



İklim Değişikliği ve Kentsel Dirençlilik Bağlamında Yeşil Ulaşım

*

Çiğdem Tuğaç¹

ORCID: 0000-0002-2555-6641

Öz

Ekonomik, sosyal ve çevresel alanlarda etkileri olan ulaşım sektörü, yaşamsal ihtiyaçların karşılanması bağlamında oldukça önemlidir. Ulaşım sektörü aynı zamanda kentsel alan kullanımının önemli bir bölümünü oluşturmakta ve kent formunu ve yayılımını belirlemektedir. Ulaşım sektörünün etkileri arasında hava ve gürültü kirliliği ve iklim değişikliği başta gelirken, ulaşımın kentsel dirençliliği de etkilediği görülmektedir. Ulaşım altyapısının niteliği özellikle kentler için kritik önemdedir ve iklim değişikliği ile ilişkili risk ve afetler ve aşırı hava olaylarının kentlerdeki boyutlarının artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla ulaşım sektörü ve iklim değişikliği arasındaki çift yönlü ilişki önemle ele alınmalıdır. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, ulaşım sektörünün iklim değişikliğine etkisinin ve iklim değişikliğinin sonuçlarından etkilenebilirliğinin ve yeşil ulaşım türlerinin kentlerde kullanımının kentsel dirençliliğe katkısının değerlendirilmesidir. Çalışmada kent içi ulaşımında yaya, bisiklet ve toplu taşıma kullanımının desteklenerek, araç bağımlılığını azaltan yeşil ulaşım seçeneklerinin geliştirilmesinin ve alternatif yakıtlı ve elektrikli araçların yaygınlaştırılmasının sera gazı emisyonlarının, taşıt kaynaklı diğer kirleticilerin ve sorunların azaltılmasında etkili olduğu sonucu elde edilmiştir. Kentsel ulaşım planlamasında ve tasarımıda yeni iklim normallerine duyarlı bir biçimde kentsel dirençliliği artıran ve kompakt kent gelişimine imkân veren yaklaşımların önümüzdeki süreçte daha önemli hale geleceği elde edilen bir diğer önemli sonuçtur.

Anahtar Kelimeler: *Yeşil ulaşım, iklim değişikliği, uyum, kentsel dirençlilik, kompakt kent.*

¹ Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,
E-mail: cigdemtuqac@gmail.com



Green Transportation in the Context of Climate Change and Urban Resilience

*

Çiğdem Tuğaç²

ORCID: 0000-0002-2555-6641

Abstract

The transportation sector, which has economic, social and environmental effects, is very important in terms of meeting vital needs. The transportation sector also constitutes an important part of the use of urban space and determines the urban form and sprawl. While air and noise pollution and climate change are among the impacts of the transportation sector, it is seen that transportation also affects urban resilience. The quality of transportation infrastructure is especially critical for cities, and the risks and disasters associated with climate change and extreme weather events increase the size of cities. Therefore, the bidirectional relationship between transportation sector and climate change should be carefully examined. In this direction, the aim of this study is to evaluate the impact of transportation sector on climate change and its vulnerability to the consequences of climate change, and the contribution of the use of green transportation modes to urban resilience. In the study, it was concluded that the development of green transportation options is effective in reducing greenhouse gas emissions, other vehicle-related pollutants and problems. It is another important result that the development of transportation infrastructure in urban planning according to new climate-normal will become more important in the upcoming period.

Keywords: *Green transportation, climate change, adaptation, urban resilience, compact city.*

² Assoc. Prof., Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, E-mail: cigdemtugac@gmail.com

Giriş

Ulaşım sektörü uluslararası, ulusal, bölgesel ve yerel tüm ölçeklerde önemlidir. Ancak özellikle kent ölçeğinde insanların eğitim ve sağlık hizmetlerine, ticaret merkezlerine, iş yerlerine, rekreasyon alanlarına ve diğer kentsel servislere erişiminde ulaşım altyapısı önemli rol oynamaktadır ve bu yönüyle kentsel yaşamın devamlılığı için elzemdir. Ulaşım altyapısına, bu alandaki yeniliklere ve teknolojilere yatırım yapmak ve daha güvenli hale getirmek; sera gazı emisyonlarının ve hava kirliliğine neden olan etkenlerin azaltılmasıyla çevreye katkıda bulunurken, aynı zamanda yeni istihdam alanlarının oluşmasını, toplumsal ve ekonomik gelişmeyi desteklemektedir (Mahendra vd., 2021, s.19). Küresel çapta insan nüfusunun yarısından fazlası kentsel alanlarda yaşamaktadır. Bu oranın 2050'de dünya nüfusunun 2/3'üne çıkmasının, yaklaşık 6,5 milyar kişiye ulaşmasının öngörüldüğü koşullarda ulaşım altyapısının geliştirilmesi her alanda daha ileri düzeyde faydalar ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir (UNDP, 2021).

Günümüzde özellikle gelişmekte olan ülkelerde megakentlerin sayısı giderek artmaktadır. Kırsal alandan göç eden nüfusun sürekliliğinin yanı sıra, küreselleşme sürecinde göç hareketlerinin uluslararası boyutta da gerçekleşmesi, kentlerin nüfuslarını hızla artırmaktadır. Bu durum çoğu kez kentlerin plansız biçimde büyümesine, yasal olmayan yerleşim bölgelerinin oluşmasına neden olmakta ve megakentler ortaya çıkmaktadır. Nüfusu 10 milyon ve üstü megakentlerin sayısı 1990'da 10 iken, 2014'de 28 olmuş ve Birleşmiş Milletler (BM) tarafından 2018'de her sekiz kişiden birinin, sayısı 33'e yükselen megakentlerden birinde yaşadığı ve megakent sayısının 2030'da 43'e çıkmasının beklendiği ifade edilmiştir (UNDESA, 2019).

Kentlerin büyüklüğü ve formu göz önüne alındığında, kentsel mekânda ulaşım altyapısının konumlanması başlıca iki grupta ele alınmaktadır: (1) Merkezi kent formunda (*centralization*), kent merkezi fonksiyonların önemli bir bölümünü barındırdığından, ulaşım altyapısı ve planlaması bu odağa göre şekillenmektedir. (2) Kümelenme (*clustering*) kavramı kapsamında ise belli faaliyetlerin kentlerdeki konumlarına göre değerlendirilmektedir. Örneğin, bir otoyol kavşağı, otobüs terminali veya bir gelişme konut bölgesinin konumlandığı belirli bir odak noktası etrafında konsantre olan kentsel alt kümelere dayalı kent formunun ortaya çıkardığı ulaşım planlaması ve altyapısı bu grupta ele alınmaktadır. Dolayısıyla kentsel alanlardaki düğümler (*nodes*) yani kentsel faaliyetlerin ve donatıların öbeklendiği yerlerle bu düğümler

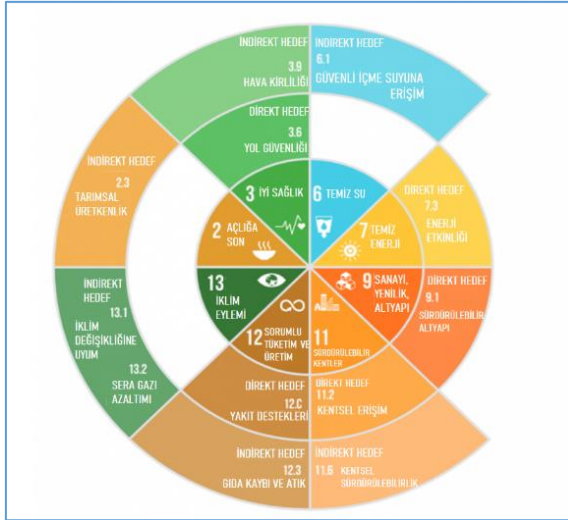
arasındaki hareketliliği destekleyen bağlantılar (*linkages*) olan ulaşım altyapısı kentsel mekânsal yapıyı belirlemektedir. Kentlerde yol üstü park alanları da dahil edildiğinde yaklaşık %95'lik bir alan araçlar için ayrılmaktadır (EC, 2020; Rodrigue, 2020).

Gün geçtikçe kalabalıklaşan kentlerde temel kentsel donatılara erişimde sıkıntılar yaşanmaktadır. Kentlerin düşük gelirli komşuluklarında yürüme, bisiklete binme ve oldukça kalabalık olan toplu taşımayı kullanma oranı yüksektir. İş yerlerine erişimde harcanan süreler oldukça yüksek olabilmekte ve Marchetti sabitini (*Marchetti's constant*) aşabilmektedir. Ulaşım planlamasında bu sabit, bir kişinin her gün işe gidip-gelmek için harcadığı ortalama süreyi ifade etmektedir. Bu süre, İtalyan fizikçi Cesare Marchetti (1994) ve Marchetti'nin çalışmalarında temel aldığı Dünya Bankası'nın danışmanı mühendis Yacov Zahavi tarafından tek yöne ortalama yarım saat, günlük toplamda ortalama bir saat olarak tespit edilmiştir (Marchetti, 1994).

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde 2019'da yani Covid-19 pandemisi başlamadan önce yapılan bir araştırmada (aday ülke olarak Türkiye de dahil edilmiştir), çalışanların %61,3'ünün işe gidiş süresi (tek yön ve hiç sapma olmadan) 30 dakikadan az olarak hesaplanmıştır. Her dört çalışandan biri (%26,3'ü) 30 dakikayla bir saat arasında yolculuk yaparken, %8,1'i ise bir saat ve daha fazla yolculuk yapmıştır. Çalışanların %4,3'ünün ise iş için seyahat etmelerine gerek bulunmamaktadır (EC, 2020). Gelişmekte olan ülkelerde yapılan araştırmalar ise daha uzun yolculuk sürelerini ortaya koymaktadır. Yapılan bir çalışmada, Peru'nun Lima kentinde yaşayan bir gecekondu sakini- nin pazara, toplu taşıma olarak kullandığı ve çoğu arızalanma ihtimali yüksek otobüsler aracılığıyla 90 dakikada gidebildiği belirlenmiştir (Ausubel, Marchetti ve Meyer, 1998, s.138). Filipinler'deki Manila'da yoğun saatlerde sürücülerin trafikte fazladan 42,6 dakika zaman geçirdikleri, dolayısıyla en yoğun zaman diliminde işe gidiş-gelişlerde en az 85,2 dakikanın trafikte harcanmasıyla bir sürücünün 2019 boyunca en az 257 saatini trafikte geçirdiği hesaplanmıştır. Benzer durum Kenya'daki Nairobi kenti sakinleri için de geçerlidir ve trafikte günde gidiş-dönüş ortalama 80 dakika bulunmaktadır. Düşük gelir grubunda yer almayan ülkelerde de trafikte harcanan süreler uzun olabilmektedir. Birleşik Arap Emirliği'ndeki Dubai'de bazı bölgelerdeki işçiler, işe gidiş-dönüş sürelerinin uzunluğu nedeniyle işverenlerine fazla mesai davası açmak istemişlerdir. Çünkü trafikte harcanan ortalama süre günlük 96 dakikadır. Japonya'daki Oshiya'da ise görevi kalabalık metrolara yolcu itmek olan 'yolcu iticiler' görev yapmaktadır (Gotley, 2020). Bu

örnekler kentsel gelişim ve dönüşüm kararlarında kentsel donatıların yer seçiminin ve ulaşım sistemlerinin önemini ortaya koymaktadır. Özellikle düşük gelirli komşuluklardan iş yerlerine erişiminde bu hususların gözetilmesi, bu kişilerin ulaşım maliyetini azaltmak için iş yerlerine yakın alanlarda yasal olmayan konut alanları oluşturmalarına veya kent içinde çöküntü mahallelerinin oluşumuna neden olabilmektedir (Mahendra vd., 2021, s.22).

