



Dijital Ekolojinin Kentsel Mekâna Entegrasyonu: Çanakkale Örneği^A

Mehmet İlkan BAYRAK^{1*}, Alper SAĞLIK²

Öz: Artan kentleşme ve çevresel sorunlar nedeniyle, dijital teknolojilerin sürdürülebilir kentler oluşturmadaki rolü giderek önem kazanmaktadır. Çalışma kapsamında Çanakkale Kent Merkezi'nin mevcut durumu, gelecekteki büyüme projeksiyonları ve doğal kaynakları dikkate alınarak, dijital ekolojinin kentsel mekânlara entegrasyon potansiyeli ve gerekliliği araştırılmıştır. "Kentsel mekâna entegrasyon" kavramı fonksiyonel, mekânsal, sosyal ve çevresel boyutlarıyla ele alınmıştır. Aino.world platformu kullanılarak Çanakkale Kent Merkezi özelinde, 2050 yılına dönük olarak mevcut konut yerleşim analizi ve nüfus projeksiyonlarına göre kentsel genişleme alan simülasyonu, kent merkezindeki rekreasyonel alanların mevcut durum analizi ve gelecekte ihtiyaç duyulan alan simülasyonu ve orman varlıklarının mevcut durum analizi ve gelecekteki durumu için simülasyonlar yapılmıştır. Akıllı ulaşım sistemleri, enerji verimli yapılar, akıllı parklar ve orman yönetimi uygulamaları gibi dijital çözümler, kentin sürdürülebilirliğini artırma ve yaşam kalitesini yükseltme fırsatları sunmaktadır. Özellikle, kentsel genişleme alanlarında akıllı kent altyapılarının planlanması, mevcut rekreasyonel alanların "akıllı park" konseptiyle dönüştürülmesi ve orman varlıklarının "akıllı orman yönetimi" ile korunması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, Dijital Ekoloji, Kentsel Mekân, Simülasyon.

^A Makale Mehmet İlkan Bayrak tarafından tamamlanan Doktora Tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Mehmet İlkan BAYRAK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, mehmetbayrak@comu.edu.tr, [OrcID 0000-0002-5726-6235](https://orcid.org/0000-0002-5726-6235)

² Alper SAĞLIK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çanakkale, Türkiye, alpersaglik@gmail.com, [OrcID 0000-0003-1156-1201](https://orcid.org/0000-0003-1156-1201)

Integration of Digital Ecology into Urban Space: The Case of Çanakkale

Abstract: Due to increasing urbanisation and environmental problems, the role of digital technologies in creating sustainable cities is becoming increasingly important. Within the scope of the study, the potential and necessity of integration of digital ecology into urban spaces has been investigated, taking into account the current situation, future growth projections and natural resources of Çanakkale City Centre. The concept of 'integration into urban space' is discussed in terms of functional, spatial, social and environmental dimensions. Using the Aino.world platform, simulations were carried out for the Çanakkale City Centre, for the current housing settlement analysis and urban expansion area simulation according to population projections for the year 2050, for the current situation analysis of recreational areas in the city centre and the area simulation needed in the future, and for the current situation analysis and future status of forest assets. Digital solutions such as smart transport systems, energy efficient buildings, smart parks and forest management applications offer opportunities to increase the sustainability of the city and improve the quality of life. In particular, it is recommended to plan smart urban infrastructures in urban expansion areas, transform existing recreational areas with 'smart park' concept and protect forest assets with 'smart forest management'.

Keywords: Çanakkale, Digital Ecology, Urban Space, Simulation.

Giriş

Hızlı ve kontrolsüz kentsel büyüme gösteren alanlar, gösterdiği gelişime bağlı olarak ulaşım akslarında, rekreasyonel alanlarda, mevcut yeşil alan varlıklarında çeşitli sorunlar barındırabilir (Pirselimoğlu Batman ve ark. 2024). Bu sorunlara çözüm arayışında, "dijital ekoloji" kavramı giderek önem kazanmaktadır. Dijital ekoloji, teknolojinin ve dijitalleşmenin çevreyle olan etkileşimini, özellikle kentsel ortamlarda sürdürülebilirliği destekleme potansiyelini inceleyen multidisipliner bir alandır. Bu makalede, "dijital ekoloji" kavramı, akıllı kent uygulamaları, sensörler ve veri toplama sistemleri, dijital teknolojilerin çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik için dijital çözümler olmak üzere dört temel unsur üzerinden ele alınmıştır.

Akıllı kentlerin planlanmasındaki amaç, dijital teknolojileri kullanarak kentsel yaşam kalitesini arttırmak ve kaynakları daha verimli kullanmaktır (Batty ve ark., 2012). Ulaşım, enerji, su yönetimi ve atık yönetimi gibi alanlarda sunulan dijital çözümler, kentlerin daha sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlayabilir (Caragliu ve ark., 2011). Bu bağlamda, sensörler ve nesnelerin interneti (IoT) cihazları, çevresel verilerin gerçek zamanlı olarak toplanması ve analiz edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Gubbi ve ark., 2013). Toplanan veriler, çevresel sorunların tespiti ve çözüm önerileri geliştirilmesi için önemli bir temel oluşturur (Kitchin, 2014).

