

## SÜRÜCÜSÜZ TAŞITLAR VE PAYLAŞIMLI KULLANIMININ KENTSEL ALANDA OTOPARK VE ARAZİ KULLANIMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ\*

İrem Merve ULU \*\*, Hilmi Evren ERDİN \*\*\*

### Öz

Sürücüsüz taşıtlar ve paylaşımlı kullanımları üzerine yapılan son çalışmalar bu teknolojinin trafik, maliyet ve çevresel etkilerini araştırmış olsa da özellikle bu taşıtların otopark talebini azaltarak kentsel arazi kullanımları üzerindeki etkisi ile kentsel mekânı ve kent formlarını nasıl değiştirebileceği hakkında çok az şey bilinmektedir. Sürücüsüz taşıtlar bilgisayar tarafından kontrol edilirler, yolcuları bir noktadan alıp başka bir noktaya bırakabilir ve daha sonra uzak lokasyonlardan park yeri seçebilirler. Kendi kendine park etmenin birçok avantajı bulunmasının yanı sıra bunun insan sürücülerden farklı otopark talebi yaratacağı da öngörülmektedir. Bu çalışmada literatürde yer alan simülasyon ve modelleme temelli çalışmalardan yola çıkarak sürücüsüz taşıtlar ve paylaşımlı kullanımının otopark arz ve talebini nasıl etkileyeceği ve buna bağlı olarak değişen arazi kullanımının kente olası etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma bulgularına göre sürücüsüz taşıtların paylaşıldığında otopark talebini azaltabileceği, mevcut otopark alanlarının daha verimli kullanılmasını sağlayabileceği, buna bağlı olarak kent merkezinde otopark alanlarının ve yol kenarı parklanmasının azalabileceği beklenebilir. Böylelikle yeni alan bulmanın zor olduğu ve rantın yüksek olduğu kent merkezlerinde kazanılan yeni alanların, sosyal ve rekreasyon gibi kullanımlar için ayrılarak kentlilerin yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için değerlendirilebileceği söylenebilir. Ayrıca kentlilere daha adil ve eşit bir ulaşım imkânı ve daha erişilebilir kentler sunulabilir. Ancak doğru politikalar izlenmediğinde talebin kısıtılarak kent merkezinde sıklığına neden olabileceği, daha yoğun kent merkezlerine yol açabileceği, kentsel saçaklanmayı tetikleyebileceği ve bu sebeple yerleşime açılmamış doğal alanların tahribine ve kentlilere yüklenen yeni altyapı maliyetleri sonucunu doğurabileceği de düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Sürücüsüz taşıtlar; Otopark kullanımı; Paylaşımlı araçlar; Kentsel ulaşım; Kentsel arazi kullanımı

\* Çalışmanın temeli DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü- Şehir ve Bölge Planlama Yüksek Lisans Programında hazırlanan tez çalışması kapsamında üretilmiştir.

\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, iremmerveulu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3853-3860

\*\*\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, evren.erdin@deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3350-8930

## THE EFFECTS OF AUTONOMOUS VEHICLES AND THEIR SHARED USE ON PARKING AND LAND USES IN URBAN AREAS\*

İrem Merve ULU \*\*, Hilmi Evren ERDİN \*\*\*

### Abstract

*Although recent studies on autonomous vehicles and their shared use have explored the traffic, cost, and environmental impacts of this technology, little is known about how these vehicles can change urban space and urban forms, particularly with its impact on urban land uses by reducing parking demand. Autonomous vehicles are computer-controlled; they can pick up passengers from one point and drop them off at another, and then select parking spaces from remote locations. In addition to the many advantages of self-parking, it is anticipated that this will create a different parking demand from human drivers. This study evaluated how autonomous vehicles and shared use will affect the parking lot supply and demand and the possible effects of the changing land use on the city. According to the findings of the study, it can be expected that when autonomous vehicles are shared, they can reduce the demand for parking, enable more efficient use of existing parking spaces, and accordingly, decrease the number of parking spaces and roadside parking in the city center. Thus, in the city centers where it is difficult to find new areas and where the rent is high, the acquired areas can be used to improve the quality of life of the citizens through social and recreational uses. In addition, fairer and equal transportation opportunities and more accessible cities can be offered to the citizens. However, when the right policies are not followed, demand may cause congestion in the city center, leading to denser city centers, which can trigger urban sprawl, and therefore result in the destruction of uninhabited natural areas and new infrastructure costs imposed on the citizens.*

**Keywords:** Autonomous vehicles; Parking use; Shared vehicles; Urban transportation; Urban land use

---

\* The basis of the study was produced as part of a thesis prepared in the Department of City and Regional Planning Master's Program at the DEU Graduate School of Natural and Applied Sciences.

\*\* Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of City and Regional Planning, iremmerveulu@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3853-3860

\*\*\* Dokuz Eylül University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, evren.erdin@deu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3350-8930

## GİRİŞ

Kentlerin fiziksel, mekânsal ve sosyal yapısının biçimlenişinde ve değişiminde, ulaşım ve ulaşım teknolojilerindeki gelişmeler büyük bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda sürücüsüz taşıtların (ST) yaygınlaşmasının modern kentlerin akıllı dönüşüm sürecine büyük katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca yapay zekâ ile kendi içlerinde ve altyapıyla iletişim özelliklerine sahip olmaları sebebiyle insanlara özgü hatalardan kaynaklanan kaza riskini en aza indirip daha güvenli seyahat sağlayabilirler. Bu araçlar karayolu altyapısını daha etkin kullanabildiği için trafik sıkışıklığının azalmasına, dolayısıyla seyahat süresinin azalmasına katkı sağlarlar. Diğer taraftan bu taşıtların şarj istasyonları, telekomünikasyon ağı, otoparklar ve karayolu altyapısı üzerinde değişimler yaratması da beklenmektedir. Çevre kirliliği, yolculukta geçen süre ve yolculuk talebiyle doğrudan ilişkili olan karayolu ve otoparklar aynı zamanda kentsel arazi kullanımının büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Kentlerde konut, ticaret, eğitim yapıları, konaklama tesisleri, sağlık tesisleri, ibadet alanları, yeme, içme, sosyal tesisler, kültürel ve eğlence merkezleri, eğitim ve sosyal tesisler, kamu kurum ve kuruluşları, sanayi tesisleri ve açık tesisler olmak üzere çok çeşitli kentsel arazi kullanım türlerinin her biri için ayrı ayrı otopark ihtiyacı olduğu ve buna göre mekânsal düzenleme yapıldığı bilinmektedir. Örneğin nüfusun %94,5'inin bireysel otomobil kullandığı Amerika Birleşik Devletleri'nde otopark alanları 4.400 km<sup>2</sup>'yi kapsamaktadır (Ben-Joseph, 2012). Otopark alanları Melbourne'de ise şehir merkezinin %76'sı kadarına denktir (Lipson ve Kurman, 2016). Los Angeles'ta da 110.000 yol kenarı otoparkı şehir merkezinin %81'ine karşılık gelen 331 hektar alan kaplamaktadır (Tachet, Sagarra, Santi, Resta, Szell, Strogatz ve Ratti, 2017). ST'lerin yaygınlaşması ile dolaşımdaki araç sayısının ve dolayısıyla park yeri talebinin azalacağını öngören çalışmaların sonucunda kentsel ulaşım altyapısının bileşeni olan otoparkların yeşil alan, ek trafik şeritleri, bisikletli ve yayalar için alternatif kamusal alanlar olarak yeniden değerlendirilebileceği ileri sürülmektedir (Silva, Földes ve Csiszár, 2021).

