

FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

Sahibi / Owner

Fenerbahçe Üniversitesi Rektörü / Rector of Fenerbahçe
University

Prof. Dr. Fatma KANCA

Baş Editör / Editor-in-Chief

Prof. Dr. Sinan APAK

Editör /Editor

Dr. Öğr. Üyesi Özge DEVAL

Dr. Öğr. Üyesi İpek YILDIRIM CORUK

Alan Editörleri/Field Editors

Dr. Öğr. Üyesi Rifat BENVENİSTE, Fenerbahçe
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Osman SELVİ, Fenerbahçe Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Cem Savaş AYDIN, Fenerbahçe
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tayibe SEYMAN GÜRAY, Fenerbahçe
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Aslı DOĞAN BİLGEHAN, Fenerbahçe
Üniversitesi

EDİTÖR KURULU



FBU
FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

Dil Editörleri / Language Editors

Dr. Öğr. Üyesi Serhat UYURKULAK, Fenerbahçe
Üniversitesi

Arş. Gör. Kübra YÜCEL KARABAŞ, Fenerbahçe
Üniversitesi

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Arş. Gör. Meltem AĞAN, Fenerbahçe Üniversitesi
Arş. Gör. Nisanur ÖZÇELİK, Fenerbahçe Üniversitesi

Sekreter / Secretary

Arş. Gör. Simge Gül KÖKÇÜ MANGUT, Fenerbahçe
Üniversitesi

Arş. Gör. Berrak ERDAL, Fenerbahçe Üniversitesi

Teknik Editör/Technical Editor

Arş. Gör. Uğur ÖZBALKAN, Fenerbahçe Üniversitesi

Kapak Tasarım / Cover Design

Arş. Gör. Neslihan BIYIKLI

İletişim/Contact

Fenerbahçe Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
Dekanlığı

Tel: (0216) 910 19 07

e-mail: dae@fbu.edu.tr

EDİTÖR KURULU



FBU
FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

Danışma Kurulu/Advisory Board

Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU, Mimar Sinan Güzel
Sanatlar Üniversitesi

Prof. Dr. Emin ARCA, Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Nizamettin AYDIN, Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Işıl BALCIOĞLU, Boğaziçi Üniversitesi

Prof. Dr. Yüksel DEMİR, İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Arzu ERDEM, Kadir Has Üniversitesi

Prof. Dr. Abdi GÜZER, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN, İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin Lütfü KAHVECİOĞLU, İstanbul
Üniversitesi

Prof. Dr. Coşkun ÖZKAN, Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Çiğdem POLATOĞLU, Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Haşim Özgür TABAKOĞLU, Bakırçay Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan TOZAN, Medipol Üniversitesi

Prof. Dr. Kayahan TÜRKANTOZ, Mimar Sinan Güzel
Sanatlar Üniversitesi

Prof. Dr. Oğuz ÇOLAK, Eskişehir Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İnan GÜLER, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Muhammed Ali AYDIN, İstanbul Üniversitesi-
Cerrahpaşa

Doç. Dr. Zafer ÖZER, Mersin Üniversitesi

Doç. Dr. Ceyhun ÖZÇELİK, Muğla Sıtkı Koçman
Üniversitesi

EDİTÖR KURULU



FBU
FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

Değerli Okurlar,

Fenerbahçe Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Dergisi'nin 2025 yılı ilk sayısı olan 5. Cilt, 1. sayısını sizlerle paylaşıyor olmaktan mutluluk duyuyoruz.

Dergimizin ilgili sayısının yayına hazırlanmasında emek veren editörlerimiz Dr. Öğretim Üyesi Özge DEVAL ve Dr. Öğretim Üyesi İpek YILDIRIM CORUK'a katkıları için teşekkürlerimi sunarım. Yayın Kurulunu oluşturan değerli öğretim üyelerimize, büyük bir özveriyle dergi sekreteryasını yürüten Araştırma Görevlisi Berrak ERDAL'a, yazıların dil kontrolü aşamasında bize destek sunan dil editörlerimiz; Dr. Öğretim Üyesi Serhat UYURKULAK ve Araştırma Görevlisi Kübra YÜCEL KARABAŞ'a, sayının mizanpajı için çokça emek harcayan Araştırma Görevlisi Meltem AĞAN ve Araştırma Görevlisi Nisanur ÖZÇELİK'e, son olarak teknik editörümüz Araştırma Görevlisi Uğur ÖZBALKAN'a teşekkür ederim.

Dergi içeriğinin oluşmasına çalışmalarıyla katkı sunan değerli yazarlara, kıymetli vakitlerinden ayırarak makaleleri değerlendiren hakemlere teşekkürlerimi sunarım.

Mimarlık, İç Mimarlık ve Mühendislik alanlarında bilimsel çalışmaların yer aldığı dergimizin bu sayısında tamamı araştırma makalesi olmak üzere iki makaleden oluşan içeriği siz değerli okuyucularımıza sunmaktayız. Bu sayının sizler için faydalı olmasını umuyor, iyi okumalar diliyorum.

Saygılarımla,
Prof. Dr. Sinan Apak



FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

2021 yılında yayın hayatına başlayan Fenerbahçe Üniversitesi Tasarım, Mimarlık ve Mühendislik Dergisi (FBU-DAE) ulusal hakemli bir dergidir. Dergimiz; Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım alanlarında özgün ve bilimsel çalışmaların etik kurallar çerçevesinde değerlendirilerek okuyucuya iletilmesini sağlamaktadır. Dergimiz Haziran ve Aralık ayında olmak üzere yılda iki sayı yayınlamaktadır. Dergi yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Dergimizde kör hakemlik sistemi uygulanmakta, dergimize gönderilen makalelerin başka bir yerde yayınlanmış ya da yayınlanmak üzere sırada olmaması gerekmektedir. Yazar/yazarlar yayınlanmak üzere gönderdikleri makalelerin yayın ve telif hakkını Fenerbahçe Üniversitesi Tasarım, Mimarlık ve Mühendislik Dergisi'ne (FBU-DAE) devretmeyi ve ücret talep etmemeyi kabul eder. Yayımlanmış tüm makaleler dergi ve yazarlara atıf yapılmak suretiyle herkese açıktır.

İndeksler

EBSCOhost™

Journal Factor

Citefactor

Advanced Science Index (ASI)

Eurasian Scientific Journal Index

ASOS Index

Directory of Research Journals Indexing

ResearchBib

EuroPub

Google Scholar

International Institute of Organized Research (I2oR)



FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ

TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

İÇİNDEKİLER | CONTENTS

SAYFA | PAGE

1. ARAŞTIRMA MAKALESİ

KÜLTÜREL PEYZAJ KORUMA YAKLAŞIMINDA YENİ BİR BOYUT; SOSYO-EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Neşe YILMAZ BAKIR

1-13

2. ARAŞTIRMA MAKALESİ

FROM ICONS OF THE PAST TO A SUSTAINABLE FUTURE: 9E PERFORMANCE EVALUATION IN ELECTRIC/HYBRID CONVERSION OF ANADOL VEHICLES

Mert ÖKTEN

14-25



FENERBAHÇE ÜNİVERSİTESİ TASARIM, MİMARLIK VE MÜHENDİSLİK DERGİSİ

e-ISSN: 2757-9093

2025 | Volume.5 | No.1

BU SAYIDAKİ HAKEMLER

Prof. Dr. Emine EKİNCİ DAĞTEKİN, Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Hayriye Hale KOZLU, Erciyes Üniversitesi
Doç. Dr. Abdurrahman GÜNDAY, Uludağ Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Koray ALTINTAŞ, İstanbul Sağlık ve
Teknoloji Üniversitesi



KÜLTÜREL PEYZAJ KORUMA YAKLAŞIMINDA YENİ BİR BOYUT; SOSYO-EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

A NEW DIMENSION IN CULTURAL LANDSCAPE PROTECTION APPROACH; SOCIO-ECOLOGICAL SUSTAINABILITY

Neşe YILMAZ BAKIR*

ÖZET

Sürdürülebilirlik kavramı kültürel peyzaj bağlamında ele alındığında çoklu stratejilere odaklanan, yenilikçi teorik ve metodolojik yaklaşımların geliştirilmesine ihtiyaç duymaktadır. Kültürel peyzajları korumak, yalnızca kolektif mirasımızı korumak için değil, aynı zamanda toplulukların refahıyla içsel olarak bağlantılı olduğundan; sosyal-ekolojik sürdürülebilirliği teşvik etmek için de önemlidir. Sosyal ekoloji, toplum-doğa etkileşiminin tüm ilgili örgütsel, mekânsal ve zamansal düzey ve ölçeklerdeki analiziyle ilgilenen disiplinler arası ve disiplinler arası bir bilim alanıdır. Bu araştırma makalesi, kültürel peyzajların korunması ile sosyal-ekolojik sürdürülebilirlik arasındaki kesişimleri araştırarak bu kritik alandaki zorlukları ve fırsatları incelemektedir. Özellikle yerel düzeyde kültürel peyzajların sürdürülebilirliğinde çevresel değişim ve çağdaş toplumsal gelişme tarafından kısırlanan ortaya çıkan riskleri ve güvensizlikleri hafifletmek ve bunlara uyum sağlamak için toplumsal tepkilerin daha sağlam ve ayrılmaz bir unsuru haline nasıl gelebileceğini daha iyi anlamak amacıyla yazılmıştır. Çalışma, kapsayıcı yönetişimin, toplumsal katılımın ve yeşil altyapının geliştirilmesinin önemini vurgulayarak, sosyo-ekolojik sürdürülebilirliğe ulaşmak için çeşitli stratejileri araştırmaktadır. Sonuç olarak sosyo-ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için çeşitlilik, bağlantı, değişkenleri yönetme, karmaşık sistemlerin anlaşılması-uyum kapasitesi, deneyim, katılım, yönetişim başlıkları altında öneriler geliştirmektedir. Bu sorunların ele alınması, eşitlikçi ve dayanıklı olan uzun vadeli, sürdürülebilir kentsel kalkınmayı başarmak için önemli olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, kültürel peyzaj koruma, sosyo-ekolojik, dayanıklılık.

ABSTRACT

Sustainability, a multidimensional concept, needs the development of innovative theoretical and methodological approaches. Protecting cultural landscapes is important not only to preserve our collective heritage but also to promote social-ecological sustainability, as it is intrinsically linked to the well-being of communities. Socio-ecology is an interdisciplinary and transdisciplinary field of science that deals with the analysis of society-nature interactions at all relevant organizational, spatial, and temporal levels and scales. This research article examines the challenges and opportunities in this critical area by investigating the intersections between the protection of cultural landscapes and social-ecological sustainability. It is written with the aim of better understanding how the sustainability of cultural landscapes, especially at the local level, can become a more robust and integral element of societal responses to mitigate and adapt to emerging risks and insecurities provoked by environmental change and contemporary societal development. The study explores various strategies to achieve socio-ecological sustainability, emphasizing the importance of inclusive governance, community participation, and green infrastructure development. As a result, it develops recommendations under the headings of Diversity, Connectivity, Managing Variables, Understanding Complex Systems-Adaptive Capacity, Experience, Participation, and Governance to ensure socio-ecological sustainability. Addressing these issues will be important to achieve long-term, sustainable urban development that is equitable and resilient.

Keywords: Sustainability, cultural landscape protection, socio-ecology, resilience.

Geliş Tarihi/Received: 12 Nisan 2025
Kabul Tarihi/Accepted: 5 Mayıs 2025

Araştırma Makalesi/Research Article

*
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,
Erciyes Üniversitesi
Kayseri / Türkiye