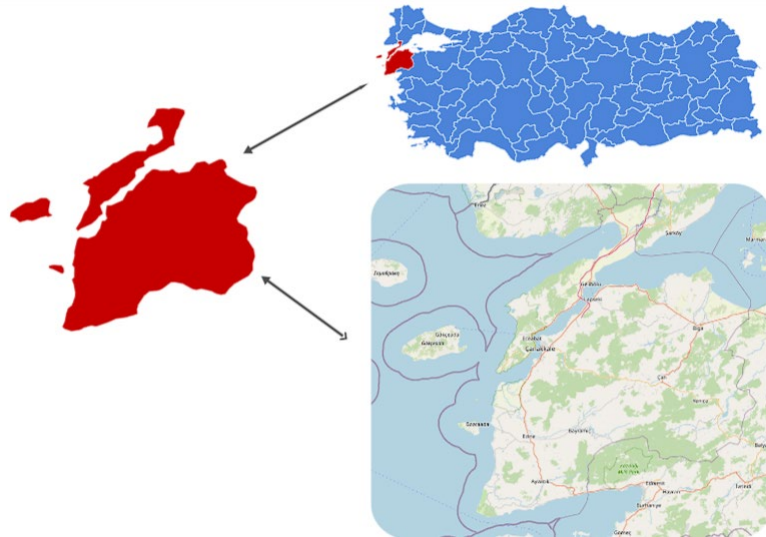
Ancak, dijitalleşmenin çevresel etkileri de göz ardı edilmemelidir. Elektronik atıkların artışı ve enerji yoğun veri merkezleri gibi faktörler, dijital teknolojilerin çevresel ayak izini artırabilir (Maxwell ve Miller, 2012). Bu nedenle, sürdürülebilir bir dijital ekoloji yaklaşımı, teknolojinin çevresel etkilerini minimize etmeyi ve döngüsel

ekonomi prensiplerini benimsemeyi hedeflemelidir (Hilty ve Köhler, 2015). Dijital teknolojiler aynı zamanda sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada güçlü araçlar sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yönetimi, enerji verimliliği uygulamaları ve akıllı ulaşım sistemleri gibi çözümler, daha çevreci bir kent yaşamına katkıda bulunabilir (Dameri ve Cocchia, 2013). Ayrıca, dijital platformlar vatandaşların çevresel bilinç düzeyini artırarak sürdürülebilir davranışları teşvik etme potansiyeline sahiptir (Willis, 2017).

Çalışma kapsamında, "dijital ekoloji" kavramının kentsel mekânlara entegrasyonu Çanakkale Kent Merkezi üzerinden incelenmiştir. 2050 yılına yönelik simülasyonlar yapılarak, bu alandaki potansiyeli ve karşılaşılabilecek zorluklara öneriler getirilmiştir. Çanakkale'nin özgün kentsel yapısı ve çevresel hassasiyetleri dikkate alınarak, dijital ekolojinin kentteki uygulanabilirliği ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkısı değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Çanakkale Kent Merkezi (Şekil 1), yardımcı materyallerini ise coğrafi konumu, iklimi, demografik yapısı, ekonomik özellikleri ve kentsel mekân varlığı oluşturmaktadır. Çanakkale'nin Marmara Bölgesi'nde stratejik bir konumda yer alması ve Akdeniz iklimi özellikleri göstermesi, kentsel mekânın dijital ekoloji entegrasyonu açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Çanakkale Belediyesi, 2023; MGM, 2023). Çanakkale Kentinin demografik, ekonomik, coğrafi yapısı ve yeşil alan varlığı dijital uygulamaların potansiyelini etkileyen faktörler olarak değerlendirilmiştir (TÜİK, 2023; ÇTSO, 2023).



Şekil 1: Çanakkale ve Çanakkale Kent Merkezi Haritası (openstreetmap.org'den değiştirilerek) (Orijinal)

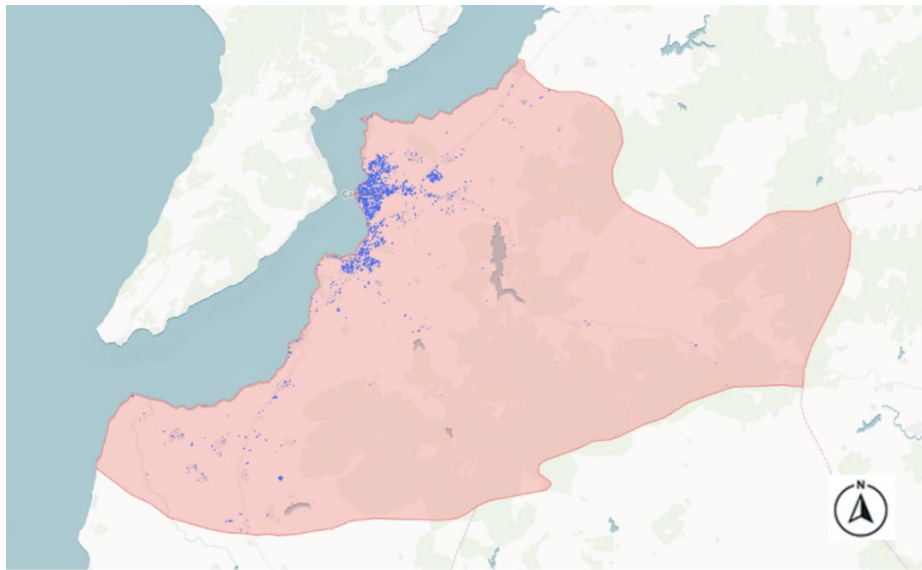
Çalışmanın yöntemi ise aino.world platformu kullanılarak "dijital ekoloji" kavramının farklı boyutlarının Çanakkale Kent Merkezi üzerinden analizine dayanmaktadır. Kentsel alanlardaki dijital etkileşimleri ve teknolojinin çevresel etkilerini bütüncül bir yaklaşımla ele alan 'dijital ekoloji' kavramı, Aino.world platformu