ST'ler birkaç kullanıcı arasında paylaşılırsa veya özel olarak sahip olunmazsa paylaşılan taşıt park etme ihtiyacı duymadan bir yolcuyla bırakabilir ve başka bir yolcuyla alabilirler. Böyle bir paylaşım otopark ihtiyacını hafifletse de kimsenin araçları kullanmak istemediği saatlerde park gereksinimi nedeniyle tamamen ortadan kalkması söz konusu olmayacaktır. Bu sebeple ST'lerin insan sürücülerden farklı otopark kullanımı, otopark talebinin belirlenmesi ve dolaylı yollardan kentsel kullanımı nasıl etkileyeceğinin kestirimini anlamak için önemlidir.

ST'lerin kentsel alanlarda potansiyel dönüşümlere neden olacağı düşünülmektedir. Bu yüzden bu potansiyel etkilerin analizi ve değerlendirilmesi, insanları ve yaşam alanlarını nasıl etkileyeceğini anlamak önemli hale gelmiştir. Kentlerin gelişiminde planlı büyüme ve buna uygun politikalar izlenmesi gerektiği için bu gelişimi etkileyecek tüm olguların öncesinden ele alınması oldukça önemlidir. Bu olgulardan biri olan ST'lerin, özellikle trafik ve ulaşım sistemi üzerinde büyük değişimlere neden olması ve ulaşım sisteminin kurgusundan doğrudan etkilenen kentleri de etkilemesi kaçınılmazdır. ST'lerin otopark kullanımında yaratacağı değişim de kentsel alan kullanımını etkileyecektir. Literatürdeki çalışmalarda ST'lerin otopark kullanımı üzerine modellemeler ve hesaplamalar yapılsa da kentsel alandaki etkileri bu analizlerde yaygın biçimde kullanılmamıştır. Bu sebeple ST'lerin otopark kullanımının nasıl olacağına yönelik tahminler hem kentlerimizin gelişen teknolojiyle birlikte değişirken uygun politikalar uygulanması hem de gelecek çalışmalara bir altlık olması açısından önemlidir. Bu çalışmada literatürde yer alan ST'lerin otopark kullanım tahminleri ve kentlerdeki olası değişimleri üzerine olan çalışmalar incelenmiş, otopark alanlarının kullanımı, otopark talebi ve buna bağlı olarak kentsel mekân ve arazi kullanımları üzerindeki olası etkileri değerlendirilmiştir. Bu noktada özellikle ST'lerin paylaşılması durumunda mevcut yolculuk eğilimlerini ve park etme ihtiyacını önemli ölçüde etkileyeceği ve bunun kent merkezlerinde yoğunlaşan otopark arz ve talebini değiştireceği üzerinde durulmuş ve literatürdeki çalışmalar bu çerçevede irdelenmiştir.

## PAYLAŞIMLI SÜRÜCÜSÜZ TAŞITLAR VE OTOPARK KULLANIMLARI

Otonom araçlar olarak da isimlendirilen sürücüsüz taşıtlar, insan müdahalesine gerek kalmadan gelişmiş kontrol sistemleri sayesinde çevresini algılayan ve bağımsız bir şekilde hareket edebilen araçlardır (Yetim, 2016). ST'ler İngiltere'de *autonomous car* (otonom araç), *driverless car* (sürücüsüz araç), *self driving car* (kendi

kendine giden araba) gibi birçok farklı şekilde isimlendirilse de insan faktörünü ortadan kaldırmayı ve tam otomasyonun sağlanması hedeflendiği için otonom araç ifadesi yaygındır (Yetim, 2016). Günümüzde otomobil endüstrisi ST'lerin gerektirdiği algoritmaları ve cihazları sürekli olarak normal araçlara dahil etmektedirler. Özellikle sürüş deneyimini iyileştirmek için uzun zamandan beri Gelişmiş Sürücü Destek Sistemi (Advanced Driver Assistance System /ADAS) yaygınlaşmaktadır (Yan, Xu ve Liu, 2016). Amerikan Otomotiv Mühendisleri Birliği tarafından 6 farklı otomasyon seviyesi tanımlanmıştır (SAE, 2014). 0 otomasyonun olmadığı, 1 sürüş asistanının olduğu, 2 kısmi otomasyon, 3 şartlı otomasyon, 4 ileri otomasyon ve 5 tam otomasyon sınıflandırmasıyla belirtilmiştir. Seviye 5'te tam otonom olan bir aracın herhangi bir sürüş senaryosunda sürücü müdahalesi gerekmeden tüm algılama, karar verme ve kontrolün güvenli bir şekilde sağlanması beklenmektedir (Duarte ve Ratti, 2018). Bu çalışmada ulaşım ve kentler üzerinde en belirgin değişimlerin tam otonom (seviye 5) araçlarda görüleceği düşünüldüğünden, muhtemel etkiler üzerine yapılan çalışmalar ele alınmış, gelecek kentlerimizin otopark ve arazi kullanımları üzerindeki olası etkileri irdelenmiştir.

ST'ler, sahip oldukları radar, lidar, Küresel Konumlandırma Servisi (Global Positioning System / GPS), odyometri gibi sensörler ile elde ettikleri veriler ile çevrelerindeki nesnelere ve yolları algılayarak dinamik sürüş kontrolü sağlarlar ve böylece neredeyse hiç insan girdisine ihtiyaç duymazlar (Hulse, Xie ve Galea, 2018; Schwarz, Thomas, Nelson, McCrary, Sclarmann ve Powell, 2013). ST'lerin en iyi performansı göstermesi için çevreyi algılamasının yanı sıra, mobil cihazlar ve altyapıyla da iletişim kurması gerekmektedir (Duarte ve Ratti, 2018). Bu sebeple ST'lerde araçtan araca, ağa, altyapıya, yayalara ve diğer nesnelere olmak üzere farklı iletişim biçimleri tanımlanmaktadır (Kumar, Shi, Ahmed, Gil, Katabi ve Rus, 2012; Shrestha, Nam, Bajracharya ve Kim, 2020). Yapılan çalışmalarda araçtan araca iletişimin daha güvenli takip mesafesi ve stabil trafik akımı sağladığı, bu sayede hem daha az şerit kullanımı hem de karşı şeridi de kullanabilmeleriyle daha dar yollarda hareket edebileceği ancak bu durumun talebi tetikleyebileceği öne sürülmüştür (Millard-Ball, 2018; Naus, Vugts, Ploeg, van de Molengraft ve Steinbuch, 2010; Olia, Razavi, Abdulhai ve Abdelgawad, 2018; Schlossberg, Riggs, Millard-Ball ve Shay, 2018; Swaroop, Hedrick, Chien ve Ioannou, 1994; Swaroop ve Rajagopal, 2001). Literatürdeki makalelerin çoğunda, ST'lerin daha kısa mesafelerle yol kapasitesini artıracığını öne sürülmektedir (Friedrich, 2015; Tientrakool, Ho ve Maxemchuk, 2011). Bu çalışmaların bazılarında ST'lerin pazar payı arttıkça daha küçük takip aralıkları bırakacaklarından yol kapasitesinin artacağı öngörülmektedir (Li, Guo, Krishnan, Sivakumar ve Polak, 2020; Mena-Oreja, Gozalvez ve Sepulcre, 2018; Talebpour ve Mahmassani, 2016).