Department of City and Regional Planning,
Erciyes University
Kayseri / Turkey

ORCID: 0000-0002-6326-6127

nyilmaz@erciyes.edu.tr

1. GİRİŞ

Kültürler veya insan faaliyeti, bağlı oldukları yerel sistemlerin ekolojik sınırları içerisinde gelişir (Rockstrom vd., 2009), kültürleri belirli sosyo-mekansal sistemlerde yerelleştirmek, küreselleşen dünyada her zaman ortaya çıkan çoklu hareketlilikler açısından oldukça karmaşık bir konudur (Urry, 2001; Adger vd., 2013). Sürdürülebilir kalkınma, ekolojik, ekonomik ve sosyal boyut olmak üzere üç boyut üzerinden tanımlanırken günümüzde kültür boyutu ön plana çıkmış, "kalkınma süreçlerinin sürdürülebilirliğini sağlayan gerekli dönüştürücü boyutu" olarak ele alınmaya başlanmış, kültürel sürdürülebilirlik ise, kalkınmanın dördüncü ayağı olarak tanımlanmıştır (UNESCO, 2019). Bu ilginin kökleri, sürdürülebilir kalkınmayı inşa etmek için mevcut çok yönlü kaynakları içeren belirli bir

sermaye türü olarak "kültürel sermayeyi" öneren çok daha önceki tartışmalar üzerine inşa edilmektedir (Throsby, 1999; Labadi, 2017). Kültürel peyzaj ve kültürel sürdürülebilirlik ilişkisinde esas konu sürdürülebilirlik ilkeleriyle tutarlı bir şekilde kültürel miras ve geleneklerin korunması ve devam ettirilmesi anlamına gelmektedir; kültürel alanların, eserlerin ve uygulamaların korunmasının yanı sıra kültürel bilgi ve becerilerin sürdürülmesini de içeren bir yaklaşıma sahiptir. Bu konu kültürel kaynakların korunması ve kullanımında gelecek nesillerin ihtiyaçlarının dikkate alınmasını sağlamayı da içermektedir. Kültürel peyzaj; toplum ve doğal yapı arasındaki dinamik ilişkinin ürünü olarak kabul edilir ve antropojenik faaliyetler ile çevreleyen ortam arasındaki karmaşık bir etkileşimi kapsamaktadır (Scazzosi, 2004; Zeng & Mu, 2024). Günümüzde kültürel peyzaj koruma kavramı, çevre yönetimi ve sürdürülebilirlik alanında giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bu peyzajlar, belirli coğrafi bölgelerde gelişen benzersiz kültürel kimlikleri, gelenekleri ve yaşam biçimlerini temsil ettikleri için önemli bir değere sahiptirler ve sürdürülebilir sistemleri şekillendiren sosyo-ekolojik süreçlerin sonucu olarak doğa ve kültür arasındaki bir arayüz niteliğindedirler (Lekakis & Dragouni, 2020; Frantzeskaki & Rok, 2018). Bu doğrultuda kültürel miras kavramının, somut varlıklara ve uzman görüşlerine odaklanmak yerine, farklı paydaşlardan gelen ilişkisel değerleri ve çoklu bakış açılarını içerecek şekilde genişlemesi, peyzaj kavramını da içerecek şekilde kentsel mirasa dair bütünsel bir bağlamsal görüşe yol açmıştır (Panjabi & Winter, 2009). Bu kavramsallaştırmanın merkezinde, peyzajın fiziksel karakterinin yanı sıra yaşanan bir mekân, sosyo-kültürel yapısı ile zaman ve mekânda değişen çevrenin zihinsel-özel bir temsili olduğu fikri yer almaktadır. Peyzaj kavramının karmaşık katmanlaşmasını ele almak için genellikle ayrı ayrı tartışılan farklı teorik perspektifleri bütünleştiren bir yaklaşımın gerekliliğini gündeme gelmesi ile pek çok disiplin peyzaj arkeolojisi (Ansuetz vd., 2001), kentsel peyzaj planlama (Waldheim, 2006) ve peyzaj ekolojisi (Forman, 1995; Wu & Hobbs, 2002) gibi pek çok disiplin konuyu tartışmaya başlamışlar literatüre katkı sunmuşlardır (Tablo 1).

Tablo 1. Kültürel Peyzaj Yaklaşımı –
Değerlendirme

Kaynak	Araştırma Odağı
Çatalbaş & Kılıç, 2022	Kentsel dinamikler içerisinde koruma ve planlamada Kültürel Peyzaj yaklaşımı bileşenleri
Perihan & Aşur, 2020	Kent kimliği ve Kültürel Peyzaj ilişkisi
Martínez Pino, 2018; Rodwell, 2018	Kültürel Peyzaj yaklaşımını yerel kalkınma gündemlerinin merkezine yerleştirme ve sürdürülebilir kalkınma için 2030 Gündemi, Yeni Kentsel Gündem (Habitat III) hedeflerine yirmi birinci yüzyıl için kentsel planlama modellerine entegrasyon
Colavitti & Usai, 2019	Kentin tarihsel odağını kavramsallaştırmanın önemi, Vatandaşların karar alma süreçlerindeki belirgin rolü
Ginzarly vd., 2019	Tekil yerel bağlamlardan ve ulusal ve yerel yönetimlerin miras yönetiminde birlikte nasıl çalışabileceğine, mirası ulusal çıkar olarak belirleyip bu şekilde küreselleşmeye karşı nasıl mücadele edebileceğine dair bir örnek olarak Kültürel Peyzaj yaklaşımı
Markevičienė, 2011	Kültürel Peyzaj sürecinde kent ve kentli hakkı
Turner, 2015	Somut olmayan miras yoluyla sosyal sürdürülebilirliği teşvik etmek için Kültürel Peyzaj yaklaşımının potansiyel uygulaması
Fusco Girard, 2013	Kültürel Peyzaj yaklaşımının planlamaya entegrasyonu
Rey Pérez & González Martínez Pino, 2018; Rodwell, 2019	Kültürel Peyzaj sürecinde özgünlük değerlendirmesi
Azpeitia Santander vd., 2018	Kültürel Peyzaj yaklaşımında kabul edilebilir değişim sınırlarının tanımlanması
Jokilehto, 2014	Yerel idari çerçeveleri ile Kültürel Peyzaj yaklaşımı ilişkilendirme
Ginzarly vd., 2019	Kültürel Peyzaj yaklaşımı, katılım, koruma, yönetim, kalkınma ve planlama disiplinlerini bütünleştiren yeni araçlar
Waterton & Smith, 2010	Kültürel Peyzaj kavramının inşa edilmiş çevreyle etkileşim süreçlerinin tanımlanması
Avrami, 2010 ; Avrami vd., 2019; European Council, 2000	Toplumsal ilişkiler, hâkim söylemler ve inşa edilmiş çevrenin ve diğer eserlerin oluşumunu etkileyen politik, ekonomik ve kurumsal bağlamlar
Van der Hoeven, 2019; Nash vd., 2018	Kültürel Peyzaj sürecinde yeni teknolojilerin dahil edilmesi, mirasın maddi olmayan boyutunu ve erişilebilirliği
Angrisano vd., 2016	Sosyal girişim, sosyo-ekonomik araçlar
Dinçer, 2013	"Tarihi kentsel peyzaj" anlayışı içinde karar verme, süreçte yer alan toplum aktörlerinin ortaklığı, müzakere ve iş birliği

Kültürel peyzajları korumak, yalnızca kolektif mirası korumak için değil, aynı zamanda kendilerine güvenen toplulukların refahıyla içsel olarak bağlantılı olduğundan, sosyal-ekolojik sürdürülebilirliği teşvik etmek için de önemlidir (Scazzosi, 2004; Soini & Birkeland, 2014). Bu nedenle kültürel peyzajların ve doğal mirasın korunmasına yönelik yönetim stratejilerine odaklanan yenilikçi teorik ve metodolojik yaklaşımların geliştirilmesine yönelik artan bir ihtiyaç bulunmaktadır. Son yıllardaki bu kapsamda koruma tartışmalarındaki vurgu, anıtların onarımı ve korunmasından, kültürel peyzajı şekillendiren toplumsal süreçlere ve çoğunlukla tarihi, insan yapımı ortamların dikkate alınması; kültürel mirasın sosyo-ekonomik ve çevresel değerlerinin takdir edilmesine doğru kaymıştır (Tunbridge & Ashworth, 1996; Loulanski, 2006; Bond & Worthing, 2008; Tait & While, 2009). Ayrıca fiziksel eserlerle bağlantılı olsun veya olmasın, sosyal örüntülere ve yaşam geleneklerine öncelik verilmesi gerekmektedir. Somut olmayan miras, somut mirasın şekil ve anlam kazandığı daha geniş bir çerçeve sağlamaktadır (Bouchenaki, 2003). Sonuç olarak kültürel mirası, gelenekler ve eserler aracılığıyla sonraki nesillere aktarılan, gelecek nesillerin yeni katkılarıyla bir arada var olan ve günümüz değerleriyle uyumlu, değişken, heterojen ve melez olmak üzere çoklu yorumları olan, sürekli olarak yeniden yaratılan bir toplumsal süreç olarak tanımlanmaktadır (Tait & While, 2009). Gelenek ve uygulamaların taşıyıcısı olan yerel topluluklar, mirası üreten, sürdüren ve koruyan temel koruyucular olarak görülmektedir; bu nedenle miras ve onun kullanımı hakkında farkındalık yaratma araçlarına ve uygun enstrümanlara erişebilmelidirler (Xie vd., 2022; Ziemeļniece vd., 2021). Bu kapsamda çalışmanın odağında yer alan sosyal-ekolojik sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarını bütünləştiren kapsamlı bir çerçevedir. Özünde, bu yaklaşım insan toplumları ile bunların içinde yer aldığı ekosistemler arasındaki karmaşık bağlantıları kabul eder (Sürdürülebilirlik, Öğrenme, Uyum ve Bilgi İşleme vb.). Sürdürülebilirliğin sosyal-kültürel yönü, toplulukların refahını ve dayanıklılığını sağlayan süreçleri ve koşulları kapsar (Berkas vd., 1994). Bu, tüm bireylerin yerel ortamlarının karar alma ve gelişimine aktif olarak katılmaları için fırsatlar yaratmayı, çevreleri üzerinde bir sahiplik ve faaliyet duygusu geliştirmeyi içermektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Kaynak kullanımı ve sonuçların değerlendirilmesinde insan faktörü düşünüldüğünde kaynakların koruma ve dayanıklılığının artırılması sürecinde sosyo-ekolojik yapının iyi çözümlenmesi gereklidir. Bu süreçte kültürel peyzajın korunmasında yerele özgü kültürel bilgi ve deneyimlerin ön plana çıkarılması, dayanıklılığın artırılabilmesi için uyum kapasitesinin artırılması, acil bir durum karşısında organize olma yeteneğine sahip esnek ve dayanıklı yönetim modellerinin geliştirilmesi gereklidir (Berkas vd., 2014; Folke vd, 2005; Olsson vd., 2004; Bodin vd., 2006; Bodin & Crona, 2009).

Bu araştırma makalesi, kültürel peyzajların korunması ile sosyal-ekolojik sürdürülebilirlik arasındaki kesişimleri araştırarak bu kritik alandaki zorlukları ve fırsatları incelemektedir. Çalışma, kapsayıcı yönetimin, toplumsal katılımın ve yeşil altyapının geliştirilmesinin önemini vurgulayarak, sosyo-ekolojik sürdürülebilirliğe ulaşmak için çeşitli stratejileri araştırmaktadır. Sosyo-kültürel sürdürülebilirliği artırmayı amaçlayan insan yeteneği/kapasitesi ve yerel adaptasyon çerçevesinde kültürel mirasın korunmasına tartışan bir çerçeve sunmaktadır. Farklı toplulukların ekolojik dinamikleriyle nasıl başa çıktıklarına dair net bir anlayış geliştirmek, koruma bilimi ve uygulaması için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle araştırma kapsamında geliştirilen teorik model, yeni veya optimize edilmiş koruma stratejileri için olasılıklar sunmaktadır. Araştırma kapsamında Kültürel Peyzaj-Koruma ve sosyo-ekolojik Sürdürülebilirlik ilişkisinin değerlendirmesi, iki aşamadan oluşan hakemli bilimsel literatürden yararlanarak gerçekleştirilmiştir. Konunun çok disiplinli doğasının ve çok sayıda yayının farkında olarak, ilk aşama konunun geniş bir genel görünümünü ve kapsamını almaya yönelik olarak araştırılmıştır. Bu nedenle Scopus, WOS ve Proquest veritabanında gelişmiş bir literatür araması yapılmış, ikinci aşamada araştırmaların odakları analiz edilerek nitel bir değerlendirme yapılmıştır (Tablo 1 ve Tablo 2).

Araştırma soruları;

- Kültürel sürdürülebilirlik, risk algısına, azaltmaya ve uyum stratejilerine dayanır. Yerel kültürler, riskleri nasıl algılar ve bunlara nasıl uyum sağlar?
- Yerel kültürler, sürdürülebilirlik stratejilerini nasıl geliştirir ve uygular?
- Bu stratejiler, kültürel değerleri ve gelenekleri nasıl korur?

Genel olarak, bu çalışma kentsel sürdürülebilirliğe bütünsel bir yaklaşımı savunan büyüyen bilgi birikimine katkıda bulunmakta ve kültürel peyzajın ve topluluklarının refahının ayrılmaz bir şekilde bağlantılı olduğunu vurgulamaktadır. Bu sorunların ele alınması, eşitlikçi ve dayanıklı olan uzun vadeli, sürdürülebilir kentsel kalkınmayı başarmak için çok önemli olacaktır.

3. SOSYAL EKOLOJİNİN TEMEL İLKELERİ

Sosyo-ekolojik sistem (SES) kavramı gündeme geldiği dönemden (Ratzlaff, 1969) günümüze kadar kavramsal olarak evrilerek (Tablo 2) hem çevre hem de sosyal bilimlerde, ekonomide ve tıp, psikoloji, sanat ve beşeri bilimler gibi çeşitli bilgi alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Berkes vd., 1994).