aracılığıyla Çanakkale Kent Merkezi özelinde analiz edilmiştir. Aino.world, kentsel sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik dijital çözümlerin planlanması ve değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir analiz ve simülasyon platformudur. Bu çalışmada, platformun çeşitli modülleri kullanılarak Çanakkale Kent Merkezi'nin 2050 yılına dönük nüfus projeksiyonları, kent büyümesi ve orman varlıkları analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, Çanakkale Kent Merkezi'nin dijital ekoloji açısından mevcut durumunu anlamak ve sürdürülebilir bir dijital dönüşüm için potansiyel stratejiler geliştirmek amacıyla değerlendirilmiştir.

Bulgular

Kentsel mekânda Çanakkale Kent Merkezi dijital ekoloji entegrasyonu potansiyeli incelenmiş ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir;

Coğrafi Konum ve Yapı: Çanakkale, stratejik bir konumda hem Avrupa hem de Asya kıtalarına yakın bir noktada bulunmaktadır (Çanakkale Belediyesi, 2023). Çanakkale Boğazı'na kıyısı olması, deniz ulaşımı ve ticareti açısından şehre önem katmaktadır. Kent merkezi, boğaz kıyısında ve çevresindeki tepelik alanlara yayılmıştır. Bu coğrafi yapı, kent planlaması ve dijital ekoloji uygulamaları açısından hem avantajlar hem de zorluklar sunmaktadır. Kıyı şeridinin akıllı şehir teknolojileri ve yenilenebilir enerji kaynakları için avantaj sunması sayılabilirken, tepelik arazi yapısı ve kıyı şeridindeki yoğunluk ise altyapı geliştirme ve dijital erişim sağlama konusunda zorluklar oluşturabilmektedir. Çanakkale kent merkezinde konut yoğunluğunun yüksek olduğunu ve kıyı şeridi ile ana ulaşım aksları boyunca yoğunlaştığını göstermektedir. Konut yerleşiminin, kentin topoğrafyası ve mevcut altyapı sistemleriyle yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, Çanakkale'nin kentsel yapısının heterojen olduğunu ve farklı bölgeler için farklı dijital ekoloji stratejilerinin geliştirilmesi gerektiğini işaret etmektedir (Şekil 2).



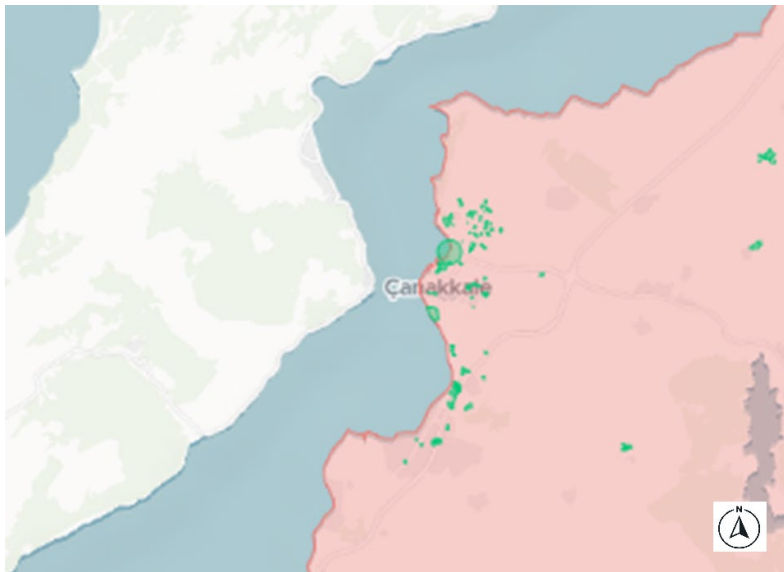
Şekil 2: Çanakkale Kent Merkezi Mevcut Konut Yerleşimi Haritası (aino.world)(Orijinal)

İklim: Çanakkale'de Akdeniz iklimi özellikleri görülür (MGM, 2023). Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Rüzgârlı bir bölge olması, yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgâr enerjisi) potansiyelini artırır. İklim verileri, enerji yönetimi, su kaynakları planlaması ve yeşil alanların sulanması gibi dijital ekoloji uygulamaları için önemlidir.

Demografik Yapı: Çanakkale'nin nüfusu, Türkiye ortalamasına göre daha yaşlı ve eğitilmiş bir yapıya sahiptir (TÜİK, 2023). Öğrenci nüfusunun yoğunluğu (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi), genç ve teknolojiye yatkın bir kitlenin varlığını göstermektedir. Bu demografik özellikler, akıllı şehir uygulamalarının benimsenmesi ve vatandaş katılımının sağlanması açısından avantaj sağlamaktadır.