Yolcu davranışı, tutum, sosyal normlar, güven, algılanan kullanım kolaylığı, algılanan risk, uyumluluk, algılanan fayda, fiyat/performans oranı, hareketlilik ve kişiye göre zamanın değeri ST'lerin kabul edilmesinde etkili olabilir (Jing, Xu, Chen, Shi ve Zhan, 2020). Ayrıca ülkelerin gelişmişlik düzeyi düştükçe, çevresel kaygılar arttıkça ve genç nüfusta eğitim düzeyi ve gelir düzeyi arttıkça ST'lerin kabul edilebilirliğinin artacağı tahmin edilmektedir (Jacyna, 1998; Jacyna ve Merksiz, 2014; Koul ve Eydgahi, 2020; Moavenzadeh ve Lang, 2018; Silva vd., 2021). ST'ler günlük hayatın bir parçası haline geldikçe şehirleri ve ulaşımı nasıl etkileyeceği ve faydaları/zararlarının pazar payına bağlı olacağı söylenebilir. Bu durumu etkileyen değişkenlerin öncelikle sosyal kabul edilebilirlik, araçların nasıl kullanılacağı/paylaşılacağı ve kentsel altyapının buna hazır olup olmadığı hususu olduğu söylenebilir.

ST'lerin piyasaya çıktığında kimin sahip olacağı ve paylaşılabilirliği üzerine yapılan çalışmalara göre, bu taşıtların bireysel sahiplikle yalnızca aile içinde paylaşımlı kullanılması ya da paylaşımlı (yolculuk paylaşımı/ araç paylaşımı) kullanılabilmesi beklenmektedir (Silva vd., 2021). Bu çalışmada ST'lerin kentsel etkilerinin en belirgin şekilde görüleceği düşünüldüğünden paylaşımlı kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır.

Günümüzde giderek yaygınlaşan geleneksel araç paylaşım programlarıyla karşılaştırıldığında paylaşımlı sürücüsüz taşıtlar (PST) kiralama ve geri bırakma istasyonlarını ortadan kaldırarak daha esnek ulaşım imkânı tanımaktadır. Bischoff ve Maciejewski'nin (2016) çalışmasında her PST'nin 11 geleneksel taşıtın yerini alacağı öne sürülmüştür. Fagnant ve Kockelman'ın (2014) çalışmasında ise her PST'nin 10 geleneksel taşıtın yerini alacağı iddia edilmiştir. Kornhauser, Chang, Clark, Gao, Korac, Lebowitz ve Swoboda (2013) tarafından yürütülen çalışmada ortak sürücüsüz taksi sisteminin yolculuk paylaşımı davranışını artırabileceği, PST sisteminin ekonomik uygulanabilirliğinin ele alındığı, Burns, Jordan ve Scarborough'un (2013) çalışmasında

ise mil başına 0.32\$-0,39\$ arasında maliyet azalmasına neden olabileceği, bu durumun da özel bir araca sahip olmaktan ve işletmekten daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak Alessandrini, Campagna, Delle Site, Filippi ve Persian (2015) da daha düşük maliyetlerin ve yolcuların seyahat süresi boyunca başka şeylerle ilgilenemelerinin daha uzun yolculukları teşvik edebileceğini ileri sürmüşlerdir. Güvenliğin artması, yaşlılar, gençler ve engelli bireylerin de seyahat oluşturmalarına bağlı olarak seyahat talebinin artabileceği öne sürülmüştür. Salazar, Rossi, Schiffer, Onder ve Pavone (2018) PST'ler ile toplu taşımanın trafiği azaltabileceğini savunurken, Stanford'a (2015) göre toplu taşımanın yerini aldıklarında tıkanıklığa neden olabilirler. Duarte ve Ratti'nin (2018) çalışmasına göre ise PST'ler toplu taşıma istasyonları ve hatları için besleyici bir mod olarak kullanılabilirler. Ayrıca taşıtların paylaşımlı kullanılması ve dolaşımdaki araç sayısının buna bağlı olarak azalmasıyla sera gazı salımlarının azalacağı, dolayısı ile çevreye olumlu etkisi olacağı beklenmektedir (Chester ve Horvath, 2009; Chester, Horvath ve Madanat, 2010; Iacobucci, McLellan ve Tezuka, 2019; Pakusch, Stevens, Boden ve Bossauer, 2018; Rashid, Safdarnejad ve Powell, 2019).

ST'lerin otopark talebinde yaratması planlanan azalmanın temelinde insan sürücünden farklı park etmeleri yer almaktadır (Wiseman, 2017). ST'ler, geleneksel taşıtlara kıyasla daha esnek bir park etme imkanı sunarlar. ST'ler, yolcuları hemen hemen her yere bırakabilir ve park etmek için seyahat etmek yerine, ulaşılabilir ve ucuz arazileri park için kullanabilirler (Inci, 2005). Ayrıca, yakınındaki araçla çarpışmadan daha yakın park etme olanağı sunarak, daha az yer ayrılmasını ve park alanı sıkıntısını azaltabilirler (Bertencello ve Wee, 2015; Grinberg ve Wiseman, 2007, 2013). Ek olarak, hatalı park etmeler nedeniyle işgal edilen fazla park alanı sorununu da çözebilir ve park yönetimini daha etkili hale getirebilirler (Filatov ve Serykh, 2016). Son olarak, ST'lerin otopark alanına ulaşmadan yolcuları bıraktığı varsayıldığında kapıların açılmasına gerek kalmadan park edebildikleri için daha yakın park edebilirler. Bunlara ek olarak taşıtların daha küçük tasarımlara sahip olması daha park halindeyken daha az alan kaplamasına da yol açacaktır (Capp ve Litkouhi, 2014).