Kaynak	Tanım- Odak	Uzlaş-Ortak Nokta
Thomas vd., 2012	“İnsan ve doğa sistemi”	(1) Entegre Biyo-Fiziksel ve Sosyo-kültürel süreçler, (2) Kendi kendini örgütlenme, (3) Doğrusal olmayan ve öngörülemez dinamikler, (4) Sosyal ve ekolojik süreçler arasındaki geri bildirim, (5) Mekânda (uzamsal eşikler) ve zamanda (zaman eşikleri) değişen davranış, (6) Farklı zaman ölçeklerinde sonuçları olan miras davranışsal etkiler, ortaya çıkan özellikler (7) Karmaşık uyarlanabilir sistemler
Fidel vd., 2014	Toplumsal ve ekolojik sistemlerin karşılıklı olarak bağımlı olduğu bir sistem	
Bouamrane vd., 2016	Ölçekler arasında iç içe geçmiş, birbirine bağımlı ve bağlantılı insan ve doğa sistemleri	
Harrington vd., 2010	Karşılıklı etkileşimler içinde toplumsal (insan) ve ekolojik (biyofiziksel) alt sistemleri içeren bir sistem	
Colding & Barthel, 2019	Yerel kurumlar tarafından çerçevelenen farklı yönetim uygulamalarına yansıtılma zorunluluğu	
del Mar Delgado-Serran vd., 2015	Çok farklı zaman ölçeklerinde sonuçları olan miras davranışsal etkiler,	
Berkes vd., 1998	Yerel kaynak yönetim sistemlerindeki dayanıklılığı analiz etme yöntem,	
Davidson-Hunt & Berkes, 2003	Ekosistem ve yönetim uygulaması arasındaki bağlantının, kaynak kullanıcılarının yerel ekosistemi veya bağlı oldukları kaynak tabanının ekolojik bilgisi ve anlayışı	
Ostrom, 2009	Sağlamlık modeli (Vakaları karşılaştırmak için koşullar iyileştirilmesi gerekliliği, ortak dil geliştirilmesi, karmaşık, çok değişkenli kaynak yönetim sistemlerinin daha ciddi bir biçimde incelenmesi gerekliliği)	
Anderies vd., 2004	Kavramsal Modelin arkasındaki mantık hem tasarlanmış hem de kendi kendini düzenleyen bileşenlerini tanımlamak ve değerlendirmektir.	

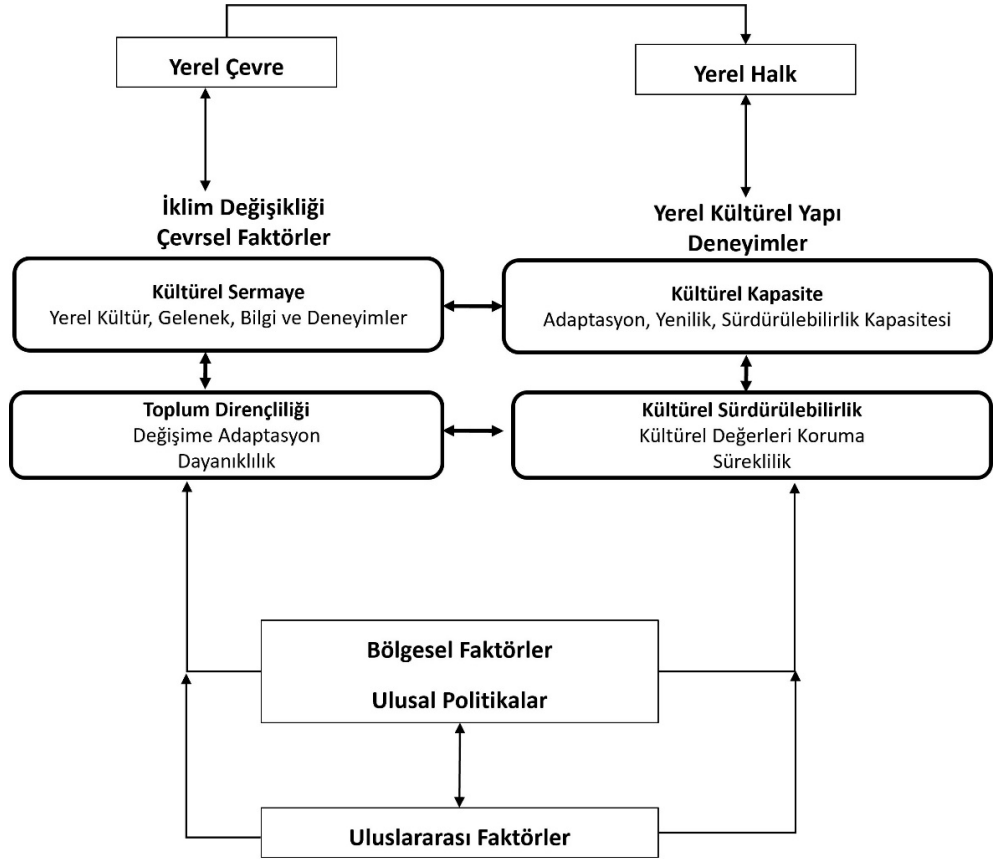
Tablo 2. Sosyo-Ekoloji Yaklaşımları-
Kavramsal Değerlendirme

Sosyal-ekolojik sistemler (SES) araştırması, insanların ve doğanın derinlemesine iç içe geçtiğini kabul eder ve devam eden küresel değişimle ilişkili sosyal-ekolojik koşullar, zayıflıklar ve yollar hakkında tutarlı bir anlayış sağlamayı amaçlamaktadır (Currie vd., 2024). SES kavramı — aynı zamanda bağlı insan-çevre sistemleri veya bağlı insan ve doğal sistemler olarak da adlandırılır — çevresel ve toplumsal değişimin birbirine bağlı dinamiklerini anlamak için güçlü bir analitik çerçeve sağlamaktadır (Şekil 1). Günümüzde kavramsal olarak

sosyo-ekoloji, toplum-doğa etkileşiminin tüm ilgili örgütsel, mekânsal ve zamansal düzey ve ölçeklerdeki analiziyle ilgilenen disiplinler arası ve disiplinler arası bir bilim alanıdır. Sosyal ve doğa bilimlerinin yanı sıra beşerî bilimlerden gelen uzmanlıkları birleştirerek ve uygulayıcılardan gelen bilgileri entegre ederek, sosyal ekoloji sürdürülebilirliğe doğru ilerleme çabaları için bilgi temeli sağlamayı amaçlamaktadır.

Sosyo-ekoloji tematik olarak şunları içermektedir:

- Malzemeler, enerji, su ve arazi dahil olmak üzere kaynak kullanım modellerinin analizi;
- Kaynakların yönetimi;
- Kurumsal, toplumsal, kültürel ve ekonomik boyutları;
- Kaynak kullanımının iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik, ekosistemler ve diğer çevresel yönler üzerindeki etkileri;
- Gıda üretimi, döngüsel ekonomi, paylaşım ekonomisi veya fiziksel ekonomileri yeniden düzenlemeye yönelik diğer kavramlar gibi yerleşik ve ortaya çıkan konular;
- Toplumdaki ilişkilerinin rolü;
- Sürdürülebilirliğe doğru ilerlemek için seçeneklerin karşılıklı tavizleri ve sinerjileri;
- Sürdürülebilirlik dönüşümleri için ivme noktaları ve engeller.



Şekil 1. Sosyo-ekoloji Sistem Bileşenleri

Yukarıda belirtilen tanımla, sosyo-ekolojik sistemler analitik bir araç ve kaynak kullanımı ve güvenliği üzerine teknik ve bilimsel araştırma için bir katalizör olarak ana akım teorik anlayışı temsil etmektedir. Bu bağlamda, güncel sorunlara odaklanmakta ve baskı altındaki peyzaj üzerindeki kaynak yönetimindeki sinerjiler ve uzlaşmalar hakkında yenilikçi düşünceyi teşvik etmektedir. Kavram hakkındaki ikinci teorik eğilim teknik olmaktan çok normatiftir: alana yönelik sosyal eşitliğe ve çevresel adaletsizliğe eleştirel bir şekilde bakmayı, güç asimetrisine işaret etmeyi ve savunmasız grupların riskler karşısında ihtiyaçları üzerinden değerlendirilmesini talep etmeyi önermektedir. Genelde belirsiz anlam ve güçlü normatif yankının bir kombinasyonu olarak görülen bu normatif vurgu SES'i çatışma ve eşitsizliğin bir tarayıcısı ve karar vericileri ve paydaşları hangi tür bir gelecek (ve dünya düzeni) istendiği sorusuna doğru harekete geçirmek için bir pusula olarak kullanmayı önermektedir. Sosyal-

ekolojik sistemler kavramı, çevresel ve toplumsal değişimin birbirine bağlı dinamiklerini anlamak için faydalıdır. Kavram; insanlığın ekosistemlere bağımlılığının daha fazla kabul edilmesi, disiplinler arası ve bilim ile toplum arasında iyileştirilmiş iş birliği; gelişmiş sistem anlayışına yol açan artan metodolojik çoğulculuk ve sosyal-ekolojik etkileşimleri dikkate alan önemli politika çerçeveleri konularını ve ilişkiselliğini anlamada katkı sağlamaktadır (Fischer vd., 2015; Deslatte vd., 2022).

Kentsel ortamlarda sosyo-ekolojik sürdürülebilirliği keşfetmek, toplum refahı ile ekolojik sağlık arasındaki karmaşık ilişkilerin bütünsel bir şekilde anlaşılmasını gerektirir. Bu keşfin merkezinde, çevresel koşullar ile insan refahının birbirine bağlılığını vurgulayan ve kentsel sürdürülebilirliğin hem sosyal hem de ekolojik faktörleri dikkate almadan elde edilemeyeceğini gösteren sosyo-ekolojik paradigma yer almaktadır (Anjali vd., 2024; Edwards & Sen, 2000). Kent planlamacıları ve politika yapımcılar sürdürülebilir ve dayanıklı kentsel gelecekleri teşvik etmeye çalışırken, bu bağlantıları teşvik etmede kültürel peyzajların rolüne odaklanmalıdırlar. Kültürel peyzajlar yalnızca kentsel yaşam kalitesini artırmak için hayati bileşenler olarak hizmet etmekle kalmaz, aynı zamanda sosyal boyutları planlama ve geliştirmelerine entegre etmeyi önemli hale getiren temel ekolojik faydalar da sağlamaktadır (Amster & Grdina, 2021; Kühne & Kühne, 2019.). Örneğin, kültürel peyzajın sürekliliğinin sağlanması gibi tüm kullanıcıların haklarını dengeleyerek kapsayıcılığı önceliklendirmeli ve böylece kentte yerleşik sosyal-kültürel sorunları toplumsal empati ve katılım fırsatlarına dönüştürmelidir (Schmitz & Herrero-Jáuregui, 2021; Anjali vd, 2024).

4. KÜLTÜREL PEYZAJ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ/ SOSYO-EKOLOJİ ARA KESİTİNDE TEMEL BİLEŞENLER

Sürdürülebilirlikle yakından bağlantılı olan dayanıklılık, sistemin dış etkilere yanıt verme yeteneğini tanımlayan bir kavramdır. Dayanıklılığı sürdürülebilirliğe bağlamanın, belirsiz ve değişen bir dünyada sosyo-ekolojik sistemleri yönetmek için önemli olduğu kabul edilmektedir (Reyers vd., 2022). Bu bağlamda çalışmanın bu bölümünde sosyo-ekolojik dayanıklılık kültürel peyzaj ile birlikte ele alınarak değerlendirilmiştir.

4.1. Risk Algısı, Azaltma ve Uyum Kapasitesi

Risk, tanımlanmış bir tehlikenin meydana gelme olasılığı veya sıklığı ile meydana gelmenin sonuçlarının büyüklüğünün birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Slovic vd., 1982; Lechowska, 2018). Toplumun risklere yanıt vermedeki dayanıklılığını artırmada en önemli stratejiler planlanma sürecinde azaltma ve adaptasyonun daha geniş kavramlar ile ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Toplamların öz yeterliliklerinin ve uyum seçeneklerinin maliyetleri ve etkinliğinin değerlendirilmesinde uyum kapasitesi dikkate alınmalıdır. Uyum kapasitesini etkileyen temel faktörler risk farkındalığı ve risk algısıdır; 'risk farkındalığı', tehlikelerin potansiyelinin tanınma düzeyini tanımlarken, 'risk algısı' mevcut risklerin öznel değerlendirmesine atıfta bulunmaktadır. Literatürde, risk algısı 1980'lerde sosyal bilimlerde; yargılama ve karar alma çalışmalarındaki araştırmalar yoluyla ön plana çıkmıştır. Pidgeon vd. (1992), risk algısının insanların inançlarını, tutumlarını, yargılarını ve duygularını, sosyal ve kültürel değerlerini ve belirli bir tehlikeye karşı benimsedikleri eğilimleri içerdiğini belirtmektedir.

Sürdürülebilir toplumlara doğru uygulanabilir geçişler tasarlarlarken sosyal bağlamda mevcut kültürel yeteneklerden yararlanmalıdır. Bu nedenle, riske verilen her yanıtın kültür aracılığıyla iletildiğini kabul etmek önemlidir. Kimliğin algılanan yönleri, toplum uyumu ve yer duygusu dahil olmak üzere hem maddi değerleri hem de maddi olmayan değerleri değerlendirmeyi gerektirmektedir (O'Brien vd., 2015). Ancak, bu stratejilerin etkili bir şekilde uygulanmasının, uzmanlar tarafından kabul edilebilir olarak belirlenen risk seviyesi için etkileri olan yerel düzeydeki risk algısı ve güvenlik kültürü uygulamaları tarafından yönlendirilmesi gereklidir. Bu uygulamalara yönelik kültürel bir duyarlılığın ve uyum kültürünün olmaması durumunda, ilerleme yavaş olabilir veya geri çevreletilebilmektedir. Açıkça, risk azaltma yalnızca yasal düzenlemeler, kurumlar ve potansiyel tehlikelerle ilgili değildir; aynı zamanda tüm bu bileşenleri yerelleştirilmiş bir bağlamda bir araya getirerek değişim süreçlerini aktif olarak yönetir. Örneğin iklim değişikliği araştırmalarında nitelikli adaptasyon fikri, çevrenin bozulmasına pasif bir şekilde uyum sağlamayı ifade etmez.