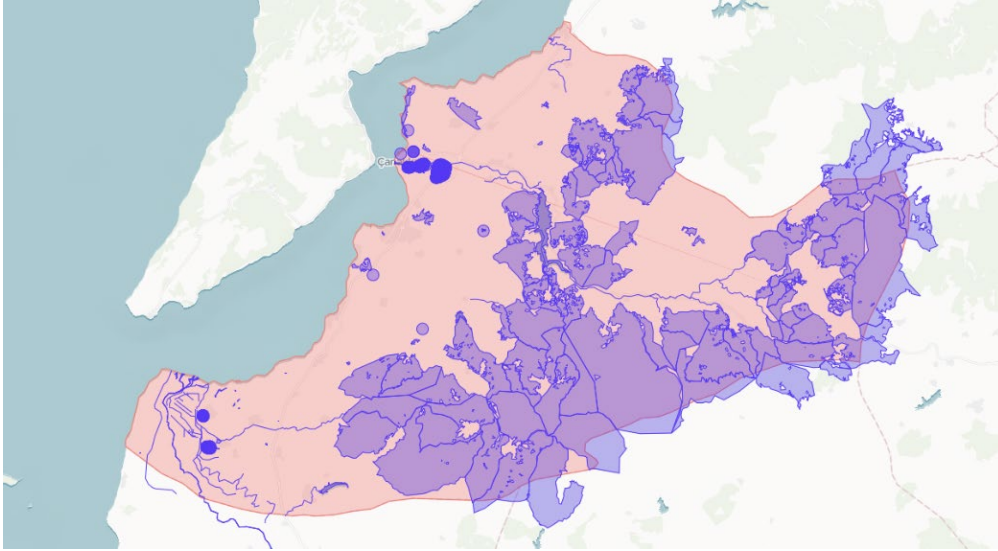
Ekonomik Yapı: Çanakkale ekonomisi tarım, turizm, sanayi ve hizmet sektörlerine dayanmaktadır (ÇTSO, 2023). Tarım sektöründe akıllı tarım uygulamaları, su kaynaklarının verimli kullanımı ve gübre/ilaç kullanımının optimizasyonu için dijital teknolojilerin yaygın kullanılmadığı görülmektedir. Turizm sektöründe, turistlerin kent içi hareketlerini analiz etmek, yoğunlukları yönetmek ve turistik alanlarda çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için dijital çözümlerin kullanılmadığı görülmektedir.

Kentsel Alan ve Yeşil Alan Varlığı: Çanakkale kent merkezinde farklı kentsel mekân türleri bulunmaktadır. Tarihi mekânlar (Çanakkale Şehitler Abidesi, antik kentler), parklar ve rekreasyon alanları, konut alanları, ticari bölgeler ve sanayi alanları kent dokusunu oluşturur. Yeşil alanların korunması ve artırılması, kent ikliminin iyileştirilmesi ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi açısından önemlidir. Dijital teknolojiler, yeşil alanların izlenmesi, sulama sistemlerinin optimizasyonu ve kent içi biyoçeşitliliğin artırılmasına yönelik projelerde veri tabanı olarak kullanılmaktadır. Yapılan analiz sonucunda, Çanakkale kent merkezinde kişi başına düşen ortalama rekreasyonel alan miktarının yaklaşık 4.5 m² olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Bu değer, benzer büyüklükteki Avrupa şehirleri ortalamasının altında kalmaktadır. Rekreasyonel alanların coğrafi dağılımı incelendiğinde, özellikle kentin doğu ve kuzey bölgelerinde rekreasyonel alan yetersizliği tespit edilmiştir. Kent merkezindeki ana rekreasyonel alanlar (Cumhuriyet Meydanı, Halk Bahçesi, Kordonboyu) yoğun olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3: Çanakkale Kent Merkezi Mevcut Rekreasyonel Alanlar (aino.world)(Orijinal)

Kent merkezine yakın park, ormanlar ve korular, kent yaşamı için önemli rekreasyon ve hava temizliği alanları olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4). Mevcut orman varlıklarının özellikle orman yangınlarına hassasiyet ve iklim değişikliği etkileri konusunda riskler tespit edilmiştir.



Şekil 4: Çanakkale kent merkezi mevcut orman varlıkları (aino.world)(Orijinal)

"Kentsel mekâna entegrasyon" kavramı, dijital ekoloji uygulamalarının kent yaşamının farklı boyutlarına uyumlu bir şekilde dahil edilmesi anlamına gelir. Bu makalede, kentsel mekâna entegrasyonu aşağıdaki açılardan ele alınmıştır:

Fonksiyonel Entegrasyon: Dijital ekoloji uygulamalarının kent hizmetlerine (ulaşım, enerji, su, atık yönetimi vb.) daha verimli, sürdürülebilir ve vatandaş odaklı hale getirilmesini hedeflemektedir.

Mekânsal Entegrasyon: Dijital ekoloji uygulamalarının farklı kentsel mekân türlerine (parklar, sokaklar, binalar vb.) uygun şekilde yerleştirilmesi ve uygulamaların kent estetiğiyle uyumlu olmasını ve kentsel yaşamı olumlu yönde etkilemesini sağlamaktadır.

