

Derleme Makalesi | Review Article

Trafik Talep Yönetimi Yaklaşımlarının Sürdürülebilirlik Perspektifinde İncelenmesi ve Politika Önerileri

Özgür Talih¹ , Necla Tektaş² 

¹ Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Doktora Programı, Ankara, Türkiye.

² Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Yöneylem Araştırması Ana Bilim Dalı, Balıkesir, Türkiye.

Öz

Artan kentleşme, motorlu taşıt sahipliğindeki yükseliş ve değişen hareketlilik talepleri, trafik sıkışıklığını çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutları olan çok boyutlu bir politika alanına dönüştürmüştür. Bu bağlamda trafik talep yönetimi (TTY), yeni altyapı yatırımlarına dayalı arz odaklı yaklaşımların sınırlılıklarına alternatif sunan ve mevcut ulaşım sistemlerinin daha verimli kullanılmasını hedefleyen stratejik bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, TTY yaklaşımlarını sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları çerçevesinde ele alarak uluslararası literatürdeki temel eğilimleri ve bulguları yapılandırılmış bir derleme kapsamında incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 2000–2025 yılları arasında yayımlanan akademik çalışmalar ve politika belgelerini kapsamakta olup literatür; emisyonların azaltılması ve enerji verimliliği gibi çevresel etkiler, maliyet etkinliği ve ulaştırma verimliliği gibi ekonomik etkiler ile erişilebilirlik, toplumsal kabul ve eşitlik gibi sosyal etkiler temelinde sistematik olarak analiz edilmektedir. Bulgular, sıkışıklık ücretlendirmesi, yönetilen şeritler, düşük emisyonlu bölgeler ve akıllı ulaşım sistemleriyle desteklenen TTY stratejilerinin çevresel ve ekonomik boyutlarda güçlü etkiler sunduğunu göstermektedir. Buna karşılık, sosyal etkiler ve uzun vadeli sonuçlara ilişkin bulguların sınırlı olduğu görülmektedir. Türkiye bağlamında değerlendirmeler, TTY'nin mevcut kapasitenin etkin yönetimine odaklanan bütünlük ve veri temelli politikalarla daha etkili sonuçlar üretebileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: trafik talep yönetimi, sürdürülebilir ulaşım, sıkışıklık ücretlendirmesi, yönetilen şeritler, politika önerileri

An Examination of Traffic Demand Management Approaches from a Sustainability Perspective and Policy Recommendations

Abstract

Rapid urbanization, rising motor vehicle ownership, and evolving mobility demands have transformed traffic congestion into a multidimensional policy challenge with environmental, economic, and social implications. In this context, traffic demand management (TDM) has emerged as a strategic policy instrument that offers an alternative to supply-oriented approaches reliant on new infrastructure investments by promoting the more efficient use of existing transport systems. This study examines TDM approaches through the environmental, economic, and social dimensions of sustainability by means of a structured review of the international literature. The review covers academic studies and policy documents published between 2000 and 2025. The literature is systematically analyzed with respect to environmental impacts, including emissions reduction and energy efficiency; economic impacts, such as cost effectiveness and transport system efficiency; and social impacts related to accessibility, public acceptance, and equity. Findings indicate that TDM strategies, particularly congestion pricing, managed lanes, low-emission zones, and intelligent transport systems, generate strong effects in environmental and economic terms. However, evidence on social impacts and long-term outcomes remains limited. Evaluations in the Turkish context suggest that integrated, data-driven TDM policies focusing on efficient capacity management can yield more effective results.

Keywords: traffic demand management, sustainable transport, congestion pricing, managed lanes, policy recommendations

¹ İletişim / Contact: Özgür Talih, İşletme Doktora Programı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara Türkiye.
E-Posta / E-mail: ozgurtaah@ankara.edu.tr

Gönderildiği tarihi / Date submitted: 24.10.2025, Kabul edildiği tarih / Date accepted: 14.01.2026

Alıntı / Citation: Talih, Ö. ve Tektaş, N. (2026). Trafik talep yönetimi yaklaşımlarının sürdürülebilirlik perspektifinde incelenmesi ve politika önerileri. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 1810166. <https://doi.org/10.38002/tuad.1810166>

Trafik Talep Yönetimi Yaklaşımlarının Sürdürülebilirlik Perspektifinde İncelenmesi ve Politika Önerileri

1. Giriş

Kentsel alanlarda trafik sıkışıklığı, günümüzün önemli ulaşım sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum yalnızca ekonomik kayıplara yol açmakla kalmayıp çevre düzeninde bozulma, artan enerji tüketimi ve yaşam kalitesinde düşüş gibi olumsuz etkilere de sebep olmaktadır. Büyük şehirlerde yaşanan nüfus yoğunluğu ve motorlu taşıt kullanımındaki hızlı artış, geleneksel altyapı yatırımlarının yetersiz kalmasına neden olarak mevcut ulaşım sistemleri üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir ulaşım politikaları, sadece ekonomik araçlarla sınırlı kalmayıp toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, şehirlerdeki arazi kullanımı kararlarıyla ulaşım sistemlerinin planlanmasının uyumlu hale getirilmesi, yaya ve bisiklet altyapısının güçlendirilmesi gibi fiziksel düzenlemeler ile araç paylaşımı, evden çalışma ve eko-sürüş gibi davranışsal yaklaşımların birlikte uygulanmasıyla etkinlik kazanmaktadır. Ulaştırma politikalarının çevresel, sağlık ve ekonomik kalkınma hedefleriyle uyumlu şekilde planlanması, hem mevcut kuşakların hareketlilik gereksinimlerini karşılamak hem de gelecek kuşakların ihtiyaçlarını güvence altına almak açısından önem taşımaktadır (Santosa ve ark., 2010).

Ulaşım talebindeki artış, kentsel bölgelerde mevcut altyapı kapasitesini aşmakta ve bunun sonucu olarak trafik sıkışıklığı, hava ve gürültü kirliliği, yaşam kalitesinde düşüş ile enerji kaybı gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Daganzo, 2007). Yol yapımı ve kapasite artışı gibi geleneksel çözümler, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından giderek daha fazla sorgulanmaktadır. Bu noktada, Trafik Talep Yönetimi (TTY), yeni altyapı yatırımları yerine, ulaşım altyapısı ile sistemlerinin sunduğu mevcut imkânların daha verimli kullanılmasını ve seyahat talebinin yönetilmesini hedefleyen stratejik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Boltze ve Tuan, 2016; Meyer, 1999). TTY, mevcut altyapının kullanımını zaman, mekân ve ulaşım modları açısından optimize etmeyi amaçlayarak ekonomik açıdan destekleyici araçlar, teknolojik çözümler, düzenleyici çerçeveler ve toplumsal kabul stratejilerini bütüncül bir şekilde ele almaktadır. Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) ise verileri anlık olarak toplayıp analiz ederek ve uyarlanabilir karar

destek mekanizmaları sunarak TTY'nin performans ve etkinliğini artırmaktadır (Talih, 2024).

Küresel iklim yönetişimi çerçeveleri kapsamında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Paris İklim Anlaşması kapsamında gerçekleştirilen 28. Taraflar Konferansı'nda (28. *Conference of the Parties*, [COP28]), ülkeler uzun dönemli düşük emisyonlu kalkınma stratejilerini sunmaya ve güncellemeye çağrılmıştır. Bu doğrultuda Türkiye, 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefini açıklamış ve kapsamlı uzun dönemli bir iklim stratejisi hazırlamıştır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024). Bu strateji; enerji, ulaştırma, sanayi ve tarım gibi temel sektörlerde yeşil dönüşümü desteklerken sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik dönüşüm hedeflerini de gözetmektedir. Böylece ulaşım kaynaklı kirletici salım azaltılmasında elektrikli araçların teşvik edilmesi ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi kadar TTY stratejilerinin uygulanmasını da önemli bir unsur olarak öne çıkarmaktadır. Türkiye'nin Paris Anlaşması kapsamındaki 2053 net sıfır hedefi, talep yönetimini yalnızca teknik değil aynı zamanda iklim politikalarının ayrılmaz bir bileşeni haline getirmektedir.

Sürdürülebilir ulaşım ve TTY yaklaşımları, mevcut hareketlilik ihtiyaçlarını karşılarken çevrenin korunmasını, toplumsal eşitliği ve erişilebilirliği garanti altına almayı amaçlamaktadır. Türkiye'de Sürdürülebilir Kentsel Ulaşım Planları (SKUP), giderek artan biçimde yalnızca altyapı geliştirmeyi değil; verimlilik artışı, modlar arası entegrasyon ve davranışsal değişim yoluyla TTY'nin sürdürülebilir ulaşım politikalarının temel bileşeni haline gelmesini öngörmektedir. Ancak Türkiye'de trafik yönetimi hâlâ büyük ölçüde arz yönlü yaklaşımlara dayalıdır ve TTY stratejileri yalnızca sınırlı alanlarda veya deneysel ölçekte uygulanmaktadır (Talih, 2024). Bu nedenle, TTY stratejilerinin Türkiye bağlamında daha sistematik ve kapsamlı bir biçimde ele alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma TTY yaklaşımlarını sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik, sosyal, toplumsal ve yönetim ilkeleri açısından inceleyerek Türkiye için somut politika önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Böylece uluslararası iyi uygulamalar ile ulusal politika belgeleri arasında literatürde eksik kalan köprüyü kurmaya çalışmaktadır. Mevcut literatür çalışmaları çoğunlukla TTY'yi teknik veya altyapı

odaklı incelemiş, sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları arasında kapsamlı bir değerlendirme nadiren yapılmıştır (Ayland ve Emmott, 1990; Chen ve ark., 2009; Cracknell, 2000; Kılavuz ve Kışla, 2016; Li ve ark., 2019; Menelaou ve ark., 2021; Palanichamy ve ark., 2023; Ramp ve ark., 2024; Wang ve ark., 2022; Zhou ve ark., 2019). Çalışma ile söz konusu boşluğu doldurarak TTY'yi Türkiye koşullarına özgü çok boyutlu bir sürdürülebilirlik çerçevesinde ele almaktadır. Ayrıca Türkiye'de TTY stratejilerini sürdürülebilirlik perspektifinde ele alan nadir araştırmalardan biri olmasının yanında hem akademik literatür hem de politika yapımcılar için önemli bir referans kaynağı niteliği taşımaktadır. Bu kapsamda çalışma, aşağıda özetlenen özgün katkıları sunmaktadır:

- TTY stratejilerini sürdürülebilirlik ilkeleriyle bütünleştiren analitik bir çerçeve geliştirerek literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.
- TTY'yi yalnızca teknik veya altyapı odaklı bir araç olarak değil; davranışsal, AUS gibi teknolojik, düzenleyici ve ekonomik bileşenleri içeren çok boyutlu bir politika aracı olarak kavramsallaştırmaktadır.
- Uluslararası en iyi uygulamaları, SKUP, ulusal politika belgeleri ve 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi ile sistematik biçimde ilişkilendirerek, küresel akademik literatür ile ulusal politika çerçevesi arasında analitik bir köprü kurmaktadır.
- Sıkışıklık ücretlendirme, yönetilen şeritler, düşük emisyonlu bölgeler (*Low Emission Zones*, [LEZ]) ve AUS entegrasyonu gibi TTY stratejileri için bağlama duyarlı, uygulanabilir ve kanıtı dayalı politika önerileri geliştirmektedir.
- Veri erişilebilirliği, sosyal eşitlik, toplumsal kabul, davranışsal uyum süreçleri ve uzun vadeli sağlık etkileri gibi alanlardaki araştırma boşluklarını sistematik biçimde ortaya koyarak, gelecekteki ampirik çalışmalar için yönlendirici bir araştırma gündemi sunmaktadır.

Çalışmanın devamı şu şekilde yapılandırılmıştır: ikinci bölümde kullanılan yöntem özetlenmektedir. Üçüncü bölümde literatürde yer alan TTY stratejileri ve uygulamaları sürdürülebilirlik perspektifinde ele alınmış, AUS ile TTY ilişkisine değinilmiştir. Dördüncü bölümde Türkiye'de TTY ve TTY stratejilerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için politika önerileri sunulmuştur. Beşinci ve son bölümde ise çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar

ve gelecek araştırma alanlarına ilişkin değerlendirmeler paylaşılmıştır.

2. Yöntem

Bu çalışma, TTY yaklaşımlarını sürdürülebilirlik perspektifi çerçevesinde değerlendirmek amacıyla politika ve uygulama odaklı, yapılandırılmış bir anlatı derlemesi olarak tasarlanmıştır. Yöntemsel süreç; literatür taraması, uluslararası iyi uygulamaların karşılaştırmalı incelenmesi ve Türkiye bağlamının analizi olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Literatür taraması 2000–2025 yılları arasında yayımlanan akademik çalışmaları kapsayacak biçimde planlanmış ve sürdürülebilir ulaşım, talep yönetimi politikaları ile TTY uygulamalarına ilişkin güncel gelişmeleri ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmanın kapsamına temel literatürü oluşturan ve kavramsal çerçeveyi tanımlamada önemli olduğu değerlendirilen az sayıda 2000 öncesi çalışmalar da destekleyici nitelikte dahil edilmiştir. Tarama, IEEE Xplore, Web of Science, Google Scholar, ProQuest ve DergiPark Akademik veri tabanlarında gerçekleştirilmiş; “trafik talep yönetimi”, “ulaşım talep yönetimi”, “sürdürülebilir ulaşım”, “sürdürülebilir hareketlilik”, “sıkışıklık ücretlendirmesi”, “yönetilen şeritler”, “düşük emisyon bölgesi”, “esnek çalışma saatleri” ve “acil durum araç önceliği” gibi anahtar kelimeler ve bu kavramların İngilizce karşılıkları kullanılmıştır. Belirlenen anahtar kelimeler kullanılarak yapılan ilk tarama sonucunda yaklaşık 420 yayın tespit edilmiştir. Başlık ve özet düzeyinde yapılan ön değerlendirme sonrasında; çalışma kapsamı dışında kalan, sürdürülebilirlik boyutlarıyla doğrudan ilişki kurmayan veya yalnızca arz yönlü ulaştırma yatırımlarına odaklanan yaklaşık 260 yayın dışlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen literatürün seçiminde açık ve sistematik seçim kriterleri uygulanmıştır. İncelemeye yalnızca 2000–2025 döneminde yayımlanan, en az bir TTY yaklaşımına ilişkin bulgu sunarak sürdürülebilirliğin boyutlarından en az biriyle ilişki kuran ve akademik nitelik taşıyan çalışmalar ele alınmıştır. Bu kapsamda hakemli dergilerde yayımlanan makaleler, bilimsel raporlar ve kurumsal politika dokümanları bu kapsamda değerlendirmeye dahil edilmiştir. Sürdürülebilirlik etkilerine yönelik analiz içermeyen, yalnızca arz yönlü ulaştırma yatırımlarına odaklanan veya akademik niteliği bulunmayan yayınlar kapsam dışında bırakılmıştır. Kalan çalışmalar tam metin incelemesine tabi tutulmuş; yöntemsel yeterliliği bulunmayan, tekrar

niteliği taşıyan ya da TTY yaklaşımlarına özgün katkı sunmayan çalışmalar kapsam dışında bırakılmış ve sürdürülebilirliğin ilkesel boyutlarından en az biriyle ilişkilendirilen yaklaşık 100 çalışma nihai değerlendirme kapsamına alınmıştır. Uygun bulunan çalışmalar öncelikle başlık ve özet düzeyinde incelenmiş, ardından tam metin analiziyle ele alınmıştır.

