şehir yapısı/yoğun konut alanı	10	29,0	31,8	0,3	2,8
18	Dokuma Mah.	Şehir yapısı/gök yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,2	5
19	Karşıyaka Mah.	Şehir yapısı/gök yoğun konut alanı	10	27,0	32,0	0,2	5
20	Kültür Mah.	Şehir yapısı/gök yoğun konut alanı	10	27,9	31,8	0,2	3,9
21	Teomanpaşa Mah.	Şehir yapısı/gök yoğun konut alanı	10	27,9	32,1	0,3	4,2
22	H.Karakaş Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	4	28,2	32,1	0,4	3,9
23	Varsak Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,3	32,0	0,1	-0,3
24	Varsak-Karşıyaka	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	11	30,4	32,1	0,2	1,7
25	Gaziler KSS	Endüstriyel/küçük sanayi	7	29,6	32,4	0,2	2,8
26	Menderes Mah.	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	32,8	32,4	0,2	-0,4
27	Çamlık	Ormanlar	3	25,9	32,6	0,5	6,7
28	Yamansaz	Karasal bataklıklar	4	25,1	32,7	0,3	7,6
29	Lara Kumul	Ormanlar	9	33,6	32,7	0,3	-0,9
30	Çalkaya	Bitki örtüsü az ya da hiç olmayan açık alanlar	11	30,4	32,6	0,0	2,2
31	Havaalanı	Ulaşım birimleri	12	28,2	32,5	0,1	4,3
32	Hipodrom	Karışık tarım alanları	3	25,6	31,7	0,5	6,1
33	Çıplaklı_tarım1	Karışık tarım alanları	3	25,9	31,7	0,4	5,8
34	Başköy_toptancılar	Yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar	8	27,0	31,8	0,2	4,8
35	Çıplaklı_tarım2	Ormanlar	4	27,9	31,7	0,3	3,8
36	Yeşilbayır orman	Ormanlar	4	27,9	31,8	0,4	3,9
37	OSB	Endüstriyel-inşaat alanları	11	29,0	31,8	0,1	2,8
38	IstasyonDöşemealtı	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	8	26,5	31,7	0,2	5,2
39	Döşemealtı-merkez	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	11	29,3	31,6	0,2	2,3
40	Çıplaklı site	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	27,6	31,7	0,2	4,1
41	AtatürkCad_konut	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	7	29,3	31,6	0,3	2,3
42	Burdur_yolu_konut	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	30,9	31,8	0,2	0,9
43	Yeşilbayır_tarla1	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	31,5	31,7	0,2	0,2
44	Yeşilbayır_tarla2	İnşaat alanları	11	30,7	31,7	0,2	1
45	Yeşilbayır_tarla3	Ekilebilir alanlar	4	30,1	31,6	0,4	1,5
46	Yeşilbayır_tarla4	Şehir yapısı/az yoğun konut alanı	9	31,2	31,6	0,1	0,4
47	Kömürçüler	İnşaat alanları	11	31,2	31,7	0,1	0,5
48	Karain pist	Ulaşım birimleri	12	29,3	31,9	0,1	2,6

Şekil 4: Seçilen 48 noktada arazi kullanım durumuna göre yüzey sıcaklığı, hava sıcaklığı ve bitki örtüsü ile ilişkisi

Arazi kullanımlarına göre 48 nokta hesaplanan yüzey sıcaklıkları, bitki örtüsü indis değerlerine ve ölçülen hava sıcaklıklarına göre değerlendirilmiştir (Şekil 4).

Antalya kentinin kentsel, kırsal ve yarı kırsal alanlar arasından arazi kullanım sınıflarına göre seçilen farklı yoğunluklarda konut alanları (şehir yapısı/konut alanları), yoğun kentsel doku arasında kalmış açık ve yeşil alanlar (yapay, tarımsal olmayan yeşil alanlar), açık/boş alanlar, inşaat/hafriyat alanları, kırsal alanlarda tarımsal nitelikteki açık ve yeşil alanlar (karışık tarımsal alanlar, ekilebilir alanlar), açık/boş alanlar, inşaat/hafriyat alanları, kentsel doku arasında kalmış bitki örtüsü yoğun açık ve yeşil alanlar (orman alanları) vb. (Şekil 5) 48 farklı kullanım arasında yapılan incelemeye göre yoğun kentsel alanlarla tarımsal ve diğer yeşil alanlar arasında 2.30 °C'lik anlamlı sıcaklık farkı ortaya çıkmıştır.



Şekil 5: Yüze sıcaklıkları ve bitki örtüsü indisi

Yüze sıcaklık haritası ve bitki örtüsü haritası (NDVI) ilişkilendirildiğinde, kentin yüksek yüze sıcaklığı yansıtan alanları olan çalışma alanının kuzeyinde tarımsal alanlar ve yapay bölgelerin yoğun olduğu alanlarda (Döşemealtı) ve doğusunda yine tarımsal alanların yoğun olduğu bölgelerle Antalya havaalanı çevresinde (Aksu), bitki örtüsü yoğunluğu da az olan alanlardır. Çalışma alanında en düşük sıcaklık aralığını temsil eden 0-19 °C aralığı, Konyaaltı ilçesinde kentin batısında ve kısmen kuzey batısında yüksek, dağlık alanlarda görülmüştür. Kent merkezi içinde görülen en düşük sıcaklık aralığı, en sık görülen 23-25 °C ve nadir görülen 21-23 °C sıcaklık aralıklarıdır. Kentsel alanlar içerisinde görülen düşük sıcaklıklar, su yüzeyleri çevresinde yer almaktadır. Kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür.