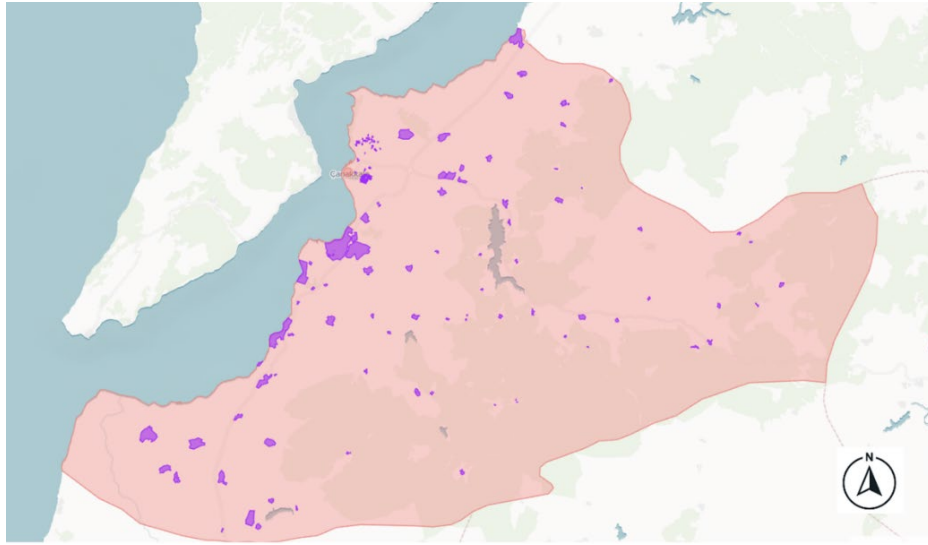
Sosyal Entegrasyon: Vatandaşların dijital ekoloji uygulamalarına katılımının ve bu uygulamaların sosyal fayda sağlamasının sağlanması ve vatandaşların çevresel bilinç düzeyini artırmayı, sürdürülebilir davranışları teşvik etmeyi ve kent yönetimine katılımlarını sağlamayı içermektedir.

Çevresel Entegrasyon: Dijital ekoloji uygulamalarının doğal çevreyle uyumlu olması ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlaması ve uygulamaların çevresel etkilerinin minimize edilmesini ve biyoçeşitliliğin korunmasını içermektedir.

2050 Yılı İçin Simülasyonlar

Mevcut Konut Yerleşimi ve 2050 Nüfus Projeksiyonuna Göre Kentsel Genişleme Alanları Simülasyonu:

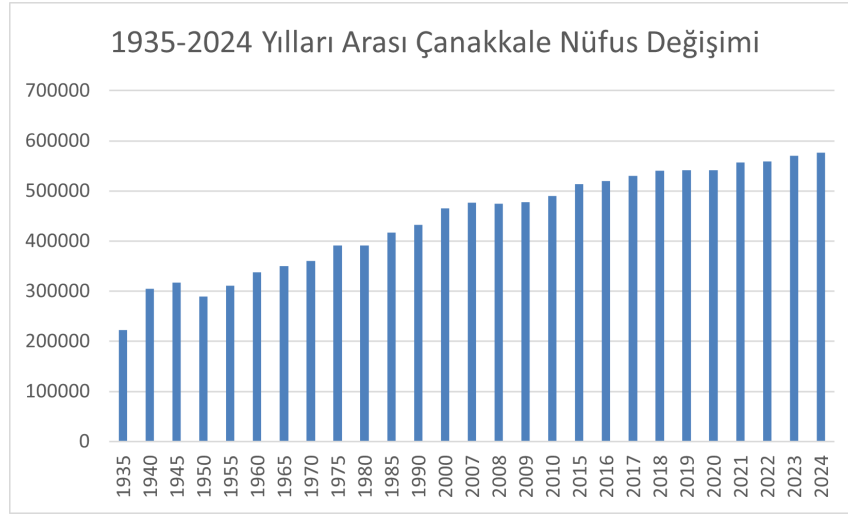
Bu bölümde, Çanakkale kentinin mevcut konut yerleşimi ve 2050 nüfus projeksiyonları analiz edilerek, kentsel genişleme potansiyeli ve dijital ekoloji entegrasyonu için çıkarımlar yapılmıştır. Aino.world platformu kullanılarak, mevcut konut yerleşimi ve nüfus projeksiyonları analiz edilmiş ve kentsel genişleme için potansiyel alanlar belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: Kentsel genişleme için potansiyel alan simülasyonu (aino.world)(Orijinal)

TUİK'den elde edilen nüfus projeksiyonlarına göre (Çizelge 1), Çanakkale nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık %25 oranında artması beklenmektedir. Bu artış hızı hesaplanarak (1) yıllık %1.07 (2) olarak bulunmuştur. Bu nüfus artışının, yeni konut talebini önemli ölçüde artıracığı ve mevcut kentsel alanın genişlemesini zorunlu kılacağı öngörülmüştür. Kentsel genişleme için potansiyel alanların, kentin güney ve batı yönünde, mevcut yerleşime bitişik, ulaşım akslarına yakın ve topoğrafik olarak uygun bölgelerde yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 3).