Trafikte geçirilen uzun sürelerin iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarını, hava, gürültü kirliliğini artıran yönleri ve sosyo-ekonomik bağlamda neden olduğu kayıplar da söz konusudur. Covid-19 pandemisi sırasındaki kapanmalarla en alt düzeye inen ulaşım talebi, hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını azaltmıştır (WMO, 2020). Küresel Karbon Projesi tarafından yayımlanan raporda; küresel karbondioksit (CO₂) emisyonları pandemideki kapanmalar nedeniyle 2020’de %5,4 düşmesine rağmen, 2021’de yaklaşık %4,9 artacağı ve 2019 seviyelerinin sadece %0,8 altında tamamlanacağı öngörülmüştür (Friedlingstein vd., 2021). Dolayısıyla BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları’nda (SKA) yer alan başta SKA11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar’ın ve SKA7: Herkes İçin Uygun Maliyetli, Güvenilir ve Sürdürülebilir Enerjiye Erişim Sağlanması amaçlarına, diğer ilişkili SKA’lara ve bunların hedeflerine (Şekil 1) erişilmesinde, günümüzde ‘sürdürülebilir ulaşım’ veya ‘yeşil ulaşım’ imkanlarının sağlanması ve buna yönelik eylemlerin hayata geçirilmesi önem kazanmıştır. Yeşil ulaşım, fosil yakıtlı ulaşımın aksine, çevreyi olumsuz etkilemeyen ulaşım türleridir ve yenilenebilir/alternatif enerji kaynaklarına dayanmaktadır (DBSA, 2021).



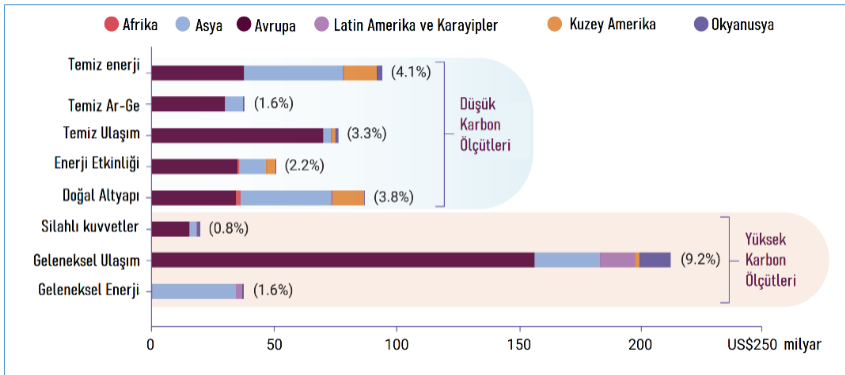
Şekil 1. Yeşil Ulaşım ve SKA’lar arasında ilişki (SLoCaT, 2015, s.3).

SKA'lardaki yeşil ulaşımın sağlanması yönündeki çağrı doğrultusunda yalnızca herkes için güvenli, uygun maliyetli ve sürdürülebilir ulaşım sistemlerine erişimi sağlamak değil, iyi koşullarda toplu taşıma servisleri sağlamak, yol güvenliğini artırmak, yürümeyi ve bisiklete binmeyi, elektrikli araçları ve daha temiz yakıt teknolojilerini kullanmayı teşvik etmek gereklidir. Bu yaklaşım aynı zamanda SKA13: İklim Eylemi ve hedeflerini gerçekleştirmek doğrultusunda da önemli katkı sunacaktır. Günümüzde Türkiye'nin de içinde bulunduğu pek çok ülke tarafından açıklanan net sıfır karbon emisyonu hedefleri düşük karbonlu ve iklim dirençli yerleşimler oluşturmanın, bu kapsamda önemli bir strateji olarak yeşil ulaşım türlerine geçmenin ve fosil yakıtlardan kademeli olarak uzaklaşmanın dünyanın geleceği açısından bir zorunluluk olduğunun anlaşıldığını göstermektedir (UN, 2021).

2021'de Glasgow'da düzenlenen BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 26. Taraflar Konferansı'nda dönem başkanı Birleşik Krallık tarafından Paris Anlaşması'nın hedefi doğrultusunda "1,5°C hedefini canlı tutmak" teması altında dört önemli eylem alanı belirlenmiştir (Edie, 2021);

- Arabalar (*Cars*); sıfır emisyonlu araçlar
- Ağaçlar (*Trees*); ormansızlaşma ve arazi bozunumunun önlenmesi
- Finansman (*Cash*); iklim finansmanının artırılması
- Kömür (*Coal*); fosil yakıt kullanımını sonlandırmak.

Günümüzde tüm ülkeler tarafından giderek daha fazla oranda düşük karbonlu/temiz enerjili ulaşımaya yatırım (Şekil 2) yapılmaktadır (UNEP, 2021a). Ülkelerin net sıfır karbon hedeflerine ulaşılmalarında önemli bir sera gazı kaynağı olarak ulaşım sektörünün ele alınması, iklim değişikliğiyle mücadele ve kentsel dirençliliğin artırılmasında daha da önemli hale gelmiştir.



Şekil 2. 2021'de düşük ve yüksek karbon inisiyatiflerine yapılan yatırımların bölgesel dağılımı (milyar dolar) (UNEP, 2021a, s.xxvi).

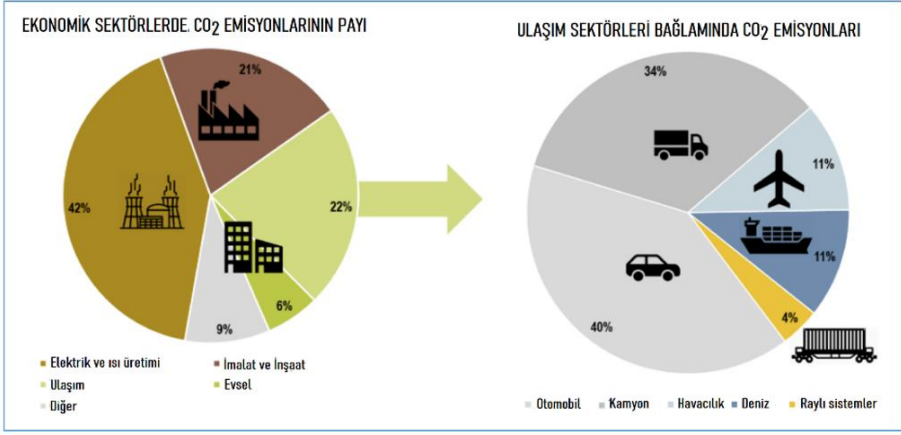
Bu esaslar doğrultusunda çalışmanın amacı, ulaşım sektörünün iklim değişikliğine etkisinin ve iklim değişikliğinin sonuçlarından etkilenebilirliğinin ve yeşil ulaşım türlerinin kentlerde kullanımının kentsel dirençliliğe katkısının değerlendirilmesidir. Çalışma üç bölüm halinde ele alınmıştır. (1) Öncelikle ulaşım sektörünün çevreye ve iklim değişikliğine etkisi incelenmiştir. (2) Ardından iklim değişikliğinin ulaşım sistemlerine etkisi, kentsel dirençlilik bağlamıyla birlikte irdelenmiştir. (3) İklim değişikliğiyle mücadelede sürdürülebilir/yeşil ulaşım politikaları incelenerek, yeşil ulaşım sistemleri ve yeşil ulaşım ile ilgili Türkiye’den ve dünyadan örnek uygulamalar ve politikalar ele alınmıştır. Çalışmanın bulguları ortaya konulduktan sonra tartışma ve sonuç kısmına yer verilmiştir.

Yöntem

Çalışmada iklim değişikliği, yeşil ulaşım ve kentsel dirençlilik arasındaki ilişkinin kurulması doğrultusunda, ilişkisel araştırma modeli yöntem olarak kullanılmıştır. Araştırma materyali olarak, konuyla ilgili kaynaklardan ve istatistikî verilerden yararlanılmıştır.

Ulaşım Sektörünün Çevreye ve İklim Değişikliğine Etkisi

Ulaşım altyapısı ve hizmetleri kalkınma için kritik önemdedir. Ekonomik ve toplumsal faaliyetlerin bel kemiğidir, mal ve hizmetlerin ülkeler içinde/arasında dağıtılmasını sağlar ve okullara, pazarlara, sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırır. Ulaşım sektörü sosyoekonomik faydalar sağlasa da çevreyle ilişkisi paradoksaldır. Çünkü ulaşım sektörü aynı zamanda enerji yoğun yapısı, fosil yakıtlara bağımlılığı, kalabalıklaşan dünya nüfusunun artan hareketliliği sonucunda farklı ulaşım modlarına talebin de artışıyla çevresel bağlamda olumsuz etkilere neden olmaktadır. Ulaşım sektörü fosil yakıt kaynaklı CO₂ emisyonlarında en hızlı büyüyen sektörlerdendir ve küresel toplam emisyonların (Şekil 3) yaklaşık ¼’ünden sorumludur. Ulaşım sektöründe emisyon artışındaki bu eğilimin tersine çevrilmesi, düşük karbonlu taşıma modlarına yatırımı teşvik eden politikaları, enerjiyi verimliliğini sağlayan teknolojileri ve bunlara yönelik programların ve eylemlerin geliştirmesini gerektirmektedir (Ebinger ve Vandycke, 2015; Rodrigue, 2020).



Şekil 3. Küresel sera gazı emisyonlarında ulaşım sektörü (Rodrigue, 2020).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından ulaşım sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılması doğrultusunda tespit edilen temel stratejiler ve yaklaşımlar Tablo 1’de özetlenmektedir (EPA, 2021a).

Tablo 1. Ulaşımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasında başlıca stratejiler (EPA, 2021b).