Aksine, adaptasyon tercihen sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı amaçlayan kasıtlı dönüştürücü eylem açısından kavranır (Bassett & Fogelman, 2013; Salomaa & Juhola, 2020; Juhola vd., 2022). Bu hedefler, riskleri tanımlayarak ve etkili yanıtlar bularak takip edilir. Modern toplumlarda riskler genellikle bilim temelli kavramlar ve yöntemlerle değerlendirilir. Ancak, sürdürülebilirlik stratejileri tasarlanırken, riskin insan geçim kaynağı ve kültürü üzerindeki sosyal etkilerini ilgili kişilerle diyalog halinde değerlendirmek de önemlidir; geleneksel bir bilim temelli risk yönetim stratejisi, geleneksel kültürlerin kültürel potansiyelini ve riske yanıt verme bilgisini sıklıkla göz ardı ettiği için sosyal sürdürülebilirlikle yeterince uyumlu değildir. Tartışmalı olarak, topluluklar geleneksel kültürel varlıklarını yalnızca önerilen politikanın genel kabulü yoluyla reformların meşruiyetini artırmak için değil, aynı zamanda yeni risk yönetimi politikalarının ortak yaratılmasına katkıda bulunmak için de kullanabilirler. Bu, çeşitli yerel girişimlerden ve kültürel olarak miras alınan sürdürülebilir uygulamalardan yararlanılarak yapılabilir (Haustein & Lorson, 2023; Buttner, 1998; Ranson vd., 1994). Etkili bir şekilde, yerel kültürel miras ve çeşitliliğin tanımlanmış varlıkları aracılığıyla sürdürülebilir kalkınma sağlayabilecek mevcut uygulamaları belirlemek çok önemlidir.

4.2. Sosyal Farklılaşma, Savunmasız Gruplar

Sosyal uyumun yoğunluğu ve kapsamı, sosyal gruplar arasında kırılganlıkların farklılaşması göz önüne alındığında, topluluklardaki "özerk" uyum, günlük insan ihtiyaçları ve hızlı sosyal değişim ortasında gündelik uygulamaların uygulanabilirliği açısından yakından anlaşılmalıdır (Kortetmäki & Järvelä, 2021). Toplumsal farklılaşmanın ve yaşanan adaletsizliğin etnik gruplar veya diğer toplumsal azınlıklar arasında "özerk uyum" oluşturma kapasitesini engelleyebileceği ileri sürülmektedir. Dahası, mekân veya yer de savunmasızlığı değerlendiren açıklamalara dahil edildiğinde, toplum düzeyindeki güç ilişkilerinin de dikkate alınması gereken toplumsal yapılar ve varlıklar ayırt edilebilir (Demetriades & Esplen, 2008; Vallury vd., 2022). Temel olarak, bu koşullar altında tanınan yerel topluluklarda sürdürülebilir kalkınma fikri, yerel kalkınma süreci içerisinde, sosyal azınlıkların bile kendi kültürel yeteneklerine dayalı olarak toplumsal değişime katkıda bulunabilecekleri kapsayıcı bir sürecin izlenmesi girişimi anlamına gelecektir (Blaser, 2004). Ancak, kültürel sürdürülebilirliği uyarlanabilir kapasiteyle birleştirme perspektifinden bakıldığında, yerli toplulukların yerel kültürlerinde tanınması gereken daha da fazla kültürel potansiyel vardır.

Modern toplumlarda çağdaş kırılganlık deneyimlerini ortaya koyan sosyal farklılaşmanın bir başka yönü de kentsel/kırsal ayrımıyla bağlantılıdır. Kentleşme eğilimi, yerel nüfusun geçim kaynakları ve kültürü üzerinde kutuplaştırıcı bir etkiye sahip olabilecek bölgesel farklılaşmaya yol açan yeni bir ortam sağlamıştır. Bu farklılaşma ve potansiyel ayrışma yalnızca bireyler arasında değil, aynı zamanda topluluklar ve bölgeler arasında da tespit edilebilir. Bu nedenle, bölgelere göre kültürel sürdürülebilirliğin ön koşullarını dikkatlice ele almak ve bölgesel farklılaşma açısından bile kolektif uyarlanabilir kapasiteyi öngörmek önemlidir. Farklılaşmanın alt bölgesel dinamiklerini tanıyarak, yerel aktörler genellikle kırsal/kentsel ayrım ve diğer mekânsal farklılaşmalarla ilişkilendirilen marjinalleşmeye meydan okumak için kapsayıcı stratejiler bulabileceklerdir.

4.3. Yerel Dayanıklılık ve Dönüştürücü Yönetim

Yerel uyarlanabilir kapasiteye ve dayanıklılığa katkıda bulunmak amacıyla, topluluktaki hem kültürel hem de maddi kaynakların yaşayanlar ve yerel kurumlar tarafından belirlenmesi ve değerlendirilmesinin sağlanması gereklidir. Yönetişim perspektifinden ele alındığında, yer temelli bir topluluk ve kültür, bölgesel ulus devletinin mevzuatına bağlı olarak daha fazla veya daha az özerkliğe sahip olan kentsel veya kırsal topluluk yönetimi bağlamında konumlandırılabilir. Bu idari topluluklar, yerel sürdürülebilirliğe doğru adımlar atabilen ve benzer çıkarları paylaşan kültürel ağlarla birlikte çalışabilen kamu politikalarının yerel girişimleri için "yuva" görevi görecektir şekilde kasıtlı olarak "yerel sürdürülebilirlik yönetimi" yolları kurabilme olanağına sahiptir (Smit & Wandel, 2006; Edge & McAllister, 2009; Gough, 2013). Yer temelli çeşitlilik ve çok konumlu yönetim çerçevesinde, kültürel sürdürülebilirlik, öncelikle günlük yaşam pratikleri üzerinde yaratıcı işlevler/reformlar veya çeşitli yerel kültürel performanslarda paylaşılan deneyimler yoluyla güçlendirme(ler) olarak

yerel uyarlanabilir kapasiteye ortaya çıkan bir katkı anlamına gelir ve kültürel değişim yoluyla farklı alanlarda daha da geniş bir şekilde uyum sağlama yeteneğini artırır (Rozmiarek vd., 2022; Kortetmäki & Järvelä, 2021). Yer ve kültürel miras arasındaki göreve dayalı bir ilişkinin önemini vurgulamak kendiliğinden açık olarak kabul edilebilir, çünkü yere dayalı görevler ve yerel çevre ve tarihi alanların yönetimi gelenek tarafından yerel dayanıklılığa açıkça dahil edilmiştir (Folke vd. 2005; Holling, 1996; Anderies vd., 2004; Sachs vd., 2019).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Literatür değerlendirmesi sosyo-ekolojik sürdürülebilirlik kapsamında kültürel peyzajların dayanıklılık stratejilerinin tanımlanmasında ve sosyal, ekonomik ve ekolojik boyutlarının özelliklerinin incelenerek sağlanabileceği değerlendirilmiştir. Kavramlar arasındaki ilişki, sosyo-mekânsal sistem içinde oluşturulması gereken bir standart veya kayıttan çok bir süreç olarak düşünülmelidir. Kültürel sürdürülebilirlik açısından bu, öncelikle yerel mirasın, kültürel sürdürülebilirlik mercceklerinden tekrar tekrar nitelendirilmesi gereken toplumsal dayanıklılığın oluşturulmasında kalıcı ve kurucu bir unsur olduğu anlamına gelmektedir. Kültürel peyzajın korunmasında SES aracılığı ile yerel ve/veya toplumsal dayanıklılığın oluşturulmasına katkıda bulunan sosyal aktörlerin çeşitliliğini tanımak gereklidir. Sürdürülebilir dönüşümlerini onaylamaya yönelik yerel politika yapımının uygulanabilir olduğu kanalları, ağları ve etkili iletişim ortamlarını belirlemek önemlidir. Son olarak, etkili yönetim kalıpları oluşturma perspektifinden ister kamu kurumları ister özel kuruluşlar olsun, topluluğun "dış" aktörlere göre özerklik derecesini tanımak önemlidir. Dolayısıyla hem artan yerel uyum kapasitesini hem de toplumsal dayanıklılığı hedefleyen toplumsal süreçlerin, kültürel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri açısından zaman zaman kontrol edilmesi gerekir. Genel düzeyde, önerilen bir prosedür, bu etkilerin "tanınma, yeniden dağıtım ve temsil" ilkeleriyle ne kadar iyi uyumlandığını değerlendirmektir (Fraser, 2009). Bu doğrultuda çalışma kapsamında kültürel peyzajların korunması sürecinde Sosyo-ekolojik sürdürülebilirlik için yedi ilke önermektedir, bu ilkeler Tablo 3'de değerlendirilmiştir.

Tablo 3. SES-Kültürel Peyzaj İlişkisinde Gereklikler-Dayanıklılık

Nitelikler	SES-Kültürel Peyzaj (Dayanıklılık) Gereklikler
Çeşitlilik	Uyum Kapasitesi (Beklenmeyen tehdit ve tehlike durumlarına hızlı, sorunsuz ve uygun maliyetli bir şekilde yanıt verme yeteneği (işlevsel, mekânsal, yapısal, üretim- çeşitlilik) Esneklik – esnek operasyonlar (Çok yönlü stratejiler geliştirebilme)
Bağlantı	Bölgeler arasındaki sosyal-ekolojik etkileşimlerin daha iyi anlaşılması ve bu tür etkileşimleri yönetecek kurumların geliştirilmesi Sistemdeki elemanlar arasındaki bağlantıları yönetmek (Örneğin, sosyal gruplar arasındaki artan bağlantı, bilgi paylaşımının artırılması)
Değişkenleri Yönetme	Değişkenleri ve geri bildirimleri yönetmek: • Yavaş değişkenler, iklim veya yasal sistemler gibi düzenleyici değişkenleri ifade etmektedir. • Geri bildirimler, aynı türdeki sonraki değişiklikleri güçlendiren veya azaltan bir değişkendeki veya etkileşimdeki değişikliklerdir Hem araştırmacılar hem de karar vericiler, sosyal-ekolojik sistemleri kademeli olarak şekillendiren uzun vadeli etkenlere daha fazla dikkat etmelidir.
Karmaşık sistemlerin anlaşılması- Uyum Kapasitesi	• Sistemler sürekli olarak evrimleşir, uyum sağlar ve birden fazla mekânsal ve zamansal ölçek boyunca birbirine bağlanır • Belirsizlikler mevcuttur. • Bütünsel yaklaşımlara ihtiyaç vardır Güç ilişkileri, eşitlik, adalet ve ekosistem yönetimi arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılması gereklidir. Kullanılabilir sonuçların eş-üretimini sağlamaya yardımcı olunmalıdır
Deneyim	Sosyo-ekolojik sistemlerin belirsizlik, değişim ve sürpriz altında uyum sağlamasını ve dirençli kalması sağlanmalıdır (örneğin izleme ve bilgi paylaşımı) Risklere karşı dayanıklılık bileşenleri tariflenerek yerel değerlendirmeler yapılmalıdır İnsanların sosyal örgütlenme ve doğa hakkındaki kültürel dünya görüşlerinin anlaşılması önemlidir
Katılım	Yönetim ve yönetiminde ilgili paydaşların aktif katılımı Katılımcı, topluluk temelli analiz yaklaşımları Daha güçlü bir akademi-toplum arayüzünün geliştirilmesini desteklemek için hükümetlerin ve toplumun genelinin taahhütte bulunması gereklidir.
Yönetişim	İlgili durumlarda farklı ölçeklerdeki (yerel, bölgesel, ulusal, uluslararası) yönetim otoritelerinin birlikte çalışması