Çizelge 1. 1935-2024 Yılları Arası Çanakkale Nüfus Değişimi (TÜİK, 2024)



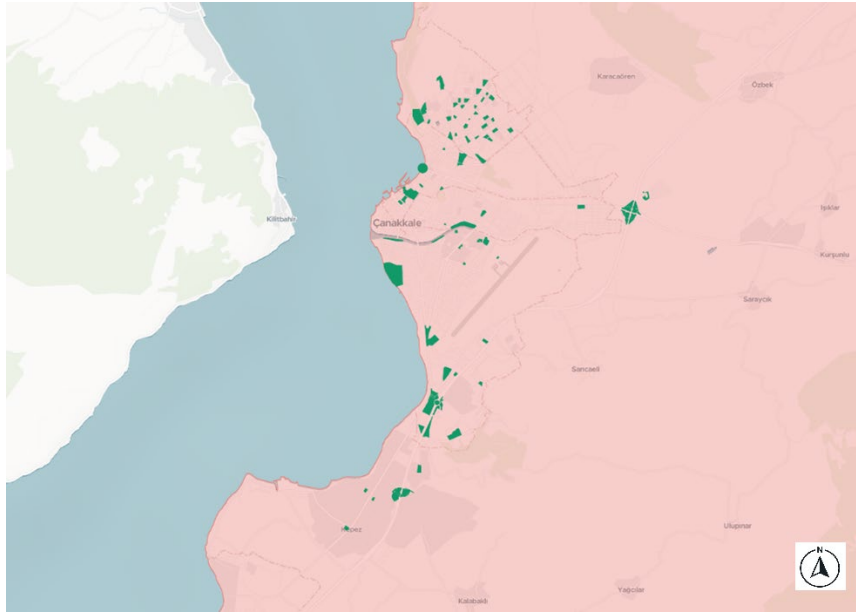
$$\text{Ortalama Yıllık Artış Oranı (\%)} = \left(\frac{\text{Son Nüfus}}{\text{Başlangıç Nüfusu}} \right)^{\frac{1}{\text{Geçen Yıl Sayısı}}} - 1 \quad (1)$$

$$\%1.07 = \left(\frac{570.499}{222.792} \right)^{\frac{1}{88}} - 1 \quad (2)$$

Çanakkale Kent Merkezi Rekreatif Alanları ve 2050 Kent Büyümesi Simülasyonu:

Bu bölümde, Çanakkale kent merkezindeki rekreatif alanlar analiz edilerek, 2050 kent büyümesi projeksiyonlarına göre gelecekteki rekreatif alan ihtiyacı ve dijital ekoloji entegrasyonu potansiyeli ortaya çıkarılmıştır. Aino.world platformu kullanılarak, mevcut rekreatif alan verileri ve nüfus projeksiyonları analiz edilmiş ve gelecekteki rekreatif alan ihtiyacı için senaryolar oluşturulmuştur.

2050 nüfus projeksiyonlarına göre, Çanakkale kent nüfusunun %25 oranında artması durumunda, mevcut rekreatif alanların kişi başına düşen miktarının 3,5 m²'ye gerilemesi öngörülmektedir. Simülasyon sonuçları, mevcut kent büyüme trendleri devam ettiği takdirde 2050 yılında kent merkezinde daha fazla yeni rekreatif alana ihtiyaç duyulacağını ve bu alanların öncelikle rekreatif alan yetersizliği tespit edilen bölgelerde planlanması gerektiğini öngörmektedir (Şekil 6).

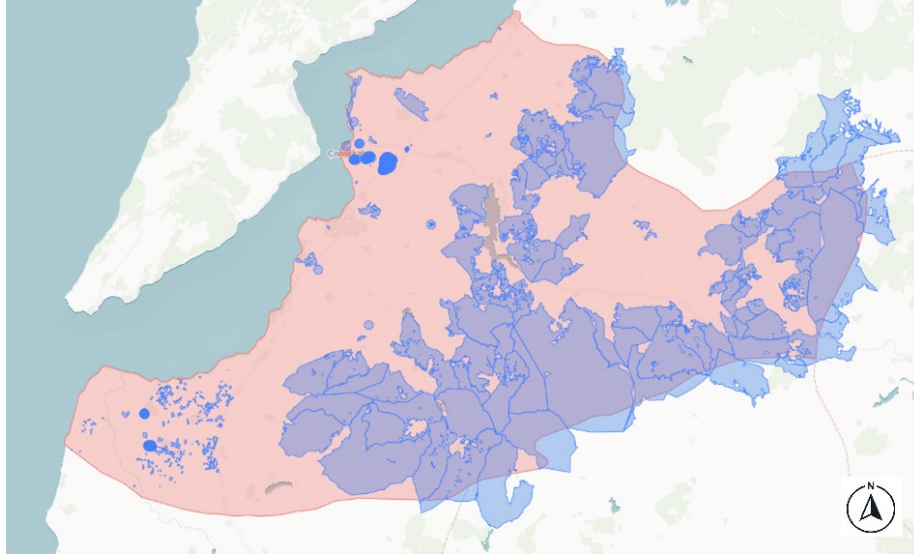


Şekil 6: Çanakkale kent merkezi 2050 yılı rekreasyonel alan simülasyonu (aino.world)(Orijinal)

Çanakkale Mevcut Orman Varlıkları ve 2050 Yılı Simülasyonu:

Bu bölümde, Çanakkale çevresindeki orman varlıkları analiz edilerek ve 2050 yılına yönelik projeksiyonlar dikkate alınarak, ormanların gelecekteki durumu ve dijital ekoloji entegrasyonu potansiyeli tartışılmaktadır. Aino.world platformu kullanılarak, mevcut orman varlığı verileri ve kentsel gelişme senaryoları analiz edilmiş ve ormanların gelecekteki durumu ve akıllı orman yönetimi uygulamaları için senaryolar oluşturulmuştur.