Araçları benzer rotaya sahip yolcular ile eşleştiren dinamik sürüş paylaşım uygulamalarının yaygınlaşması ile PST'lerin otopark talebini azaltması beklenmektedir. Zhang (2017)'a göre ise araç sayısındaki azalma ve araçlardaki doluluk oranının artmasına bağlı olarak her PST en az 20 park alanını gereksiz kılacaktır. Çeşitli modelleme çalışmalarına göre tüm ST'lerin paylaşımlı olduğu senaryolarda park talebinin %90'a kadar düştüğü görülmüştür (Fagnant ve Kockelman, 2014; Martinez ve Viegas, 2017; Zhang ve Guhathakurta, 2017; Zhang, Guhathakurta, Fang ve Zhang, 2015).

Kent merkezlerine yapılan seyahatlerde park ücretlerinin yüksekliği ana caydırıcı sebeplerden biridir. Bu nedenle kent merkezinde uygulanan park politikaları bu alanların gelişimi için önemlidir. PST'ler ise kent merkezindeki park kısıtını kaldırabilirler veya maliyeti azaltmak için stratejik kararlar alabilirler. Örneğin Begg'in (2014) çalışmasına göre PST'ler kent içinde farklı noktalardan yolcu alıp bırakabilmeli ve ihtiyaç duyulmadığında uzağa park edebilmelidirler. Zakharenko (2016) tarafından yapılan çalışmada PST'lerin otopark için ödeme yapmaktan kaçınabileceği ve %97'ye kadarının daha düşük arazi fiyatlarına sahip olan kent merkezi dışındaki alanları park için seçeceği öngörülmektedir. Bu durumda ST'ler yolcularını bıraktıktan sonra eve gidebilir ve ücretsiz veya aylık olarak ödenen konut park alanına geri dönebilirler. Bu stratejiyi benimseyen bir taşıtın, yolculuk başına sürüş miktarını iki katına çıkarabileceği öne sürülmüştür. Benzer bir sonuçla, Harper, Hendrickson ve Samaras (2018) tarafından yapılan çalışmada ise otopark fiyatları, doluluk oranları ve şehir merkezinde veya uzakta park etmek arasındaki seçimi simüle ettikleri çalışmalarında uzaktan park etmenin kullanıcılara günlük yaklaşık 18\$ tasarruf sağladığını ancak şehir merkezi ile otopark alanı arasındaki gidiş dönüşler sebebiyle yolculuk oranlarının %2,5 artacağı bulunmuştur. Fagnant ve Kockelman tarafından 2015 yılında yapılan çalışmada ise merkezi iş alanından (MIA) uzak alanlara kadar park alanlarını ST'lere tahsis edildiğinde yolculuk paylaşımı ile dolaşımdaki her araç için 250\$ maliyetin azaldığı öne sürülmüştür. Buna ek olarak PST'lerin park talebini büyük ölçüde etkileyeceği, park talebindeki azalmanın ise %67-90 arasında olabileceği öngörülmektedir (Milakis, Van Arem ve Van Wee, 2017; Zhang vd., 2015). Benzer şekilde, DuPuis, Martin ve Rainwater'in (2015) çalışmasında da yol kenarı parkın en az %50 azalacağı, PST pazar payı arttıkça bu oranın daha da yükselebileceğini iddia edilmektedir. Ayrıca park otomasyonlarının sağladığı çoklu park sistemleri koridor, rampa ve kapı açılma alanına gereksinim duymadığından otopark kapasitesini %60'a kadar artırabileceği öngörülmektedir (Alessandri vd., 2015; Begg, 2014; Heinrichs, 2016). Ancak literatürde ST'lerin otopark talebini artıracaklarını öngören çalışmalar da yer almaktadır (Duarte ve Ratti,

2018; Grush, Niles ve Baum, 2016; Stead ve Vaddadi 2019; Zhang vd., 2015). Emberger ve Pfaffenbichler (2020) tarafından yapılan çalışmada ise uzaktan park etmenin %48 araç başına düşen katedilen mesafeyi artıracığı öne sürülmüştür.

Kentsel yaşanabilirlik kentsel form, fonksiyonlar ve ihtiyaçlar ile doğrudan ilişkilidir (Kovacs-Györi, Cabrera-Barona, Resch, Mehaffy ve Blaschke, 2019). ST'lerin seyahat talebini değiştirebilecek olması, daha kapsamlı alanda kentsel gelişim üzerinde etkili olabilir. Öte yandan kentsel alanda otoparkların mekânsal dağılımı dikkate alınması gereken bir konudur (González-González, Nogués ve Stead, 2020). Yüksek yoğunluklu kent merkezlerinde büyük yoğunlukta otoparklar gerekmektedir (Alessandrini vd., 2015; Heinrichs, 2016). Millard-Ball (2019) ST'lerin insan güdümlü araçların yaptığı gibi park etmeye devam edebileceğini varsayarak yaptığı çalışmada otopark yönetimlerinin kolayca düzenlenebileceğini hatta şehirlerin bu taşıtların gelişimiyle ücretsiz otoparkı ortadan kaldırmabileceğini, hatta daha geniş kaldırımlar, sokak kafeleri ve diğer kamusal alanlar için sokakların yeniden kullanılması amacıyla sokaktaki otoparkların tamamen kaldırılabilirliğini öne sürmüştür (Schlossberg vd., 2018).

Mevcut durumda otoparka ayrılmış olan arazileri boşaltarak, ST'lerin artan gelişim yoğunluklarına izin verecek, buna karşılık şehir merkezlerinin daha yaya odaklı hale gelmesine izin verecek ve metropol çevresi üzerindeki kentsel yayılma baskılarını azaltacaktır (Anderson, Kalra, Stanley, Sorensen, Samaras, Oluwatola, 2016; Fagnant ve Kockelman, 2015; Levinson, 2015; Milakis vd., 2017). Yine benzer bir başka çalışmada ise daha önce otopark ya da yol şeritlerine ayrılan alanların yeniden kullanımının ulaşım modları, yeşil alanlar ve daha geniş kaldırımlar için izin vereceği, bu durumun da yaşam kalitesinde artışa neden olacağı iddia edilmiştir (Kirschner ve Lanzendorf, 2020). Bunun yanında karayolunu daha iyi kullanılmasının yerel ekonomiyi ve o alandaki genel yaşam kalitesini artıracığı öngörülmüştür. Bunu destekler nitelikte, Millard-Ball'ın (2019) çalışmada ST'lerin kentsel yayılmayı tetiklese de sokakları yürüyüş ve bisiklet yolları için yeniden tasarlamak için bir fırsat yaratabileceği ileri sürülmüştür. Benzer şekilde, González-González vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada indirme bindirme noktalarının ve park et devam et sistemlerinin ulaşım sistemlerindeki lokasyonlarına göre toplu taşıma, yürüme ve bisiklet kullanımını artırabileceğini öne sürülmüştür. Soteropoulos, Berger ve Ciari'nin (2019) çalışmasına göre ise ST'lerin araç başına düşen katedilen mesafeyi artırdığı, toplu taşıma kullanımı, yürüme ve bisiklet kullanımını azaltacağı öngörülmektedir.