Uluslararası iyi uygulama örneklerinin seçimi, literatürde yaygın kullanılan şu üç temel sürdürülebilirlik ölçütü doğrultusunda yapılmıştır: (i) kirletici salımı azaltılması, enerji verimliliği, hava kalitesinin iyileştirilmesi çevresel etkiler, (ii) maliyet etkinliği, gelir getirme, ulaştırma verimliliğinin artırılması gibi ekonomik etkiler, (iii) erişilebilirlik, toplumsal kabul, adalet ve eşitlik boyutu gibi sosyal etkiler (Banister, 2008; Boltze ve Tuan, 2016). Bu doğrultuda Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Asya ülkelerinde uygulanan başarılı TTY stratejileri araştırılarak karşılaştırmalı bir biçimde incelenmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım, uluslararası eğilimlerin bütüncül olarak analiz edilmesini sağlamış ve Türkiye için geliştirilecek politika önerilerinin kanıta dayalı bir temele oturtulmasına imkân vermiştir.

3. Bulgular

Trafik talep yönetimi yaklaşımlarının sürdürülebilirlik açısından etkinliği; çoklu stratejilerin birlikte uygulanmasını içeren bütünelik politikalar, yerel bağlama duyarlı uyarlamalar, akıllı ulaşım teknolojilerinin kullanımı ve eşitlik odaklı planlama gibi unsurlara bağlıdır. Bu doğrultuda incelenen çalışmalar, TTY politikalarının sürdürülebilirlik ilişkisini farklı bağlamlarda değerlendirmektedir. Çevresel açıdan, TTY uygulamalarının kirletici salım azaltımı, enerji verimliliği ve hava kalitesinin iyileştirilmesi açısından önemli etkileri olduğu görülmektedir. Ekonomik açıdan, maliyet etkinliği, verimlilik artışı ve gelir üretimi gibi sonuçlar öne çıkmaktadır. Sosyal boyutta ise erişilebilirlik, kullanıcı davranışı ve toplumsal kabul düzeyinin stratejilerin başarısında belirleyici olduğu anlaşılmaktadır.

Sürdürülebilirlik perspektifinde yapılan çalışmalarda TTY'ye ilişkin çeşitli iddialar ortaya atılmakta olup bu iddiaların literatürde ne ölçüde desteklendiği farklılık göstermektedir. Bazı TTY stratejilerinin sürdürülebilirliğin bazı boyutlarında güçlü kanıtlarla desteklenirken bazı alanlarda bulgular sınırlı düzeyde kalmaktadır. Tablo 1'de, TTY stratejilerine yönelik

literatürde yer alan başlıca iddialar ile bu iddiaları destekleyen bazı çalışmalar özetlenerek sürdürülebilirlik boyutları temelinde karşılaştırmalı bir görünüm sunulmaktadır.

3.1. Trafik Talep Yönetimi

Kentsel ulaşım sisteminde trafik sıkışıklığını azaltmak, mevcut yol ağı kapasitenin daha verimli kullanılmasını sağlamak ve sürdürülebilir hareketliliği desteklemek amacıyla seyahat talebini doğrudan etkilemeye yönelik politika ve stratejiler bütünü TTY kavramıyla ifade edilmektedir. TTY; otopark düzenlemeleri, araç sahipliği ve kullanımına ilişkin vergilendirme, sıkışıklık ücretleri, yönetilen şeritler ve toplu taşımayı teşvik eden önlemler gibi araçlarla yolculukların maliyetlerini gerçekçi biçimde yansıtarak trafik talebini zamansal ve mekânsal dağılımını dengelemeyi amaçlamaktadır (Talih, 2024). Böylece TTY, ulaşımaya yönelik ortaya çıkan talebi düzenleyerek ağ kapasitesinin verimli kullanımına katkı sağlayan yönetsel ve teknik yaklaşımları içeren bütüncül bir strateji olarak değerlendirilmektedir (ESMAP, 2004).

Kavramsal olarak TTY, bireylerin seyahat talebini zamanlama, güzergâh, ulaşım türü tercihi ve sıklık gibi boyutlarda yönlendirmeyi amaçlayan bütüncül bir stratejiler setidir. Bu strateji seti; toplu taşıma kullanımını teşvik etmek, ulaşım sistemini daha verimli kılmak, trafik sıkışıklığını azaltmak ve araç kaynaklı kirletici salımını düşürmek gibi çok yönlü faydalar sağlamaktadır (Victoria Transport Policy Institute, 2017). Talep yönetimi uygulamaları arz-talep dengesi çerçevesinde incelenir, yani talebin yönetilmesi, mevcut altyapının etkin kullanımını artırarak sistemin kapasitesini optimize etmeye hizmet eder. Bu nedenle, TTY yalnızca teknik düzenlemeler değil, aynı zamanda ekonomik etkinlik, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal yönelik faydaları da içeren stratejik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

TTY, dünya genelinde artan araç sayısı ve hareketlilik talebi karşısında şehir içi ve şehirlerarası yol altyapısının kullanımını optimize etmeye ve trafik yönetimini iyileştirmeye yönelik temel bileşenlerden biri hâline gelmiştir. Ayrıca trafik sıkışıklığını ve buna bağlı olumsuz etkileri azaltmak, ulaşım arz ve talebini dengelemek için kullanılan stratejiler bütünüdür. Bu stratejiler, trafik koşullarının iyileştirilmesi ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla hem arz hem de talep odaklı yönetsel ve teknik uygulamaları kapsamaktadır.

Tablo 1. TTY stratejilerinin sürdürülebilirlik boyutu

İddia	Boyut	Açıklama	Çalışmalar
Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda geliştirilen TTY stratejilerinin, trafik sıkışıklığı ve kirletici salınımı azaltabilmesi	- Çevresel	Literatürde çok sayıda deneysel ve modelleme çalışması TTY'nin emisyonları düşürdüğünü ve trafiği azalttığını göstermektedir.	(Afrin ve Yodo, 2020; Boltze ve Tuan, 2016; Elassy ve ark., 2024; Othman ve ark., 2019; Qin ve ark., 2022; Shah ve ark., 2021; Wang ve Sun, 2019)
Talep yönelimli ve bütünlük yaklaşımının verimlilik ve trafik etkinliği üzerindeki etkilerinin bağlama göre farklılık göstermesi	- Ekonomik	Simülasyon ve saha çalışmaları, çok bileşenli stratejilerin verimliliği artırmada başarılı olduğunu, ancak etkinliğin mekânsal/kentsel koşullara göre değiştiğini göstermektedir.	(Dang ve ark., 2021; Li ve ark., 2016; Wang ve ark., 2022)
AUS ve akıllı hareketlilik uygulamalarının TTY'nin etkinliğini artırması	- Ekonomik - Çevresel	Teknoloji destekli uygulamaların özellikle trafik akışı, enerji verimliliği ve kirletici salım azaltımı üzerinde güçlü etkileri bulunmaktadır.	(Elassy ve ark., 2024; Fadila ve ark., 2024; Othman ve ark., 2019; Qin ve ark., 2022; Shao ve ark., 2022; Talih ve Çelikok, 2023)
TTY politikalarında eşitlik ve adalet kaygılarının dikkate alınması gerekliliği	- Sosyal	Düşük geliri ve kırsal grupların TTY uygulamalarından bazı durumlarda orantısız şekilde etkilendiğine dair bulgular bulunmaktadır.	(Ivanova ve ark., 2023; Wang ve Sun, 2019; Wang ve ark., 2022)
TTY'nin bazı yoğun kentsel alanlarda yanlış tasarımı sonucu trafik yoğunluğunu artırabilmesi	- Ekonomik - Çevresel	Simülasyon çalışmalarının bir kısmı, bağlama duyarlı olmayan talep yönetimi stratejilerinin ters etki yaratabileceğini göstermektedir.	(Dang ve ark., 2021; Li ve ark., 2016)
TTY'nin sosyal yaşam ve sağlık üzerine uzun vadeli etkileriyle ilgili araştırmaların az olması	- Sosyal	Kapsamlı uzun dönemli ölçümler azdır; mevcut kanıtlar bağlama özgü ve sınırlıdır.	(Aytekin ve ark., 2024; Dang ve ark., 2021; Li ve ark., 2016; Wang ve ark., 2022)

Bu çerçevede, bu yaklaşımların temel hedefi, yolcu ve yük hareketlerini tüm kullanıcılar için mümkün olduğunca düzenli, verimli, emniyetli ve güvenli bir şekilde organize etmektir (Talih, 2024).

TTY'nin stratejik önemi, Türkiye'nin ulusal politika belgelerinde açık biçimde ortaya koyulmaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğinin azaltımında sürdürülebilir ulaşımı temel strateji olarak ele alan belgelerin başında Kalkınma Planları ile Türkiye 2053 Uzun Dönemli İklim Stratejisi gelmektedir (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024; T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019, 2023). Bunlar ve benzeri üst politika belgeleri; ulaştırma sektörüne yönelik temel olarak enerji verimliliğinin artırılması, sera gazı salımlarının azaltılması ve kent içi hareketlilikte çevre dostu çözümlerin yaygınlaştırılması amaçlarına odaklanmaktadır. Bu bağlamda TTY; yolculukların daha az sıkışık zaman dilimlerine ve alternatif güzergâhlara yönlendirilmesi, toplu taşıma, bisiklet kullanımı ve yaya ulaşımı gibi daha sürdürülebilir ulaşım türlerinin teşvik edilmesi ile hareketlilik yönetiminin ulusal sürdürülebilirlik ve iklim politikalarıyla bütünleştirilmesi için önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, TTY uygulamalarının, Türkiye'nin 2053 yılına yönelik iklim ve emisyon hedefleri ile paralel olarak sadece teknik çözümler değil davranışsal ve kurumsal değişimleri teşvik eden bütüncül bir politika aracı işlevi gördüğü belirtilmektedir.

3.2. TTY'nin Potansiyel Etkileri

Küresel iklim yönetişimi çerçevesindeki güncel gelişmeler, talep taraflı yaklaşımların önemini daha da artırmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (*The Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC]) altıncı değerlendirme raporu (*Sixth Assessment Report*, [AR6]) sentez raporunda (IPCC, 2023); sürdürülebilir hareketlilik uygulamaları, seyahat davranışı değişimleri ve kentsel tasarım stratejilerini kapsayan talep taraflı politikaları iklim değişikliğinin azaltılmasında temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Rapor bulgularına göre, bu tür önlemler, uygulama ölçeği ve yerel koşullara bağlı olarak, 2050 yılına kadar sera gazı salımlarını %40–70 oranında azaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu çerçevede TTY, yalnızca yolculukların zamansal ve mekânsal dağılımını düzenleyen teknik bir yaklaşım değil, aynı zamanda düşük karbonlu kentleşme ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine hizmet eden

dönüştürücü bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır. TTY; gereksiz yolculukların azaltılması, sürdürülebilir ulaşım türlerine yönelimin teşvik edilmesi ve mevcut sistemin verimliliğinin artırılması gibi hedefler aracılığıyla “önlü-kaydır-iyileştir (*avoid-shift-improve*)” yaklaşımıyla uyumludur. TTY kapsamında öngörülen önlemler, elektrikli araç teknolojilerinin kullanımı gibi arz yönlü çözümler ile bütünleştirildiğinde daha hızlı, düşük maliyetli ve toplumsal açıdan kapsayıcı bir karbonsuzlaşma sürecine katkı sunmaktadır (IPCC, 2023).

TTY'nin geniş kapsamlı olumlu etkileri dikkatli ve doğru tasarım, yeni teknolojilerin bütünleştirilmesi ve sürekli değerlendirme süreçlerine bağlıdır. Literatür, özellikle birden fazla stratejinin birlikte kullanıldığı ve planlamada simülasyon araçlarının devreye alındığı durumlarda sıkışıklığın belirgin biçimde azaltılabildiğini göstermektedir (Menelaou ve ark., 2021; Muslih ve ark., 2023; Wang ve ark., 2022; Zhou ve ark., 2019). Hava kalitesi ve sağlık üzerindeki etkiler açısından kanıtlar sınırlı olmakla birlikte, LEZ gibi alan temelli güçlü stratejilerin önemli faydalar sağlayabildiği değerlendirilmektedir (Bigazzi ve Rouleau, 2017).

Uluslararası deneyimler, başarılı TTY uygulamalarının düzenleyici önlemler, ekonomik araçlar ve davranışsal müdahaleleri birleştiren birbiriyle uyumlu politika yaklaşımları ihtiyacını ortaya koymaktadır. Singapur, Londra ve Stockholm gibi kentler, kapsamlı TTY uygulamaları aracılığıyla yalnızca kirletici salımını azaltmakla kalmamış; aynı zamanda hava kalitesinin iyileştirilmesi, trafik sıkışıklığının hafifletilmesi ve kentsel yaşanılabilirliğin artırılması gibi önemli kazanımlar elde etmiştir (Banister, 2008; Santosa ve ark., 2010).

3.3. TTY Stratejileri ve Uygulamaları

Ulaştırma politikalarının trafik sıkışıklığının giderilmesinin yanında erişilebilirlik, maliyet etkinliği, verimlilik artışı ve çevresel dışsallıkların azaltılması gibi daha geniş göstergeler üzerinden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, TTY'ye yönelik politika ve uygulamalar sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyüme hedefleriyle yüksek düzeyde örtüşmektedir. Yol ağının kullanıma yönelik taleplerin mekânsal ve zamansal dağılımını yöneterek sistemdeki kaynak kullanımını optimize eden TTY, aynı zamanda ulaşım kaynaklı olumsuz etkileri azaltmaktadır. TTY uygulamaları ulaştırma verimliliğini artırmakta, bireysel ulaşım maliyetlerini düşürmekte ve

böylelikle tüketici harcamalarının daha üretken ekonomik sektörler yöneline imkân tanımaktadır. Bu yönüyle TTY, ulaşım sisteminin teknik etkinliğini artıran bir araç olmasının yanında, yerel ekonomik dinamizmi ve istihdam kapasitesini destekleyen bir politika aracı olarak da değerlendirilmektedir (Litman, 2025). Talep yönetimi uygulamaları, birbirini destekleyen ve uyumlu bir biçimde hayata geçirildiğinde, etkilerini belirgin biçimde artırmaktadır. Bu stratejiler aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- *Arz Tarafı ve Talep Tarafı Eylemleri:* Arz tarafı eylemleri, altyapının genişletilmesine veya optimize edilmesine (yeni yol inşası, sinyalizasyon optimizasyonu gibi) odaklanırken talep tarafı eylemleri, sıkışıklık ücretlendirme, araç paylaşımı teşvikleri ve seyahat kısıtlamaları gibi politikalar aracılığıyla seyahat talebini azaltmayı veya yeniden şekillendirmeyi hedeflemektedir (Ewing, 2021; Li ve ark., 2019; Litman, 1999; Muslih ve ark., 2023).

- *Politika Araçları:* Alan yol ücretlendirmesi, LEZ, yüksek doluluk oranına sahip araçlara öncelik verilmesi, seyahat rezervasyonu, trafik kısıtlaması ile toplu taşıma, bisiklet kullanımı gibi alternatif ulaşım yöntemleri ve uzaktan çalışma gibi yaklaşımların teşvik edilmesi bu stratejiler arasında yer almaktadır (Aytekin ve ark., 2024; Bigazzi ve Rouleau, 2017; Kim ve Kang, 2011; Li ve ark., 2023; Litman, 1999).