2050 yılına yönelik simülasyonlar, Çanakkale çevresindeki orman varlıklarının hem kentsel genişleme hem de iklim değişikliği etkileri altında önemli ölçüde baskı altında kalacağını öngörmektedir. Kentsel genişleme senaryolarına göre, orman alanlarının 2050 yılına kadar yaklaşık %7 oranında azalması ve özellikle kent çeperindeki değerli orman alanlarının yapılaşmaya açılması riski bulunmaktadır. İklim değişikliği projeksiyonları, Çanakkale bölgesinde sıcaklık artışı, kuraklık ve orman yangını riskinin artacağını göstermekte, bu durumun ormanların sağlığını ve tür kompozisyonunu olumsuz etkileyebileceği öngörülmektedir. Yapılan analiz, ormanların karbon depolama kapasitesinin azalacağını ve biyoçeşitlilik kaybının hızlanabileceğini de öngörmektedir (Şekil 7).



Şekil 7: Çanakkale kent merkezi 2050 yılı orman varlıkları simülasyonu (aino.world)(Orijinal)

Bu analizlerden elde edilen bulgular, Çanakkale'nin kentsel geleceği için önemli çıkarımlar sunmaktadır. Kentsel genişlemenin kaçınılmaz olduğu bu senaryoda, dijital ekoloji prensiplerinin kentsel planlama süreçlerine entegre edilmesi kritik önem taşımaktadır. Yeni kentsel gelişim alanlarında, akıllı şehir altyapılarının ve sürdürülebilir tasarım ilkelerinin baştan itibaren uygulanması, kentin uzun vadeli çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Sonuç

Bu çalışmada, "Dijital Ekolojinin Kentsel Mekâna Entegrasyonu" konusu, Çanakkale Kent Merkezi üzerinden kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. Aino.world platformu kullanılarak gerçekleştirilen analizler, Çanakkale'nin kentsel ve doğal yapısı, demografik özellikleri ve gelecekteki büyüme projeksiyonları dikkate alınarak, dijital ekoloji entegrasyonunun potansiyelini ve gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Konut Yerleşimi ve Nüfus Projeksiyonları Analizi, Çanakkale'nin kentsel genişleme potansiyeli ve nüfus artışı dikkate alındığında, yeni yerleşim alanlarında akıllı şehir altyapılarının ve mevcut yerleşim alanlarında dijital ekoloji uygulamalarının entegrasyonu bir gereklilik olarak belirlenmiştir.

Rekreasyonel Alanlar ve 2050 Kent Büyümesi Analizi, kent merkezindeki rekreasyonel alanların yetersizliği ve gelecekteki talebin artacağı öngörüldüğünde, "akıllı park" konsepti ve dijital teknolojilerle desteklenmiş rekreasyonel alanların geliştirilmesi, kent yaşam kalitesini artırmak için önem arz etmektedir.

Orman Varlıkları ve 2050 Durum Projeksiyonları Analizi, Çanakkale'nin orman varlıklarının kentsel genişleme ve iklim değişikliği tehdidi altında olduğu ve bu değerli doğal alanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi için "akıllı orman yönetimi" uygulamalarının hayata geçirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Dijital ekolojinin kentsel mekânlara entegrasyonunun, kentlerin sürdürülebilir ve yaşanabilir geleceği için büyük bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Dijital teknolojiler, kentsel hizmetlerin verimliliğini artırmaktan, doğal kaynakları korumaya, vatandaş katılımını teşvik etmekten, yaşam kalitesini yükseltmeye kadar geniş bir yelpazede çözümler sunmaktadır. Ancak, dijital ekoloji sadece teknoloji uygulamalarından ibaret değildir. Başarılı bir entegrasyon, kentsel planlama, çevre yönetimi, sosyal politikalar ve teknolojik inovasyonun bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir.

Çanakkale'nin dijital ekoloji entegrasyon süreci için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır;

Fonksiyonel Entegrasyon için Öneriler:

Akıllı ulaşım sistemleri yaygınlaştırılmalı, adaptif trafik ışıkları, gerçek zamanlı toplu taşıma bilgilendirme sistemleri, akıllı park sistemleri gibi uygulamalarla trafik akışı optimize edilmeli, ulaşım süreleri kısaltılmalı ve yakıt tüketimi azaltılmalıdır.

Akıllı su yönetimi uygulamaları hayata geçirilmeli, akıllı sulama sistemleri, su kayıp ve kaçaklarını tespit sistemleri ve su tüketimi izleme sistemleri ile su kaynakları daha verimli kullanılmalı ve su tasarrufu sağlanmalıdır.

Akıllı atık yönetimi sistemleri kurulmalı, atık sensörleri, akıllı toplama araçları ve optimizasyon yazılımları ile atık toplama süreçleri verimli hale getirilmeli, geri dönüşüm oranları artırılmalı ve atık depolama alanları üzerindeki baskı azaltılmalıdır.