Strateji	Kapsam	Örnek
Yakıt dönüşümü	CO ₂ emisyonu daha az yakıtların kullanılması. Düşük karbonlu biyoyakıtların ya da hidrojen; rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin araçlarda kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> Toplu taşımada benzin veya dizel yerine sıkıştırılmış doğal gaz kullanan araçlar Enerjinin fosil olmayan yakıtlardan üretildiği elektrikli veya hibrid otomobiller kullanmak
Gelişmiş tasarım, malzeme ve teknolojilerle araçlarda yakıt verimliliğini artırma	Yakıt tasarruflu araçlar için gelişmiş teknolojiler, tasarımlar ve malzemeler kullanmak	<ul style="list-style-type: none"> Hibrid araçlar ve elektrikli araçlar gibi araç teknolojileri geliştirmek Araç yapımında malzemelerin ağırlığını azaltmak Tasarımlar aracılığıyla araçların aerodinamik direncini azaltmak
Ulaştırma sektöründe uygulamaların iyileştirilmesi	Yakıt kullanımını en aza indiren uygulamaların benimsenmesi	<ul style="list-style-type: none"> Hava, kara ve deniz ulaşım araçlarında yakıt verimliliği için yolculuk planlaması yapmak

Seyahat talebinin azaltılması	Kent planlaması aracılığıyla gündelik yolculuk taleplerini azaltmak ve bisiklet ve yaya programları gibi seyahat verimliliği önlemleriyle araç kullanma ihtiyacını azaltmak	<ul style="list-style-type: none">• Daha düşük emisyonlu ulaşım seçenekleri için yaya ve bisiklet yollarını, toplu taşımayı geliştirmek• Karma kullanım alanlarını artırmak, konutlara, okullara, iş yerlerine araçsız erişimi sağlamak
-------------------------------	---	--

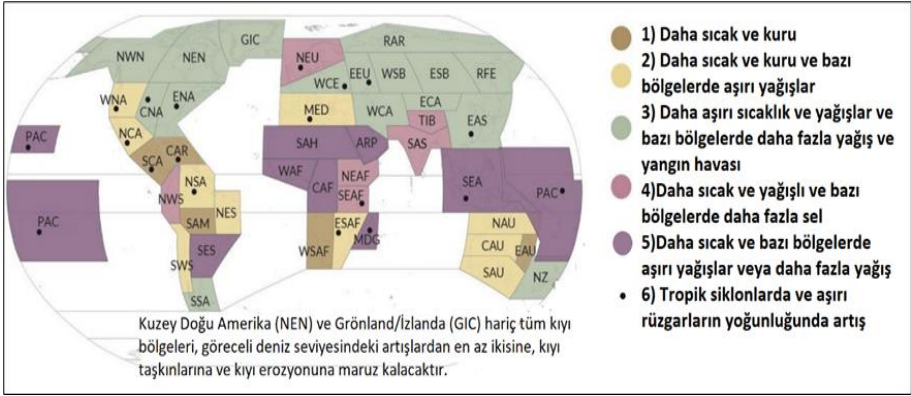
Ulaşım sektörünün çevresel etkileri ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarına katkısı değerlendirilmiş ve ulaşımdan kaynaklanan emisyonların azaltılmasına dönük stratejiler ortaya konulmuş olsa da ulaşım ve iklim değişikliğinin ilişkisi tek yönlü olarak değerlendirilemez. Kentlerde ulaşımın da içinde olduğu sektörlerde gerçekleştirilen faaliyetler iklim değişikliğine neden olurken, iklim değişikliğinin etkileri de ulaşım altyapısını olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla ulaşım sektörü ve iklim değişikliği arasında iki yönlü ilişki söz konusudur. Bu ikinci durum yani, ulaşım altyapısının iklim değişikliğinden etkilenmesi ise kentsel dirençliliğin sağlanmasına ilişkin koşulları etkilemektedir.

İklim Değişikliğinin Ulaşım Sistemlerine Etkisi ve Kentsel Dirençlilik

İklim değişikliğinin çevresel, ekonomik ve toplumsal bağlamlarda ortaya çıkardığı olumsuz sonuçlar, ulaşım dahil farklı sektörlerde önemli etkilere yol açmaktadır. Bu durum kentlerin dirençliliğiyle yani; afetler karşısında kentsel sistemin temel fonksiyonlarını sürdürebilecek şekilde uyum sağlama-sına, yanıt vermesine ve dönüşüm gerçekleştirmesine imkân veren sosyal, ekonomik ve çevresel kapasitesiyle de ilişkilidir (IPCC, 2014).

Ulaşım sistemleri üzerinde iklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerin azaltılması ve kentsel dirençliliğin oluşturulmasında iklim ve afet risklerinin sistematik olarak tanımlanmasını, önceliklendirilmesini ve belirlenen önlemlerin uygulanmasını içeren bir sürecin işletilmesi elzemdir (Ebinger ve Vandycke, 2015, s.xiii). Ulaşım sistemleri, iklim değişikliğinin etkilerine göre tasarlanmalıdır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporlarına göre, önümüzdeki süreçte iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları daha hızlı, daha yaygın ve daha şiddetli olacaktır (IPCC, 2021). Dolayısıyla ulaşım altyapısının dirençliliğinin sağlanması, aynı zamanda kentlerde iklim değişikliğine uyumun sağlanması bağlamında da bir gerekliliktir (Ebinger ve Vandycke, 2015, s.2).

IPCC'nin 6. Değerlendirme Raporu'nun Çalışma Grubu I (2021) ve Çalışma Grubu II (2022) raporlarında makro-iklim kuşaklarının belirlenmesinde geleneksel Köppen sınıflandırması yerine; son 10 yılda iklim gözlem, modelleme ve veri işleme süreçlerindeki teknolojik gelişmelere koşut olarak farklı sistemlerin birlikte değerlendirildiği bir yaklaşımın benimsendiği ve 'bölgesel sınıflandırma sistemi'nin kullanıldığı ifade edilmiştir. Küresel çapta bölgeler beş grup altında ele alınarak, iklim değişikliğinin etkileri bağlamında önümüzdeki süreçteki koşulları (Şekil 4) değerlendirilmiştir (IPCC, 2021, s.187; IPCC, 2022).



Şekil 4. İklim değişikliğinin farklı bölgelerde potansiyel etkileri (IPCC, 2021, s.187).

IPCC tarafından iklim değişikliğinin öngörülemeyen boyutlarının da olduğu vurgulanmıştır. Dolayısıyla iklim değişikliğine bağlı bir aşırı hava olayının ulaşım sektöründe nereyi (havaalanları, limanlar, otoyollar veya iç limanlar), nasıl ve ne derece etkileyeceği tam olarak öngörülememektedir. Çünkü makro ve mikro-iklim özelliklerini etkileyen yerel koşullar, söz konusu etkilerin niteliğini ve boyutunu değiştirmektedir. Bu nedenle her ülkenin ve/veya bölgenin ulaşım altyapısındaki kırılganlıkları tespit etmeye dönük iklim etki ve etkilenebilirlik, risk analizlerini yapması ve iklim değişikliğine uyuma yönelik yatırımlar gerçekleştirmesi elzemdir. IPCC raporlarında iklim değişikliğinin ulaşım altyapısına potansiyel etkileri, kentlerden örneklerle ilişkilendirilmiştir ve Tablo 2'de verilmiştir (IPCC, 2021; 2022).

Tablo 2. İklim değişikliğinin ulaşım altyapısına potansiyel etkileri (Ebinger ve Vandycke, 2015, s. 6; EPA, 2017; IPCC, 2021; 2022; Rodrigue, 2020)

İklim değişikliğine bağlı sonuçlar	Potansiyel etkiler	IPCC (2021, 2022) raporlarında potansiyel etkilere ilişkin örnekler
Deniz seviyesinde yükselme, fırtına, taşkın ve seller	<ul style="list-style-type: none"> Kıyı yapılarının ve limanların zarar görmesi ve deniz trafiğinde aksamalar Karayolları ve demiryolları gibi kıyı altyapılarının ve tüneller ve/veya yeraltı demiryolu/metro koridorlarının hasar görmesi veya erişilemez hale gelmesi Fırtınaların ve diğer şiddetli hava olaylarının kara ve demiryolu ulaşımının yanı sıra havaalanlarının kapanmasına yol açması 	<ul style="list-style-type: none"> Birleşik Krallık/Newcastle upon Tyne'da 50 yılda bir meydana gelen sellerden karayolu seyahati kesintisinde 2080'lere kadar %66 artış yaşanacaktır ABD/New Hampshire'da deniz seviyesinde ortalama 30 cm'lik yükselmenin yer altı su seviyesini artırmasıyla ulaşım altyapısının ömrü %5-17 azalacaktır
Güçlü rüzgarlar ve fırtınalar	<ul style="list-style-type: none"> Tüm ulaşım türlerinde daha fazla trafik kesintisi Uzun ve büyük köprülerin yapısal bütünlüklerine yönelik artan riskler Yol işaretleri, trafik lambaları, üst geçitler ve tren istasyonları gibi yardımcı altyapıların zarar görme riski Tüm ulaşım türlerinde aydınlatma altyapısının ve kenardaki ağaçların rüzgâr ve fırtına etkisiyle yola veya raylara düşüşü sonucu hasar ortaya çıkması ve trafik aksaması Gecikmeler, iptaller ve ulaşım hizmetlerinde güvensizlik, kapasite düşüşleri Terminal tesislerinde hasar meydana gelmesi Araçlar için güvenlik risklerinde artış 	<ul style="list-style-type: none"> 2°C'lik ısınmada fırtına dalgaları ve sel riski altındaki havalimanlarının sayısı 269'dan 338'e, en kötü ısınma senaryosunda (RCP 8.5) ise 572'ye yükselmektedir. Bu durum küresel çapta yolcu rotalarının %20'sini oluşturan havaalanlarında aksamalar oluşturacaktır
Artan yağış yoğunluğu	<ul style="list-style-type: none"> Karayollarının, havaalanlarının, limanların, demiryollarının ve tünellerin sel suları altında kalması, trafikte aksamlar ve kapanmalar Şev kararlılığında bozulma ve heyelanlar 	<ul style="list-style-type: none"> Birleşik Krallık'ta artan yağış yoğunluğuna bağlı olarak, nehir akışlarının aşındırma etkisini %8 artıracaktır ve 2080'lerde 20 köprüden birinin zarar görme riski olacaktır