- *Teknolojik Çözümler:* Gerçek zamanlı talep yönetim sistemleri, rota rehberliği, akıllı ulaşım ve hareketlilik çözümleri, trafik sıkışıklığını dinamik olarak yönetmek için otomasyon sistemleri, veri analitiği ve yolcu verilerinden faydalanılması, teknolojik çözümler arasındadır (Makridis ve ark., 2024; Menelaou ve ark., 2021; Qin ve ark., 2022; Ramp ve ark., 2024; Seilabi ve ark., 2020; Zhou ve ark., 2019). Bu stratejiler, bilinçli seyahat kararlarını ve davranış değişikliği süreçlerini desteklemektedir (Fujii ve Taniguchi, 2006).

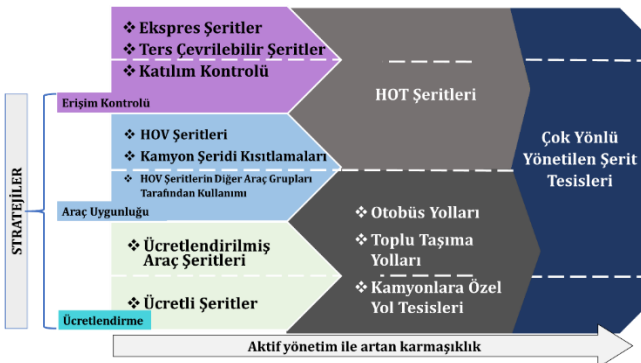
TTY yöntemlerinin daha ayrıntılı bir şekilde kategorize edilmesi de mümkündür; (i) vergilendirme ve trafik sıkışıklığı ücretlendirmesi gibi ekonomik araçlar, (ii) erişim kısıtlamaları, park yönetimi politikaları, seyahat saatlerinin yönlendirilmesi ve araç kullanım sınırlamaları gibi düzenleyici önlemler, (iii) yol tasarımı ve trafik kontrol sistemleri gibi fiziksel müdahaleler, (iv) gerçek zamanlı trafik bilgilendirme sistemleri, seyahat planlama uygulamaları, bilinçlendirme kampanyaları, eğitim programları ve AUS gibi bilgi ve iletişim

teknolojilerine dayalı araçlar ve (v) bütünlük ve birlikte çalışabilen toplu taşıma sistemleri, bisiklet altyapısı, paylaşımlı ve bir hizmet olarak hareketlilik (*Mobility as a Service*, [MaaS]) gibi uygulamaları içeren toplu taşıma, aktif ve paylaşımlı hareketlilik önlemleri bulunmaktadır.

Trafik sıkışıklığı, ulaştırma talebinin mevcut kapasiteyi aşmasıyla birlikte yol ağında olağan akışın bozulması, seyahat sürelerinin uzaması ve güvenilirliğin azalması şeklinde tanımlanmaktadır (Talih, 2024). Bu olgu, arz-talep dengesizliğinin tipik bir sonucu olarak görülmekte ve yalnızca fiziksel gecikmelere değil, aynı zamanda yol kullanıcıları için artan seyahat maliyetlerine de yol açmaktadır (Aftabuzzaman, 2007; Chen ve ark., 2009; Litman, 2014; Muslih ve ark., 2023; Cambridge Systematics, 2005; Xiaojie, 2005). Talep yönetimi, geleneksel politika araçlarından ileri akıllı hareketlilik teknolojilerine uzanan geniş bir çözüm yelpazesini içermektedir. Bu çözüm yelpazesinin tasarımında, kullanıcıların uyum kapasitesi ile farklı yolcu grupları üzerindeki etkilerin eşitlik ve adalet ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Li ve ark., 2023; Seilabi ve ark., 2020). Dolayısıyla, sinyal kontrolüyle eşgüdümlü talep yönetimi yaklaşımlarının; rezervasyon ve kısıtlama temelli düzenlemeler ile otomasyon, elektrifikasyon ve paylaşım odaklı akıllı ulaşım teknolojileriyle birlikte uygulanması, stratejilerin hem etkinlik hem de adalet boyutlarında kayda değer iyileşmeler sağlamaktadır.

Mevcut trafik kapasitesini verimli kullanmak ve trafik akışının optimize edilmesini sağlamak amacıyla, şerit yönetimi stratejileri sıkça başvurulan yaklaşımlardan biridir. Bu stratejiler, şeritlerin ücretlendirilmesi, erişim kısıtlamalarının uygulanması ve belirli araçlara geçiş önceliği tanınması gibi yöntemleri kapsamaktadır. Yönetilen şeritler, trafik koşullarındaki değişimlere uygun şekilde operasyonel kararların proaktif biçimde uygulandığı otoyol alanları olarak tanımlanmaktadır (Talih, 2024). Ücretlendirme, erişim kontrolü veya araç önceliği gibi yöntemlerle uygulanan bu stratejiler; yüksek doluluklu araç (*High-Occupancy Vehicle*, [HOV]) şeritleri, yüksek doluluklu geçiş ücreti (*High-Occupancy Toll*, [HOT]) şeritleri ve acil kullanım veya araç türlerine göre ayrılmış şeritleri kapsamaktadır (Austroads, 2007; U.S. Department of Transportation, 2024). TTY uygulamaları arasında öne çıkan bir diğer yaklaşım, araç paylaşımını teşvik eden HOV ve HOT şeritleridir. İki veya daha fazla yolcusu olan araçlara ayrılan HOV şeritleri, yakıt

tüketimini ve kirletici salımı azaltırken seyahat sürelerini kısaltmakta, sürüş stresini düşürmektedir (Javid ve ark., 2021). HOV kapasitesinin aşıldığı durumlarda tek kişilik araçlara belirli bir ücret karşılığında kullanım imkânı tanıyan HOT şeritleri ise esnek ve dengeli bir çözüm sunmaktadır (Wood ve ark., 2021). Bununla birlikte “boş şerit sendromu” veya adalet kaygıları gibi sorunlar, dikkatli tasarım ve izleme süreçlerini zorunlu kılmaktadır (Zhao, 2018). Yoğun saatlerde emniyet şeridinin geçici olarak trafiğe açılması, diğer bir ifadeyle emniyet şeridi yönetimi veya rijit banket kullanımı (*Hard Shoulder Running*, [HSR]), mevcut yol kapasitesine ek bir şerit kazandırarak trafik akışını destekleyen bir uygulamadır. İngiltere, Almanya, Hollanda, Danimarka ve Belçika gibi ülkelerde yapılan uygulamalar, HSR'nin yol kapasitesini yaklaşık %25, ağ performansını ise %20 oranında artırabildiğini göstermektedir (CEDR, 2012, 2022; Talih, 2024). Otonom araç teknolojileri, araç-altyapı iletişimini mümkün kılan araçtan altyapıya (*Vehicle-to-Infrastructure*, [V2I]) sistemleri ile desteklendiğinde, yön değiştirebilir şerit (*Reversible Lane*, [RL]) uygulamalarının etkinliğini artırmaktadır. Bu bağlamda, otonom araçların şerit konfigürasyonu değişikliklerine güvenli şekilde uyum sağlayabilmesi için gerekli verilerin kesintisiz biçimde iletilmesi gerekmekte ve bu doğrultuda V2I teknolojileri kullanılmaktadır (Conceição ve ark., 2020). Uluslararası deneyimler, RL uygulamalarının genellikle otoyol, arter, köprü ve tünel gibi kesintisiz trafik akışı sağlayan yol altyapılarında tercih edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, Çin örneği dikkat çekici bir farklılık sunmakta olup bu ülkede RL uygulamaları en yaygın biçimde kesintili trafik akışı karakteristiğine sahip kentsel arter yollarında hayata geçirilmektedir (Li ve ark., 2013). Yönetilen şeritler kapsamındaki potansiyel şerit yönetimi stratejileri Şekil 1'de özetlenmektedir (Austroads, 2007; Collier ve Goodin, 2004; Talih, 2024; Texas Department of Transportation, 2024).



Şekil 1. Yönetilen Şerit Stratejileri (Talih, 2024)

Sıkışıklık ücretlendirme; yoğun kent bölgelerinde trafik talebini azaltmayı amaçlayan en etkili stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem, “kullanan öder” ve “kirleten öder” ilkelerine dayanmakta olup trafiği %10–30 oranında azaltma, hava kalitesini iyileştirme, gelir elde etme ve toplu taşıma kullanımını teşvik etme potansiyeli taşımaktadır (Banister, 2008; Santosa ve ark., 2010). Ancak bu uygulamaların toplumsal eşitsizlik ve mahremiyet sorunlarına yol açabileceği aynı zamanda trafik yoğunluğunun başka bölgelere kaymasına neden olabileceği yönünde eleştiriler bulunmaktadır.

Çevresel odaklı politikalar arasında LEZ ve sıfır emisyon bölgeleri (*Zero Emission Zone*, [ZEZ]) öne çıkmaktadır. LEZ uygulamaları; belirlenmiş kent alanlarına, yüksek kirletici salımlı araçların girişini sınırlandırarak hava kalitesini artırmakta ve daha temiz araç filolarını teşvik etmektedir. ZEZ'ler ise yalnızca sıfır kirletici salımlı araçlara, yayalara ve bisikletlilere izin vererek daha katı bir düzenleme sunmaktadır. Avrupa'daki birçok şehirde başarıyla uygulanan bu stratejiler, hava kirliliğini azaltmanın yanı sıra toplu taşıma ve aktif ulaşım türlerinin cazibesini artırmaktadır (Brussels Parlement, 2019; Municipality Amsterdam, 2024; Tomorrow World Today, 2022).

TTY stratejileri, operasyonel ve organizasyonel çözümleri de kapsamaktadır. Örneğin acil durum araç önceliği sistemleri; akustik, kızılötesi, küresel konumlandırma sistemi (*Global Positioning System*, [GPS]) ve kablosuz iletişim teknolojileri gibi araçları kullanarak trafik ışıklarını optimize etmekte ve acil araçların olay yerine ulaşım süresini kısaltmaktadır (Mobility, 2024). Benzer şekilde esnek çalışma saatleri ve uzaktan çalışma programları, işe gidiş-geliş yoğunluğunu farklı zaman dilimlerine yayarak trafik sıkışıklığını azaltmaktadır. Bunların kirletici salımının azaltılması, araç paylaşımının teşviki, seyahat süresinden tasarruf ve yakıt tüketiminde azalma gibi dolaylı faydaları da bulunmaktadır (Anell ve Hartmann, 2007; Baradaran ve ark., 2023; Su ve Wang, 2021).

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, TTY stratejilerinin tekil uygulamalardan ziyade, bağlama duyarlı ve birbirini tamamlayan politika bileşimleri şeklinde tasarlandığında daha tutarlı ve kalıcı sonuçlar ürettiği görülmektedir. Literatür, özellikle teknolojik araçlar ile ekonomik ve düzenleyici önlemlerin birlikte kullanıldığı durumlarda, trafik sıkışıklığı ve çevresel olumsuz etkilerin

azaltılmasında daha yüksek etkililik sağlandığını ortaya koymaktadır.

3.4. Sürdürülebilirlik Perspektifinde TTY

Sürdürülebilir ulaşım kavramı; sosyal adalet, çevresel koruma ve ekonomik verimlilik ilkelerinin bir arada değerlendirildiği bütünsel bir yaklaşımı ifade etmektedir (Banister, 2008). Bu çerçevede, sürdürülebilir ulaşım politikalarının başarısı yalnızca ekonomik araçların uygulanmasına değil aynı zamanda fiziksel altyapının geliştirilmesine, seyahat davranışlarını dönüştürmeye yönelik programların desteklenmesine ve bilgi üretiminin sistematik olarak uyumlaştırılması ve bütünleştirilmesine bağlıdır (Santosa ve ark., 2010). Talep yönetimi yaklaşımları, bütünlük bir bakışla ele alındığında, ulaşım sistemlerinde verimliliği artıran; çevresel etkileri azaltan ve enerji kullanımını iyileştiren, aynı zamanda toplumsal yarar sağlayan bir politika aracı niteliği taşımaktadır.

TTY stratejilerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda uygulanması; trafik sıkışıklığının azaltılması, kirletici salımının düşürülmesi ve kaynak kullanımının iyileştirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Ancak bu etkinin sağlanabilmesi için politika tasarımının dikkatli yapılması, uygun teknolojilerin seçilmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerinin uyumlu biçimde birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bütünlük uygulama sağlandığında, TTY; seyahat davranışlarını etkileyerek ve ulaşım sistemlerini optimize ederek sosyal eşitsizlik, kentsel trafik sıkışıklığı ve çevresel bozulma gibi birbiriyle ilişkili sorunların uzun vadeli çevresel etkiler gözetilerek ele alınmasına katkı sağlamaktadır.

Literatür çalışmalarında, trafik sıkışıklığını azaltmaya yönelik sıkışıklık ücretlendirme, ulaşım türleri arası değişim, AUS ve talebe duyarlı hizmetlerin kullanılması gibi geniş bir TTY strateji yelpazesinin vurgulandığı görülmektedir. Tüm bu yaklaşımlar, kentsel hareketliliğin olumsuz etkilerini azaltırken sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeyi de hedeflemektedir. Son dönemde yapılan çalışmalar ise TTY uygulamalarında sürdürülebilirliğin temel boyutlarının dikkate alınmasının, teknolojik yeniliklerden etkin şekilde yararlanılmasının ve politika tasarımı ile değerlendirmelerin bütüncül bir çerçevede yürütülmesinin önemini vurgulamaktadır (Afrin ve Yodo, 2020; Babaei ve ark., 2023; Boltze ve Tuan, 2016; Elassy ve ark., 2024; Ling ve ark., 2022; Othman ve ark., 2019; Qin ve ark., 2022; Shah

ve ark., 2021; Sultana ve ark., 2019; Wang ve Sun, 2019; Wang ve ark., 2022). Bu bağlamda, TTY stratejileri kent içi hareketliliğin etkinliğini ve verimliliğini artırırken çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarda dengeli kazanımlar sağlamaya yönelik bütüncül bir araç olarak ön plana çıkmaktadır.

TTY stratejilerinin etkinliği büyük ölçüde bağlama bağlı olduğundan yerel koşulların, paydaş katılım düzeyinin ve olası engeller ya da çıkar çatışmalarının dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Aytekin ve ark., 2024; Dang ve ark., 2021; Li ve ark., 2016; Wang ve ark., 2022). Stratejilerin tasarımı ve uygulanması sırasında sürdürülebilirliğin üç temel boyutuyla uyumlu olması önemlidir: (i) kirletici salımının ve kaynak kullanımının azaltılması gibi çevresel koruma, (ii) maliyetlerin en aza indirilmesi ve üretkenliğin artırılması gibi ekonomik verimlilik ve (iii) erişilebilirlik ve adaletin sağlanması gibi sosyal eşitlik (Boltze ve Tuan, 2016; Fernandes ve ark., 2019; Ivanova ve ark., 2023; Mahmoudi ve ark., 2019; Sultana ve ark., 2019). Dolayısıyla bağlamsal koşullar gözetilerek uygulanan TTY stratejileri hem trafik yönetimi hem de sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından bütüncül ve etkin bir araç olma özelliği taşımaktadır.

Sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda tasarlanan TTY yaklaşımları; trafik sıkışıklığını azaltma, kirletici salımını düşürme ve kentsel yaşam kalitesini iyileştirme açısından önemli katkılar sağladığı gösterilmiştir. Özellikle teknolojik yenilikler, politika araçları, trafik sıkışıklık ücretlendirmesi, türler arası değişim ve paydaş katılımının birlikte uygulandığı bütünlük yaklaşımların etkili yöntemler olduğu gözlenmektedir (Afrin ve Yodo, 2020; Babaei ve ark., 2023; Boltze ve Tuan, 2016; Elassy ve ark., 2024; Ling ve ark., 2022; Othman ve ark., 2019; Qin ve ark., 2022; Shah ve ark., 2021; Sultana ve ark., 2019; Wang ve Sun, 2019; Wang ve ark., 2022). Bütünlük ve uyumlu biçimde yapılandırılmış politika yaklaşımlarının uygulanması kapsamında istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasını önlemek için bağlama duyarlı olarak planlanması ve tasarlanması gerekmektedir. Özellikle talebe dayalı ulaşım hizmetleri doğru tasarlandığında, yoğun kentsel bölgelerde trafik artışına yol açabilmektedir (Dang ve ark., 2021; Li ve ark., 2016; Wang ve ark., 2022). Eşitlik kavramı, düşük gelirli grupların orantısız biçimde etkilenmesini önlemek için politika tasarımlarında dikkate alınması gereken diğer bir önemli husustur (Aytekin ve ark., 2024; Ivanova ve ark., 2023; Wang ve ark., 2022).

Sürdürülebilirlik perspektifinden TTY yaklaşımlarını ele alan literatürdeki bazı çalışmalar, odak alanları, amaç ve bulguları, TTY ile ilişkileri ve sürdürülebilirlik boyutlarına göre sınıflandırılarak Tablo 2’de özetlenmiştir.

Literatürdeki bu eğilimler, TTY’nin sürdürülebilir ulaşım hedeflerine katkısının yalnızca çevresel kazanımlarla sınırlı olmadığını; ekonomik verimlilik ve sosyal eşitlik boyutlarının da politika tasarımında belirleyici olduğunu göstermektedir. Türkiye bağlamında TTY stratejileri teknik çözümler olmasının yanında çok aktörlü ve çok boyutlu bir politika çerçevesi içinde ele alınması gerekmektedir.

3.5. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve TTY

AUS, TTY stratejilerinin etkinliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır. AUS, trafik akışını sensörler aracılığıyla izleyip bu verileri ileri analiz yöntemleriyle işleyerek yönetim süreçlerini optimize etmektedir. Bluetooth tabanlı teknolojiler, GPS destekli ölçüm cihazları, mobil uygulamalar ve araç içi haberleşme sistemleri gibi dijital veri toplama yöntemleri, TTY uygulamaları için hem talep hem de arz yönlü bilgiler sağlamaktadır. Bu sayede trafik akışı daha düzenli hâle gelmekte, seyahat süreleri daha doğru tahmin edilebilmekte ve trafik sıklığı azaltılabilmektedir. Örneğin bağlantılı araç teknolojileri, ulaşım koridorları boyunca toplanan verilerin analiz edilerek daha etkili trafik yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca yapay zekâ ve makine öğrenmesi gibi yenilikçi teknolojiler, TTY uygulamalarının tahmin doğruluğunu artırmakta, anomali tespitini güçlendirmekte ve sistem entegrasyonunu iyileştirmektedir. AUS çözümleri; dinamik olarak yönetilen trafik ışıkları, akıllı yaya geçitleri, gerçek zamanlı trafik izleme sistemleri ve V2X haberleşme gibi çözümleri kapsamaktadır. AUS çözümleri sensörler, kameralar ve bağlantılı araçlardan elde edilen verileri kullanarak trafik sinyallerini uyarlamaya olanak sağlamaktadır. Bu sistemler aynı zamanda trafik yoğunluğunu öngörmekte ve olası kazaların önlenmesine katkıda bulunmaktadır. Böylece trafikte bekleme sürelerinin azalması, ulaşım kaynaklı kirletici salımının düşürülmesi ve yol güvenliğinin artırılması sağlanmaktadır. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme teknikleri ise trafik tahminleri, olağan dışı durumların tespiti ve uyarlanabilir kontrol süreçlerinde yüksek doğruluk ve etkinlik sunmaktadır (Abirami ve ark., 2024; Dilek ve Dener, 2023; Elassy ve ark., 2024; Jia, 2024; Lilhore ve ark., 2022; Talih, 2024; Talih ve Çelikok, 2023).

Modern TTY stratejileri, seyahat davranışlarını şekillendirerek mevcut yol ağı kapasitesinin daha verimli kullanımını amaçlamakta ve AUS uygulamaları ile desteklenmektedir. Örneğin takas edilebilir seyahat kredileri (*Tradable Travel Credits*), kullanıcıların yoğun saatler yerine daha az yoğun zamanlarda seyahat etmelerini teşvik ederken dinamik fiyatlandırma (*Dynamic Pricing*) yolculuk paylaşımı hizmetlerinde talebe bağlı olarak ücretleri ayarlayarak talep dengesini sağlamaktadır. Ayrıca, yoğun saatlerde toplu taşımayı teşvik eden düzenlemeler, toplu taşıma kullanımını artırarak trafik sıklığını azaltmayı amaçlamaktadır. Bu düzenlemeler, mevcut yol ağı kapasitesinin daha etkin kullanılmasına katkı sağlamaktadır. AUS ile desteklenen bu stratejilerin, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirmesi ve talebe duyarlı uyarlanabilir politikalar ışığında hayata geçirilmesi, yüksek maliyetli altyapı yatırımlarına ihtiyaç duymadan mevcut yol ağı kapasitesinin etkin kullanımını sağlamaktadır (Qin ve ark., 2022; Talih ve Çelikok, 2023; Wallace ve ark., 1996).

AUS’un gelişmiş talep yönetimi stratejileriyle bütünleştirilmesi, kentsel hareketlilik sorunlarının çözümünde güçlü araçlar sunmaktadır. Literatürde verimlilik, sürdürülebilirlik ve güvenlik açısından önemli faydalar ortaya çıkarmış olup gelecekteki ilerlemelerin sürekliliği için yenilikçi yaklaşım, veri yönetimi ve birlikte çalışabilirlik konularına özel önem verilmesi gerekmektedir. Türkiye bağlamında bakıldığında ise AUS ve TTY’nin bütünleştirilmesi, sürdürülebilir ulaşım hedeflerine ulaşılmasında kilit bir unsur olup trafik sıklığının azaltılması, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından bütüncül ve kalıcı çözümler sunma potansiyeli taşımaktadır (Palanichamy ve ark., 2023; Talih, 2024; Talih ve Çelikok, 2023; Talih ve Dilek, 2023).

3.6. Uluslararası İyi Örnekler

Ulaşım stratejileri, kentlerin artan trafik ve çevresel baskılar karşısında farklı çözümler geliştirmesine yol açmıştır. Yönetilen şeritler, ABD’de başlamış, Avrupa ve Asya-Pasifik’te yaygınlaşarak trafik akışı ve kirletici salımının azaltımında önemli faydalar sağlamıştır. Sıklık ücretlendirmesi, Singapur öncülüğünde Londra, Stockholm ve Milano gibi kentlerde uygulanmış; trafik hacmini azaltırken toplu taşıma yatırımlarını desteklemiştir. LEZ ve ZEZ, başta Avrupa olmak üzere ABD ve Çin’de hava kalitesini iyileştirme ve temiz araç dönüşümünü teşvik etme amacıyla uygulanmıştır.

Tablo 2. TTY ve sürdürülebilirlik odaklı literatür sınıflandırması

Araştırmacı	Çalışma	Yıl	Odak Alanı	Açıklama ve Bulgular	Sürdürülebilirlik ilişkisi
İnce (2025)	<i>Sürdürülebilir kentsel hareketliliğe giden yolun haritalandırılması: Ulaşım araştırmalarında küresel trendler ve yeniliklerin bibliyometrik analizi</i>	2025	Sürdürülebilir kentsel ulaşım ve hareketlilik	Çalışma, kentsel ulaşım literatüründe sürdürülebilirlik, akıllı teknolojiler ve insan odaklı yaklaşımların hızla öne çıktığını; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutların veriyeye dayalı çok ölçütlü karar verme, mekânsal analiz gibi araçlarla bütünleşik biçimde ele alındığını göstermektedir.	Çevresel, sosyal, ekonomik ve yönetimsel: Kirletici salım azaltımı ve hava kalitesinin iyileştirilmesi; erişilebilirlik, eşitlik ve halk sağlığının güçlendirilmesi; ağ verimliliğinin artırılması, bütünleşik karar alma, politika ve senaryo analizlerinin desteklenmesi.
Pascariu ve ark. (2025)	<i>Talep tahmini ile gerçek zamanlı demiryolu trafiği yönetimi için formülasyon ve çözüm çerçevesi</i>	2025	Gerçek zamanlı demiryolu trafik yönetimi ve optimizasyon	Dinamik yeniden çizelgeme ile toplam gecikme azaltılmış, uygulanabilirlik gösterilmiştir.	Ekonomik, çevresel, sosyal: Sistem verimliliği, enerji etkinliği ve hizmet güvenilirliğinin artırılması
Aytekın ve ark. (2024)	<i>Ulaştırma talep yönetimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve en iyi stratejinin seçimi: Bir vaka çalışması</i>	2024	Lojistik ve Karar Verme (Çok Kriterli Karar Analizi)	Samsun'daki lojistik firmaları üzerinde yapılan çalışmada, TTY'yi etkileyen en önemli faktörün "Yük Taşımacılığı" olduğu savunulmuş. En iyi strateji olarak "Toplu Taşıma İyileştirme Stratejisi" ve ardından "Yüksek Doluluklu Araçlara Öncelik Verilmesi" belirlenmiştir.	Çevresel ve Ekonomik: Kaynak verimliliği ve maliyet azaltma.
Elassy ve ark. (2024)	<i>Sürdürülebilir akıllı şehirler için AUS 2024</i>	2024	Akıllı Şehirler ve 5G	5G destekli araçtan her şeye (<i>Vehicle-to-Everything</i> , [V2X]) iletişiminin ve akıllı trafik ışıklarının entegrasyonunun, bekleme sürelerini ve rölanlı kaynaklı kirletici salımları azalttığı; vaka analizlerinde seyahat süresinde %16 azalma sağlandığı raporlanmıştır.	Çevresel: Karbon salımlarının azaltılması.

Tablo 2. TTY ve sürdürülebilirlik odaklı literatür sınıflandırması (devam)

Araştırmacı	Çalışma	Yılı	Odak Alanı	Açıklama ve Bulgular	Sürdürülebilirlik ilişkisi
Makridis ve ark. (2024)	<i>Sıklığı ortadan kaldırmak için gerçek zamanlı bir talep yönetimi ve rota rehberliği sistemi</i>	2024	Rezervasyon Tabanlı TTY	Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen simülasyonlar, önerilen rezervasyon sisteminin sıklığının azaltılması ve toplam seyahat süresinin düşürülmesi açısından etkili bir politika aracı olabileceğine işaret etmektedir.	Sosyal ve Operasyonel: Sistem optimizasyonu ve sıfır trafik sıklığı.
Ramp ve ark. (2024)	<i>Maksimum verim talep yönetimini kullanan bölgesel trafik ağlarının kararlılığı</i>	2024	Bölgesel Trafik Kararlılığı ve Makroskobik Temel Diyagram	Çalışma, maksimum verim hedeflendiğinde trafik ağlarında kararsızlık oluştuğunu bulgulamıştır. Önerilen merkeziyetsiz oransal kontrol şeması ile sistemin sıklıklık bölgesine girmeden kararlı bir şekilde işletilebildiği kanıtlanmıştır.	Operasyonel: Ağ kararlılığı ve maksimum akış verimliliği.
Talih (2024)	<i>Trafik yönetim tekniklerinin incelenmesi: AUS bağlamında trafik yönetiminin geleceği</i>	2024	Trafik yönetimi, AUS ve TTY	Çalışma, trafik yönetimi tekniklerini ele alarak AUS'un TTY ve operasyonel uygulamalar üzerindeki rolünü incelemekte; politika, teknoloji ve uygulama boyutlarını birlikte değerlendirerek Türkiye için yönlendirici bir çerçeve sunmaktadır.	Çevresel, ekonomik, sosyal, yönetimsel: Kirletici salım ve sıklıklık azaltımı, hizmet kalitesi iyileştirme, veriye dayalı karar alma
Li ve ark. (2023)	<i>Karayolu ağlarında eşitlikçi seyahat talep yönetimi için rezervasyon ve karneme stratejisi</i>	2023	Hibrit TTY Stratejisi	Rezervasyon ve karneme stratejisi, parasal transfer gerektirmeden trafik akışını hedef düzeyde tutabilen ve kullanıcılar arasında adil bir tahsis sağlayan bir yaklaşım olarak sunulmaktadır.	Sosyal Eşitlik: Gelir grupları arasında adalet.
Muslih ve ark. (2023)	<i>Trafik talep yönetimi stratejilerinin gözden geçirilmesi</i>	2023	TTY Stratejileri Derlemesi	Arz ve talep yönlü stratejileri ele alan çalışmada, simülasyon yazılımlarının karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynadığı; yol diyetlerinin (mevcut bir yolun şerit sayısının veya genişliğinin azaltılarak yeniden düzenlenmesi) trafik kazalarını yaklaşık %19 oranında azaltabildiği bulgulanmıştır.	Çevresel: Gecikme ve kirletici salım azaltımı.
Ivanova ve ark. (2023)	<i>Kentsel alanlardaki karayolu sistemlerinde sürdürülebilir ulaşım stratejileri</i>	2023	Sürdürülebilir Ulaşım Stratejileri	Toplu taşıma teşviki ve temiz yakıt kullanımının, toplum-ekonomi-çevre dengesini sağlamada etkili yöntemler olduğu; teknolojik yeniliklerin bu süreci hızlandırdığı sonucuna varılmıştır.	Bütünsel: Sosyal, Ekonomi ve Çevre dengesi.