ST'lerin manevra kabiliyeti, park yerlerinin daha küçük olmasına ve daha az arazi kullanmasına olanak tanıyabilir, ayrıca bu taşıtlar çevre alanlarına park edebilir veya park yerine çevrede dolaşabilirler (Nourinejad, Bahrami ve Roorda, 2018). Kramer ve Mandel'e (2015) göre bu durum taşıtının yolcu beklerken etrafta dolaştığı seyir- seyahat başına sürüş miktarını da artıracak ve şehirlerin düzenleme yoluyla mücadele etmesinin zorlaşmasına neden olacaktır. Millard-Ball (2019) ise araç üreticilerinin seyahat maliyetini azaltmak pahasına seyir yaparak zaman geçirmeye çalışan ST'lerin az maliyet için sıkışık trafik arayacaklarını birden fazla seyreden aracın aynı güzergahta benzer durumu yaşaması ile tıkanıklığın yaşanabileceğini iddia etmiştir.

Sonuç olarak incelenen çalışmalarda, PST'lerin doğrudan ve dolaylı olarak yolculuklar, karayolu kullanımı, otopark kullanımı ve kentsel arazi kullanımları üzerinde etkileri olacağı ve bunun özellikle otopark alanları ve kullanımının yoğunlaştığı bölgelerde çeşitli fiziksel ve mekânsal düzenlemelere yol açabileceği ve bunun mekânın yeniden kurgulanmasında çeşitli potansiyeller barındırdığı ortaya koyulmaktadır.

## **PAYLAŞIMLI SÜRÜCÜSÜZ TAŞITLARIN OTOPIK KULLANIMI VE ARAZİ KULLANIMLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kentlerde otoparklar çeşitli işlevlere göre araçların beklemeleri ve durmaları için düzenlenmiş alanlar olup, nüfus, arazi kullanım türü, büyüklüğü ve yoğunluğu gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kentlerde yol kenarı ve yol dışı olarak iki farklı şekilde düzenlenen otopark alanları, özellikle kent merkezlerinde yoğunlaşmakta ve yoğun olarak kullanılmaktadır. Otopark ihtiyacının fazla olduğu bu tarz bölgelerde var olan otopark altyapısının daha verimli ve etkin kullanılması, otopark talebinin azaltılması ve uygulamaların desteklenmesi amacıyla otopark yönetimine ilişkin politika, program ve stratejilerinin geliştirildiği izlenmektedir. Bu noktada PST'lerin yolculuklar, karayolu kullanımı ve buna bağlı olarak otopark

alanlarının kullanımı üzerinde etkileri olduğu dikkate alındığında PST'lerin kullanımının otopark yönetimine ilişkin stratejiler üzerinde de etkileri olacağı açıktır. Otopark yönetiminde kullanılan stratejilerin oluşturulmasında önde gelen CMAP (2012), Litman (2021), Parker ve Demetsky (1980) ile Weinberger, Kaehny ve Rufo (2010) tarafından hazırlanan çalışmalardan PST'lerin etkisi olan otopark yönetim stratejileri ele alınmıştır (Tablo 1). Otopark talebini azaltmaya yönelik fiyatlandırma, mali teşvikler, vergilendirme, araç tipine/doluluğuna göre değişen otopark bedelleri gibi ücretlendirme stratejileri ve ulaşım ve park yönetiminin verimli olabilmesi için iyileştirme, düzenleme, tesis yönetimi, kontrol ve denetim uygulamaları gibi stratejilere PST'lerin etkisi olmaması sebebiyle yer verilmemiştir. ST'lerin sahip olduğu özellikler ile hem mevcut otopark alanlarının daha verimli kullanılmasına yönelik stratejileri destekleyebileceği hem de otopark ihtiyacının azalmasına katkı sağlayabileceği söylenebilir.

**Tablo 1.** Paylaşımlı sürücüsüz taşıtlarının otopark yönetim stratejilerine etkileri (**Kaynak:** Çalışma kapsamında yazarlar tarafından oluşturulmuştur).

Otopark yönetim stratejileri	Açıklama	Kaynak	Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların etkileri	Kaynak
Uzaktan Park Etme	Alan dışı veya kentsel çeperdeki park tesislerinin sağlanması	CMAP, 2012; Litman, 2021; Parker ve Demetsky, 1980		
Kent çeperi park	Aktivite merkezinin çevresine yakın, genellikle MİA'ya yürüme mesafesinde özel park alanları sağlanması	CMAP, 2012; Parker ve Demetsky, 1980		Begg, 2014; Emberger ve Pfaffenbichler, 2020;
Zirve saatinde yol kenarına park etmenin ortadan kaldırılması	MİA'daki ana yollarda ve zirve saatlerde yol kenarlarına park etmenin yasaklanması		PST'ler yolcuları bıraktığı noktaya park etme zorunluluğu olmadığından yolcuyu bıraktıktan sonra kent çeperlerine ya da banliyölere park edebilirler.	Fagnant ve Kockelman, 2015; Harper vd., 2018; Milakis vd., 2017; Zakharenko, 2016; Zhang vd., 2015
Kısa süreli yol kenarı parkı	İş amaçlı yolculuklarda park etmeyi caydırmak ve alışveriş gezilerini teşvik etmek için yol kenarına park etmeye yalnızca kısa süreler için izin verilmesi	Parker ve Demetsky, 1980		
Tüm tesislerde kısıtlı park süresi	İşe sebebi yolculuk yapanların park etmesini caydırmak için tüm yol kenarı ve diğer alanlarda park etme süresi kısıtlanması			
Akıllı büyüme	Daha fazla park paylaşımına ve alternatif modların kullanımına izin vermek için daha kompakt, karma, çok modlu geliştirmenin teşvik edilmesi	Litman, 2021		
Transit istasyon park yeri	Toplu taşıma istasyonlarına özel park alanları sağlanması	Parker ve Demetsky, 1980; Weinberger vd., 2010	PST'ler hem toplu taşıma amacıyla hem toplu taşımaya destekleyici olarak hem de paylaşımlı kullanılarak çok modlu gelişmeyi destekleyebilirler.	Duarte ve Ratti, 2018; González-González vd., 2020; Salazar vd., 2018; Stanford, 2015
Toplu taşıma istasyonu parkını azaltılması	Otobüs besleme tesislerinin kullanımını teşvik etmek için toplu taşıma istasyonu park yerleri azaltılması veya sağlanmaması	Parker ve Demetsky, 1980		
Park et ve devam et tesisleri	Otoparklar, ana ulaşım yolları boyunca sağlanır ve ekspres transit, yolcuları merkez bölgeye taşınması	CMAP, 2012; Parker ve Demetsky, 1980		
Mevcut Tesislerin Kapasitesinin Artırılması	Aksi takdirde boşa harcanan alanı, daha küçük durakları, araç stoklayıcıları ve vale park hizmeti kullanarak park yerinin artırılması	Litman, 2021	PST'ler hem daha sık park edebilmeleri hem de daha küçük tasarımlara sahip olabilmeleri nedeniyle kapasitenin artmasını sağlarlar.	Capp ve Litkouhi, 2014; Grinberg ve Wiseman, 2007, 2013
Otopark Tesisi Tasarımı ve İşletmesi	Sorunları çözmeye ve park yönetimini desteklemeye yardımcı olmak için park tesisi tasarımının ve operasyonlarının iyileştirilmesi	Litman, 2021; Parker ve Demetsky, 1980	PST sistemlerinin en iyi şekilde işletilebilmesi için otopark alanlarında ve karayolu altyapısında yatırımlara ve iyileştirmelere ihtiyaç duyulabilirler.	Glancy, 2015; Litman, 2017; Nunes, Figueiredo ve Brito, 2016