	<ul style="list-style-type: none"> • Çakıl ve toprak yolların ve demiryolu raylarının zarar görmesi • Erozyon ve rusubat nedeniyle su yolu geçişlerinin tıkanması ve artan temizleme ihtiyacı • Artan bakım gereksinimine bağlı olarak drenaj işlerinde artan maliyet • Köprülerde ani kar yüklemesinde potansiyel artışlar • Drenaj sistemlerinde, su basmasına neden olan ani buzlanma potansiyeli 	
Ortalama yağış miktarında azalma yönünde değişim	<ul style="list-style-type: none"> • Kuraklık artışına bağlı olarak, akarsularda taşımacılık kabiliyetinin azalması • Artan kuraklık veya daha düşük su seviyesi nedeniyle yol altyapısında ve tabanında kararlılığın etkilenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Ren Nehri'nde düşük akışlar nedeniyle 2070-2095 döneminde su yolu taşımacılığı için bir dönüm noktasına ulaşılacaktır
Aşırı sıcaklıklar	<ul style="list-style-type: none"> • Ulaşım sistemlerinin kaplamalarında bozulma, yumuşama • Raylarda deformasyon ve bozulma • Köprü bağlantılarının termal genişmesi • Taşınan malların soğutulması için havalandırma kullanımı nedeniyle artan enerji tüketimi • Arazi altyapısının bozulmasına neden olan orman yangınları 	<ul style="list-style-type: none"> • Birleşik Krallık/Newcastle upon Tyne'da sıcak hava dalgaları demiryolu hız kısıtlamasını 2080'lere kadar üç kat artırabilecektir • Isı dalgalarının, termal genişleme, yol asfaltının erimesi ve kaplama malzemesinin yumuşaması nedeniyle karayollarının ve demiryollarının bükülmesinin bir sonucu olarak 2080'lerde AB ulaşım altyapısında önemli riskler ortaya çıkacaktır
Artan ortalama sıcaklıklar	<ul style="list-style-type: none"> • Kuzey kutbunda daha uzun nakliye dönemleri, yeni nakliye rotalarının açılması • Azalmış kış bakım maliyetleri • Daha uzun inşaat sezonu • Donmuş bir su yüzeyinde çalışan insan yapımı bir yapı olan buz yollarının ya da buz köprülerinin canlılığında azalma 	<ul style="list-style-type: none"> • Isınma küresel çapta farklı bölgelerde çelik deniz yapılarının mikrobiyolojik korozyonunu artıracaktır. • Artan sıcaklıklar Malavi, Mozambik ve Zambiya'daki yolların bakımı ve onarımı için 2050'e kadar 596 milyon dolar maliyet ortaya çıkaracaktır
Aşırı soğuklar	<ul style="list-style-type: none"> • Kaldırımlar ve pistlerde çatlamalar • Demiryollarının kırılğan hale gelmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Küresel çapta farklı bölgelerdeki havaalanları ve limanlarda, uçak kanatlarında, gemilerde,

			güvertelerde, donanımlarda ve rıhtımlarda buzlanma nedeniyle operasyonların kesintiye uğrama riski söz konusudur
Artan donma-çözülme döngüleri	<ul style="list-style-type: none">• Çoğu altyapı, özellikle yollarda artan yorulma hatası• Araç filosunun yıpranması	<ul style="list-style-type: none">• 2100'e kadar donma-çözülme etkisinden kaynaklanan jeoteknik hatalar artacaktır• Kanada/Güney Ontario'daki toprak setlerin mühendislik güvenlik faktöründe bu etkinin %30'luk bir azalmaya yol açması beklenmektedir.	
Donmuş toprak (permafrost) bozulması	<ul style="list-style-type: none">• Çoğu altyapının temel kararlılığının etkilenmesi ve önemli arızalara neden olması	<ul style="list-style-type: none">• Kuzey kutbu ve çevresinde bölgesinde mevsimsel buz tabakasının ve deniz buzunun azalmasıyla permafrost çözülme sürecinin hızlanması beklenmektedir	
Atmosferik türbülansa artış	<ul style="list-style-type: none">• Uçakların yüksek türbülans bölgelerinden kaçınmak için daha uzun rotalar tercih etmesi ve daha fazla yakıt harcamaları.	<ul style="list-style-type: none">• Küresel sıcaklıktaki artış Musonlar ve Orta Enlem fırtına yolları dahil olmak üzere bölgesel atmosferik türbülansları artıracaktır	

Kıyı kentlerindeki ulaşım altyapısı, iklim etkilerine karşı daha kırılgandır. Küresel nüfusun %38'i kıyı bölgelerinden 100 km mesafede yaşamaktadır ve mesafe 150 km'ye çıkarıldığında nüfus oranı %44'e çıkmaktadır. Japonya, Endonezya, Filipinler, Bangladeş, Küçük Ada Devletleri, Hollanda ve Çin gibi ülkelerin kentleri bu kapsamda önemli risk altındadır. Çünkü bu ülkelerin kentlerinin büyük kısmı kıyıdadır. Kıyı kentlerinde küresel ticarete erişmek için liman tesisleri ve altyapısı kıyı kesiminden hinterlanda bağlanmakta ve iklim değişikliği tedarik zincirleri için de önemli bir risk oluşturmaktadır (Rodrigue, 2020).

İklim değişikliğine uyum finansmanı bağlamında 2019'a kadar elde edilen kazanımlar, Covid-19 pandemisinin de etkisiyle önemli ölçüde azalmış ve kamu, özel ve uluslararası finans kaynakları, sağlık harcamalarını önceliklendirmişlerdir. BM Çevre Programı (UNEP) tarafından hazırlanan 2021 Uyum Açığı Raporu'na göre, gelişmekte olan ülkelere sera gazı azaltımı ve uyum eylemleri için iklim finansmanı akışı 2019'da 79,6 milyar dolar olmuştur. 2020'de yapılması gereken 20 milyar dolarlık artış ise gerçekleştirilememiştir. Uyum ihtiyaçları ve maliyetleri yükselirken, finansman akışı ya sabit kalmakta ya da düşmektedir (UNEP, 2021b, s.xv).

İklim dirençli olmayan ulaşım sistemlerinin bakımı ve onarımı da yüksek maliyetlidir. Aşırı yağışlara duyarlı altyapıların iklim değişikliğine uyum maliyetleri en yüksek olanlardır. Dünya Bankası'nın araştırmasında, kentlerdeki drenaj sistemleri gibi altyapıların kentlerde iklime uyum ilişkin maliyetinin %54'ünü temsil ettikleri, bunu %18'lik oranla demiryollarının ve %16'lık maliyet payıyla çoğunluğu asfalt olan yolların takip ettikleri hesaplanmıştır. Şüphesiz iklim değişikliğine uyuma ilişkin eyleme geçmemenin maliyeti bundan daha da yüksektir (Ebinger ve Vandycke, 2015, s.7; Rodrigue, 2020).

Dünya Bankası tarafından ulaşım sektöründe iklim dirençliliğinin sağlanmasında geliştirilen yaklaşımda dört aşama bulunmaktadır (Ebinger ve Vandycke, 2015, s.16; World Bank, 2020):

- 1- Risk ve kırılganlık analizleri temelinde hazırlanan sektörel ve stratejik mekânsal planlama,
- 2- Fiziksel ulaşım altyapısına, yeni teknolojilere ve toplum temelli uyuma yatırım yapılmasıyla dirençli bir ulaşım altyapısı oluşturulması,
- 3- Gerçekleştirme ortamının sağlanması, yani uygulamalar bağlamında kurumsal desteklerin ve kapasite desteklerinin sağlanması, farkındalığın geliştirilmesi, ilgili paydaşların politika ve düzenleme düzeyinde desteklenmesi için finansman sağlanması,
- 4- Afet sonrası risk ve normale dönme desteklerinin verilmesinde yeniden inşa etme süreçlerinde iklim değişikliği kaynaklı riskler ve bunlara karşı dirençlilik sağlanması hususlarının bütünleşik olarak ele alınması.

İklim Değişikliğiyle Mücadelede Sürdürülebilir/Yeşil Ulaşım Politikaları

Sürdürülebilir kalkınma kapsamında ulaşım sektörünün rolü ilk olarak 1992'de BM Yeryüzü Zirvesi ve Gündem 21 kapsamında vurgulanmıştır. Ulaşım hava kalitesi, insan sağlığı, çevresel zararların azaltılması, yerleşmelerde sürdürülebilir ulaşımın geliştirilmesi ve teknolojik yeniliklerin desteklenmesi bağlamlarında ele alınmıştır. Gündem 21'in uygulama sürecinde de ulaşım sektörüyle enerji sektörünün ilişkisi vurgulanmıştır. Günümüzde gelişmiş ülkelerdeki en büyük ve gelişmekte olan ülkelerdeki en hızlı büyüyen enerji kullanımı, ulaşım sektörüyle ilişkilidir (UN, 1992).

Sürdürülebilir ulaşım; taşıma ihtiyacı giderilirken ulaşımın daha 'yeşil' yani daha çevre dostu olmasını, kentlerde yaşanabilirliğin desteklenmesini, güvenlik ihtiyaçlarını, tüm sosyal ve çevresel maliyetleri gözeterek ulaşım hizmetlerini ifade etmektedir (Bibri, Krogstie ve Kärrholm, 2020, s.12; Vaughan, 2021). Yani sürdürülebilir/yeşil ulaşım sistemleri (Cirit, 2014, s.11);

- Ulaşım ihtiyacını karşılarken, kuşaklararası adalet ve halk sağlığı ilkelereinden taviz verilmeyen,
- Ekonomik açıdan etkin ve destekleyici,
- Fosil yakıt kullanımının ve sera gazı emisyonlarının en alt düzeyde tutulduğu,
- Ulaşımında arazi kullanımının ve gürültünün en alt düzeye indirildiği,
- Otomobil odaklı, tek modlu, modlar arası geçişin sağlanmadığı geleneksel yaklaşımlardan farklı sistemlerdir.

Ulaşım sektörüne olan ilgi 2012'deki Rio+20 Konferansı'nda en üst seviyeye ulaşmış, ulaşım ve hareketliliğin sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde olduğu ve ekonomik büyümeyi ve erişilebilirliği artırdığı vurgulanmıştır. Sürdürülebilir/yeşil ulaşımın çevreye zarar vermeyen yapısıyla ekonomik gelişmeye, sosyal bütünleşmeye, sağlığa, kentsel dirençliliğe ve kent-kır bağlantısının sağlanmasına olumlu etkileri dile getirilmiştir. Bu doğrultuda 2014'te BM tarafından tüm ulaşım modlarını kapsayan Sürdürülebilir Ulaşım Yüksek Düzeyli Danışma Grubu kurulmuş ve 2016'da düzenlenen ilk Küresel Sürdürülebilir Ulaşım Konferansı'nda "kalkınma için sürdürülebilir ulaşımın harekete geçirilmesi" politika önerisi olarak BM'ye sunulmuştur. Günümüzde Sendai Afet Riski Azaltımı Çerçevesi ve BM Habitat Yeni Kentsel Gündem'de yeşil ulaşımın önemi vurgulanmaktadır. BM SKA'larında da yeşil ulaşım sağlık, enerji, ekonomik kalkınma, altyapı, şehirler, dirençlilik, gıda güvenliği ve iklim eylemi konuları bağlamında ele alınmaktadır (SDGS, 2021).

İklim eylemi için ulaşımın önemi, BMİDÇS'nin sera gazı emisyonlarının azaltılması hedefi doğrultusunda daha da ön plana çıkmaktadır. Çünkü yurarda da değinildiği gibi, enerjiyle ilgili küresel sera gazı emisyonlarının ¼'e yakınının ulaşımdan geldiği ve bu emisyonların önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artacağı öngörülmektedir. Dolayısıyla ulaşım sektörü Paris Anlaşması'nın aşağıdaki hedeflerinin sağlanmasında önemli bir rol oynayacaktır (DBSA, 2021):

- Sıcaklık artışının sanayi öncesi seviyelerin 1,5°C üzerinde sınırlandırılması çabalarının sürdürülmesi,
- İklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlama kapasitesinin artırılması, iklim dirençliliğinin ve düşük sera gazı emisyonlarının teşvik edilmesi,
- İklim dirençli kalkınma ve sera gazı emisyonlarının düşürülmesi konularına finansal desteklerin sağlanması.