Kültürel peyzajın korunması sürecinde mevcut dokuların yapılı çevre ve doğal çevre ile bir bütün olarak ele alınması gerekliliği kapsamında söz konusu etkileşimlerin dayanıklılık bağlamında da değerlendirilmesi gereklidir (Walker vd., 2006; Folke, 2004; Folke, 2006; Sarmiento-Mateos vd., 2019). Kırılganlıkların sürdürülebilir sistemdeki karşılığı sosyal ve ekolojik eşitsizliklerin giderildiği yaşanılabilir bir ortam için; risklerin ve belirsizliklerin tanımlanması, uyarlanabilirlik, senaryo analizleri gibi yöntem ve araçların geliştirilmesi gerekliliği kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- Adger, W. N., Quinn, T., Lorenzoni, I., Murphy, C., & Sweeney, J. (2013). Changing social contracts in climate-change adaptation. *Nature Climate Change*, 3(4), 330-333.
- Amster, R., & Grdina, L. B. (2021). Integrating Individual Well-Being with Environmental Systems. *Stanf. Soc. Innov.* Available online: [https://ssir.org/articles/entry/integrating_individual_well_being_with_environmental_systems#\(accessed on 2 July 2022\)](https://ssir.org/articles/entry/integrating_individual_well_being_with_environmental_systems#(accessed on 2 July 2022)).
- Anderies, J. M., Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2004). A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. *Ecology and society*, 9(1).
- Angrisano, M., Biancamano, P. F., Bosone, M., Carone, P., Daldanise, G., De Rosa, F., ... & Girard, L. F. (2016). Towards operationalizing UNESCO Recommendations on "Historic Urban Landscape": a position paper. *Aestimum*, 165-210.
- Anjali, S., Satish, P., & Ashwani, K. (2024). Exploring the Application of Ecosystems Approach to Urban Planning. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 12(2), 28-42.
- Anschuetz, K. F., Wilshusen, R. H., & Scheick, C. L. (2001). An archaeology of landscapes: perspectives and directions. *Journal of archaeological research*, 9, 157-211.
- Avrami, E. (2010). Heritage, values, and sustainability. In *Conservation* (177-183). Routledge.
- Avrami, E., Macdonald, S., Mason, R., & Myers, D. (2019). 6. Understanding Values of Cultural Heritage within the Framework of Social Identity Conflicts. In *Values in Heritage Management: Emerging Approaches and Research Directions*. Getty Publications.
- Azpeitia Santander, A., Azkarate Garai-Olaun, A., & De la Fuente Arana, A. (2018). Historic urban landscapes: A review on trends and methodologies in the urban context of the 21st century. *Sustainability*, 10(8), 2603.
- Bassett, T. J., & Fogelman, C. (2013). Déjà vu or something new? The adaptation concept in the climate change literature. *Geoforum*, 48, 42-53.
- Berkes, F., Armitage, D., Ibarra, M. A., Charles, A., Loucks, L., Graham, J., ... & Abraham, J. (2014). Guidelines for analysis of social-ecological systems. CCRN Working Group on Social-Ecological Systems and Community Resilience. Retrieved Online October, 24, 2019.
- Berkes, F., Folke, C., & Colding, J. (Eds.). (1998). Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press.
- Berkes, F., Folke, C., & Gadgil, M. (1994). Traditional ecological knowledge, biodiversity, resilience and sustainability. In *Biodiversity conservation: problems and policies. Papers from the biodiversity programme beijer international Institute of ecological economics royal Swedish academy of sciences* (pp. 269-287). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Blaser, M. (2004). Life projects: Indigenous peoples' agency and development. In *the way of development: Indigenous peoples, life projects and globalization*, 31(1), 23-43.
- Bodin, Ö., Crona, B., & Ernstson, H. (2006). Social networks in natural resource management: what is there to learn from a structural perspective?. *Ecology and society*, 11(2).
- Bodin, Ö., & Crona, B. I. (2009). The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference?. *Global environmental change*, 19(3), 366-374.
- Bond, S., & Worthing, D. (2016). Managing built heritage: The role of cultural values and significance. John Wiley & Sons.
- Bouamrane, M., Spierenburg, M., Agrawal, A., Boureima, A., Cormier-Salem, M. C., Etienne, M., ... & Mathevet, R. (2016). Stakeholder engagement and biodiversity conservation challenges in social-

ecological systems: some insights from biosphere reserves in western Africa and France. *Ecology and Society*, 21(4).

Bouchenaki, M. (2003). The interdependency of the tangible and intangible cultural heritage.

Buttimer, A. (1998). Landscape and life: Appropriate scales for sustainable development. *Irish Geography*, 31(1), 1-33.

Colavitti, A. M., & Usai, A. (2019). Applying the HUL approach to walled towns of Mediterranean seaport cities: Lessons and guidelines through the experience of four UNESCO walled towns. *Journal of Place Management and Development*, 12(3), 338-364.

Colding, J., & Barthel, S. (2019). Exploring the social-ecological systems discourse 20 years later. *Ecology and Society*, 24(1).

Currie, T. E., Borgerhoff Mulder, M., Fogarty, L., Schlüter, M., Folke, C., Haider, L. J., ... & Waring, T. M. (2024). Integrating evolutionary theory and social-ecological systems research to address the sustainability challenges of the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 379(1893), 20220262.

Çatalbaş, F., & Kılıç, S. E. (2022). Tarihi Kentsel Peyzaj [Historic Urban Landscape (HUL)] yaklaşımı perspektifinde İzmir tarihi liman kentinde planlama ve kültürel mirasın korunmasına yönelik katılımcı bir model. *Megaron*, 17(3), 526-541.

Davidson-Hunt, I., & Berkes, F. (2003). Learning as you journey: Anishinaabe perception of social-ecological environments and adaptive learning. *Conservation ecology*, 8(1).

Del Mar Delgado-Serrano, M., Oteros-Rozas, E., Vanwildemeersch, P., Ortíz-Guerrero, C., London, S., & Escalante, R. (2015). Local perceptions on social-ecological dynamics in Latin America in three community-based natural resource management systems. *Ecology and Society*, 20(4).

Demetriades, J., & Esplen, E. (2010). The gender dimensions of poverty and climate change adaptation. *Social dimensions of climate change: Equity and vulnerability in a warming world*, 4(2), 133-143.

Deslatte, A., Szmigiel-Rawska, K., Tavares, A. F., Ślawska, J., Karsznia, I., & Łukomska, J. (2022). Land use institutions and social-ecological systems: A spatial analysis of local landscape changes in Poland. *Land Use Policy*, 114, 105937.

Diñçer, İ. (2013). Thinking together urban conservation with urban modernization in the process of urban transformation: The possibilities of "historic urban landscape" concept. *ICONARP International Journal of Architecture and Planning*, 1(1), 22-40.

Edge, S., & McAllister, M. L. (2009). Place-based local governance and sustainable communities: lessons from Canadian biosphere reserves. *Journal of environmental planning and management*, 52(3), 279-295.

Edwards, M., & Sen, G. (2000). NGOs, social change and the transformation of human relationships: A 21st-century civic agenda. *Third World Quarterly*, 21(4), 605-616.

European Commission; 2005: ec.europa.eu/dgs/enterprise/move.htm

European Council (2000, October). European landscape convention. In Report and convention.

Fidel, M., Kliskey, A., Alessa, L., & Sutton, O. O. P. (2014). Walrus harvest locations reflect adaptation: A contribution from a community-based observation network in the Bering Sea. *Polar Geography*, 37(1), 48-68.

Fischer, J., Gardner, T. A., Bennett, E. M., Balvanera, P., Biggs, R., Carpenter, S., ... & Tenhunen, J. (2015). Advancing sustainability through mainstreaming a social-ecological systems perspective. *Current opinion in environmental sustainability*, 14, 144-149.

Folke, C. (2004). Traditional knowledge in social-ecological systems. *Ecology and society*, 9(3).

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global environmental change*, 16(3), 253-267.

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 30(1), 441-473.

Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10, 133-142.

Frantzeskaki, N., & Rok, A. (2018). Co-producing urban sustainability transitions knowledge with community, policy and science. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 29, 47-51.

- Fraser, B. (2009). An account of discourse markers. *International review of Pragmatics*, 1(2), 293-320.
- Fusco Girard, L. (2013). Toward a smart sustainable development of port cities/areas: The role of the "Historic Urban Landscape" approach. *Sustainability*, 5(10), 4329-4348.
- Ginzarly, M., Roders, A. P., & Teller, J. (2019). Mapping historic urban landscape values through social media. *Journal of Cultural Heritage*, 36, 1-11.
- Gough, I. (2013). Climate change, social policy, and global governance. *Journal of international and comparative social policy*, 29(3), 185-203.
- Harrington, R., Anton, C., Dawson, T. P., de Bello, F., Feld, C. K., Haslett, J. R., ... & Harrison, P. A. (2010). Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. *Biodiversity and conservation*, 19, 2773-2790.
- Haustein, E., & Lorson, P. C. (2023). Co-creation and co-production in municipal risk governance—A case study of citizen participation in a German city. *Public Management Review*, 25(2), 376-403.
- Heritage, U. I. C. (2019). What is intangible cultural heritage.
- Holling, C. S. (1996). Engineering resilience versus ecological resilience. *Engineering within ecological constraints*, 31(1996), 32.
- Jokilehto, J. (2014). Evolution of the normative framework. Reconnecting the City: The Historic Urban Landscape Approach and the Future of Urban Heritage, 203-219.
- Juhola, S., Filatova, T., Hochrainer-Stigler, S., Mechler, R., Scheffran, J., & Schweizer, P. J. (2022). Social tipping points and adaptation limits in the context of systemic risk: Concepts, models and governance. *Frontiers in climate*, 4, 1009234.
- Kortetmäki, T., & Järvelä, M. (2021). Social vulnerability to climate policies: building a matrix to assess policy impacts on well-being. *Environmental Science & Policy*, 123, 220-228.
- Kühne, O., & Kühne, O. (2019). The differentiated socialization of landscape. *Landscape Theories: A Brief Introduction*, 59-72.
- Labadi, S. (2017). UNESCO, world heritage, and sustainable development: International discourses and local impacts. *Collision or collaboration: Archaeology encounters economic development*, 45-60.
- Lechowska, E. (2018). What determines flood risk perception? A review of factors of flood risk perception and relations between its basic elements. *Natural Hazards*, 94(3), 1341-1366.
- Lekakis, S., & Dragouni, M. (2020). Heritage in the making: Rural heritage and its mnemeiosis at Naxos island, Greece. *Journal of Rural Studies*, 77, 84-92.
- Loulanski, T. (2006). Cultural heritage in socio-economic development: local and global perspectives. *Environments*, 34(2), 51.
- Markevičienė, J. (2011). Protection of human rights to the city and preservation of historic urban landscapes: ways to coherence. *Town Planning and Architecture*, 35(4), 301-309.
- Martínez Pino, J. (2018). The new holistic paradigm and the sustainability of historic cities in Spain: An approach based on the world heritage cities. *Sustainability*, 10(7), 2301.
- Nash, C., Jarrahi, M. H., Sutherland, W., & Phillips, G. (2018). Digital nomads beyond the buzzword: Defining digital nomadic work and use of digital technologies. In *International conference on information* (207-217). Cham: Springer International Publishing.
- O'brien, K., Selboe, E., & Hayward, B. M. (2018). Exploring youth activism on climate change. *Ecology and Society*, 23(3).
- Olsson, P., Folke, C., & Berkes, F. (2004). Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems. *Environmental management*, 34, 75-90.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Panjabi, S., & Winter, T. (2009). Understanding the tensions in place: conflict and conservation in Kashmir. *Historic Environment*, 22(1), 19-25.
- Perihan, M., & Aşur, F. (2020). Tarihi kentsel peyzaj ve kent kimliği ilişkisi. *Kent Akademisi*, 13(1), 163-175.
- Pidgeon, N., Hood, C., Jones, D., Turner, B., & Gibson, R. (1992). Risk perception. *Risk: Analysis, perception and management*, 89-134.

- Ranson, S., Stewart, J., Ranson, S., & Stewart, J. (1994). *Renewing Democracy. Management for the Public Domain: Enabling the Learning Society*, 111-132.
- Ratzlaff, E. D. (1969). *Applications of engineering systems analysis to the human social-ecological system*. University of California, Davis.
- Rey Pérez, J., & González Martínez, P. (2018). Lights and shadows over the Recommendation on the Historic Urban Landscape: 'managing change' in Ballarat and Cuenca through a radical approach focused on values and authenticity. *International Journal of Heritage Studies*, 24(1), 101-116.
- Reyers, B., Moore, M. L., Haider, L. J., & Schlüter, M. (2022). The contributions of resilience to reshaping sustainable development. *Nature Sustainability*, 5(8), 657-664.
- Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F. S., Lambin, E., ... & Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and society*, 14, 1-33.
- Rodwell, D. (2018). The historic urban landscape and the geography of urban heritage. *The Historic Environment: Policy & Practice*, 9(3-4), 180-206.
- Rodwell, D. (2019). Urban heritage, communities, and environmental sustainability. In *Securing Urban Heritage* (62-79). Routledge.
- Rozmiarek, M., León-Guereño, P., Tapia-Serrano, M. Á., Thuany, M., Gomes, T. N., Płoszaj, K., ... & Malchrowicz-Moško, E. (2022). Motivation and eco-attitudes among night runners during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 14(3), 1512.
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Nakicenovic, N., & Rockström, J. (2019). Six transformations to achieve the sustainable development goals. *Nature sustainability*, 2(9), 805-814.
- Salomaa, A., & Juhola, S. (2020). How to assess sustainability transformations: a review. *Global Sustainability*, 3, e24.
- Sarmiento-Mateos, P., Arnaiz-Schmitz, C., Herrero-Jáuregui, C., D. Pineda, F., & Schmitz, M. F. (2019). Designing protected areas for social-ecological sustainability: Effectiveness of management guidelines for preserving cultural landscapes. *Sustainability*, 11(10), 2871.
- Scazzosi, L. (2004). Reading and assessing the landscape as cultural and historical heritage. *Landscape research*, 29(4), 335-355.
- Schmitz, M. F., & Herrero-Jáuregui, C. (2021). Cultural landscape preservation and social-ecological sustainability. *Sustainability*, 13(5), 2593.
- Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1982). Why study risk perception?. *Risk analysis*, 2(2), 83-93.
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global environmental change*, 16(3), 282-292.
- Soini, K., & Birkeland, I. (2014). Exploring the scientific discourse on cultural sustainability. *Geoforum*, 51, 213-223.
- Tait, M., & While, A. (2009). Ontology and the conservation of built heritage. *Environment and planning D: Society and space*, 27(4), 721-737.
- Thomas, D. C., Stahl, G., Ravlin, E. C., Poelmans, S., Pekerti, A., Maznevski, M., & Au, K. (2012). Development of the cultural intelligence assessment. In *Advances in global leadership* (155-178). Emerald Group Publishing Limited.
- Throsby, D. (1999). Cultural capital. *Journal of cultural economics*, 23, 3-12.
- Tunbridge, J. E., & Ashworth, G. J. (1996). Dissonant heritage. *The Management of the Past as a Resource in Conflict*, 40(2), 547-560.
- Turner, G. (2015). Culture, politics and the cultural industries: reviving a critical agenda. In *The Routledge companion to the cultural industries* (535-544). Routledge.
- Urry, J. (2001). The sociology of space and place. *The Blackwell companion to sociology*, 1(1), 3-15.
- Vallury, S., Smith, A. P., Chaffin, B. C., Nesbitt, H. K., Lohani, S., Gulab, S., ... & Allen, C. R. (2022). Adaptive capacity beyond the household: a systematic review of empirical social-ecological research. *Environmental research letters*, 17(6), 063001.
- Van der Hoeven, A. (2019). Historic urban landscapes on social media: The contributions of online narrative practices to urban heritage conservation. *City, Culture and Society*, 17, 61-68.