**Tablo 1. (Devamı) Paylaşımlı sürücüsüz taşıtlarının otopark yönetim stratejilerine etkileri (Kaynak: Çalışma kapsamında yazarlar tarafından oluşturulmuştur).**

Otopark yönetim stratejileri	Açıklama	Kaynak	Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların etkileri	Kaynak
Mobilite Yönetimi	Mod, zamanlama, varış yeri ve araç yolculuk sıklığındaki değişiklikler de dahil olmak üzere daha verimli seyahat modellerinin teşvik edilmesi		PST'ler dinamik güzergâh belirlenmesi ile ortak varış noktası olan yolların birlikte taşınmasıyla seyahat verimliliği sağlayabilir.	Bertoncello ve Wee, 2015; Bischoff ve Maciejewski, 2016; Burns vd., 2013; Capp ve Litkouhi, 2014; Duarte ve Ratti, 2018; Fagnant ve Kockelman, 2014; Filatov ve Serykh, 2016; Grinberg ve Wiseman, 2007, 2013;
Paylaşımlı Otopark	Park yerlerinin birden fazla kullanıcıya ve varış noktasına hizmet etmesi	CMAP, 2012; Litman, 2021; Parker ve Demetsky, 1980; Weinberger vd., 2010	PST'ler paylaşımlı kullanıldıklarında kamusal park alanlarını ortak olarak kullanabilirler.	Hayes, 2011; Iacobucci vd., 2019; Inci, 2015; Kornhauser vd., 2013; Martinez ve Viegas, 2017; Pakusch vd., 2018; Wiseman, 2017; Zhang vd., 2015; Zhang ve Guhathakurta, 2017; Zhang, 2017
Park yeri sayısının sınırlandırılması	Kentsel alandaki yeni otoparkların inşasına ve alan sayısına sınırlamalar getirilmesi	Parker ve Demetsky, 1980	PST'lerin daha az otopark alanına ihtiyaç duyması yeni otopark ihtiyacını azaltabilir.	
Doluluk oranı yüksek araçlar için ayrılmış otopark	Araba havuzları ve minibüs havuzları dahil olmak üzere doluluk oranı yüksek araçlar için özel alanlar sağlanması		PST'ler paylaşımlı kullanıldıklarında geleneksel taşıtlardan daha yüksek doluluk oranına sahip olabilirler.	
Aşırı Park Planları	Nadiren olan en yoğun park etme taleplerini yönetmek için planlar oluşturulması	Litman, 2021	PST'ler aşırı yoğun otopark taleplerinin azalmasına katkı sağlayabilirler.	
Yürüme ve Bisiklet Kullanımı İyileştirmeleri	Yürüyüş ve bisiklet kullanım koşullarının iyileştirilmesi, bisiklet depolama ve değiştirme olanaklarının sağlanması	Litman, 2021; Parker ve Demetsky, 1980	Yol kesiti içerisinde kazanılan alanın bisiklet ve yaya kullanımına ayrılmasına yönelik düzenlemelerin yapılmasına olanak sağlayabilir	Millard- Ball, 2019; Silva vd., 2021
Bilgi ve Pazarlamanın İyileştirilmesi	Haritalar, işaretler, broşürler ve interneti kullanarak park yeri uygunluğu ve fiyatı hakkında uygun ve doğru bilgiler sağlanması		PST'ler hem küçük tasarıma sahip olması hem elektrikle çalışabilmesiyle özel park alanlarını kullanabilirler.	Kumar vd., 2012; Shrestha vd., 2020
Kompakt arabalar için öncelik alanları	Küçük/yakıt tasarruflu araçlar için özel alanlar sağlanması	Parker ve Demetsky, 1980		Capp ve Litkouhi, 2014; Iacobucci vd., 2019

Geleneksel taşıtlardan farklı otopark kullanımıyla PST'lerin, kentsel mekân, ulaşım sistemi ve kentlilerin yaşam kalitesi ile birlikte, özellikle kent merkezlerindeki arazi kullanımı, yol kesitleri, otopark kullanımı ve sokak tasarımı gibi faktörler üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilere sahip olması beklenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar, PST'lerin özellikle kent merkezlerinde arazi kullanımında, yol tasarımında, otopark kullanımında ve sokak tasarımında değişikliklere neden olabileceğini ve ayrıca kullanıcı tercihlerini ve davranışlarını etkileyerek kentsel hareketliliği değiştirebileceğini göstermektedir (Tablo 2). PST'lerin otopark talebini azaltması, kent merkezindeki otopark alanlarının ve yol kenarı parklarının gereksiz hale gelmesine neden olabilir. Bu durum, özellikle kent merkezlerindeki otopark alanları olarak ayrılan alanların farklı kentsel ve kamusal alan kullanımları için yeniden düzenlenmesine olanak sağlayacaktır.

**Tablo 2. Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların kentsel arazi kullanımına etkisi (Kaynak: Çalışma kapsamında yazarlar tarafından oluşturulmuştur).**

Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların özellikleri	Arazi kullanımı üzerindeki etkileri	Kaynak
Daha iyi manevra ile daha az park alanı kullanılması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otopark alanlarının daha verimli kullanılması ile kent merkezlerinde daha az otopark alanına ihtiyaç duyulması ve buna bağlı olarak kent merkezlerinde sosyal altyapı alanı veya alternatif kullanımlar olarak kullanılacak alan kazanılması</li> </ul>	Nourinejad vd., 2018
İnsan sürücü gibi hatalı park yapmaması		Filatov ve Serykh, 2016
Sensörler sayesinde daha yakın park edilmesi		Grinberg ve Wiseman, 2007, 2013
Park ederken kapıların açılmasına ihtiyaç olmaması		Hayes 2011
Otopark alanları yerine ucuz arazilerin tercih edilmesi		Inci, 2015



**Tablo 2. (Devamı) Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların kentsel arazi kullanımlarına etkisi (Kaynak: Çalışma kapsamında yazarlar tarafından oluşturulmuştur).**