Mekânsal Entegrasyon için Öneriler:

"Akıllı Park" konseptiyle rekreasyonel alanlar dönüştürülmeli, parklara sensörler, interaktif bilgilendirme ekranları, dijital sanat enstalasyonları ve akıllı donatılar yerleştirilerek kullanıcı deneyimi zenginleştirilmeli ve parkların sürdürülebilir yönetimi sağlanmalıdır.

Yeşil alanlar ve biyoçeşitlilik artırılmalı, kent içinde yeni parklar, yeşil çatılar ve dikey bahçeler oluşturularak kent ekosistemi güçlendirilmeli ve biyoçeşitlilik desteklenmelidir. Dijital teknolojilerle bu alanların izlenmesi ve yönetimi optimize edilebilir.

Akıllı binalar teşvik edilmeli, enerji verimli, çevre dostu ve dijital teknolojilerle donatılmış binaların yapımı teşvik edilmeli, mevcut binalarda enerji verimliliği iyileştirmeleri desteklenmelidir.

Sosyal Entegrasyon için Öneriler:

Vatandaş katılım platformları oluşturulmalı, mobil uygulamalar, web platformları ve sosyal medya araçları aracılığıyla vatandaşların kent yönetimine katılımı, geri bildirimde bulunmaları ve çevresel sorunları bildirmeleri kolaylaştırılmalıdır.

Online eğitimler, interaktif içerikler ve sosyal medya kampanyaları ile vatandaşların çevresel farkındalığı artırılmalı ve sürdürülebilir davranışlar teşvik edilmelidir.

Vatandaşların dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanabilmeleri için dijital okuryazarlık eğitimleri yaygınlaştırılmalı ve dezavantajlı gruplara yönelik özel programlar geliştirilmelidir.

Çevresel Entegrasyon için Öneriler:

"Akıllı Orman Yönetimi" uygulamaları geliştirilmeli, sensör ağları, insansız hava araçları ve uydu görüntüleri ile orman yangınları erken tespit edilmeli, orman sağlığı izlenmelidir.

Sürdürülebilir turizm uygulamaları dijitalleşmeyle desteklenmeli, turist yoğunluğunu yönetmek, doğal alanları korumak ve turizm gelirlerini yerel ekonomiye döndürmek için dijital platformlar kullanılmalı, doğa turizmi rotaları akıllı uygulamalarla desteklenmeli ve çevreci turist davranışları teşvik edilmelidir.

Dijital ekoloji, kentlerin geleceğini şekillendirmede dönüştürücü bir güce sahip olabilir. Bu dönüşüm uluslararası düzeyde de örnek bir "akıllı ve yeşil şehir" modeline dönüşebilir. Ancak bu vizyonu gerçekleştirmek için, tüm paydaşların iş birliği, inovasyon ve uzun vadeli bir perspektifle hareket etmek gerekmektedir. Gerçekleştirilen analizler ve simülasyonlarla, dijital ekoloji kavramının kentsel bağlamda nasıl uygulanabileceğine dair özgün bir örnek sunarak literatüre katkıda bulunmaktadır.

Teşekkür

Makale Yazar Adı tarafından tamamlanan Doktora Tezinden üretilmiştir. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Bu makaleyi hazırlayan yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Batty, M., Axhausen, K.W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G. and Portugali, Y. 2012. Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1): 481-518.
- Caragliu, A., Del Bo, C. and Nijkamp, P. 2011. Smart cities in Europe. *Journal of Knowledge Management*, 15(2): 159-178.
- Çanakkale Belediyesi 2023. Çanakkale Belediyesi, Çanakkale Hakkında. <https://www.canakkale.bel.tr/> (Erişim tarihi: 05.02.2025).
- ÇTSO 2023. Çanakkale Ticaret ve Sanayi Odası, Çanakkale Ekonomisi. <https://www.canakkaletso.org.tr/> (Erişim tarihi: 07.02.2025).
- Dameri, R.P. and Cocchia, A. 2013. Smart city and digital city: twenty years of terminology evolution. *Information Polity*, 18(1): 1-12.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S. and Palaniswami, M. 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7): 1645-1660.
- Hilty, L.M. and Köhler, A. 2015. Sustainability in the digital age: reflections on ICT and sustainable development. *Sustainability*, 7(10): 13924-13942.
- Kitchin, R. 2014. Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1(1): 1-12.

- Maxwell, D. and Miller, R. 2012. Environmental managerial accounting in the digital age. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 3(1): 7-29.
- MGM 2023. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Çanakkale İklimi. https://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/canakkale_iklim.pdf (Erişim tarihi: 14.07.2025).
- Pirselimoğlu Batman, Z., Vardar, Ö.E. ve Ender Altay, E. 2024. Ulaşım Akslarının Yeterliliğinin Bursa Görükle Mahallesi'nde Araştırılması. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38(1): 143-162.
- TÜİK 2023. Türkiye İstatistik Kurumu, Çanakkale Nüfusu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109> (Erişim tarihi: 15.07.2025).
- Willis, R. 2017. Digital platforms for sustainability: possibilities and pitfalls. *Information, Communication & Society*, 20(6): 901-914.