Kentlerde yeşil ulaşımın geliştirilmesi insan sağlığı, arazi kaynakları, su, hava kalitesi ve biyoçeşitlilik üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır. Oysa

BM rakamlarına göre; 95 ülkedeki 610 kentin 2019 yılı verileri, dünya nüfusunun sadece yarısının otobüs ve tramvay gibi düşük kapasiteli ulaşım sistemlerine 500 metre yürüme mesafesinde olduğunu ve trenler ve feribotlar gibi yüksek kapasiteli sistemlere ise bir km mesafede yaşadıklarını göstermiştir. Covid-19 pandemisi toplu taşıma araçlarına erişimi, kısmi kapanmalar ve azaltılmış kapasite yönergelerinden dolayı önemli ölçüde kesintiye uğratmıştır. Bu durum kentsel dirençliliğin sağlanmasında sadece yeşil ulaşımın kullanılmasının değil, salgın gibi özel koşullarla mücadelede de ülkelerin ve kentlerin erişilebilir, güvenli ve sürdürülebilir toplu taşıma sistemleri için seçenekler sunmasının gerekli olduğunu göstermektedir. Ayrıca pandeminin getirdiği risklerin azaltılmasında kent planlama pratiklerinde yolların ve açık kamusal alanların tasarımında bir paradigma değişikliğine gidilerek, motorsuz ulaşımı mümkün kılan ve kentliler için daha sağlıklı bir seçenek olan yürüyüş ve bisiklet yollarını kapsayan bir anlayış benimsenmelidir. BM tarafından ulaşım sistemlerinde uzun vadeli politikalar, sürdürülebilir kentsel hareketlilik planları ve yatırımların elzem olduğu vurgulanmaktadır (UN, 2021). Bu kapsamda son yıllarda kentlerde yeşil ulaşım bağlamında öne çıkan sistemler ve planlama yaklaşımları aşağıdaki başlıklarda ele alınmıştır.

Yeşil ulaşım sistemleri

Yeşil ulaşım sistemleri kapsamında değerlendirilen temel ulaşım türleri yaya ve bisikletle ulaşım, toplu taşıma sistemleri, elektrikli araçlar ve mikromobilité gibi sistemlerden oluşmaktadır.

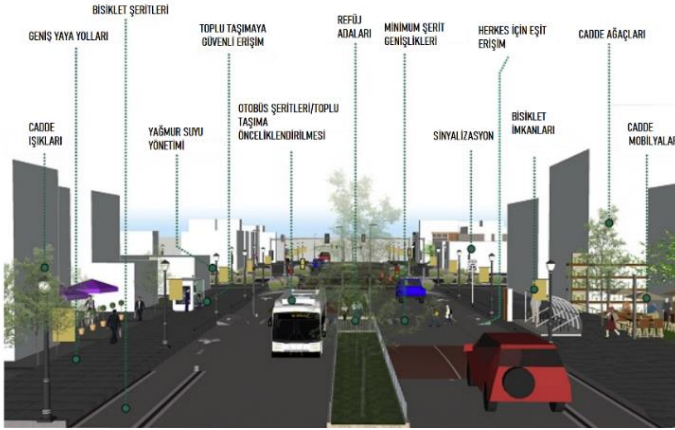
Yaya ve bisikletle ulaşım

Yeşil ulaşım kapsamında yer alan yaya ve bisikletle ulaşım türleri insan sağlığına faydalı, motorsuz ve emisjonsuz ulaşım türleridir. Bu imkanların toplumun tüm kesimleri için sağlandığı caddelere 'bütünlüklü cadde (*complete street*)' denilmektedir. Yaklaşımın mottosu "Herkes için cadde!" dir. Bu kapsamda caddenin çocuklar, yaşlılar, engelliler, arabası olmayanlar dahil olmak üzere tüm toplum tarafından erişilebilir, ulaşımın güvenli ve konforlu olması hususları ön plandadır. Bütünlüklü caddelerde genel geçer bir tasarım söz konusu değildir. Yere özgü koşullar ve ihtiyaçlar önemlidir ve ulaşım maliyetlerinin ve trafik sıkışıklığının azaltılması, eşitliğin, güvenliğin ve halk sağlığının iyileştirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması hedeflenmektedir (SGA, 2021). Bütünlüklü caddelerdeki yeşil altyapılarla yağmur suyunun depolanması sağlanırken, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmaktadır (Şekil 5). Bu uygulamalar iklim dirençli kentleşme ve iklim değişikliğine uyum bağlamında da önemlidir (DI, 2019).



Şekil 5. Kopenhag iklim dostu sokak projesi (DI, 2019).

Bütünlüklü caddelerin ticaret, perakende ve yemek hizmetlerinin etkileşimli kullanımlarının aktif bir cadde meydana getirmesine önem verilmektedir. Yaya ölçeğindeki bütünlüklü caddelerde aydınlatma ve sokak mobilyaları ve bisiklet istasyonları (Şekil 6) yer almaktadır (Sharpin, Welle ve Luke, 2017).



Şekil 6. Bütünlüklü caddenin bölümleri (Sharpin vd., 2017).

Toplu taşıma sistemleri

Bütünlüklü caddelerde de etkin bir biçimde erişim sağlanabilen toplu taşıma sistemlerinde en yaygın olarak kullanılan araçlar esnek tasarıma imkân veren otobüslerdir. Bunun yanı sıra metrobüsler ve tramvaylar, diğer hafif raylı sistemler ve metrolar da bu gruptadır. Toplu taşıma sistemlerine erişim, sürdürülebilir bir kentin temel özelliklerindedir (Cirit, 2014).

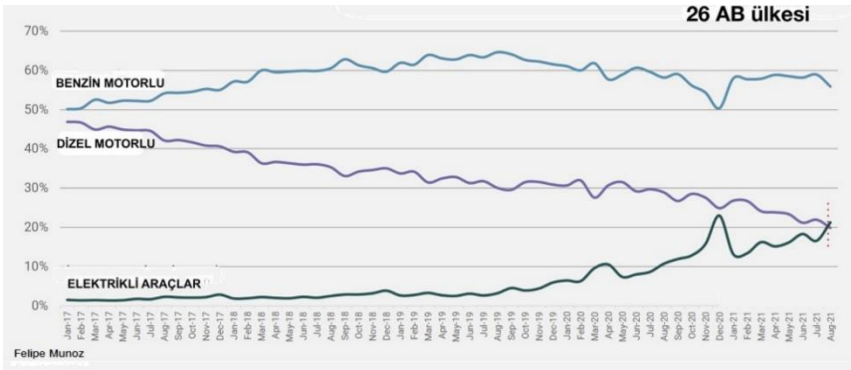
Sürdürülebilir kentleşme doğrultusunda günümüze kadar modeller önerilse de sürdürülebilir nitelikte ve iklim dirençli planlamada 'kompakt kent' ve 'eko-kent' yaklaşımları öne çıkmaktadır. Kompakt kentlerde etkin bir toplu taşıma

sistemiyle ilişkilendirilmiş komşuluk üniteleri ve aktif kent merkezinde karma kullanımlar söz konusudur. Bu sayede yerel servis ve iş imkânlarına erişim kolaydır. Ekokentler ise çevre yönetimini ve ekolojik boyutu vurgulayan, yeşil altyapının, kültürel çeşitliliğin ve yenilenebilir enerji kullanımının ön planda tutulduğu kentlerdir. Her iki yaklaşımın da ortak noktası, daha kısa kent-içi ulaşım mesafeleri, otomobile bağımlılığı azaltmak, toplu taşıma sistemlerini iyi biçimde kurgulamak, enerji tüketimini ve CO₂ emisyonlarını azaltmaktır. Bu yaklaşımların birleştirilmesiyle 'Eko-kompakt kentler' ortaya çıkmıştır. Eko-kompakt kent; toplu taşıma odaklı gelişimin farklı kentsel donatılara erişimi sağladığı, karma kullanımlı, enerji ve doğal kaynak verimliliğinin söz konusu olduğu sürdürülebilir kentleşme biçimidir (Dieleman ve Wegener, 2004, s.309; Jabareen, 2006, s.46; Tuğaç, 2019, s.106).

Elektrikli araçlar/Mikromobilité

Elektrikli araçlar, şarj olduktan sonra sera gazı emisyonu yaymayan araçlardır. Ancak üretimlerindeki gömülü enerjinin miktarı ve araçlarda kullanılan elektriğin üretiminin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanıp sağlanmadığı önemlidir (Verkade, 2021). Türkiye Elektrikli ve Hibrid Araçlar Derneği (TEHAD) rakamlarına göre 26 AB ülkesinde 2017-2021 dönemindeki elektrikli araç satışları benzinli ve dizel araç satışlarıyla kıyaslandığında (Şekil 7) hibrid, elektrikli ve kablolu hibrid gibi farklı türlerdeki elektrikli araçların satış miktarlarında artış gözlemlenmiştir (TEHAD, 2021).

Son yıllarda büyükşehirlerde yaygınlaşan elektrikli skuter gibi mikromobilité araçları ise kullanımı en hızlı artan araçlardır. Günümüzde 53 ülkede 626 kentte yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Kent içi kısa mesafelerde etkin olan skuterler, CO₂ emisyonlarının azaltılmasında önemli yeşil ulaşım seçenekleridir (Altay, 2020).



Şekil 7. Avrupa'da yakıt tiplerine göre araç satışları, 2017-2021 (TEHAD, 2021).

Yeşil ulaşım da ülke örnekleri ve politikaları

Türkiye

Türkiye’de kentlerin sürdürülebilirliğinin ve dirençliliğinin sağlanmasında ulaşım sektörü önemle ele alınmaktadır. Paris Anlaşması kapsamında BMİDÇS Sekreteryası’na 2015’de sunulan Ulusal Katkı Beyanı’nda, ulaşım sektörüne ilişkin aşağıdaki politikalar belirlenmiştir (UNFCCC, 2015):

- Kentlerde sürdürülebilir ulaşım yaklaşımlarının uygulanması,
- Alternatif yakıtların ve temiz araçların teşvik edilmesi,
- Kentsel raylı sistemlerin artırılması,
- Karayolu taşımacılığının payını azaltarak, deniz ve demiryolunun payının artırılmasıyla, yük ve yolcu taşımacılığında modlarının dengeli kullanılması,
- Eski araçların trafikten kaldırılması,
- Karayolu taşımacılığında emisyonların ve yakıt tüketiminin azaltılması,
- Hızlı tren projeleri geliştirilmesi,
- Tünel projeleriyle yakıt tasarrufu sağlanması,
- Yeşil liman ve havalimanı projeleriyle enerji verimliliğinin sağlanması,
- Deniz taşımacılığında özel tüketim vergisi muafiyetlerinin uygulanması.