Tablo 2. TTY ve sürdürülebilirlik odaklı literatür sınıflandırması (devam)

Araştırmacı	Çalışma	Yıl	Odak Alanı	Açıklama ve Bulgular	Sürdürülebilirlik ilişkisi
Gai ve ark. (2022)	<i>IoT özellikli deniz taşımacılığı sistemleri için blok zincir tabanlı mahremiyet korumalı konum verisi paylaşımı</i>	2022	Denizcilik ve Veri Mahremiyeti	Geliştirilen şemanın, gemilerin konum verilerini paylaşırken kimlik mahremiyetini koruduğu ve işlem bağlanamazlığı sağladığı, performans testlerinde ise doğrulama süresinin makul seviyelerde (10ms civarı) olduğu bulunmuştur.	Güvenlik: Veri mahremiyeti ve güvenirliliği.
Ling ve ark. (2022)	<i>Çin'de sürdürülebilir kentsel ulaşım gelişimi: Davranışsal bir perspektif</i>	2022	Davranışsal Analiz	Bulgular, plaka kısıtlaması politikasına uyum davranışında algılanan etkinliğin önemli bir rol oynadığını; özel normların (sosyal baskı) yeni enerji araçları satın alma niyeti üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.	Sosyal: Yeşil seyahat farkındalığı.
Qin ve ark. (2022)	<i>Akıllı ulaşım için talep yönetimi: Bir inceleme</i>	2022	Akıllı Ulaşım ve TTY İncelemesi	Çalışma bulguları, dinamik yol ücretlendirmesinin gelir artışı sağlamakla birlikte yolcu memnuniyetsizliği ile ilişkilendirildiğini; buna karşın ödül temelli şemaların talep yönetimini destekleyerek kullanıcı sadakatini artırma potansiyeli taşıdığını göstermektedir.	Sosyal Refah: Verimli ve erişilebilir hareketlilik.
Wang ve ark. (2022)	<i>TTY politikalarındaki çeşitliliğin işe gidış-geliş amaçlı seyahat tercihleri üzerindeki etkileri</i>	2022	Politika Karması	Bulgular, Pekin örneğinde tekil politika müdahalelerinin beklenen etkiyi her zaman sağlamadığını; sıklıkla ücretinin ulaşım türü tercihlerinde ikame etkisi oluşturarak otobüs kullanımını azaltabildiğini, buna karşılık plaka kısıtlaması ve toplu taşıma iyileştirmesini içeren politika karmalarının daha kapsamlı, uyumlandırılabilir ve etkili sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır.	Davranışsal: Yeşil seyahat modlarına geçiş.
Dang ve ark. (2021)	<i>Talep üzerine toplu taşıma hizmetlerinin sürdürülebilirliğe etkisi</i>	2021	Talep Üzerine Toplu Taşıma	Elde edilen bulgular, talep üzerine hizmetlerin etkilerinin mekansal bağlama bağlı olarak farklılaştığını; İsviçre'de kentsel alanlarda toplu taşımanın ikamesi olarak kullanıldığında trafik hacmi ve CO ₂ kirletici salımları artırırken, kırsal alanlarda tamamlayıcı bir rol üstlendiğinde kirletici salımlarını azaltıcı sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır.	Ekolojik: CO ₂ salımlarının dengesi.
Menelaou ve ark. (2021)	<i>Çok bölgesli trafik ağlarının gerçek zamanlı kontrolü için ortak rota rehberliği ve talep yönetimi</i>	2021	Bölgesel Kontrol ve MPC	Analiz sonuçları, geliştirilen sıklıkla oluşmadan talep yönetimi (<i>Non-Congested Demand Management</i> , [NCDM]) şemasının, yüksek talep koşullarında sıklıkla oluşumunu azalttığını ve standart rota rehberliğine kıyasla toplam zaman kaybında %50'ye varan azalmalar sağladığını ortaya koymaktadır.	Sosyal Optimum: Toplam zaman kaybım en aza indirmek.

Tablo 2. TTY ve sürdürülebilirlik odaklı literatür sınıflandırması (devam)

Araştırmacı	Çalışma	Yılı	Odak Alanı	Açıklama ve Bulgular	Sürdürülebilirlik ilişkisi
Shah ve ark. (2021)	<i>Sürdürülebilirlik için yeşil ulaşım: Mevcut engeller, stratejiler ve yenilikçi teknolojilerin gözden geçirilmesi</i>	2021	Yeşil Ulaşım ve Engeller	Çalışmada “önle-kaydır-iyileştir” stratejisinin etkililiğine dikkat çekilmiş; “önle” stratejisinin yıllık 146–312 kg CO ₂ salımı azaltımla, “iyileştir” stratejisinin ise kirlenim salımlarında yaklaşık %12,4'lük bir azalma ile ilişkilendirildiği ifade edilmiştir.	Çevresel: Sera gazı azaltımı.
Afrin ve Yodo (2020)	<i>Sürdürülebilir ve dayanıklı bir ulaşım sistemine yönelik karayolu trafik sıkışıklığı ölçümleri anketi</i>	2020	Sıkışıklık Ölçümü ve Dayanıklılık	Bulgular, mevcut sıkışıklık ölçütlerinin aynı trafik verisini farklı sıkışıklık seviyeleriyle temsil edebildiğini; dolayısıyla sistemin dayanıklılığını değerlendirmek için tek bir ölçümün yeterli olmayabileceğini ve çoklu metrik kullanımının daha uygun bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.	Dayanıklılık: Sistem direnci.
Seilabi ve ark. (2020)	<i>Seyahat talebi ve şerit yönetimi 2020 stratejilerini kullanarak otonom araçların tesvik edilmesi</i>	2020	Otonom Araçlar ve Eşitlik	Bulgular, AV'ye özel şerit uygulamalarının insan sürüşlü araç kullanıcıları açısından seyahat sürelerinde artışa ve potansiyel eşitsizliklere yol açabildiğini; ancak önerilen Kredi Takas Şeması sayesinde düşük gelirli grupların maliyetlerinin telafi edilebildiğini ve sosyal refah üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiğini göstermektedir.	Sosyal Eşitlik: Adaletli geçiş süreci.
Othman ve ark. (2019)	<i>Ekolojik trafik yönetimi: Modelleme ve kontrol stratejilerinin gözden geçirilmesi</i>	2019	Ekolojik Trafik Yönetimi	Analiz bulguları, trafik kontrol yöntemlerinin gecikme odaklı yaklaşımların ötesine geçerek yakıt tüketimi ve kirlenim salımlarını doğrudan hedeflediğinde, çevresel performansın anlamlı ölçüde iyileştirilebildiğini göstermektedir.	Ekolojik: Doğrudan kirlenim salım en aza indirilmesi.
Li ve ark. (2019)	<i>Trafik talep yönetiminin yenilikçilik mekanizması</i>	2019	Yönetim Mekanizması	Çalışmada, mevcut TTY uygulamalarının kurumlar arası koordinasyon yetersizliği nedeniyle sınırlı etkinlik sergilediği; bilgi teknolojileri ve ekonomik araçların bütünleşik biçimde kullanıldığı bir yaklaşımın sosyal ve ekonomik çıktıları iyileştirebileceği öne sürülmektedir.	Yönetimsel: Koordinasyon ve verimlilik.
Wang ve Sun (2019)	<i>Yeşil ulaşım ve sürdürülebilir kalkınma konseptine dayalı tarihi bölgelerde trafik yapısı optimizasyonu</i>	2019	Tarihi Bölgeler ve Oyun Teorisi	Zhengzhou örneğinde, motorlu araç trafiğinin kısıtlanması durumunda bisiklet kullanım oranının %53,41'e yükseldiği ve bölgedeki kirlenim salımlarının (CO, NOx) azaldığı simüle edilmiştir.	Kültürel ve Çevresel: Tarihi doku koruma.

Tablo 2. TTY ve sürdürülebilirlik odaklı literatür sınıflandırması (devam)

Araştırmacı	Çalışma	Yılı	Odak Alanı	Açıklama ve Bulgular	Sürdürülebilirlik ilişkisi
Zhou ve ark. (2019)	<i>Kentsel trafik ağları için bölgesel 2019 talep yönetimi ve sinyalizasyon kontrolünün entegrasyonu</i>	2019	Hiyerarşik Kontrol	Elde edilen sonuçlar, iki düzeyli hiyerarşik denetim yaklaşımının aşırı yoğun trafik koşullarında ağ ölçeğinde toplam gecikmeyi azaltırken, alt ağlardaki araç dağılımını daha eşitlikçi bir yapıya yaklaştırdığını göstermektedir.	Hareketlilik: Aşırı trafik yoğunluğunu önleme.
Boltze ve Tuan (2016)	<i>Trafik yönetiminde sürdürülebilirliğe ulaşma yaklaşımları</i>	2016	Gelişmekte Olan Ülkeler	Çalışmada, Vietnam benzeri ülkeler için on maddeden oluşan bir politika çerçevesi sunulmuş; motosiklet ağırlıklı trafik yapısının etkin biçimde yönetilmesinin önemi ile AUS uygulamalarının veri toplama kapasitesine dikkat çekilmiştir.	Güvenlik ve Çevre: Kaza ve kirlilik azaltımı.
Li ve ark. (2016)	<i>Talep üzerine araç paylaşım hizmetleri trafik sıkışıklığını nasıl etkiler? Kentsel sıkışıklığın düzenleyici rolü</i>	2016	Araç Paylaşımı ve Kentsel Yapı	Deneyisel analizlere göre, Uber'in pazara girişi yoğun kentlerde sıkışıklığı artırmakta; dağınık kentlerde ise sıkışıklık üzerinde marjinal bir azalma yaratmaktadır.	Çevresel: Trafik yoğunluğu ve kirletici salım değişimi.
Kim ve Kang (2011)	<i>Yenilikçi trafik talep yönetimi stratejisi: Otoyol rezervasyon sistemi</i>	2011	Otoyol Rezervasyon Sistemi	Anket bulguları, Güney Kore örneğinde katılımcıların büyük bir bölümünün seyahat süresini azaltmak için kalkış saatini değiştirmeye açık olduğunu, rezervasyon tabanlı bir sistemin uygulanması durumunda ise önemli bir kesimin katılım sağlamayı düşündüğünü göstermektedir.	Sosyal Refah: Talebin zamana yayılması.
Chen ve ark. (2009)	<i>Kentsel trafik arz ve talep dengesinin ölçülmesi</i>	2009	Arz-Talep Dengesi Ölçümü	Geliştirilen bağlaşım indeksi kullanılarak gerçekleştirilen vaka analizinde, mesai saatlerinin kademelendirilmesi politikasının ağ genelindeki dengeli ve verimliliği artırdığı sayısal olarak gösterilmiştir.	Operasyonel Denge: Kaynakların simetrik kullanımı.

Esnek çalışma saatleri, Avrupa, ABD ve Asya'da trafik talebini yoğun saatlerden kaydırarak enerji tasarrufu ve kirletici salımının azaltılmasını sağlamaktadır. Acil Durum Araç Önceliği sistemleri ise Avustralya ve ABD örneklerinde olduğu gibi acil müdahale sürelerini kısaltarak yaşam kurtarmada önemli rol üstlenmektedir. Bu temel yaklaşımlar dışında Seul'ün Yeşil Ulaşım Bölgesi uygulaması kapsamında uyumlaştırılmış ve bütünleşik TTY önlemleri (Kwak ve ark., 2024), Avrupa'da ve Türkiye'de yaygın olarak benimsenen SKUP'lar (Papadakis ve ark., 2024), dünya çapında bilinen önle-kaydır-iyileştir stratejisi (Shah ve ark., 2021), eko trafik yönetimi (Othman ve ark., 2019), İran ve ABD örnekleri kapsamında tek yönlü yol ağının yeniden yapılandırılması ve Gana Accra için alternatif çalışma saatleri uygulamaları (Amanor ve ark., 2024) gibi farklı yöntemler de kentsel dayanıklılığı artırarak sürdürülebilirlik kaygılarını azaltmayı hedeflemektedir.

Uluslararası düzeyde uygulanan TTY stratejileri, sürdürülebilir ulaşımı desteklemekte olup çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarında katkı sağlamaktadır. Örneğin Singapur, Londra ve Stockholm'deki ücretlendirme sistemleri (Walker ve ark., 2012) ve Paris'in "15 Dakika Şehir" modeli (EDP, 2022) gibi yöntemler araç bağımlılığını azaltarak toplu taşıma, bisiklet kullanımı ve yaya ulaşımını teşvik eden iyi örnekler arasındadır. Bununla birlikte akıllı trafik yönetim teknikleri, trafik kontrol yöntemleri ve tedbirleri ile sinyalize ve sinyalize olmayan kavşak kontrol sistemleri gibi yaklaşımlar TTY'de teknoloji tabanlı çözümlerin etkinliğini ortaya koymaktadır (Talih, 2024). TTY stratejilerinin başarıya ulaşmasında toplumsal kabul, gelir adaleti ile elde edilen gelirlerin sürdürülebilir ulaşım altyapılarının güçlendirilmesi kapsamında kullanılması önemli unsurlar arasındadır. Farklı ülkelerde uygulanan bazı TTY yaklaşımları ve bunların sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları karşılaştırmalı olarak Tablo 3'te özetlenmiştir (Amanor ve ark., 2024; Karimi ve ark., 2021; Talih, 2024).

4. Türkiye'de TTY ve Politika Önerileri

Türkiye'de hızlı kentleşme oranları, artan araç sahipliği ve yüksek nüfus yoğunluklu büyükşehirler, TTY uygulamalarının önemini artırmaktadır. Dünyanın en yoğun bölgelerindeki hareketliliğin daha ayrıntılı ve bütünsel bir analizi için üç yıllık ulaşım verisi sağlayan Küresel Trafik Puan Kartı 2024 (INRIX, 2025) raporuna göre dünya genelinde

trafik sıklığı açısından İstanbul ilk, Ankara 28'inci sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye nüfusunun %68'inden fazlası yoğun kent alanlarında yaşamaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025a) ve trafığe kayıtlı yaklaşık 32 milyon motorlu taşıt bulunmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2025b). Bu rakamlar, hareketlilik talebinin büyüklüğünü ve trafik sıklığının ekonomik ve çevresel olumsuz etkilerini azaltmak için etkili TTY stratejilerinin hayata geçirilmesinin önemini göstermektedir. Bu nedenle uluslararası deneyimlerde başarıyla uygulanan TTY stratejilerinin Türkiye'nin sürdürülebilir ulaşım politikalarına uyumlaştırılması ve bütünleştirilmesi hem ulusal iklim hedeflerine ulaşılması hem de kent içi yaşam kalitesinin artırılması için önemli bir strateji olarak görülmektedir.

Ayrıca geleneksel arz odaklı çözümler (yeni yol, köprü ve kavşak yatırımları), altyapı kapasitesini artırmakla birlikte talebi de teşvik ettiği için kalıcı bir trafik rahatlama sağlamamış ve sürdürülebilirlik hedefleriyle çelişmiştir (Aydogmus ve Turkan, 2020; Haldenbilen ve Ceylan, 2005). Geleneksel arz yönlü yaklaşımların aksine TTY, yol kapasitesini artırmaya odaklanmak yerine seyahat davranışlarını etkilemeyi, sürdürülebilir ulaşım modlarını teşvik etmeyi ve sistem genelinde verimliliği artırmayı hedeflemektedir (Litman, 2025). Türkiye'nin On Birinci (2019) ve On İkinci (2023) Kalkınma Planları, ulaştırma sektöründe kirletici salımların azaltılması için elektrikli araçların teşviki, sürdürülebilir ulaşım yöntemlerinin geliştirilmesi ve TTY gibi yenilikçi yaklaşımların uygulanmasına özel vurgu yapmaktadır (T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019, 2023). Bu politika taahhütleri, ulusal kalkınma planlarının uzun dönemli iklim hedefleri ile uyumunu göstermekte ve TTY'yi sürdürülebilir hareketlilik geçişinin merkezine yerleştirmektedir.

Türkiye'de ulusal düzeyde benimsenen 2053 Net Sıfır Emisyon hedefleri ve hazırlanan SKUP'lar, TTY'yi iklim politikaları ve sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin merkezine taşımaktadır.

Türkiye'de TTY uygulamaları halen parçalı ve sınırlı ölçektedir. Uygulanan stratejiler; genellikle akıllı otopark yönetimi, toplu taşımayı destekleyici bütünleşik düzenlemeler, kısmi talep yönlendirme uygulamaları ve kirletici salım düzeyine göre yapılan sınırlı çevresel kısıtlamalar ile sınırlı kalmaktadır.