4. Tartışma ve Sonuç

İklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadele sürecinde kentsel ısı adası etkisinin azaltılması için kentlerde alınacak en önemli ve kalıcı önlemlerden birisi de enerji etkin planlama ve tasarım uygulamalarıdır. Enerji etkin planlama, bir mekânı tasarlarken o yörenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine duyarlı olmayı gerektirmektedir.

Antalya kentinin 1987, 2002, 2006, 2010 yılları arasında yapılan arazi örtüsü/kullanımı değişim analizinde 1987'den 2010 yılına kadar geçen 23 yıllık süreçte toplamda 32.700 ha orman ve tarım alanı, kentsel ve kırsal yerleşme alanlarına ve bunların getirdiği yan fonksiyonlara dönüşmüştür. Yapay bölgeler (yerleşim alanları ve doğal alanlardan bozulan alanlar) % 18 oranında artmış, orman alanları % 15, tarım alanları % 8 oranında azalmıştır.

Antalya kentinde hem kentsel hem yüze ısı adası olmak üzere, ısı adasının kent merkezi olan Muratpaşa'da ciddi boyutlarda olduğu; ısı adası varlığının sadece kent merkezi değil, kent merkezinin saçakları olarak tanımlanan Döşemealtı ve Aksu ilçelerinin de yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Yüze sıcaklıklarının yüksek alanlarda, arazi kullanım/örtüsü değişiminin gerçekleştiği, özellikle orman alanlarından tarım alanlarına veya tarım alanlarından yerleşim alanlarına dönüşen ya da

dönüşmek üzere düzenlenmiş alanlarda, gerçekleştiği görülmüştür. Bununla birlikte kent içinde yer alan yeşil alanların en az 3 °C sıcaklık azalmasına neden olduğu görülmüştür.

Çalışmanın en önemli sonuçlarından biri Antalya kentinin kıyı kenti olması avantajından denizin soğutucu etkisine rağmen ısı adası bulunmasının, ısı adasının kentin saçak ve gelişme alanlarında kadar genişlemiş olmasının ve hatta bu alanlarda yüze sıcaklıklarının daha yüksek olmasının en büyük sebebi; saçak ve gelişme alanlarında arazi örtüsü değişimi, kent merkezinde de yeşil alanların yetersizliği ve sistemsizliğidir.

Ancak kentsel iklim zonlarında yapılan yapılaşma analizlerine göre, yoğun yapılaşma bölgesi olan kent merkezinde, mevcut dokunun aynı yapılaşma hakları korunarak enerji etkin kriterlere göre yapılaşır, imar haklarını sağlayamayacağı, yeşil alan sisteminin ve rüzgâr koridorlarının bulunmadığı, yeşil alan yoğunluğunun ve gökyüzü görüşünün ve albedonun düşük olduğu, kentsel kanyonların çok olduğu, yapıların birbirlerinin güneşini engellediği, ada, parsel ve yapı yönelmelerinin Antalya kenti konumundaki uygun güneş açılarına göre olmadığı tespit edilmiştir.

Kent merkezinde yer alan yeşil alan ve akarsuların, geniş ulaşım akslarında yer alan ağaçların, kent merkezindeki yoğun ısıtıcı etmenlere rağmen, hava ve yüze sıcaklıklarını en az 3 °C düşürmesi, kentlerde yeşil alanların ve yeşil aksların kentsel altyapı kapsamında düşünülerek belli bir sistem dâhilinde gerçekleştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Akbari H, Pomerantz M, Taha H (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy* 70: 295-310.
- Alexandri E (2002). The effect of green roofs on the urban climate - A quantitative approach. *PLEA*, 23-25 July, Toulouse, pp. 311-316.
- Alpaslan A Ö, (2019) Enerji etkin planlama kapsamında Antalya kenti için bir yöntem yaklaşımı. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Bariş M, (2005). Kent planlaması, kent ekosistemi ve ağaçlar. *Planlama, TMMOB Şehir Plancıları Odası Dergisi* 4: 156- 163.
- Berköz B, Yılmaz Z, Koçlar Oral G. ve diğerleri (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı. Tübitak, Proje No: İntag 201. İ.T.Ü. İstanbul.
- Gerçek D, Güven İ T, Oktay İ Ç, (2016). Analysis of the intra-city variation of urban heat island and its relation to land surface/cover parameters. In: *SPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016. Prague, Czech Republic, Volume III-8.
- Kuşçu Şimşek Ç ve Şengezer B (2012). İstanbul metropoliten alanında kentsel ısınmanın azaltılmasında yeşil alanların önemi. *Megaron* 2012 7(2):116-128.

Kuşcu Şimşek  (2016). Orta lekli parkların mikro iklimsel etki alanlarının araştırılması: Gezi parkı, Maçka parkı ve Serencebey parkı rneği. METU Journal of the Faculty of Architecture 33(2): 1-17.

Manavoğlu E ve Ortaceşme V (2015.) Antalya kenti yeşil alanlarının çok ltl analizi ve planlama stratejilerinin geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 28(1): 11-19.

Stewart I ve Oke T (2010). Thermal differentiation of local climate zones using temperature observations from urban and rural field sites.

<https://www.researchgate.net/publication/228420685>

Yüksel  (2005). Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi üzerinde bir araştırma. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Ankara.

Zolnoun S (2013). Peyzaj mimarlığında enerji etkin tasarım yaklaşımları. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Sorumlu Yazar : Arzu zlem ALPASLAN

e-mail: aopalpaslan@antalya.bel.tr

Orcid: 0000-0002-0177-491