Türkiye’nin 11. Kalkınma Planı’nda, kentsel sürdürülebilirlik doğrultusunda gelişmiş bir kentsel ulaşım sisteminin oluşturulması hedefi bulunmaktadır (SBB, 2019).

Türkiye’de son yıllarda düşük/sıfır emisyonlu ve elektrikli araçların ve bu kapsamda mikromobilitenin artırılmasına dönük çalışmalar ve yasal düzenlemeler yapılmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 12 Aralık 2019 tarih ve 30976 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Bisiklet Yolları Yapım Yönetmeliği ve Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca hazırlanan, 14 Nisan 2021 tarih ve 31454 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Elektrikli Skuter Yönetmeliği bu yasal düzenlemelere örneklerdir. Ayrıca 2020’de Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı yayımlanmıştır. Söz konusu belgenin vizyonu “İleri bilişim teknolojileriyle Türkiye’de insan ve çevre odaklı ulaşım sistemi” olarak belirlenmiştir (UAB, 2020). Ayrıca yerel yönetimler tarafından kentsel ulaşım ana (*master*) planları hazırlanmaktadır (İBB, 2011; Olcay, 2020).

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığınca Türkiye’nin elektrikli otomobilinin (TOGG) üretimi için çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Türk Standartları Ens-

titüsü (TSE) tarafından TOGG ve diğer elektrikli araçların sayısının 2030'a kadar iki milyonu bulması öngörülmektedir. Elektrikli araçların ihtiyaç duyacağı şarj noktası sayısının 250 bin civarında olması gerektiği ifade edilmiştir. Elektrikli araçların teknik altyapısını desteklemek üzere şarj sistemlerine dönük olarak TSE tarafından Mayıs 2021'de Elektrikli Araçlar ve Elektrikli Araç Şarj Sistemleri-Temel Terimler ve Tanımları ve Kasım 2021'de ise Elektrikli Araç Şarj Üniteleri ve İstasyonları Kurulum ve Güvenlik Gereklere Standardı hazırlanmıştır (TSE, 2021).

2021'de Glasgow'da gerçekleştirilen BMİDÇS 26. Taraflar Konferansı'nda taraf ülkelerce oluşturulan farklı koalisyon ve anlaşma konularından biri de ulaşım sektörü olmuş ve Türkiye aşağıdaki koalisyonlara katılım sağlamıştır (Ünlü, 2021):

- Glasgow Atılımları-Atılım Ajandası Üzerine Beyan: 40'dan fazla ülkenin dört temel atılım kategorisi olan enerji, ulaştırma, çelik ve hidrojen alanlarında temiz enerjili teknolojileri kullanarak, Paris Anlaşması'nun hedeflerini gerçekleştirme beyanıdır.

- Sıfır Emisyon Araçlar Mutabakatı: Türkiye'nin de dahil olduğu 100'den fazla ülke ve otomobil üreticisi, en geç 2035'e kadar lider piyasalarda, 2040'a kadar da tüm dünyada yeni araç satışlarının sıfır emisyonlu olması için çalışmayı taahhüt etmiştir.

- Uluslararası Havacılık İklim Hedefleri Koalisyonu: Havacılık kaynaklı emisyonların Paris Anlaşması'nun küresel ortalama sıcaklık hedefi doğrultusunda azaltılmasına dönük çalışmaları içermektedir.

Türkiye, ulaşım talebi kentsel alanlarda artış gösteren bir ülkedir ve bu doğrultuda sera gazı emisyonlarında da artış yaşanacaktır. Türkiye, Uluslararası Denizcilik Örgütü ve Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü tarafından alınan deniz ve havacılık sera gazı emisyonlarının azaltımını hedefleyen kararlara katılım sağlamıştır. Ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı (2020-2023) kapsamında ulaşım önemli bir sektör olarak ele alınmıştır (ÇŞB, 2018, s.26; ÇŞB, 2019). TÜİK tarafından yayımlanan 2019 yılı Sera Gazı Emisyon Envanteri İstatistikleri'ne göre, Türkiye'de toplam emisyonlarda ulaşım sektörünün payı %16 olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2021). Türkiye'nin 2053 net sıfır karbon emisyonu hedefi ve yeşil kalkınma politikası çerçevesinde yeşil ulaşım sektörüne dönük politikalar geliştirilmesi önümüzdeki süreçte daha da önemli hale gelmiştir.

Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonların azaltılması amacıyla bisikletin yaygınlaştırılması çalışmaları yürütülmektedir. Cumhurbaşkanlığı İcraat Programı'nda, yaşanabilir çevre ve kentler için ulaşımdan kaynaklanan hava kirliliğinin azaltılması, halk sağlığının korunması ve kent estetiğinin sağlanması doğrultusunda 3000 km'lik bisiklet ve yeşil yürüyüş yolu, 60 km çevre dostu sokak ve 60 bin metrekare gürültü bariyeri yapılması hedeflenmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yeşil ulaşım çözümleri kapsamında ulaşım sistemleriyle bütünleşik bisiklet yollarının yapılması ve mikromobilité seçeneklerinden skuterlerin yaygınlaştırılması çalışmaları sürdürülmektedir. Sürdürülebilir ulaşım türlerinin kentlerde yaygınlaştırılması amacıyla, Büyükşehir Belediye Kanunu'nda 2020'de yapılan değişiklikle Bisikletli Ulaşım Ana (*Master*) Planı hazırlama zorunluluğu getirilmiştir. Yerel yönetimler İller Bankası'na bisiklet yolu yapımı için başvurmakta ve uygun projelere Bakanlık tarafından %50 hibe desteği sağlanmaktadır.

AB

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), Avrupa'da 2050'e kadar yolcu taşımacılığında 2013'e kıyasla %50'den fazla, yük taşımacılığında ise %80'den fazla artış öngörmektedir (EEA, 2021a). Avrupa'da ulaşım sektörü çoğunlukla petrole bağımlıdır. Bu husus sera gazı emisyonlarında artışa ve hava kirliliğine neden olmaktadır. Avrupa'da ulaşım altyapısının iklimle ilişkili aşırı hava olaylarına dirençliliğinin sağlanması gerektiği tespit edilmiştir. Araç teknolojisindeki yeniliklerle söz konusu olumsuz etkilerin üstesinden gelmek ancak belirli bir seviyeye kadar mümkündür. Bunun sebebi, yollarda artan araç sayısı ve kentsel gelişmeye koşut olarak uzayan yol miktarıdır. AÇA çalışmalarında araçların ne kadar karbon saldıklarına ilişkin test prosedürlerinin günümüzde geçerliliğini kaybettiği tespit edilmiştir. Araba ve minibüs tipi araçların yollarda, laboratuvar koşullarına göre %40 daha fazla salım yaptıkları belirlenmiştir (AÇA, 2016, s.6,16). Avrupa Komisyonu mevcut araç tipi-onay prosedüründe değişiklikler önermiş, Binek Araçlarından Kaynaklanan CO₂ Emisyonlarının İzlenmesi'ne ilişkin yönetmelikle düzenleme yapılmıştır. AB ülkelerinin kendi sınırlarındaki her yeni araç için bilgi sistemine kayıt yapmaları ve her yıl Komisyona sunduğu bilgiler kapsamında spesifik CO₂ miktarının yer almasına karar verilmiştir (EEA, 2021b).

AÇA'nın (2020) Ulaşım ve Çevre Raporu'nda, 2018'de AB'de sera gazı emisyonlarının %24,6'sının ulaştırma sektöründen, emisyonların %13,2'sinin

havacılık sektöründen ve %0,4'ünün ise demiryollarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Raporda ulaştırma sektöründe daha etkin azaltım eylemlerinin tespit edilmesinin önemine değinilmiş, havacılıktan kaynaklanan CO₂ emisyonlarının yanı sıra, sülfür dioksit (SO₂), siyah karbon ve nitrojen oksit (NO_x) gibi kısa ömürlü iklim zorlayıcılarının atmosferde ısınmsal zorlama sebebiyle değişikliklere neden olmasının, küresel ısınmayla ve bulut formasyonunda değişikliklerle sonuçlanacak etkiler ortaya çıkardığı vurgulanmıştır (EEA, 2021c, s.24).

Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında ulaşım önemle ele alınmaktadır. Avrupa işletmeleri ve küresel tedarik zincirleri için kritik önemdeki ulaşım sektörü, AB GSYİH'na yaklaşık %5 katkıda bulunmakta, 10 milyondan fazla kişiyi istihdam sağlamaktadır. Yeşil Mutabakat kapsamında "2050'ye kadar ilk iklim nötr kıta olma hedefi"nin belirlenmiş olması, ulaşım sektöründe önemli değişiklikleri gerektirmektedir. Bu kapsamda Avrupa Komisyonu'nda, AB'nin iklim, enerji, ulaştırma ve vergilendirme politikalarını 2030'a kadar net sera gazı emisyonlarını 1990 düzeyine göre en az %55 oranında azaltmaya uygun hale getirmek için eylemler kabul edilmiştir (EC, 2021a).

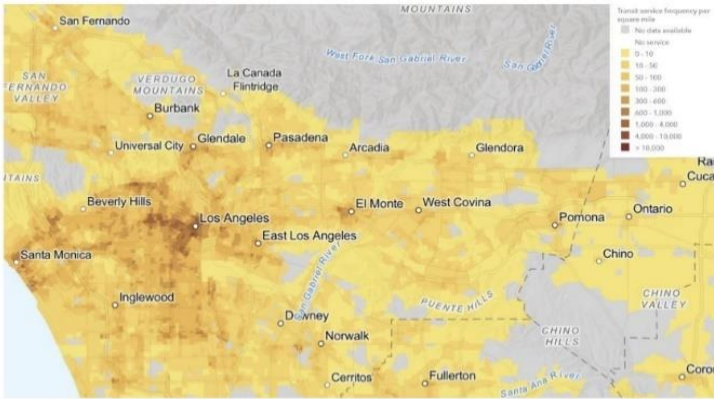
Aralık 2021'de AB'de yeni Kentsel Hareketlilik Çerçevesi kabul edilmiştir. Çerçeve'nin mottosu "daha temiz, daha yeşil, daha kolay kentsel hareketlilik"tir. Çerçeve'de kentlerin milyonlarca insana ev sahipliği yaptığına, AB nüfusunun %70'inin kentlerde yaşadığına değinilmiştir. Mevcut ulaşım modlarının trafik sıkışıklığına, emisyon ve gürültüye neden olduğu vurgulanarak, sera gazı emisyonlarının %23'ünün kentsel ulaşımından kaynaklandığı belirtilmiştir. Çerçeve'de AB'nin 2030'a kadar 1990 düzeyine göre sera gazı emisyonlarını en az %55, 2050'de en az %90 azaltma hedeflerine erişmede ve Avrupa'da kentlere emisyonları kesmeleri, hareketliliği geliştirmeleri ve Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planları hazırlamaları konusunda bir yol haritasının oluşturulmak istenildiği vurgulanmıştır. Bu kapsamda yeşil ulaşım modları olan toplu taşıma, bisiklet ve yaya seçeneklerinin geliştirilmesinin yanı sıra, dijital çözüm ve servislerin de yaygınlaştırılacağı belirtilmiş ve 2030'da 100 iklim-nötr kente ulaşma hedefi belirlenmiştir (EC, 2021b).