Tablo 3. Uluslararası TTY uygulamaları ve sürdürülebilirliğe katkıları

Strateji Türü	Uygulama Alanları ve Örnek Projeler	Sürdürülebilirliğe Katkı
Yönetilen Şeritler (HOV, HOT vb.)	<ul style="list-style-type: none"> - ABD: Shirley Otoyolu (1969), Lincoln Tüneli Otobüs Şeridi (1970), El Monte Busway (1973), HOT şeritleri (SR-91, I-15) - Avrupa: Hollanda (Amsterdam, 1993), İspanya (Madrid, 1995), Birleşik Krallık (Leeds, 1998), Norveç (Trondheim, 2001) - Asya-Pasifik: Güney Kore (1994), Avustralya (Melbourne, 1992), İsrail (2019), Çin (yeni kavram) - Türkiye: İstanbul 2011 Ulaşım Ana Planı modelleme çalışmaları 	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomik: Yakıt tüketiminin azalması, seyahat süresinde kısalması - Sosyal: Toplu taşımaya yönelimin artması, yol emniyet ve güvenliğinin iyileşmesi - Çevresel: Karbon salımlarının düşmesi, hava kalitesinin iyileştirilmesi
Trafik Sıklığı Ücretlendirmesi	<ul style="list-style-type: none"> - Singapur: Alan Ruhsatlandırması (1975), Elektronik Ücretlendirme (1998) - Londra: Trafik Ücretlendirme (2003), LEZ (2008), T-Charge - Stockholm: Trafik Vergisi (2007) - Milano: C Bölgesi Programı (2012) - Göteborg: Uygulama (2000'ler) - ABD: New York (Manhattan, 2019 onay) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomik: Elde edilen gelirlerin toplu taşıma yatırımları gibi ulaşım ilgli diğer alanlara aktarılması - Sosyal: Şehir merkezlerinde hareketlilik ve toplu taşıma kullanımının artması - Çevresel: Trafik hacminde azalma, kirlenme ve hava kirliliğinin düşmesi
LEZ / ZEZ	<ul style="list-style-type: none"> - Londra: LEZ (2008), ULEZ (2019) - Oxford ve Londra (Square Mile): Yerel ZEZ uygulamaları - Berlin: LEZ (2010) - Paris: Crit'Air (2017), 2024–2030 ZEZ planı - Madrid: Madrid Merkez (2018) - Amsterdam: Temiz Hava Planı (2030 ZEZ hedefi) - Brüksel: Dizele 2030, benzin 2035'e kadar aşamalı kaldırma - Çin: Pekin (2017 ağır taşıt yasası), Shenzhen (2018 hafif kamyonlar için ZEZ) - ABD: Santa Monica gönüllü ZEZ pilotu 	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomik: Temiz araç dönüşümünün desteklenmesi, yeni teknolojilere yatırım fırsatları ortaya çıkması - Sosyal: Halk sağlığında iyileşme ve yaşam süresinde artış olması - Çevresel: NOx, PM10, PM2.5 türü kirlenme salımlarında düşüş, yenilenebilir enerji kullanımının sağlanması
Esnek / Alternatif Çalışma Saatleri	<ul style="list-style-type: none"> - Fransa: Paris (kademeli işe vardiye saatleri) - ABD: San Francisco, Washington DC, Austin (esnek mesai uygulamaları) - Hollanda: 2000–2016 arasında esnek çalışma artışı - Asya Pasifik Ülkeleri: Trafik yükünden kaçınmaya yönelik bazı özel şirket uygulamaları - İran: Tahran (2022'den itibaren resmi uygulama) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomik: Yakıt tüketiminde azalma olması, çalışan verimliliğinde artış sağlanması - Sosyal: İş-özel hayat dengesinin iyileşmesi - Çevresel: Yoğun saatlerde trafik ve kirlenme salımlarının azalması
Acil Durum Araç Önceliği	<ul style="list-style-type: none"> - Avustralya: Queensland EVP sistemleri - ABD: Georgia, Savannah (GPS tabanlı trafik sinyali önceliği; çeşitli şehirlerde IoT ve yapay zekâ destekli pilot projeler). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ekonomik: Acil müdahale sürelerinin kısalması, kaynak verimliliğinin artması, bakım ve operasyon maliyetlerinin azalması - Sosyal: Acil durumlarda insan yaşamının korunması ile müdahale ekiplerinin güvenli bir şekilde görev yapabilmelerinin sağlanması - Çevresel: Gürültü kirliliğinin azalması (sirensiz geçiş), trafik sıklığı ve kirlenme salımlarının azalması

Ankara, İstanbul ve İzmir gibi büyükşehirlerde yürütülen çalışmalar; toplu taşımanın güçlendirilmesi ve yük taşımacılığının düzenlenmesinin, trafik sıkışıklığı ile kirletici salımların azaltılmasına önemli katkı sağladığını göstermektedir (Aytekin ve ark., 2024). Ancak kamuoyu direnci, altyapı eksiklikleri ve kurumsal koordinasyon yetersizliği uygulamaların etkinliğini sınırlayan unsurlar arasındadır.

4.1. Sürdürülebilir Kentsel Ulaşım Projeleri

Türkiye’de 2022’den bu yana Avrupa Birliği fonları ile desteklenen SKUP projeleri, TTY için bütüncül bir politika ve uygulama zemini oluşturmakta ve sürdürülebilir ulaşım ile kentsel hareketliliği destekleyen stratejik bir araç olarak öne çıkmaktadır. SKUP’lar; TTY, türler arası bütünleşik uygulamaları, çevresel hedefler ve sosyal kapsayıcılığı merkeze alan bütüncül planlama yöntemlerini kapsamaktadır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB), sürecin teknik koordinasyon ve rehberliğini üstlenirken Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) yerel yönetimlerin kapasitesini geliştirme, bilgi paylaşımı ve koordinasyon desteği sağlamaktadır (SKUP Türkiye, 2022; T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2025). Bu yapı, ulusal politika uyumunu güçlendirirken yerel uygulama kapasitesini artırmaktadır.

SKUP Türkiye şehirler ağında Ankara, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Konya, Düzce, Trabzon, Gaziantep ve Eskişehir’de projeleri yürütülmektedir. SMART Ankara projesi; toplu taşıma, yürüme ve bisiklet kullanımı türlerini önceliklendirerek kentsel hareketliliği sürdürülebilir kılmayı hedeflerken Kocaeli SKUP; otomobil bağımlılığını azaltma ve bisiklet-yaya erişimini güçlendirme üzerine odaklanmaktadır. İzmir SKUP; sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda kapsamlı bir ulaşım vizyonu geliştirirken İstanbul SKUP geniş paydaş katılımıyla 2040 vizyonunu şekillendirmektedir. Konya ve Eskişehir SKUP projeleri ise bölgesel bütünleşme ve yaşam kalitesinin artırılması için stratejik planlama yapmaktadır (Akbulut, 2024; SKUP İstanbul, 2023; SKUP İzmir, 2024; SKUP Türkiye, 2022, 2023; SMART Ankara, 2022). Bu projeler, sürdürülebilir hareketlilik ilkeleriyle uyumlu olarak, TTY stratejilerinin çevresel etkileri azaltma, sosyal kapsayıcılığı güçlendirme ve ulaşım sistemlerinin verimliliğini artırma potansiyelini göstermektedir. Ancak uygulamanın başarısı, bağlam duyarlı politika tasarımı, paydaş katılımı, veri temelli karar alma süreçleri ve sosyal eşitlik ilkelerinin hayata geçirilmesine bağlıdır.

Veri odaklı modelleme ve yapay zekâ tabanlı tahminleme, TTY uygulamalarının etkinliğini artırdığı için Türkiye’de TTY politikalarının etkinliğine yönelik çalışmalar da yapılmaktadır. Örneğin İstanbul’da yapılan çalışmalarda kullanılan genetik algoritmalar ve makine öğrenmesi tabanlı modeller, TTY politikalarının trafik sıkışıklığını ve araç-km değerlerinin azaltılabileceğini göstermektedir (Aydogmus ve Turkan, 2020). Çok kriterli karar verme analizleri, toplu taşıma kapasitesinin artırılmasının etkili bir TTY önlemi olduğunu ortaya koymakta ve aynı zamanda ekonomik, sosyal ve çevresel belirsizlikler göz önünde bulundurularak stratejiler geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Pamuçar ve ark., 2020). Türkiye’de uygulanan ve önerilen TTY stratejileri, avantajları, dezavantajları ve ilgili SKUP projeleri, Tablo 4’te özetlenmektedir (SKUP Türkiye, 2022, 2023; Talih, 2024). Bu tablodan görüleceği üzere SKUP örnekleri TTY’nin; çevresel sürdürülebilirlik, toplumsal kapsayıcılık ve ulaşım verimliliği hedeflerine ulaşmadaki rolünü ortaya koymaktadır. SKUP projeleri, veri odaklı planlama, paydaş katılımı ve yerel kapasite geliştirme ile Türkiye’de TTY stratejilerinin etkin uygulanmasına imkân sunmaktadır.

Tablo 4. Türkiye'de TTY stratejileri ve SKUP örnekleri

Strateji	Açıklama	Avantajlar	Etkiler	SKUP Örnekleri
Yönetilen Şeritler (HOT, HOV, izinli şeritler)	Belirli araç türlerine veya doluluk oranlarına göre şerit kullanımının düzenlenmesi.	- Kapasite kullanımını artırır. - Paylaşımlı araçları ve toplu taşımayı teşvik eder. - Zirve saatlerde trafik akışımı hızlandırır.	- Denetim zorluğu - Sosyal eşitsizlik riski - Kamuoyu direnci oluşması	- SKUP İstanbul: Metrobüs-HOV bütünleştirme. - SKUP İzmir: Park-et-devam uygulamaları.
Sıkışıklık Ücretlendirmesi	Belirli bölgelerde ya da koridorlarda yoğun saatlerde araç kullanımından ücret alınması.	- Trafik azalır. - Gelir ve mali kaynak oluşturur. - Çevre dostu ulaşımı teşvik eder.	- Politika direnç oluşması - Teknoloji maliyeti ortaya çıkması - Trafik çevre bölgelere kayması ihtimali	- SKUP İstanbul: Merkez odaklı ücretlendirme tartışmaları. - SKUP İzmir: Merkezde otopark ücretlendirme. - SKUP Kocaeli: Otomobil bağlılığını azaltma hedefi.
LEZ/ZEZ	Yüksek kirletici salımlı araçların belirli bölgelere girişinin kısıtlanması.	- Hava kalitesini artırır. - Kısa mesafeler için yürümeyi teşvik ederek sağlıklı yaşama katkı sağlar. - Temiz araç teknolojilerini teşvik eder.	- Lojistik sektörüne ilave maliyet oluşturması - Küçük işletmelere ilave mali yük getirme ihtimali - Denetim maliyeti oluşturması.	- SKUP İstanbul: LEZ önerileri. - İzmir SKUP: Kirletici salınının azaltımı ve enerji verimliliği hedefleri. - SKUP Kocaeli: Temiz ulaşım türlerini yaygınlaştırma. - SKUP Trabzon: Toplu taşıma filolarının yenilenmesi.
Acil Durum Araç Önceliği	Acil durum araçlarının sinyalizasyon kavşaklarda öncelikli geçişinin sağlanması.	- Acil durumlarda müdahale sürelerini azaltır. - Can güvenliğini artırır.	- Yanlış aktivasyon riski. - Teknoloji maliyeti. - Altyapı uyumluluğu gerekir.	- SMART Ankara: AUS destekli öncelik sistemleri. - SKUP İstanbul: Trafik yönetiminde akıllı sistem bütünleştirilmesi.
Esnek Çalışma Saatleri	İşe gidiş geliş saatlerini esnekleştirerek yoğun saatlerde trafik yoğunluğunun azaltılması.	- Zirve yoğunluğunu azaltır. - Zaman ve enerji tasarrufu sağlar. - Yol ağını dengeleyer.	- Koordinasyon güçlüğü. - Tüm sektörlerde uygulanmasında zorluklar olması	- SKUP İstanbul: Kamu kurumlarında esnek mesai önerileri. - SKUP İzmir: Pandemi ve afet risklerine yönelik senaryo analizleri.
HSR	Zirve saatlerde emniyet şeridinin trafiğe açılması.	- Kapasite artışı sağlar. - Yolculuk süresini kısaltır.	- Acil araç erişimine engel olma olasılığı. - Kaza riski oluşturması	- SKUP İstanbul: Köprü bağlantılarında kısıtlı kullanım.
RL	Günün saatlerine göre RL şeritler.	- Zirve yönlerde kapasite artışı sunar. - Esnek kullanım sağlar.	- Yüksek maliyet oluşturma ihtimali. - Haberleşme ve işletim ile ilgili karmaşıklık oluşabilmesi. - Emniyet ve güvenlik riski.	- SKUP İstanbul: Köprü ve tünel geçişleri için öneri. - SKUP Konya: Yol ağı optimizasyonu odaklı planlama.

4.2. Türkiye İçin Politika Önerileri

TTY, Türkiye'nin ulaşım sektöründe sürdürülebilir, verimli ve güvenli bir gelecek inşa etme çabalarında merkezi bir rol oynamaktadır (Talih, 2024). Ancak TTY stratejilerini Türkiye'de hayata geçirebilmek için bazı zorluklar bulunmaktadır. Bu zorluklar; toplu taşıma altyapısındaki yetersizlikler, kurumsal kapasite sınırlılıkları, paydaşlar arası koordinasyon eksiklikleri ve toplumsal kabul olarak sıralanabilmektedir (Talih, 2024). SKUP ve benzeri çözümler ile geliştirilen politika çerçevesi, bu engelleri aşmak için fırsatlar sunmaktadır. Yerel yönetimlerin planlama kapasitesinin artırılması, kamuoyunun bilgilendirilmesi ve katılımcı süreçlerin güçlendirilmesi, TTY'nin başarısı açısından önemlidir. Bu doğrultuda Türkiye'de sürdürülebilir hareketliliği destekleyecek TTY stratejilerinin, uygulanması için temel politika önerileri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- **Toplu Taşıma Kapasitesinin Artırılması ve Önceliklendirilmesi:** TTY önlemleri arasında, özel araç kullanımını, trafik sıkışıklığını ve çevresel olumsuz etkileri azaltmada önemli rol oynayan etkili stratejilerden biri, toplu taşıma kapasitesinin artırılarak toplu taşımanın güçlendirilmesidir (Canitez, 2024; Kılavuz ve Kışla, 2016; Pamučar ve ark., 2020).
- **HOV Uygulamaları ve Alternatif Ücretlendirme Stratejileri:** Köprü geçişlerinde ve yoğun güzergâhlarda HOV'lara öncelik verilmesi, kişi başına taşınan yolcu sayısını artırarak trafik yoğunluğunu ve kirletici salımını azaltabilir. Kirletici salım düzeyine dayalı sıkışıklık ücretlendirmesi gibi alternatif ücretlendirme sistemleriyle özel araç kullanımını caydırılabilir (Aytekin ve ark., 2024; Kılavuz ve Kışla, 2016).
- **Davranışsal Değişim ve Farkındalık Politikaları:** Sürdürülebilir ulaşım için bireylerin toplu taşıma, bisiklet kullanmaya ve yürümeye yönlendirilmesi gerekmektedir. Davranışsal değişimi teşvik eden kampanyalar ve eğitimler, TTY politikalarının başarısını artırabilir (Canitez, 2024).
- **Uyumlaştırılmış, Bütünleşik ve Katılımcı Yönetişim:** Politika transferi ve uygulama süreçlerinde, kurumsal bütünlük ve paydaş katılımı sağlanmalıdır. Parçalı yönetim yapısı, İstanbul örneğinde olduğu üzere sürdürülebilir hareketlilik politikalarının etkinliğini azaltmaktadır. Londra gibi başarılı örneklerden kurumsal politika transferi yapılabilir (Canitez, 2024; Talih, 2024).

• **Çevre Odaklı Kısıtlamalar ve LEZ'ler:** Avrupa'daki uygulamalara benzer şekilde, LEZ'ler ve çevre odaklı kısıtlamalar, şehir merkezlerinde hava kalitesini iyileştirmek ve sürdürülebilirliği desteklemek için değerlendirilebilir (Kılavuz ve Kışla, 2016; Othman ve ark., 2019; Talih, 2024).