- Waldheim, C. (2006). Strategies of indeterminacy in recent landscape practice. Public.
- Walker, M. A., Walker, D., & Velázquez, Y. V. (2006). The Wal-Martification of Teotihuacán: issues of resistance and cultural heritage. In Wal-Mart World (213-224). Routledge.
- Waterton, E., & Smith, L. (2010). The recognition and misrecognition of community heritage. International journal of heritage studies, 16(1-2), 4-15.
- Wu, J., & Hobbs, R. (2002). Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. Landscape ecology, 17, 355-365.
- Xie, H., Zhu, Z., He, Y., Zeng, X., & Wen, Y. (2022). Integrated framework of rural landscape research: Based on the global perspective. Landscape Ecology, 37(4), 1161-1184.
- Zeng, C., & Mu, C. (2024). Two worlds apart: a qualitative study of culture-led rural regeneration projects in China. Inter-Asia Cultural Studies, 25(3), 406-421.
- Ziemeļniece, A., Īle, U., & Stokmane, I. (2021). Spatial identity of Latvian cultural landscape within regional context. Landscape Architecture and Art, 19(19), 7-17.

FROM ICONS OF THE PAST TO A SUSTAINABLE FUTURE: 9E PERFORMANCE EVALUATION IN ELECTRIC/HYBRID CONVERSION OF ANADOL VEHICLES

Mert ÖKTEN*

Geliş Tarihi/Received: 9 Şubat 2025
Kabul Tarihi/Accepted: 21 Haziran 2025

Araştırma Makalesi/Research Article

*
Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü,
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Manisa / Türkiye

Energy Systems Engineering Department,
Manisa Celal Bayar University
Manisa / Turkey

ORCID: 0000-0003-0077-4471

mert.okten@cbu.edu.tr

ABSTRACT

This study presents a comprehensive evaluation of the hybrid and electric conversion of the Anadol A1, a culturally iconic vehicle in Turkey's automotive history, through a 9E analysis covering energy, exergy, environment, and economic dimensions. The aim is to combine nostalgic design with modern technologies for sustainable mobility. The electric model emerged as the most efficient and environmentally friendly option, with an energy consumption of 64.1 MJ and emissions of 8 kg CO₂ per 100 km. However, the battery production energy cost of 750 MJ reveals a limitation in its sustainability profile. The hybrid model offers a balanced trade-off between energy efficiency and cost-effectiveness, with 127.35 MJ of total energy use and 10.8 kg of CO₂ emissions. In contrast, the conventional internal combustion engine (ICE) model demonstrated the lowest sustainability performance. This research highlights how integrating classic design with contemporary technology can facilitate sustainable innovation in the automotive industry.

Keywords: Electric vehicles, hybrid vehicles, 9e analysis, sustainability.

1. INTRODUCTION

Fossil fuels are used as a primary energy source in many areas, especially in the transportation sector, due to their high concentration in energy production and easy availability. However, the carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases produced by the combustion of these fuels are a major cause of global climate change. This has increased interest in renewable energy sources and encouraged the development of alternative technologies to internal combustion engine (ICE) vehicles in the transport sector. ICE technology is based on pistons that generate energy by compressing and burning the fuel-air mixture in the combustion chamber. This energy is transmitted to the crankshaft, which provides mechanical motion. The efficiency of ICEs varies according to engine design, fuel type and operating conditions. However, due to their high fuel consumption and exhaust emissions, ICEs pose significant problems in terms of environmental sustainability (Mi & Mansur, 2017).

Electric vehicles (EVs) are a type of vehicle that operate using electric motors in place of fossil fuel engines, with rechargeable lithium-ion batteries serving as the primary energy source. The operation of electric motors is based on the conversion of electric energy from the battery into rotating mechanical motion through the use of magnetic fields. EVs offer an environmentally friendly alternative, with zero exhaust emissions and high energy efficiency. However, the limited range of EVs and the lack of charging infrastructure represent significant obstacles to their widespread adoption (Özbay et al., 2020).

Hybrid electric vehicles (HEVs) present a novel solution that integrates the benefits of both technologies by employing both internal combustion engines and electric motors. The

operational principle of HEVs is predicated on the utilization of the electric motor at low speeds or under light load, with the internal combustion engine activated at high speeds. Additionally, the regenerative braking system facilitates the conversion of kinetic energy released during braking into electrical energy, which is utilized to charge the battery. This feature enhances energy efficiency and reduces environmental impact (Doğan et al., 2016). Hybrid electric vehicles (HEVs) exhibit reduced fuel consumption and emission values in comparison to internal combustion engine (ICE) vehicles. Plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) represent an advanced iteration of HEV technology. PHEVs are equipped with larger batteries that can be recharged from the grid, enabling fully electric driving over short distances. The internal combustion engine is only activated if the battery is depleted, thereby further reducing fossil fuel consumption and emissions. In regions where charging infrastructure is well-developed, PHEVs are considered a more economical and environmentally friendly option than both ICEs and HEVs (Urooj & Nasir, 2024).

In the contemporary automotive sector, electric vehicles (EVs) and hybrid electric vehicles (HEVs) are undergoing a period of significant transformation on a global scale. The demand for electric vehicles is increasing rapidly due to a number of factors, including the tightening of global environmental policies, the adoption of carbon neutrality targets and the limited availability of fossil fuels. Hybrid electric vehicles (HEVs) and plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) in particular play a critical role in the transition to sustainable transportation solutions by balancing energy efficiency and range anxiety. Innovations in regenerative braking, energy management systems and battery technologies further enhance the performance of these vehicles and reduce their environmental impact. In his study, Mengi (2018) converted a 1.3-litre vehicle with a diesel engine into an electric vehicle and compared the performance of both vehicles. The study concluded that the conversion process results in a more environmentally friendly vehicle without any loss of performance. In their study, Mizushima and Oguma (2023) improved the dynamic performance of the electric supercharged SI engine by more than 20% with a fuel consumption of approximately 2.5% in a target compact 12-V HEV with an electric supercharged SI engine.

The Anadol, Turkey's inaugural mass-produced automobile, was manufactured between 1966 and 1984, and was distinguished for its utilization of glass fiber-reinforced polyester bodywork (Anadolturkey, 2025). The Anadol brand encompasses a range of models, each designed to cater to distinct purposes and periodic requirements: These include the 'Anadol A1', a two-door car with a very lightweight design; the 'Anadol SL', a family car with a sedan body type; the 'Anadol STC-16', Turkey's first sports car; the 'Anadol SV', a five-door car; the 'Anadol Böcek', a car with off-road capabilities; and the 'Anadol P2', a pickup truck used for commercial purposes (Figure 1).

Figure 1. Anadol Models; (a): A1, (b): SL, (c): STC-16, (d): Böcek, (e): SV, (f): P2



This study proposes a novel approach in the domains of energy efficiency, environmental sustainability and cost effectiveness by addressing the electric and hybrid conversion of the Anadol A1 model. A more comprehensive evaluation is made with 9E analysis, in contrast to similar studies in the literature.

2. METHODOLOGY

In this study, 9E (energy, exergy, economy, energo-economics, exergo-economics, environment, energo-environment, exergo-environment, exergo-environment and emergy) analyses were first performed for full electric and rechargeable hybrid electric vehicle models with internal combustion engine. Then, the sustainability index was calculated by performing life cycle and economic sensitivity analysis.

The equations utilized in the analysis are delineated in Table 1 (Sreenath et al., 2021; Ünal et al., 2022; Koç et al., 2022; Khan et al., 2023; Maruf et al., 2023; Sabbaghi et al., 2024; Kumar et al., 2024; Han et al., 2025).

Table 1. Equations Utilized

Type of Analysis	Description	Equation	Equation Number
Energy	Involves the study of the energy input and output of the system. It is based on the law of energy conservation.	$Efficiency = \frac{Output\ energy}{Input\ energy}$	(1)
Exergy	Evaluates the quality dimension of energy utilization. It shows how thermodynamically efficient the energy transformations within the system are. It analyzes energy losses as well as exergy destruction.	$Efficiency_{exergy} = \frac{Useful\ exergy\ output}{Total\ exergy\ input}$ $Exergy\ destruction = Input\ exergy - Output\ exergy$	(2)
Economy	Examine the cost-effectiveness of the energy system.	$Simple\ payback = \frac{Total\ initial\ cost}{Annual\ net\ income}$ $Net\ present\ value = \sum_{year=1}^n \frac{Annual\ income - Annual\ cost}{(1 + discount\ rate)^{year}}$	(3)
Energo-economy	Energy efficiency and cost effectiveness of systems are evaluated together.	$ECO E = \frac{Energy\ consumption}{Cost}$	(4)
Exergo-economy	Analyzes the cost-effectiveness of the system by relating the exergy losses in the energy system to the economic value.	$EXCO E = \frac{Exergy\ consumption}{Cost}$	(5)

Environment	Evaluates the environmental impacts of energy production and utilization processes.	$CO_2 = Fuel\ consumption \times Emission\ factor$	(6)
Ergo-environment	Evaluates the environmental impacts of energy production and consumption systems.	$ECE = \frac{Energy\ consumption}{CO_2\ emission}$	(7)
Exergo-environment	Evaluates the environmental impact of exergy losses in the system.	$EXCE = \frac{Exergy\ consumption}{CO_2\ emission}$	(8)
Energy	Relates the environmental contribution of energy and natural resources in the system to an economic value. It takes into account the total amount of energy consumed (both direct and indirect) for the production of energy.	$Emergy = Energy\ consumption \times Emergy\ conversion\ factor$	(9)

The equations employed in the study were selected for systematic analysis of energy, exergy, economic and environmental impacts. Energy equations determine the energy input and output of vehicles, while exergy equations evaluate the thermodynamic efficiency of energy transformations. The economic equations analyse cost-effectiveness, while the environmental equations evaluate emissions and environmental impacts. Energy equations analyse the sustainability of systems by relating natural resource consumption to economic value.

The motor types and their characteristics are shown in Table 2 (Urooj & Nasir, 2024; Mengi, 2018; Mizushima & Oguma, 2023).

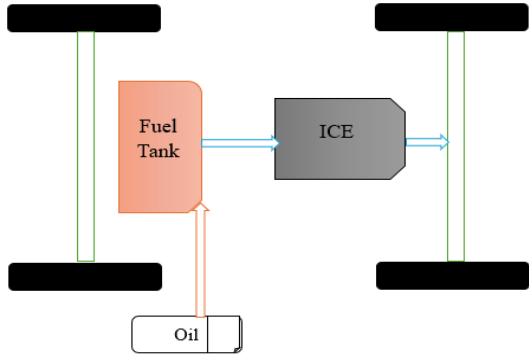
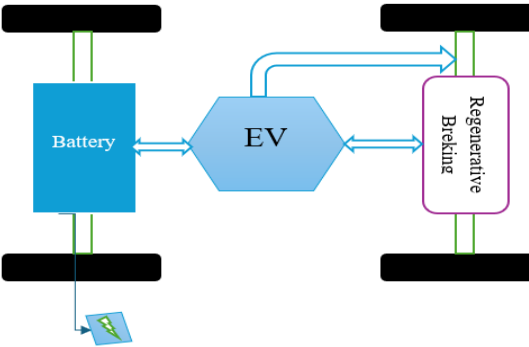
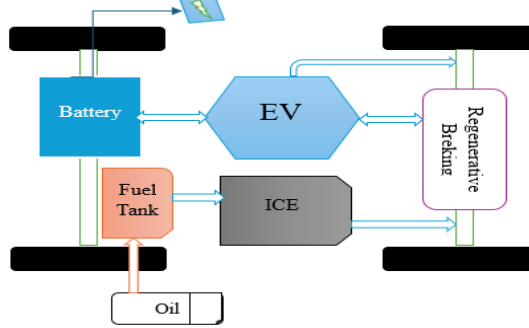
Engine type	Schematic representation	Specifications
Internal Combustion Engine (ICE)		- fuel type gasoline, 1300 cc engine displacement, 63 HP engine power, 7.5 l/100 km fuel consumption, 25% mechanical efficiency
Electric Vehicle (EV)		134 HP engine power, 90% mechanical efficiency, 50 kWh lithium-ion battery with a range of 250 km, - quick charging with 80% charge in 30 minutes, - regenerative braking system
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (P-HEV)		30% internal combustion, 70% electric motor, - complex (series-parallel) strategy, - rechargeable, 35% mechanical efficiency

Table 2. Engine Types and Their Characteristics

In the context of the analysis, the ICE was selected as the primary reference point, serving as a baseline model compatible with the vehicle design of the era. The EV is a contemporary solution to the requirements of sustainability, with zero emissions and high energy efficiency. The PHEV is regarded as a transitional technology, representing both urban and intercity efficient use scenarios.