ABD

ABD'de 2019'da toplam sera gazı emisyonlarının %29'u ulaşım sektöründen kaynaklanmış ve emisyon payı en yüksek sektör olmuştur. ABD'de ulaşımda kullanılan yakıtların %90'dan fazlası petrol bazlıdır. EPA'ya göre, 1990-2019 döneminde ulaştırma sektöründeki emisyon artışında yolculuk talebindeki ve nüfustaki artış, ekonomik büyüme ve kentsel yayılma etkili olmuştur (EPA, 2021b).

EPA tarafından kentsel arazi kullanımı ve kent formuyla ulaşım ilişkisi değerlendirilmiş; insan ölçeğinde ve yürünebilir bir tasarıma sahip sokaklarda toplu taşımaya, alışveriş merkezlerine ya da kişilerin günlük ihtiyaçlarına erişimini mümkün kılan yaklaşım, karma kullanımlı yaklaşımlar olarak belirlenmiştir. Böylelikle, komşulukta yaşayan kişiler araç kullanmak yerine yürümek, bisiklete binmek veya toplu taşımadan yararlanmak imkanlarına sahip olabilmektedirler. Bunun hem sağlık hem de ekonomik açıdan önemli yararları söz konusudur (EPA, 2021c). EPA tarafından metropoliten alanlarda mahalle ölçeğinde yerleşik alanlar ile erişilebilirliği ilişkilendirmeye ve kentsel ulaşım planlamasının yapılmasına katkı sağlayacak üç veri tabanı geliştirmiştir. Bunlar (EPA, 2021c):

1- Akıllı Konum Veri Tabanı: Yoğunluk, arazi kullanımları, kentsel tasarımlar, toplu taşıma sistemiyle, arabayla erişilebilirlik, iş yeri konumları, nüfus miktarı gibi 90'dan fazla gösterge aracılığıyla yerleşik alanda konumun erişilebilirlik verimliliğinin değerlendirildiği (Şekil 8) veri tabanıdır.



Şekil 8. Los Angeles metropol bölgesinde ulaşım yoğun saatlerde milkare başına ulaşım sıklığı (EPA, 2021c).

2- Toplu Taşıma Araçlarıyla Erişim Aracı: Toplu taşımayla ulaşım sağlanmak istenen hedeflere erişilebilirlik göstergelerini içermektedir. Göstergeler aracılığıyla metropol bölgelerinde ulaşılabilen iş yerlerinin sayısının yanı sıra nüfus, konut alanları ve toplu taşımayı kullanan çalışan sayılarına ilişkin istatistikler veri tabanında yer almaktadır.

3- Ulusal Yürünebilirlik Endeksi: Akıllı konum veri tabanından seçilen göstergeler aracılığıyla yürünebilir alanların tespitini belirli bir puanlama metodolojisine dayandıran endekstir.

Yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi günümüzde, özellikle metropol-lerde karma kullanımların geliştirilmesi, fosil yakıt kullanımını azaltmak doğrultusunda alternatif teknoloji araçların kullanılması ve toplu taşımayı, yaya ve bisikletle erişimi mümkün kılan yeşil ulaşım sistemlerine kentsel planlama ve tasarımda yer verilmektedir.

Bulgular

Çalışmada başlangıçta belirtilen amaç doğrultusunda yapılan değerlendirilmede;

- Kentlerde yeşil ulaşımın desteklenmesinin; iklim değişikliğine uyuma, fosil yakıt kullanımının ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik önemli faydalar sağladığı,
- Kentlerde yeşil ulaşım yatırımlarının kentsel dirençliliği destekleyen ve ölçek ekonomisi nedeniyle maliyet etkin nitelikte olduğu,
- Taşıtlardan kaynaklanan kirleticilerin azaltılmasında yeşil ulaşım modlarının yanı sıra, elektrikli ve alternatif yakıtlı araçların yaygınlaştırılmasının etkili olacağı,
- Sürdürülebilir ve iklim duyarlı kentleşme bağlamında nitelikli ve etkin bir toplu taşıma sistemiyle desteklenen kompakt kent gelişiminin önemli olduğu, çalışmada elde edilen bulgulardır.

Tartışma ve Sonuç

İnsan faaliyetlerinde fosil yakıtların farklı sektörlerde aşırı kullanımı sera gazı emisyonlarında artışa, arazi bozunumuna ve ormansızlaşmaya; doğal dengenin bozulmasına ve iklim değişikliği sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık ¼'ünden sorumlu olan ulaşım sektörü önemle ele alınmalıdır. Bu husus iklim değişikliğiyle ilişkili afetlerin ve risklerin yanı sıra aşırı hava olaylarının etkileri bağlamında da elzemdir. Kentlerde ulaşım planlamasında bir paradigma değişikliğine ihtiyaç vardır.

Sürdürülebilir ve dirençli kentler için iklim etkilerine uyum ve sera gazı azaltımı eylemleri ivedilikle hayata geçirilmelidir. Bu eylemlerin en önemlilerinden biri yeşil/sürdürülebilir ulaşım ile ilişkin olanlardır.

Yerel İklim Değişikliği Eylem Planlarının hazırlanması ve ulaşım başta olmak üzere, kentsel faaliyetlere ilişkin sera gazı envanterlerin hazırlanarak, belirlenecek bir hedef yılda sera gazı emisyonlarının azaltılması amaçlanmalıdır.

Ulaştırma da yakıt dönüşümünün sağlanarak, alternatif yakıtlı ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin sağlandığı elektrikli araçlar ve mikromobilite seçenekleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu tip araç teknolojilerinin ve tasarımlarının geliştirilmesine dönük Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesi ve yakıt verimliliğinin sağlanması gereklidir.

Kentsel planlama ve tasarımda kentin kompakt gelişimine imkân veren ulaşım sistemlerinin kurgulanması ve iklim değişikliğiyle ilişkili afetlere dirençliliği artırmada yeni iklim normallerine göre ele alınmaları önemlidir. Bu doğrultuda yaya ve bisikletle ulaşımı ve toplu taşıma gibi yeşil ulaşım modlarını geliştirmek gereklidir. Bu seçeneklerin aktif kullanımını destekleyen karma kullanımlı alt merkezleri oluşturan kentsel tasarım ve planlama yaklaşımları, sadece fosil yakıt tüketimini azaltarak çevresel bağlamda değil, aynı zamanda sağlık, ekonomi ve toplumsal bütünleşmeye dönük faydalar da sağlamaktadır.

Yeşil ulaşım sistemleri yerel ekonomiyi geliştiren, istihdam olanakları oluşturan, kentsel alanlara yeni yatırımları çeken bir unsurdur. Toplumun gelişimini desteklemek yönünde eğitim, sağlık ve iş imkanlarına ulaşımı, çevreye zarar vermeden, etkin bir biçimde gerçekleştirmeyi mümkün kılmaktadır.

Tüm bu çalışmalarda merkezi ve yerel karar vericilerin kararlı bir tutum sergilemesi ve vatandaşların da sürece katılımlarıyla, fosil yakıtlara bağlı araç kullanımını sınırlandırmayı hedefleyen politikaları desteklemeleri, bireysel davranış değişiklikleri gerçekleştirmeleri önemlidir.

BM eski Genel Sekreteri Ban Ki-Moon'un belirttiği gibi "Ulaşım sistemimizi sürdürülebilir hale getirmek, insan refahını iyileştirecek, sosyal ilerlemeyi artıracak ve gezegenimizi koruyacaktır." (UN, 2016).



Extended Abstract

Green Transportation in the Context of Climate Change and Urban Resilience

*

Çiğdem Tuğaç

ORCID: 0000-0002-2555-6641

The transport sector is important at all scales, international, national, regional and local. However, transportation infrastructure plays an important role in the access of people to education and health services, trade centers, workplaces, recreation areas and other urban services, especially at the urban scale, and in this respect, it is essential for continuity of urban life. Investing in transportation infrastructure, innovations and technologies in this field and making this infrastructure safer; While contributing to environment by reducing greenhouse gas emissions that cause climate change and factors causing air pollution, it also supports the creation of new employment areas and social and economic development. Today, more than half of the global human population lives in urban areas. Under the conditions where this rate is expected to increase to 2/3 of the world's population in 2050, that is, to reach approximately 6.5 billion people, the development of transportation infrastructure has the potential to bring further benefits in environmental, economic and social areas.

The location of urban equipment and well-designed transportation systems are very important in urban development and transformation decisions. Failure to observe these issues, especially in low-income groups' access from residential areas to workplaces, may cause these people to create illegal housing areas in areas close to workplaces in order to reduce transportation costs, or to create slums in the city. There are also aspects of long periods spent in traffic that increase greenhouse gas emissions, air and noise pollution that cause climate change, and losses in the socio-economic context.

In reaching the SDGs and their targets, provision of 'sustainable transportation' or 'green transportation' opportunities and the implementation of actions towards this have gained more importance today. Green transportation refers to transpor-

tation types that do not adversely affect environment, unlike fossil fuel-based transportation, and this type of transportation is especially based on renewable/alternative energy sources. In line with the call for green transport in the SDGs, not only to ensure access to affordable, safe and sustainable transport systems for all, but also to provide good public transport services, improve road safety and it is necessary to encourage more walking and cycling use of electric vehicles and cleaner fuel technologies.

The net zero carbon emission targets announced one after another by countries today demonstrates a clear understanding now a necessity for the future of the world and the survival of living things to create low-carbon and climate-resilient settlements and to switch to green transportation modes as one of the important strategies in this context and to move away from fossil fuels gradually. Today, all countries are increasingly investing in the low-carbon/clean-energy transportation sector. Net zero carbon emission targets are announced by many countries, including Turkey. Addressing the transportation sector as an important source of greenhouse gases in achieving these goals has become even more important in the context of combating climate change and increasing urban resilience.

The aim of this study is to evaluate the impact of transportation sector on climate change and its vulnerability to the consequences of climate change, and the contribution of the use of green transportation modes to urban resilience. In this context, the study is handled in three parts. (1) First of all, the impact of the transportation sector on the environment and climate change is discussed. (2) Afterwards, the impact of climate change on transportation systems is examined together with the context of urban resilience. (3) In the following title, sustainable/green transportation policies in the fight against climate change are examined, and exemplary practices and policies related to green transportation systems and green transportation from Turkey and the world are also discussed under this heading. The findings obtained from these sections were evaluated together in the discussion and conclusion sections.

In the study, the relational research model was used as a method in order to establish the relationship between climate change, green transportation and urban resilience. As research material, relevant sources and statistical data were used.