Paylaşımlı sürücüsüz taşıtların özellikleri	Arazi kullanımı üzerindeki etkileri	Kaynak
Haberleşme ile otopark ve güzergahlar hakkında bilgi edinilmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yol kesitinde kaza riskinin azalması</li> <li>Yol kesitinde trafik sıkışıklığının azalması ile gecikmelerin azalması</li> </ul>	Kumar vd., 2012; Shrestha vd., 2020
Daha az otopark gereksinimi ile otopark alanlarında doluluğun azalması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otopark alanlarının daha verimli kullanılması</li> <li>Yol kesitinde otopark bulma amaçlı yapılan yolculukların azalması</li> </ul>	Capp ve Litkouhi, 2014; Grinberg ve Wiseman, 2007, 2013; Hayes, 2011
Daha kısa sürede otopark alanı bulunabilmesi ile dolaşımdaki taşıtların azalması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kent merkezlerinde daha az hava/gürültü kirliliği ve trafik sıkışıklığı yaşanan yaya öncelikli kent merkezlerinin oluşturulması</li> </ul>	Kumar vd., 2012; Shrestha vd., 2020
Paylaşımlı kullanım sayesinde dolaşımdaki araç sayısının azalması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sokak kesitinde yaya ağırlıklı çözümler/uygulamalara olanak tanınması</li> </ul>	Iacobucci vd., 2019; Pakusch vd., 2018; Silva vd., 2021
Araç paylaşımına bağlı olarak otopark talebinin azalması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Otopark alanlarının ve yol kenarı parklarının azalması ile yol kapasitesinin artması, otopark alan sayısının/büyükliğünün azalmasına bağlı olarak alternatif kentsel kullanımlar olarak kullanılabilmesi</li> <li>Sokak kesitinin yeniden düzenlenmesine olanak sağlanması</li> <li>Yol kesitine olan ihtiyacın azalmasına bağlı olarak alternatif kullanımlara dönüştürülebilmesi</li> <li>Kent merkezlerinin farklı kullanımlarla daha insan odaklı ve yaşanabilir hale gelmesi</li> </ul>	Fagnant ve Kockelman, 2014; Martinez ve Viegas, 2017; Milakis vd., 2017; Zhang ve Guhathakurta, 2017; Zhang vd., 2015
Dezavantajlı gruplara hareketlilik imkânı tanınması	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kent merkezindeki ticari ve kamusal yapıların daha erişilebilir hale gelmesi ve hareketliliğin artması ile daha çok kullanıcıya hizmet vermesi</li> <li>Kent merkezlerinde trafik sıkışıklığında ve otopark ihtiyacında artışa neden olması</li> </ul>	Alessandrini vd., 2015
Düşük maliyetlerin ve yolcuların yolculuk süresince başka şeyler ile ilgilenebilmesinin uzun yolculukları teşvik etmesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kent merkezinde artan yolculuklara bağlı olarak oluşan kirliliğin yaşam kalitesini etkilemesi</li> <li>Kent merkezinde kısırlı talep sebebiyle trafik sıkışıklığının artmasının sonucu olarak ek ulaşım yatırımları ve tesislerinin gerekmesi</li> <li>Kent çeperlerinde ve kırsal alanlarda kentin saçaklanmasına sebebiyle yapılaşma baskısı oluşması</li> <li>Yol kesitinde boş yolculukların artması sebebiyle trafik güvenliğinin ve yol kapasitesinin düşmesine bağlı olarak trafik düzenlemeleri gerekmesi</li> <li>Kent merkezlerinin daha yoğun hale gelmesine bağlı olarak arazi kullanım kararları üzerinde baskı oluşması</li> </ul>	

PST'lerin, kent merkezindeki otopark alanlarını ve yol kenarı parklarının gereksiz hale gelmesine neden olarak otopark taleplerini azaltabileceği öngörülmektedir. Bu durum, özellikle kent merkezlerinde otopark alanları olarak ayrılan bölgelerin farklı kentsel ve kamusal alan kullanımları için yeniden işlevlendirilebileceği anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, park alanlarının azalması ve taşıt şeridinin daralması, insan odaklı yaya ve bisiklet kullanımına yönelik çözümlerin geliştirilmesiyle yol kesiti içerisinde yaşam kalitesinin artabileceği sonucuna yol açabilir. Bu sayede, kent merkezindeki kullanımlara erişim kolaylaştırılabilir, daha canlı ve yaya dostu kent merkezleri elde edilebilir. PST'lerin kullanımı ayrıca araç kullanamayan kişilerin kentsel hareketliliğe katılımını artırarak sosyal adaleti sağlamaya da yardımcı olabilir. Ancak, PST'lerin kullanımı kent merkezindeki yoğunluğu artırabileceği gibi, kent merkezindeki yüksek fiyatlı otopark alanlarına alternatif olarak kent çeperleri veya banliyölerde park etmeleri veya dolaşmaları, bu bölgelerde yapılaşma baskısı yaratabilir. Bu durumda, kent merkezindeki trafik yoğunluğunu artırarak çevreyi olumsuz etkileyebilir ve karbon salımlarını artırabilir. Ayrıca, ek trafik tesislerine (indirme-bindirme noktaları, şarj istasyonları, yol kenarı antenleri vb.) ihtiyaç duyulabilir. Dolayısıyla, PST'lerin kullanımı kent merkezlerindeki otopark alanlarının farklı amaçlarla kullanılmasına olanak sağlayabilirken, aynı zamanda çevresel etkileri ve yapılaşma baskısını da göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu nedenle, PST'lerin kullanımıyla birlikte, kentsel planlama ve trafik yönetimi stratejileri geliştirilerek, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik de dikkate alınmalıdır.

## SONUÇ

Kent formu deniz, nehir, topoğrafya, iklim gibi doğal ve fiziki unsurların yanı sıra, ekonomik ve sosyal yapı, politikalar, kültür, kaynaklara erişim gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bunun yanında ulaşım kentlerde ve kentlerin mekânsal gelişiminde, yayılımında tarih boyunca çok etkili olmuş ve kent makroformunun belirlenmesinde önemli rol oynamıştır. Hem ulaşım türleri hem de seçimleri ulaşım sistemini şekillendirdiği gibi kentteki kullanımları da etkilemektedir. Gelişen teknoloji ulaşım sistemini de etkilemekte; yeni ulaşım türleri ortaya çıkmakta ve mevcut türler gelişmektedir. Buna bir örnek olarak yakın zamanda piyasaya çıkması beklenen ST'ler insan sürücüyeye gerek duymadan algılama, kontrol, karar verme ve hareket etme işlevlerini özerk bir şekilde tamamlayabilirler. Sahip oldukları sensörler, yapay zekâ ve haberleşme özellikleri ile ST'lerin günümüzdeki ulaşım alışkanlıklarını derinden etkilemesi beklenmektedir.

ST'lerin sahip olduğu özellikler ile günümüzde kullanılan taşıtlardan farklı otopark kullanımına sahip olması beklenmektedir. Bu özellikler ST'lerin insanlar gibi hatalı park yapmayarak fazladan park alanı işgal etmemeleri, sensörler ile daha yakın park edebilmeleri, daha az manevra alanına ihtiyaç duymaları, sürücü/yolcu olmadan park edebildikleri için kapıların açılmasına gerek olmaması ve geleneksel taşıtlardan daha küçük tasarımlara sahip olabilmeleri olarak sıralanabilir. Ayrıca günümüzde giderek yaygınlaşan paylaşımlı mobilite sistemleri ST'ler ile entegre edildiğinde otopark talebinde azalma olması beklenmektedir.