The complex (series-parallel) hybrid configuration enables the vehicle to operate in series mode at low speeds in urban areas, utilizing the electric motor to power the vehicle, while the internal combustion engine charges the battery. At higher speeds, the internal combustion engine functions directly to power the wheels, thereby facilitating a transition to parallel mode. This configuration is regarded as offering the most balanced solution in terms of fuel consumption and carbon emissions, providing maximum efficiency in urban (series mode) and intercity (parallel mode) use.

The methodology follows a two-step approach: First, performance indicators based on 9E principles were calculated using data from published literature and simulation results. Second, sustainability was assessed through a composite index integrating energy, emissions, and cost dimensions. The normalization of indicators was carried out using min-

max scaling, and sensitivity analysis was performed to evaluate robustness. No structured MCDM framework (e.g., AHP, TOPSIS) was used, which is noted as a limitation.

The methodology of this study is designed to comprehensively evaluate the environmental, economic and thermodynamic aspects of energy systems. The 9E analysis approach used provided a basis for determining the environmental friendliness and economic viability of hybrid and electric conversion. The results have made the scope and interactions of all the outputs analyzable and provided guiding insights for the sustainable transformation of Anadol vehicles.

3. RESEARCH & FINDINGS

The objective of this study is to integrate contemporary drivability standards with a nostalgic design, with a focus on the electric and hybrid conversion of the Anadol A1. Utilizing innovative energy and environmental analysis methodologies, the economic and thermodynamic merits of this conversion are examined.

It is estimated that 1 liter of gasoline contains 34.2MJ of energy (Energyeducation, 2025). Gasoline has 80% exergy potential, while electricity has 95% exergy potential (Flórez-Orrego et al., 2014; Nazerifard et al., 2023). The cost of 1 liter of gasoline is approximately 45 ₺, while 1 kWh of electricity costs approximately 2 ₺ (EPDK, 2025a; EPDK, 2025b). Gasoline has an emission value of 2.31 kg CO₂/l, while this value is 0.4 kg CO₂/kWh for electricity (Yalılı Kılıç et al., 2021; ETKB, 2025). The emergy conversion factor for fossil fuels is 50.3 MJ/l, 3.6 MJ/kWh for grid electricity, and 15 MJ/kWh for the production of lithium-ion batteries with a lifetime of 300 thousand km, which is a one-time energy cost for electric vehicles (Energy and carbon conversions 2023 update, 2025). The results of the 9E analysis based on these data are given in Table 3.

Analysis type	Internal combustion engine	Electric vehicle	Hybrid vehicle
Energy (MJ/100 km)	256.5 (total) 64.1 (useful)	72 (total) 64.8 (useful)	127.35 (total) 44.57 (useful)
Exergy (MJ/100 km)	51.3	61.56	38.3
Economy (₺/100 km)	337.5	100	171.25
Energo-economy (MJ/₺)	0.76	0.72	0.74
Exergo-economy (MJ/₺)	0.15	0.62	0.22
Environment (kg CO ₂ /100 km)	17.33	8	10.8
Energo-environment (MJ/kg CO ₂)	14.81	9	11.8
Exergo-environment (MJ/kg CO ₂)	2.96	7.7	3.55
Emergy (MJ/100 km)	377.25	72.25	233.6

Table 3. 9E Analysis Results

The 9E analysis results indicate that electric vehicles offer significant environmental and economic advantages. While the internal combustion engine vehicle demonstrates the highest values in total energy consumption, the electric vehicle is notable for its zero emissions and low operating costs. Hybrid vehicles offer a balanced solution between energy efficiency and carbon emissions. The potential for further reduction in the environmental impact of such vehicles is suggested by the findings of this study, which indicate that optimisation of regenerative braking and energy management strategies, especially in hybrid systems, may be a fruitful avenue for future research. The high emergy values resulting from the battery production processes of electric vehicles are a point to be considered in sustainability policies.

Life cycle analysis is a method that examines the environmental impacts of a product from production to disposal. In the life cycle analysis for internal combustion, hybrid and electric vehicles, the following data were used: 15 MJ/kWh energy consumption for the production of electric vehicle batteries, 300000 km lifetime of lithium-ion batteries, 2.31 kg CO₂/l

gasoline emission and 0.4 kg CO₂/kWh electricity generation value of internal combustion engines. The analysis yielded results indicating that the total energy consumption for battery production in electric vehicles amounts to 750 MJ. Furthermore, the analysis revealed that internal combustion engine vehicles generate 17.33 kg of CO₂ emissions per 100 km, whereas electric vehicles emit 8 kg of CO₂. While electric vehicles demonstrate low emissions over their lifetime, their high initial energy and environmental cost due to battery production is a significant drawback. Hybrid vehicles offer a balanced environmental impact between the production and use phases.

Economic sensitivity analysis is a tool that can be used to assess the impact of changes in fuel and energy prices on the cost-effectiveness of vehicles. This analysis is illustrated in Figure 2 for nine distinct scenarios involving a 20% fluctuation in gasoline and electricity unit prices.

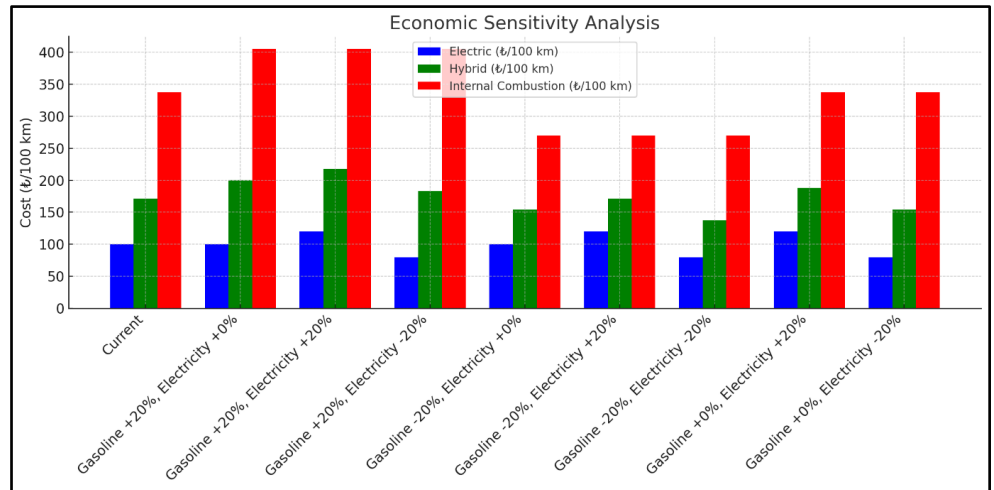


Figure 2. Economic Sensitivity Analysis (£/100 km)

The cost changes in different scenarios demonstrate that electric vehicles are economically advantageous in all scenarios. Conversely, hybrid vehicles exhibit heightened sensitivity to price fluctuations, while internal combustion vehicles emerge as the most cost-disadvantageous option, particularly in the context of escalating gasoline prices.

To assess the overall sustainability performance of the evaluated vehicle types, a composite Sustainability Index (SI) was developed. The 9E indicators served as foundational inputs for sustainability assessment, especially focusing on energy consumption, CO₂ emissions, and economic cost. These were synthesized into a composite index (SI) through a normalized inverse formula, enabling cross-comparison and integrative sustainability evaluation. The SI is computed using the Equation 10 (Maruf et al., 2023; Khan et al., 2023):

$$Sustainability\ index = \frac{1}{3} \left(\frac{E_{min}}{E} + \frac{C_{min}}{C} + \frac{CO_{2min}}{CO_2} \right) \quad (10)$$

where E , C , and CO_2 represent the energy consumption (MJ/100 km), cost (£/100 km), and carbon emissions (kg/100 km) of the vehicle, respectively, while E_{min} , C_{min} , and CO_{2min} are the lowest values among all evaluated options. This formulation results in a dimensionless index ranging from 0 to 1, with higher values indicating better sustainability.

Based on this approach, the electric vehicle (EV) achieved the highest sustainability score (1.000), followed by the hybrid model (0.609), while the internal combustion engine (ICE) model scored the lowest (0.336). This method provides a transparent, interpretable, and comparative metric for assessing the multi-dimensional aspects of vehicle sustainability (Fig. 3).

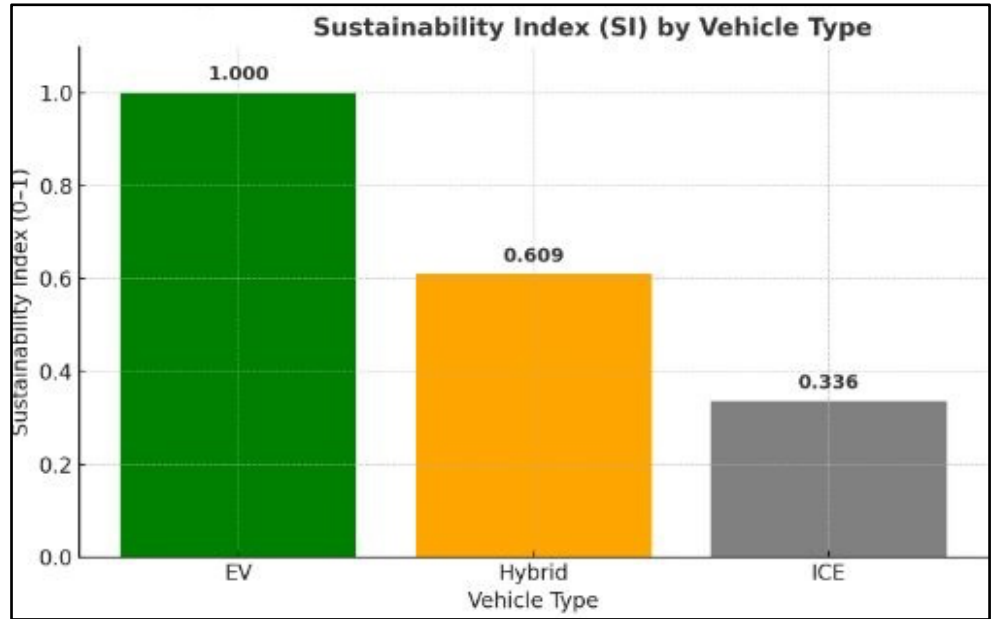


Figure 3. Sustainability Index

The Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) evaluates the energy consumption and emissions of vehicles according to four different speed zones (low, medium, high, very high speed). This procedure is designed to more accurately simulate real-world operating conditions. The impact of each speed zone on energy consumption and CO₂ emissions is calculated as a percentage contribution to the total trip. These percentages were determined according to WLTP standards (BM, 2025).

- Low Speed: 13% (19 km/h average speed - city low speed)
- Medium Speed: 36% (39 km/h average speed - normal city speed)
- High Speed: 36% (56 km/h average speed - acceleration outside the city)
- Extra High Speed: 15% (91 km/h average speed - highway conditions)

The energy consumption in each region according to the WLTP speed zones (Fig. 4) is calculated by Equation 11. In this context, EC_{region} denotes the energy consumption in each speed zone, while EC_{total} signifies the total energy consumption. The term $percentage_{region}$ refers to the percentage contribution of the respective speed zone.

$$EC_{region}(MJ) = EC_{total}(MJ) \times percentage_{region} \quad (11)$$

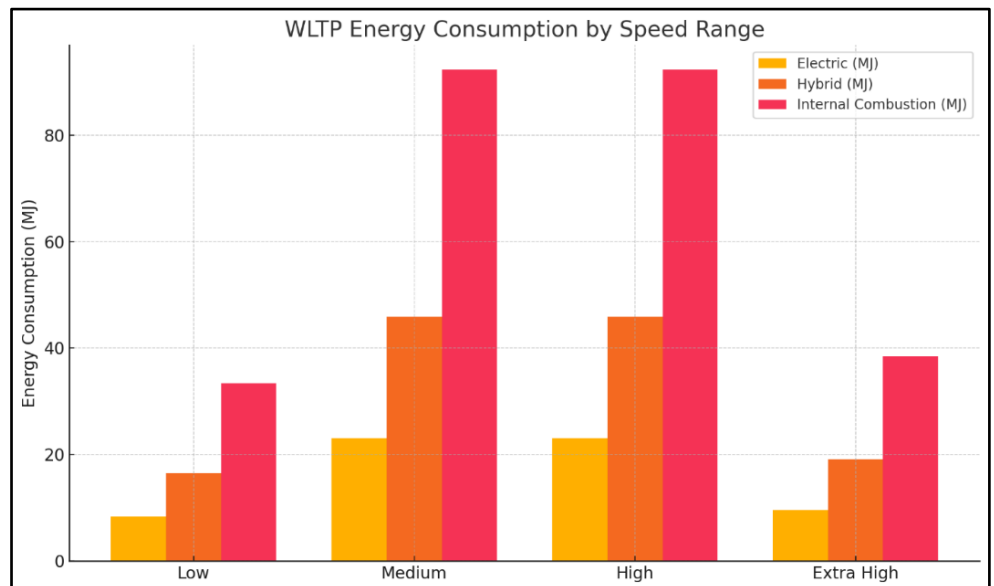


Figure 4. Energy Consumption by WLTP Speed Zones (MJ)

The electric vehicle demonstrates the lowest energy consumption at each velocity (8.33 - 23.08 - 23.08 - 23.08 - 9.61 MJ), while the internal combustion engine vehicle exhibits the highest values (33.35 - 92.34 - 92.34 - 38.48 MJ).