• **AUS ve Veri Yönetim Stratejileri:** Sürdürülebilir ve esnek bir ulaşım altyapısı oluşturulmasında trafik akışının izlenmesi, dinamik sinyalizasyon ve talep yönetimi süreçlerinde, AUS önemli bir rol oynamaktadır (Qin ve ark., 2022; Talih, 2024). Ulusal AUS mimarisinin, yerel yönetimleri kapsayacak şekilde benimsenmesi, ülke genelinde tutarlı ve birlikte çalışabilir TTY uygulamalarının temelini oluşturacaktır. Bununla birlikte TTY için yüksek kaliteli ve gerçek zamanlı trafik verilerinin toplanması, bir araya getirilmesi ve çözümlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Toplanan AUS ve hareketlilik verilerinin güvenliğini sağlamak amacıyla ulaşımda siber güvenliği artırmaya yönelik bir rehber hazırlanması da önemli bir ihtiyaçtır (Dilek ve ark., 2023a, 2023b; Dilek ve ark., 2024; Talih, 2024).

• **Lojistik ve Yük Taşımacılığında TTY:** Lojistik sektöründe, yük taşımacılığında yüksek doluluk oranına sahip araçların kullanımını destekleyen ekonomik, düzenleyici ve operasyonel önlemler ile rekabetçi düzenlemeler, sürdürülebilirlik hedefleri açısından önemli bir rol oynamaktadır (Aytekin ve ark., 2024). Bu kapsamda, talep odaklı rota optimizasyonu, yük konsolidasyonu ve araç paylaşımı gibi stratejilerin uygulanması, taşımacılık verimliliğinin artırılması ve karbon salımlarının azaltılmasında etkili bir yöntem olabilir.

• **Sürdürülebilir Hareketlilik Türlerinin ve Yeşil Dönüşümün Desteklenmesi:** Kentsel alanlarda fiziksel altyapı iyileştirmeleriyle bisiklet kullanımı ve yaya ulaşımının teşvik edilmesi, sürdürülebilir hareketliliğin artırılması ve özel araç bağımlılığının azaltılmasında etkili bir stratejidir (Canitez, 2024). Toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi, yaya ve bisiklet yollarının iyileştirilmesi TTY'nin uygulanabilirliğine katkı sunabilir. Ayrıca elektromobilité ve yeşil dönüşüm gibi uygulamaların yasal ve teşvik edici mekanizmalarla desteklenmesi, sürdürülebilir kent içi hareketliliğe geçişi hızlandırabilir (Talih, 2024).

• **Finansman ve Kurumsal Kapasite:** TTY destekli sürdürülebilir ulaşım projeleri için yeterli finansman ve kurumsal kapasite oluşturulmalıdır (Canitez,

2024). TTY'nin uygulanması için nitelikli insan kaynağı ihtiyacı dikkate alındığında, sürekli eğitim ve farkındalık programlarının geliştirilmesi önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

- Ulusal ve Uluslararası Standartlara Uyum: AB'nin çevre politikaları ve hava kalitesi direktifleriyle uyumlu uygulamalar, Türkiye'de TTY'nin uygulanabilirliğine ve sürdürülebilir ulaşım hedeflerine katkı sağlayacaktır (Canitez, 2024; Kılavuz ve Kışla, 2016).

- Yasal ve Kurumsal Yapının Güçlendirilmesi: TTY'ye ilişkin görev ve sorumlulukların netleştirilmesi, ikincil mevzuatın çıkarılması ve güçlü bir kurumsal yapının oluşturulması çalışmalarının etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artıracaktır.

- Kaynak Kılavuz ve Belgelerin Hazırlanması: Türkiye'de TTY uygulamalarının kent içi ve kentler arası yol ağında başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yol gösterici kılavuzların hazırlanması büyük önem taşımaktadır. TTY uygulamalarının seçimi, coğrafi koşullar, yasal çerçeveler ve politik kısıtlamalar dikkate alınarak yapılmalı; böylece sıkışıklık, çevresel olumsuz etkiler ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlanabilecektir (Talih, 2024).

- Yenilikçilik ve Teknoloji Yatırımları: Yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bağlantılı hareketlilik çözümleri gibi yenilikçi teknolojilerin TTY uygulamalarında kullanımı ve teşvik edilmesi, geleceğin trafik yönetimi stratejilerinin şekillendirilmesinde rol oynayacaktır (Talih, 2024).

5. Sonuç ve Gelecek Araştırma Yönleri

TTY yaklaşımları sayesinde çevresel, ekonomik, sosyal ve yönetim gibi sürdürülebilirliğin farklı boyutlarında etkiler ortaya çıkmaktadır. Literatür incelemesi sonucunda, sıkışıklık ücretlendirmesi, yönetilen şeritler, düşük emisyonlu bölgeler, esnek çalışma saatleri ve AUS ile desteklenen TTY uygulamalarının kirletici salımların azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması gibi çevresel boyutlarda güçlü ve tutarlı kanıtlarla desteklendiği görülmektedir. Bu bulgular, talep taraflı politikaların iklim değişikliğiyle mücadelede etkili araçlar sunduğunu vurgulayan uluslararası çalışmalarla uyumludur.

Ekonomik boyutta, TTY stratejilerinin maliyet etkinliği, yol ağının daha verimli kullanımı ve zaman kayıplarının azaltılması yoluyla ulaştırma

sistemlerinin toplam performansını iyileştirdiği yaygın biçimde kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda bu etkinin kentsel yapı, talep düzeyi ve politika bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tekil uygulamalara kıyasla bütünleşik politika paketlerinin daha tutarlı sonuçlar ürettiği ortaya koyulmaktadır.

Sosyal boyutta ise literatürde daha sınırlı ve bağlama duyarlı bulguların bulunduğu dikkat çekmektedir. Erişilebilirlik, toplumsal kabul ve gelir grupları arasındaki etkilerin dağılımı, TTY politikalarının başarısını belirleyen kritik unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Özellikle sıkışıklık ücretlendirmesi ve erişim kısıtlamaları gibi uygulamaların, uygun telafi ve destek mekanizmalarıyla birlikte tasarlanmadığı durumlarda, düşük gelirli gruplar üzerinde orantısız etkiler ortaya çıkarabileceği vurgulanmaktadır. Bu durum, TTY stratejilerinin sadece çevresel ve ekonomik kazanımlar üzerinden değil sosyal eşitlik ilkeleri doğrultusunda da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Türkiye bağlamında yapılan değerlendirmeler, literatürde ortaya koyulan bulgularla büyük ölçüde örtüşmekle birlikte, bazı yapısal ve yönetsel farklılıkları da ortaya koymaktadır. Hızlı kentleşme, artan motorlu taşıt sahipliği ve büyükşehirlerde yoğunlaşan trafik talebi, geleneksel arz odaklı ulaşım politikalarının sürdürülebilirlik hedeflerini karşılamakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu bağlamda TTY, Türkiye için altyapının mutlak yetersizliğinden ziyade, mevcut kapasitenin daha etkin ve verimli kullanılmasına odaklanan stratejik bir politika alanı olarak öne çıkmaktadır.

SKUP ve ulusal politika belgeleri, TTY'nin Türkiye'de giderek daha fazla benimsenen bir yaklaşım hâline geldiğini göstermektedir. Ancak literatürde vurgulanan çevresel ve ekonomik kazanımların Türkiye'de kalıcı ve yaygın biçimde elde edilebilmesi; kurumsal kapasitenin güçlendirilmesine, veri temelli karar alma süreçlerinin geliştirilmesine ve toplumsal kabulün artırılmasına bağlıdır. Bu yönüyle Türkiye örneği, TTY'nin teknik bir çözümden ziyade çok aktörlü, çok düzeyli ve bütünleşik bir yönetim çerçevesi gerektirdiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Genel olarak çalışma bulguları, TTY stratejilerinin sürdürülebilir ulaşım politikalarının merkezinde yer alması gerektiğini göstermektedir. Literatürdeki kanıtlar, çevresel kazanımların görece güçlü biçimde ortaya koyulduğunu; buna karşılık sosyal etkiler ve

uzun vadeli sağlık sonuçları gibi alanlarda araştırma boşluklarının bulunduğunu işaret etmektedir. Bu durum, gelecekteki politika tasarımlarında yalnızca trafik performansı ve emisyon azaltımı gibi ölçütlerin değil, eşitlik, erişilebilirlik ve toplumsal kabul gibi boyutların da sistematik biçimde dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede TTY, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sunan; çevresel etkileri azaltan, ekonomik verimliliği artıran ve toplumsal refahı destekleyen bütüncül bir politika aracı olarak değerlendirilmelidir. Bütünleşik, bağlama duyarlı ve veri temelli biçimde tasarlanan TTY uygulamaları, sürdürülebilir kentsel hareketlilik vizyonunun temel bileşenlerinden biri olma potansiyeline sahiptir.

Gelecek çalışmalarda, TTY stratejilerinin uzun vadeli çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerinin deneysel verilerle ölçülmesine, farklı politika bileşimlerinin karşılaştırmalı analizine ve toplumsal kabul süreçlerinin davranışsal yöntemlerle incelenmesine odaklanılması yararlı olacaktır. Ayrıca Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi doğrultusunda, senaryo temelli TTY analizlerinin geliştirilmesi, politika yapıcılar için güçlü bir karar destek aracı sunacaktır.

Etik Kurul Onay Beyanı

İlgili çalışmada insan veya hayvan katılımcılardan veri toplanmadığı için etik kurul izni gerekmemektedir.

Kaynakça

- Abirami, S., Pethuraj, M., Uthayakumar, M. ve Chitra, P. (2024). A systematic survey on big data and artificial intelligence algorithms for intelligent transportation system. *Case Studies on Transport Policy*, 17, 101247. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101247>
- Afrin, T. ve Yodo, N. (2020). A survey of road traffic congestion measures towards a sustainable and resilient transportation system. *Sustainability*, 12 (11), 4660. <https://doi.org/10.3390/su12114660>
- Aftabuzzaman, M. (2007). *Measuring traffic congestion: A critical review* [Konferans sunumu]. 30th Australasian Transport Research Forum, London, United Kingdom. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:127214818>

- Akbulut, D. (2024). SKUP Türkiye “Kullanım” yılı olarak ilan ettiği 2024’te iki yeni bileşeni hayata geçiriyor. *BThaber*. <https://www.bthaber.com/skup-turkiye-kullanim-yili-olarak-ilan-ettigi-2024te-iki-yeni-bileseni-hayata-geciriyor/>
- Amanor, W. K., Adanu, E. K., Adams, C. A. ve Adi, S. B. (2024). Assessing road users’ preferences for various travel demand management strategies for adoption in Accra, Ghana. *Future Transportation*, 4(3), 919-937. <https://doi.org/10.3390/futuretransp4030044>
- Anell, K. ve Hartmann, D. (2007). Flexible work arrangements in Asia. *Boston College Center for Work ve Family*. https://www.bc.edu/content/dam/files/centers/cwf/research/publications/researchreports/Executive%20Summary_Flexible%20Work%20Arrangements%20in%20Asia
- Austroroads. (2007). *Tools that impact network performance: Road space allocation tools (AP-R311/07)*. Austroroads Ltd. <https://austroroads.com.au/publications/network/ap-r311-07/media/AP-R311-07.pdf>
- Aydogmus, H. Y. ve Turkan, Y. S. (2020). Application of machine learning methods for passenger demand prediction in transfer stations of İstanbul’s public transportation system. *Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Civil, Mechanical, and Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0301-0.ch011>
- Ayland, N. D. ve Emmott, N. P. (1990). *The integration of road transport informatics for demand management* [Konferans sunumu]. Third International Conference on Road Traffic Control, 1990, London, United Kingdom. https://download.ssrn.com/19/01/09/ssrn_id3312829_code2547155.pdf
- Aytekin, A., Korucuk, S. ve Görçün, Ö. (2024). Determining the factors affecting transportation demand management and selecting the best strategy: A case study. *Transport Policy*, 146, 150-160. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.11.003>

- Babaei, A., Khedmati, M., Jokar, M. ve Tirkolae, E. (2023). Sustainable transportation planning considering traffic congestion and uncertain conditions. *Expert Systems with Applications*, 227, 119792. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119792>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Baradaran, H., Bozorgvar, H., Nourallahzadeh, Z. ve Rasaizadi, A. (2023). Effectiveness of flexible working hours on traffic index, a case study for Tehran. *Advance Researches in Civil Engineering*, 5(1), 56-69.
- Bigazzi, A. ve Rouleau, M. (2017). Can traffic management strategies improve urban air quality? A review of the evidence. *Journal of Transport and Health*, 7, 111-124. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2017.08.001>
- Boltze, M. ve Tuan, V. A. (2016). Approaches to achieve sustainability in traffic management. *Procedia Engineering*, 142, 204-211. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.033>
- Brussels Parliament. (2019). *The text of the Brussels government's general policy statement*. <https://www.parlement.brussels/texte-de-la-declaration-de-politique-generale-du-gouvernement-bruxellois/>
- Cambridge Systematics. (2005). *Traffic congestion and reliability: Trends and advanced strategies for congestion mitigation*. United States. Federal Highway Administration. <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/20656>
- Canitez, F. (2024). Sustainable urban mobility in Istanbul: Transition and planning. *Journal of Intelligent Decision Making and Information Science*, 1, 45-54. <https://doi.org/10.59543/jidmis.v1i.11269>
- CEDR. (2012). Traffic management to reduce congestion. *Conference of European Directors of Roads*. CEDR's Secretariat General. https://www.cedr.eu/download/Publications/2013/T12_Traffic_management.pdf
- CEDR. (2022). *Fact sheet on hard shoulder running v2.0*. Working Group Traffic and Network Management. <https://www.cedr.eu/docs/view/629f3cd6e8920-en>
- Chen, X. G., Zhou, J., Zhu, Z. T. ve Xu, H. L. (2009). *Measure of urban traffic supply and demand coupling balance* [Konferans sunumu]. 2009 Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2009.260>
- Collier, T. ve Goodin, G. (2004). *Managed lanes: A cross-cutting study*. Operations Office of Transportation Management Federal Highway Administration. <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/39867>
- Conceição, L., Correia, G. H. D. A. ve Tavares, J. P. (2020). The reversible lane network design problem (RL-NDP) for smart cities with automated traffic. *Sustainability*, 12(3), 1226. <https://doi.org/10.3390/su12031226>
- Cracknell, J. A. (2000). *Experience in urban traffic management and demand management in developing countries* (Final Report). Department for International Development, United Kingdom. <https://www.gtkp.com/document/experience-in-urban-traffic-management-and-demand-management-in-developing-countries/>
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2024). *Türkiye 2053 uzun dönemli iklim stratejisi*. <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/turkiyenin--8230-3143-20250210095501.pdf>
- Daganzo, C. F. (2007). Urban gridlock: Macroscopic modeling and mitigation approaches. *Transportation Research Part B: Methodological*, 41(1), 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2006.03.001>
- Dang, L., Von Arx, W. ve Frölicher, J. (2021). The impact of on-demand collective transport services on sustainability: A comparison of various service options in a rural and an urban area of Switzerland. *Sustainability*, 13(6), 3091. <https://doi.org/10.3390/SU13063091>