In the evaluation made in line with the purpose stated at the beginning of the study, it was determined that supporting green transportation in cities provides significant benefits in adapting to climate change, reducing fossil fuel use and greenhouse gas emissions. Electric vehicles and micro-mobility options, which provide electricity generation from alternative fuel and renewable energy sources, should be ex-

panded by ensuring fuel conversion in transportation. In addition to green transportation modes, the widespread use of electric and alternative fuel vehicles will also reduce the pollutants originating from vehicles. Compact city development supported by a qualified and effective public transportation system is important in sustainable and resilient urbanization.

In the study, it was concluded that development of green transportation options is effective in reducing greenhouse gas emissions, other vehicle-related pollutants and problems. It is another important result that the development of transportation infrastructure in urban planning according to new climate-normal will become more important in the upcoming period.

Green transportation systems are an element that develops the local economy, creates employment opportunities, attracts new investments in urban areas, and makes it possible to reach education, health and job opportunities in order to support the development of the society, effectively without harming the environment. On the other hand, in all these studies, it is important that central and local decision-makers take a determined attitude and that citizens, with their participation in the process, support policies aiming to limit the use of vehicles based on fossil fuels and make individual behavioural changes.

Kaynakça/References

- AÇA. (2016). *Temiz ve akıllı hareketliliğe doğru AÇA işaretler*. Lüksemburg: AB.
- Altay, S. (2020, Kasım 9). Mikromobilite metropolleri sürdürülebilir bir geleceğe taşıyor. 3 Aralık 2021 tarihinde, https://www.ey.com/tr_tr/automotive-transportation/mikromobilite-metropolleri-surdurulebilir-bir-gelecege-isaret-ediyor adresinden erişildi.
- Ausubel, J., Marchetti, C. ve Meyer, P. S. (1998). Toward green mobility: the evolution of transport. *European Review*, 6(2),137-156.
- Bibri, S. E., Krogstie, J. ve Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the Built Environment*, 4(20),1-20.
- Cirit, F. (2014). *Sürdürülebilir kentiçi ulaşım politikaları ve toplu taşıma sistemlerinin karşılaştırılması*. (Uzmanlık Tezi). Ankara: Kalkınma Bakanlığı.
- ÇŞB. (2018). *Türkiye iklim değişikliği 7. ulusal bildirim*. Ankara: ÇŞB.
- ÇŞB. (2019). *Akıllı şehirler eylem planı*. 5 Kasım 2021 tarihinde, <https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlani.pdf> adresinden erişildi.
- DBSA. (2021). How green transport can be a catalyst for economic development and growth. 3 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.dbsa.org/article/how-green-transport-can-be-catalyst-economic-development-and-growth> adresinden erişildi.

- DI. (2019). Henrykte prisfinalister: nu mangler vi bare modige bygherrer. 2 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2019/3/henrykte-prisfinalister-nu-mangler-vi-bare-modige-bygherrer/> adresinden erişildi.
- Dieleman, F. ve Wegener, M. (2004). Compact city and urban sprawl. *Built Environment*, 30(4),308-323.
- Ebinger J. ve Vandycke, O. (2015). *Moving toward climate-resilient transport: the world bank's experience from building adaptation into programs*. Washington: World Bank.
- EC. (2020). Main place of work and commuting time – statistics. 3 Aralık 2021 tarihinde, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Main_place_of_work_and_commuting_time_-_statistics adresinden erişildi.
- EC. (2021a). Transport and the green deal. 2 Ocak 2022 tarihinde, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_en adresinden erişildi.
- EC. (2021b). New transport proposals target greater efficiency and more sustainable travel. 5 Ocak 2022 tarihinde, https://transport.ec.europa.eu/news/efficient-and-green-mobility-2021-12-14_en adresinden erişildi.
- Eddie.net. (2021). Boris Johnson pledges action on 'coal, cars, cash and trees' at cop26. 8 Ocak 2021 tarihinde, <https://www.edie.net/news/11/Boris-Johnson-pledges-action-on-coal-cars-cash-and-trees-at-COP26/> adresinden erişildi.
- EEA. (2021a). Greenhouse gas emissions from transport in Europe. 12 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-transport> adresinden erişildi.
- EEA. (2021b). Monitoring of co2 emissions from passenger cars–regulation (eu) 2019/631. 13 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/co2-cars-emission-20> adresinden erişildi.
- EEA. (2021c). *Transport and environment report 2020: train or plane?* Luxemburg: EEA.
- EPA. (2017). Climate impacts on transportation. 2 Aralık 2021 tarihinde, https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-transportation_.html adresinden erişildi.
- EPA. (2021a). Transportation sector emissions. 2 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#transportation> adresinden erişildi.
- EPA. (2021b). Sources of greenhouse gas emissions. 2 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions> adresinden erişildi.
- EPA. (2021c). Smart location mapping. 2 Aralık 2021 tarihinde <https://www.epa.gov/smartgrowth/smart-location-mapping> adresinden erişildi.
- Friedlingstein, P., Jones, M.W., O'Sullivan, M., Andrew, R.M., Bakker, D.C.E., Hauck, J...Zeng, J. (2021). Global carbon budget. 3 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/21/publications.htm> adresinden erişildi.

- Gotley, I. (2020). The world's longest commutes. 8 Aralık 2021 tarihinde <https://www.parkhound.com.au/blog/the-worlds-longest-commutes/> adresinden erişildi.
- IPCC. (2014). *Assessment report 5-glossary*. IPCC
- IPCC. (2021). *Assessment report 6-WGI report*. IPCC.
- IPCC. (2022). *Assessment report 6-WGII report*. IPCC.
- İBB. (2011). *İstanbul metropoliten alanı kentsel ulaşım ana planı*. İstanbul: İBB.
- Jabareen, Y.R. (2006). Sustainable urban forms. *Journal of Planning Education and Research* 26,38-56.
- JPOI. (2002). Plan of implementation of the world summit on sustainable development. 3 Aralık 2021 tarihinde, http://library.arcticportal.org/1679/1/Johannesburg_Plan_of_Implementation.pdf adresinden erişildi.
- Mahendra, A., R. King, J.D., Dasgupta, A., Beard, V.A., Kallergis, A. ve Schalch. K. (2021). *Seven transformations for more equitable and sustainable cities*. Washington:World Resources Institute.
- Marchetti, C. (1994). Anthropological invariants in travel behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, 47, 75-88.
- Olçay, Ö. (2020). Ankara'nın ulaşım master planı 'smart ankara' ile belirlenecek. *Anadolu Ajansı*. 20 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/ankaranin-ulasim-master-planı-smart-ankara-ile-belirlenecek/2003413> adresinden erişildi.
- Rodrigue, J.P. (2020). *The geography of transport systems* (5.baskı). New York: Routledge.
- SBB. (2019). *On birinci kalkınma planı*. Ankara:SBB.
- SDGS. (2021). Sustainable transport. 2 Kasım 2021 tarihinde, <https://sdgs.un.org/topics/sustainable-transport> adresinden erişildi.
- Sharpin, A.B., Welle, B. ve Luke, N. (2017). What makes a complete street? a brief guide. 2 Kasım 2021 tarihinde, <https://thecityfix.com/blog/what-makes-a-complete-street-a-brief-guide-nikita-luke-anna-bray-sharpin-ben-welle/> adresinden erişildi.
- SGA. (2021). What are the complete streets? 4 Aralık 2021 tarihinde, <https://smartgrowthamerica.org/program/national-complete-streets-coalition/publications/what-are-complete-streets/> adresinden erişildi.
- SLoCaT. (2015). Transport commitments report. 3 Aralık 2021 tarihinde, http://www.slocat.net/wp-content/uploads/legacy/u13/2015_transport_commitments_report_2.pdf adresinden erişildi.
- TEHAD. (2021). Elektrikli otomobil satışları ilk kez dizeli yakaladı. 5 Ekim 2021 tarihinde, <https://www.tehad.org/2021/10/05/elektrikli-otomobil-satislari-ilk-kez-dizeli-yakaladi/> adresinden erişildi.
- TSE. (2021). TSE'den elektrikli araç şarj istasyonları kurulum gerekleri standardı. 24 Aralık 2021 tarihinde, <https://www.tse.org.tr/Icerik/HaberDetay?HaberID=15999> adresinden erişildi.

- Tuğaç, Ç. (2019). *Türkiye’de kentsel iklim değişikliği için eko-kompakt kentler*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- TÜİK. (2021). Sera gazı emisyon istatistikleri, 1990-2019. 1 Ocak 2022 tarihinde, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Greenhouse-Gas-Emissions-Statistics-1990-2019-37196> adresinden erişildi.
- UAB. (2020). *Ulusal akıllı ulaşım sistemleri strateji belgesi ve 2020-2023 eylem planı*. Ankara: UAB.
- UN. (1992). Agenda 21. 15 Ocak 2022 tarihinde, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> adresinden erişildi.
- UN. (2016). Global sustainable transport conference. 5 Ocak 2022 tarihinde, <https://news.un.org/en/story/2016/11/546342-answer-global-transportation-challenges-not-less-transport-it-sustainable> adresinden erişildi.
- UN. (2021). *The sustainable development goals report 2021*. New York: UN.
- UNDESA. (2019). *World urbanization prospects 2018: key facts*. New York: UN.
- UNDP. (2021). Amaç 11: sürdürülebilir şehir ve yaşam alanları. 2 Kasım 2021 tarihinde, <https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html> adresinden erişildi.
- UNEP. (2021a). *Emissions gap report 2021*. Nairobi: UNEP.
- UNEP (2021b). *Adaptation gap report 2021*. Nairobi: UNEP.
- UNFCCC. (2015). Republic of turkey intended nationally determined contribution. 1 Aralık 2021 tarihinde, https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Turkey%20First/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf adresinden erişildi.
- Ünlü, D. E. (2021). Türkiye COP26’da 4 taahhüde imza attı. *Dünya Gazetesi*. 1 Ocak 2021 tarihinde, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/turkiye-cop26da-4-taahhude-imza-atti/639989> adresinden erişildi.
- Vaughan.ca. (2021). Sustainable transportation. 4 Kasım 2021 tarihinde https://www.vaughan.ca/projects/projects_and_studies/sustainable_transportation/Pages/default.aspx adresinden erişildi.
- Verkade, T. (2021). Why electric cars are always green (and how they could get greener). 7 Aralık 2021 tarihinde, <https://thecorrespondent.com/7056/why-electric-cars-are-always-green-and-how-they-could-get-greener> adresinden erişildi.
- WMO. (2020). Carbon dioxide levels continue at record levels, despite COVID-19 lockdown. 7 Aralık 2021 tarihinde, <https://public.wmo.int/en/media/press-release/carbon-dioxide-levels-continue-record-levels-despite-covid-19-lockdown> adresinden erişildi.
- World Bank. (2020). Strengthening resilience in the transport sector. 10 Aralık 2021 tarihinde, <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/705861593475198613-0090022020/original/RIRGlobalITF0A320520200617.pdf> adresinden erişildi.