The carbon emission in each region according to the WLTP speed zones (Fig. 5) is given by Equation 12. In this equation, $CO_{2,region}$ denotes the CO₂ emission in each speed zone, and $CO_{2,total}$ signifies the total CO₂ emission.

$$CO_{2,region}(kg) = CO_{2,total}(kg) \times percentage_{region} \quad (12)$$

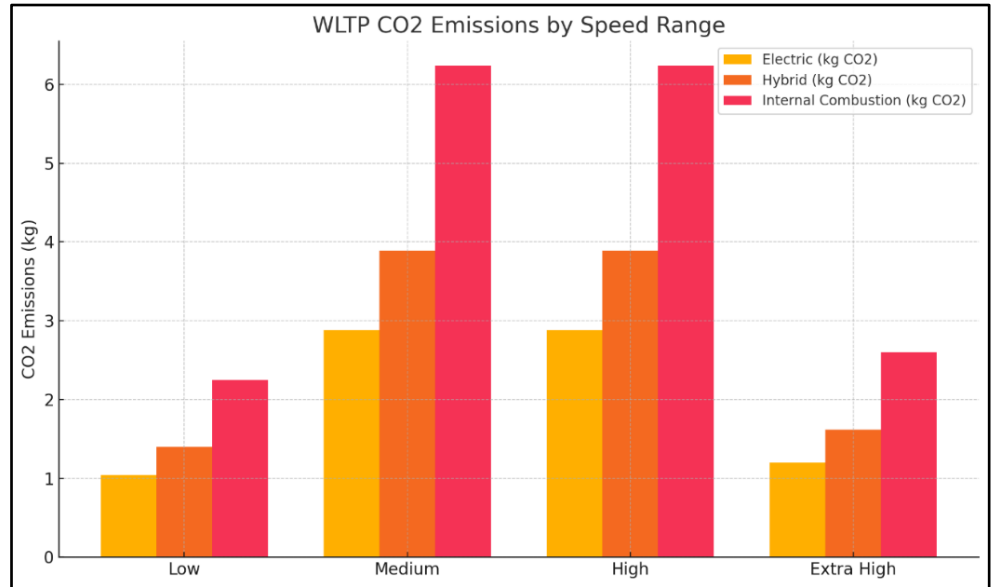


Figure 5. Carbon Emissions by WLTP Speed Zones (kg)

The electric vehicle is notable for its near-zero emission values (1.04 - 2.88 - 2.88 - 1.20 kg), while the hybrid model demonstrates balanced performance (1.40 - 3.89 - 3.89 - 1.62 kg).

The following comparison is made of internal combustion, hybrid and electric vehicles in terms of energy savings and cost advantages in long-term use (average 10 years - 150000 km). Electric vehicles are shown to be the most economical option, with a total energy cost of approximately 9600 ₺. The total energy cost of hybrid vehicles is calculated as 21375 ₺, and for internal combustion vehicles, it is 67275 ₺. While electric vehicles produce approximately 1200 kg CO₂ for 150000 km, this value is 1620 kg in hybrid vehicles and 2600 kg CO₂ in internal combustion vehicles. In the long term, electric vehicles have been shown to offer a cost advantage of 57675 ₺ and a reduction of 14000 kg CO₂ over 10 years. The conclusion drawn is that electric vehicles offer a cost-effective and environmentally friendly alternative in the long term, given their low energy consumption and emission advantage. Conversely, hybrid vehicles emerge as a viable transitional technology, adeptly balancing economic and environmental considerations.

The findings unequivocally underscore the merits of electric vehicles, particularly their energy efficiency and zero emissions, while hybrid models proffer a balanced approach between environmental impacts and cost effectiveness. With regard to energy consumption per 100 km, the electric model achieved the lowest values (64.1 MJ), while the hybrid model's features such as regenerative braking systems minimized energy losses. However, the high energy values resulting from battery production in electric models increase the environmental cost of this technology. Hybrid systems offer versatility in urban and intercity use, making them a strong alternative.

4. CONCLUSION

This study presented a comprehensive analysis of the conversion of the Anadol A1 with electric and hybrid systems. The findings in terms of energy efficiency, environmental impacts and economic viability have important implications for fossil fuel consumption reduction and renewable energy integration.

The study's findings can be summarized as follows:

- The internal combustion engine exhibited the least sustainable performance, with a total energy consumption of 256.5 MJ and 17.33 kg CO₂ emissions per 100 km.
- In comparison, the electric model emerged as the most environmentally sustainable option, exhibiting an energy consumption of 64.1 MJ and emissions of 8 kg CO₂ per 100 km.
- The hybrid model was found to offer a balanced solution between energy and economy, with a total energy consumption of 127.35 MJ and 10.8 kg CO₂ emissions per 100 km.
- The additional energy consumption of 750 MJ from battery production was identified as a significant factor increasing the environmental cost of the electric model.

Hybrid vehicles function as a crucial intermediary in the transition to electric vehicles. This is particularly beneficial for users experiencing range anxiety, as hybrid models offer a more practical solution for both urban and intercity journeys. While electric vehicles demonstrate high energy efficiency, hybrid models emerge as a user-friendly alternative in regions where charging infrastructure is limited. In addition, the effective role of hybrid vehicles in saving energy and reducing carbon emissions is attributable to regenerative braking and mixed operating modes.

Government incentives and regulations are critical to accelerating the adoption of electric and hybrid vehicles. The provision of incentives, including investments in charging station infrastructure for electric vehicles, the implementation of carbon taxes, and the reduction of tax rates, has been identified as a key factor in facilitating the widespread adoption of these technologies. Tax incentives for the purchase of electric vehicles and the benefits of hybrid vehicles based on their low fuel consumption have been shown to significantly reduce the total cost of ownership of these vehicles. It is evident that incentive policies are a pivotal instrument in accomplishing sustainable transportation objectives.

The revival of a nostalgic model such as the Anadol with modern technologies not only provides environmental and economic benefits but also creates social awareness. The adoption of electric and hybrid conversion solutions offers a viable solution that addresses the needs of the future while preserving the values of the past. Such initiatives are instrumental in paving the way for innovative approaches in the domestic automotive sector, thereby raising environmental awareness and contributing to the realization of sustainable development goals. Moreover, the revival of an iconic brand like Anadol creates a cultural impact that supports the harmony between nostalgia and modernity in different segments of society.

This study combines a classic design with modern technologies and concludes with an innovative perspective on the environmental and economic dimensions of energy systems. The adoption of renewable energy-oriented solutions has yielded insights that have led to innovation in the local automotive sector. The development of a sustainable transportation strategy has supported economic gains and contributed positively to the environment by reducing the carbon footprint.

The following recommendations are offered for future studies:

- Investigate new materials and techniques to reduce the environmental costs of battery technologies.
- Further optimisation of regenerative braking in hybrid systems.
- Further analysis of drivability in different urban and intercity scenarios.
- While the WLTP procedure offers a standardized framework, alternative test cycles such as the FTP-75 (used in the US) or the NEDC (formerly used in Europe) may yield different results due to variations in acceleration patterns, average speeds, and load assumptions. For instance, the NEDC often underestimates real-world emissions and energy use, potentially overstating the efficiency of EVs and PHEVs. A brief comparative evaluation of such procedures could be a fruitful avenue for future work.

REFERENCES

- Anadolturkey. Anadol Fan Kulübü. Retrieved January 10, 2025, from <http://www.anadolturkey.com>
- BM. Tekerlekli Araçlar, Tekerlekli Araçlara Takılabilen ve/veya Tekerlekli Araçlara Kullanılabilen Ekipman ve Parçalar İçin Küresel Teknik Düzenlemelerin Oluşturulmasına İlişkin Anlaşma Cenevre, 25 Haziran 1998. Retrieved January 10, 2025, from https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XI-B-32&chapter=11&clang=_en
- Doğan, U., Erfidan, T., & Bilgin, M.Z. (2016). Elektrikli araçlarda faydalı frenleme enerjisinin depolanması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 5(2), 41-51.
- Energy and Carbon Conversions 2023 Update. Retrieved January 10, 2025, from https://ctprodstorageaccountp.blob.core.windows.net/prod-drupal-files/documents/resource/public/Conversion_factor_introduutory_guide.pdf
- Energyeducation. Gasoline. Retrieved January 10, 2025, from <https://energyeducation.ca/encyclopedia/Gasoline>
- EPDK. Petrol Piyasası Bayi Satış Fiyatı Bülteni. Retrieved January 10, 2025a, from <https://bildirim.epdk.gov.tr/bildirim-portal/faces/pages/tarife/petrol/yonetim/bultenSorgula.xhtml>
- EPDK. Elektrik Faturalarına Esas Tarife Tablolari. Retrieved January 10, 2025b, from <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari>
- ETKB. Türkiye Elektrik Üretimi ve Elektrik Tüketim Noktası Emisyon Faktörleri Bilgi Formu. Retrieved January 10, 2025, from https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EVCED/tr/ÇevreVeiklim/İklimDeğişikliği/EmisyonFaktorleri/TEUVE_TN_Emisyon_Faktörleri_Bilgi_Formu.pdf
- Flórez-Orrego, D., Silva, J.A.M., & de Oliveira Jr., S. (2014). Renewable and non-renewable exergy cost and specific CO₂ emission of electricity generation: the Brazilian case. *Energy Conversion and Management*, 85, 619-629. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.04.058>.
- Han, J., Han, K., Wang, Y., Han, Y., Ye, Z., & Lin, J. (2025). Multi-objective planning and sustainability assessment for integrated energy systems combining ORC and multi-energy storage: 4E (economic, environmental, exergy and emergy) analysis. *Case Studies in Thermal Engineering*, 65, 105674. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.105674>.
- Khan, M.A.Z., Khan, K., Wahab, A., Ahmad, N., & Kamran, M.A. (2023). Energy, exergy, exergo-economic, enviroeconomic, exergo-environmental, exergoenviro-conomic, austainability and sensitivity (6E,2S) analysis on single slope solar still—an experimental study. *PLoS ONE*, 18(8), e0290250. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290250>.
- Koç, M., Yuksel, Y.E., & Öztürk, M. (2022). Thermodynamic and exergo-economic assessments of a new geothermally driven multigeneration plant. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(45), 19463-19480. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.044>.

- Kumar, V., Saxena, V.K., Kumar, R., & Kumar, S. (2024). Energy, exergy, sustainability and environmental emission analysis of coal-fired thermal power plant. *Ain Shams Engineering Journal*, 15, 102416. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102416>.
- Maruf, M.H., July, S.A., Rabbani, M., Sahrani, S., Hossain Lipu, M.S., Sarker, M.R., Ashique, R.H., Kabir, M.S., & Shihavuddin, A.S.M. (2023). Energy and exergy-based efficiency, sustainability and economic assessment towards improved energy management of a thermal power plant: a case study. *Sustainability*, 15, 5452. <https://doi.org/10.3390/su15065452>.
- Mengi, O.Ö. (2018). Dizel bir aracın elektrikli araca dönüşüm performansının değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1), 175-182.
- Mi, C., & Masrur, M.A. (2017). *Hybrid Electric Vehicles: Principles and Applications With Practical Perspectives*. 2nd ed., John Wiley & Sons Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118970553>.
- Mizushima, N., & Oguma, M. (2023). Energy conversion analysis for mild hybrid electric vehicles equipped with an electric supercharged SI engine via multi-domain acausal modeling. *Energy Conversion and Management*, 286, 117054. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117054>.
- Nazerifard, R., Mohammadpourfard, M., & Heris, S.Z. (2023). Design, thermodynamic and economic evaluation, and optimization of gasoline production from refinery furnaces flue gas. *Energy Conversion and Management*, 293, 117492. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117492>.
- Özbay, H., Közkurt, C., Dalcalı, A., & Tektaş, M. (2020). Geleceğin ulaşım tercihi: elektrikli araçlar. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi*, 3(1), 34-50.
- Sabbaghi, M.A., Soltani, M., & Rosen, M.A. (2024). A comprehensive 6E analysis of a novel multigeneration system powered by solar-biomass energies. *Energy*, 297, 131209. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131209>.
- Sreenath, S., Sudhakar, K., & Yusop, A.F. (2021). Energy-exergy-economic-environmental-energo-exergo-enviroecono (7E) analysis of solar photovoltaic power plant: A case study of airport sites in India. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101352. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101352>.
- Urooj, A., & Nasir, A. (2024). Review of intelligent energy management techniques for hybrid electric vehicles. *Journal of Energy Storage*, 92, 112132. <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.112132>.
- Ünal, F., Akan, A.E., Demir, B., & Yaman, K. (2022). 4E analysis of an underfloor heating system integrated to the 4E analysis of an underfloor heating system integrated to the geothermal heat pump for greenhouse heating. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(5), 762-780. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3040>.
- Yalılı Kılıç, M., Dönmez, T., & Adalı, S. (2021). Karayolu ulaşımında yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi değişimi: Çanakkale örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 943-955. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.848016>.