- Dilek, E. ve Dener, M. (2023). Computer vision applications in intelligent transportation systems: A survey. *Sensors*, 23(6), 2938. <https://doi.org/10.3390/s23062938>
- Dilek, E., Talih, Ö. ve Benschir, K. T. (2024). An overview of paradigm shift dynamics in transportation: Use of artificial intelligence in intelligent transportation systems in Türkiye. *Acta Infologica*, 8(1), 71-87. <https://doi.org/10.26650/acin.1389571>
- Dilek, E., Talih, Ö. ve Ceylan, H. (2023a). Ulusal akıllı ulaşım sistemleri mimarisinin yaygınlaştırılması: Türkiye önerisi. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi (JITSA)*, 6(2), 353-392. <https://doi.org/10.51513/jitsa.1309583>
- Dilek, E., Talih, Ö. ve Tektaş, N. (2023b). *Akıllı ulaşım sistemlerinde siber güvenlik: Türkiye'de mevcut durum ve öneriler* [Konferans sunumu]. 3. Uluslararası Akıllı Ulaşım Sistemleri Konferansı ITSC'23. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/108842078/siber_guvenlik-libre.pdf
- EDP. (2022). *Urban mobility. 5 sustainable trends of smart cities*. <https://www.edp.com/en/urban-mobility-5-sustainable-trends-smart-cities>
- Elassy, M., Al-Hattab, M., Takruri, M. ve Badawi, S. (2024). Intelligent transportation systems for sustainable smart cities. *Transportation Engineering*, 16, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252>
- ESMAP. (2004). *Toward cleaner urban air in south Asia: Tackling transport pollution, understanding sources*. https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/FR_SouthAsia_UrbanAirfinal52404.pdf
- Ewing, R. (2021). Travel demand management. *Transportation ve Land Use Innovations*. <https://doi.org/10.4324/9781351179362-5>
- Fadila, J. N., Wahab, N. H. A., Alshammari, A., Aqarni, A., Al-Dhaqm, A. ve Aziz, N. (2024). Comprehensive review of smart urban traffic management in the context of the fourth industrial revolution. *IEEE Access*, 12, 196866-196886. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3509572>
- Fernandes, P., Vilaça, M., Macedo, E., Sampaio, C., Bahmankhah, B., Bandeira, J., Guarnaccia, C., Rafael, S., Fernandes, A. P., Relvas, H., Borrego, C. ve Coelho, M. (2019). Integrating road traffic externalities through a sustainability indicator. *The Science of the Total Environment*, 691, 483-498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.124>
- Fujii, S. ve Taniguchi, A. (2006). Determinants of the effectiveness of travel feedback programs—a review of communicative mobility management measures for changing travel behaviour in Japan. *Transport Policy*, 13(5), 339-348. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2005.12.007>
- Gai, K., Tang, H., Li, G., Xie, T., Wang, S., Zhu, L. ve Choo, K.-K. R. (2022). Blockchain-based privacy-preserving positioning data sharing for IoT-enabled maritime transportation systems. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(2), 2344-2358. <https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3190487>
- Haldenbilen, S. ve Ceylan, H. (2005). Transport demand management in Turkey: A genetic algorithm approach. *Transportation Planning and Technology*, 28, 403-426. <https://doi.org/10.1080/03081060500515507>
- INRIX. (2025). *INRIX 2024 Global traffic scorecard*. <https://inrix.com/scorecard/>
- IPCC. (2023). *AR6 synthesis report: Climate change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Ivanova, D., Yeralina E. ve Shatila K. (2023). Strategies for sustainable transportation in road way system in urban areas. *E3S Web of Conf.*, 389, 5001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338905001>

- Ince, E. C. (2025). Mapping the path to sustainable urban mobility: A bibliometric analysis of global trends and innovations in transportation research. *Sustainability*, 17(4), 1480. <https://doi.org/10.3390/su17041480>
- Javid, R., Xie, J., Wang, L., Yang, W., Javid, R. ve Salari, M. (2021). High-occupancy vehicle (HOV) and high-occupancy toll (HOT) lanes. *International Encyclopedia of Transportation* 4, 45-51. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102671-7.10292-1>
- Jia, F. (2024). *Application of intelligent transportation system in modern transportation management* [Konferans sunumu]. 2024 International Conference on Computing, Robotics and System Sciences (ICRSS). <https://doi.org/10.1109/ICRSS65752.2024.00034>
- Karimi, H., Ghadirifaraz, B., Boushehri, S., Hosseininasab, S. M. ve Rafiei, N. (2021). Reducing traffic congestion and increasing sustainability in special urban areas through one-way traffic reconfiguration. *Transportation*, 49(1), 37-60. <https://doi.org/10.1007/S11116-020-10162-4>
- Kılavuz, T. ve Kışla, R. (2016). Demand management methods for the environment oriented hybrid traffic system to be implemented in Istanbul. *Transportation Research Procedia*, 14, 3380-3389. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2016.05.290>
- Kim, Y. ve Kang, S. C. (2011). Innovative traffic demand management strategy. *Transportation Research Record*, 2245(1), 27-35. <https://doi.org/10.3141/2245-04>
- Kwak, J., Ku, D., Jo, J., Kim, D., Bencekri, M., Choi, M. ve Lee, S. (2024). Travel demand management strategies to mitigate climate change. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, 177(2), 64-75. <https://doi.org/10.1680/jmuen.23.00026>
- Li, Q., Xie, Z., Guo, Y., Wei, F., Tian, Y., Zhang, Y. ve Wang, C. (2019). Innovation mechanism of traffic demand management. *American Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4(4), 132-136. <https://doi.org/10.11648/J.AJTTE.20190404.13>
- Li, X., Chen, J. ve Wang, H. (2013). Study on flow direction changing method of reversible lanes on urban arterial roadways in China. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 807-816. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.092>
- Li, X., Yang, H. ve Ke, J. (2023). Booking cum rationing strategy for equitable travel demand management in road networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 167, 261-274. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4104689>
- Li, Z., Liang, C., Hong, Y. ve Zhang, Z. (2016). How do on-demand ridesharing services affect traffic congestion? The moderating role of urban compactness. *Production and Operations Management*, 31(1), 239-258. <https://doi.org/10.1111/poms.13530>
- Lilhore, U., Imoize, A., Li, C.T., Simaiya, S., Pani, S., Goyal, N., Rana, A. ve Lee, C. (2022). Design and Implementation of an ML and IoT based adaptive traffic-management system for smart cities. *Sensors*, 22(8), 2908. <https://doi.org/10.3390/s22082908>
- Ling, S., Ma, S. ve Jia, N. (2022). Sustainable urban transportation development in China: A behavioral perspective. *Frontiers of Engineering Management*, 9(1), 16-30. <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0162-4>
- Litman, T. (1999). *Potential transportation demand management strategies*. Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. (2014). *Congestion evaluation best practices* [Konferans sunumu]. International Transportation Economic Development Conference, Sheraton Dallas Hotel, Dallas, USA. https://vtpi.org/ITED_congestion.pdf
- Litman, T. (2025). *Evaluating transportation economic development impacts*. https://www.vtpi.org/econ_dev.pdf

- Mahmoudi, R., Shetab-Boushehri, S. N., Hejazi, S. R. ve Emrouznejad, A. (2019). Determining the relative importance of sustainability evaluation criteria of urban transportation network. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101493. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101493>
- Makridis, C., Menelaou, C., Timotheou, S. ve Panayiotou, C. (2024). A real-time demand management and route-guidance system for eliminating congestion. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 16, 86-104. <https://doi.org/10.1109/MITS.2024.3418513>
- Menelaou, C., Timotheou, S., Kolios, P. ve Panayiotou, C. (2021). Joint route guidance and demand management for real-time control of multi-regional traffic networks. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(7), 8302-8315. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3077870>
- Meyer, M. D. (1999). Demand management as an element of transportation policy: Using carrots and sticks to influence travel behavior. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7-8), 575-599. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00008-7](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00008-7)
- Mobility. (2024). *Flexible work hours strategy*. Texas A&M Transportation Institute. <https://mobility.tamu.edu/mip/strategies.php>
- Municipality Amsterdam. (2024). *From environmental zones to emission-free zones*. <https://www.amsterdam.nl/verkeer-vervoer/milieuzone-uitstootvrijzone/#h4831c120-e0b8-4112-a686-1054ac6b50ad>
- Muslih, M., Abduljabbar, A. ve Joni, H. (2023). Review of traffic demand management strategies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1232(1), 12055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1232/1/012055>
- Othman, B., De Nunzio, G., Domenico, D. ve Canudas-De-Wit, C. (2019). Ecological traffic management: A review of the modeling and control strategies for improving environmental sustainability of road transportation. *Annual Reviews in Control*, 48, 292-311. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2019.09.003>
- Palanichamy, V., Vijay, A. ve Moorthy, R. (2023). *Smart innovative congestion pricing strategy for Traffic demand management in smart cities using structural equation modelling* [Konferans sunumu]. 2023 Annual International Conference on Emerging Research Areas: International Conference on Intelligent Systems (AICERA/ICIS). <https://doi.org/10.1109/AICERA/ICIS59538.2023.10420021>
- Pamučar, D., Devenci, M., Canitez, F. ve Božanić, D. (2020). A fuzzy full consistency method-dombi-bonferroni model for prioritizing transportation demand management measures. *Applied Soft Computing*, 87, 105952. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105952>
- Papadakis, D. M., Savvides, A., Michael, A. ve Michopoulos, A. (2024). Advancing sustainable urban mobility: Insights from best practices and case studies. *Fuel Communications*, 20, 100125. <https://doi.org/10.1016/j.jfueco.2024.100125>
- Pascariu, B., Flensburg, J. V., Pellegrini, P. ve Azevedo, C. M. L. (2025). Formulation and solution framework for real-time railway traffic management with demand prediction. *IET Intelligent Transport Systems*, 19(1), e12610. <https://doi.org/10.1049/itr2.12610>
- Qin, X., Ke, J., Wang, X., Tang, Y. ve Yang, H. (2022). Demand management for smart transportation: A review. *Multimodal Transportation*, 1(4), 100038. <https://doi.org/10.1016/j.multra.2022.100038>
- Ramp, M., Kasis, A., Menelaou, C. ve Timotheou, S. (2024). Stability of regional traffic networks employing maximum throughput demand management. *European Journal of Control*, 80, 101061. <https://doi.org/10.1016/j.ejcon.2024.101061>

- Santosa, G., Behrendt, H. ve Teytelboym, A. (2010). Part II: Policy instruments for sustainable road transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 46-91. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.03.002>
- Seilabi, S., Tabesh, M., Davatgari, A., Miralinaghi, M. ve Labi, S. (2020). Promoting autonomous vehicles using travel demand and lane management strategies. *Frontiers in Built Environment*, 6, 560116. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.560116>
- Shah, K., Pan, S., Lee, I., Kim, H., You, Z., Zheng, J. M. ve Chiang, P. (2021). Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies. *Journal of Cleaner Production*, 326, 129392. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129392>
- Shao, Y., Wang, C. (Ross), Berres, A., Yoshioka, J., Cook, A. ve Xu, H. (2022). *Computer vision-enabled smart traffic monitoring for sustainable transportation management* [Konferans sunumu]. International Conference on Transportation and Development 2022. <https://doi.org/10.1061/9780784484319.004>
- SKUP İstanbul. (2023). *SKUP İstanbul*. <https://skup.istanbul/hakkinda/>
- SKUP İzmir. (2024). *SKUP İzmir*. <https://www.sumpizmir.org/tr/skup-izmir/>
- SKUP Türkiye. (2022). *SKUP Türkiye*. <https://www.skupturkiye.org.tr/proje-hakkinda-bilgi/>
- SKUP Türkiye. (2023). *SKUP Türkiye'den haberler: C. sayı 5*. <https://www.skupturkiye.org.tr/skup-turkiyeden-haberler-5-skup-turkiye-calisma-agi/>
- SMART Ankara. (2022). *SMART Ankara*.
- Su, Q. ve Wang, D. Z. W. (2021). Bottleneck congestion and work starting time distribution considering household travels. *arXiv preprint arXiv:2104.00938*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.00938>
- Sultana, S., Salon, D. ve Kuby, M. (2019). Transportation sustainability in the urban context: a comprehensive review. *Urban Geography*, 40, 279-308. <https://doi.org/10.1080/02723638.2017.1395635>
- T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023)*. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlanı.pdf>
- T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). *On İkinci Kalkınma Planı*. <https://onikinciplan.sbb.gov.tr/>
- T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2025). *Teknik destek projeleri*. <https://ipa.uab.gov.tr/teknik-destek-projeleri>
- Talih, Ö. (2024). *Trafik yönetim tekniklerinin incelenmesi: Akıllı ulaşım sistemleri bağlamında trafik yönetiminin geleceği*. [Yüksek lisans tezi]. Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. <https://tez.yok.gov.tr/>
- Talih, Ö. ve Çelikok, K. (2023). Intelligent transportation systems and policies in the world and in Türkiye: Assessment from a sustainable transportation perspective. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(100. Yıl Özel Sayısı), 254-279. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.1281444>
- Talih, Ö. ve Dilek, E. (2023). Lojistik/E-lojistik süreçlerinde akıllı ulaşım sistemlerinin rolü. *AUS Türkiye Bülten*, 15, 120-133. https://austurkiye.org.tr/uploads/blog/file_378-15-numarali-bulten-46.pdf
- Texas Department of Transportation. (2024). *Managed lanes*. <https://www.txdot.gov/discover/express-toll-hov-lanes/managed-lanes.html>
- Tomorrow World Today. (2022). *Everything you should know about low emission zones*. <https://www.tomorrowworldtoday.com/sustainability/everything-you-should-know-about-low-emission-zones/>

- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025a). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları, 2024*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=53783>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2025b). *Motorlu kara taşıtları, Haziran 2025*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Haziran-2025-54042>
- U.S. Department of Transportation. (2024). *High occupancy vehicle facilities*. Federal Highway Administration. <https://ops.fhwa.dot.gov/freewaymgmt/hov.htm>
- Victoria Transport Policy Institute. (2017). *Why manage transportation demand?* <https://www.vtpi.org/tm/tm51.htm>
- Walker, J., Blythe, P. ve Pickford, A. (2012). *Congestion charging: Learning the lessons and moving forward* [Konferans sunumu]. 18th World Congress on Intelligent Transport Systems, Vienna, Austria.
- Wallace, C., Kilpatrick, A. ve Schneider, K. (1996). *Intelligent transportation systems : Applications to transportation demand management* (Final Report). Southeastern Transportation Center Consortium, Raleigh, NC (United States).
- Wang, Q. ve Sun, H. (2019). Traffic structure optimization in historic districts based on green transportation and sustainable development concept. *Advances in Civil Engineering*, 2019(1), 9196263. <https://doi.org/10.1155/2019/9196263>
- Wang, Y., Geng, K., May, A. ve Zhou, H. (2022). The impact of traffic demand management policy mix on commuter travel choices. *Transport Policy*, 117, 74-87. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.01.002>
- Wood, N., Gupta, V., Cardenas, J. P., Hwang, J. ve Raghunathan, D. (2021). *National inventory of specialty lanes and highways: Technical report*. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration. <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop20043/fhwahop20043.pdf>
- Xiaojie, T. (2005). Research on knowledge-based methodologies and system for decision making of traffic congestion management. *Southeast University, Nanjing*.
- Zhao, W. (2018). The general equilibrium effects of HOV lanes on congestion, sprawl, energy use, and carbon emissions. *Social Science Research Network*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3312829>
- Zhou, Z., Lin, S., Du, W. ve Liang, H. (2019). Integration of regional demand management and signals control for urban traffic networks. *IEEE Access*, 7, 20235-20248. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2897157>