Kullanım ömrünün büyük çoğunluğunu park halinde geçiren günümüz taşıtlarının yerine PST'lerin kullanımıyla taşıtlar sürekli servis halinde olacaktır; bu durumda hem dolaşımdaki araç sayısını hem de otopark kullanımı azalacaktır. Böylece özellikle trafik sıkışıklığı ve otopark sorunları yaşanan, bu sebeple gürültü ve hava kirliliği gözlemlenen metropoliten alanlarda kentsel yaşam kalitesinin iyileştirilmesi söz konusu olabilecektir. Mevcut otoparkların kullanımındaki verimliliğin artmasının yanı sıra, gelecekte otomasyonun yüksek olduğu otopark alanları veya ST'ler için özel otopark alanları yapımı da söz konusu olabilir. Bu durum da otopark kapasitelerini ve kullanımlarını etkileyebilir.

PST'lerin kullanımıyla hem otopark talebinin azalması hem de otopark alanlarının daha verimli kullanılması beklenmektedir. Bu durumda arazi değerlerinin yüksek olduğu ve yeni alan bulmanın zor olduğu kent merkezlerinde otopark alanlarının ve yol kenarı parklarının rekreatif, eğlence, ticari vb. faaliyetlere ayrılması kentleri daha yaşanabilir, daha hareketli hale getirebilir. Ancak bu durum aynı zamanda kent merkezlerinin daha yoğun hale gelmesine de neden olabilir. PST'lerinin daha az maliyetlere sebep olması ve sürücüyeye ihtiyaç duymaması engelli, yaşlı ve çocuklar için daha adil ulaşım imkânı tanıyarak kentteki erişilebilirliği artırabileceği ve daha eşit, adil ulaşım olanakları sunabileceği gibi bu durum ulaşım talebinin kısıtlanmasına neden olup kentsel saçaklanmaya da sebep olabilecektir. Kentsel saçaklanma özellikle doğanın tahrip edilerek yeni yerleşim yerlerinin açıldığı ve kentsel altyapı ihtiyacının doğurduğu maliyetlerin kentlilere yüklendiği durumlarda olumsuz olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak PST'ler piyasaya çıktığında ve paylaşımlı kullanımı yaygınlaştığında mevcut ulaşım sistemi için bir devrim niteliğinde olabilir. Ancak bu devrimin sonuçlarının kent yönetiminde izlenen politikalar ve verilen kararlara bağlı olarak farklı sonuçlar doğuracağı açıktır. Teknolojiye ve kent halkının ihtiyaçlarına göre şekillenen politikalar ile ST'lerin birer avantaj haline getirilebilmesi söz konusudur. Bu doğrultuda bu taşıtlar doğru planlama ve altyapı yatırımları ile bugün kentlerde yaşanan ve kentsel yaşam kalitesini düşüren hava kirliliği, trafik sıkışıklığı, erişilebilirlik, yetersiz sosyal ve teknik altyapı vb. sorunlara çözüm sunulabileceği gibi geleceğin kentleri için daha eşit ve adil ulaşım imkânı da sağlayabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Alessandrini, A., Campagna, A., Delle Site, P., Filippi, F. ve Persian, L. (2015). Automated vehicles and the rethinking of mobility and cities. *Transportation Research Procedia*, 5, 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.01.002>.
- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. ve Oluwatola, O. A. (2014). Autonomous Vehicle Technology. *A guide for policymakers*. Rand Corporation, Santa Monica. Web adresinden 2 Haziran 2022 tarihinde erişildi: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR443-2.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-2.html).

- Begg, D. (2014). A 2050 Vision for London: What Are the Implications of Driverless Transport? Web adresinden 18 Mayıs 2022 tarihinde erişildi: [http://www.transporttimes.co.uk/Admin/uploads/64165-Transport-Times\\_A-2050-Vision-for-London\\_AW-WEB-READY.pdf](http://www.transporttimes.co.uk/Admin/uploads/64165-Transport-Times_A-2050-Vision-for-London_AW-WEB-READY.pdf)
- Ben-Joseph, E. (2012). *ReThinking a lot: The design and culture of parking*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bertoncello, M. ve Wee, D. (2015). Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world. *Newyork: McKinsey ve Company*, Web adresinden 10 Mayıs 2022 tarihinde erişildi: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>
- Bischoff, J. ve Maciejewski, M. (2016). Autonomous Taxicabs in Berlin – A Spatiotemporal Analysis of Service Performance. *Transportation Research Procedia*, 19, 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.078>
- Burns, L. D., Jordan, W. C. ve Scarborough, B. A. (2013). *Transforming personal mobility*. Technical Report. The Earth Institute, Columbia University.
- Capp, J. ve Litkouhi, B. (2014). The rise of the crash-proof car: When cars won't let drivers make mistakes, crashes may become a thing of the past. *IEEE Spectrum*, 51(5), 32–37. <https://doi.org/10.1109/MSPEC.2014.6808459>
- Chester, M. ve Horvath, A. (2009). A. *Life-Cycle Energy and Emissions Inventories for Motorcycles, Diesel Automobiles, School Buses, Electric Buses, Chicago Rail, and New York City Rail* (No. UCB-ITS-VWP-2009-2). University of California: Berkeley, CA, USA.
- Chester, M., Horvath, A. ve Madanat, S. (2010). Parking infrastructure: Energy, emissions, and automobile life-cycle environmental accounting. *Environmental Research Letters*, 5(3), 1-8.
- CMAP (Nisan 2012). Parking Strategies to Support Livable Communities, Chicago Metropolitan Agency for Planning. Web adresinden 27 Aralık 2022 tarihinde erişildi: <https://static1.squarespace.com/static/5cab831bf4e53154e18356c3/t/5cf82ee464b9ff0001d23dec/1559768822327/Parking-Strategies-to-Support-Livable-Communities-CMAP.pdf>
- Duarte, F. ve Ratti, C. (2018). The impact of autonomous vehicles on cities: A review. *Journal of Urban Technology*, 25(4), 3–18. <https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1493883>
- DuPuis, N., Martin, C. ve Rainwater, B. (2015). City of the future: Technology and mobility. *Center for City Solutions and Applied Research, National League of Cities*. Web adresinden 22 Aralık 2022 tarihinde erişildi: <https://www.nlc.org/resource/city-of-the-future-technology-mobility>
- Emberger, G. ve Pfaffenbichler, P. (2020). A quantitative analysis of potential impacts of automated vehicles in Austria using a dynamic integrated land use and transport interaction model. *Transport Policy*, 98, 57-67.
- Fagnant, D. J. ve Kockelman, K. M. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 1–13.
- Fagnant, D. J. ve Kockelman, K. M. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167–181.
- Filatov, D. M. ve Serykh, E. V. (2016). Intelligence autonomous parking control system of four-wheeled vehicle. 2016 XIX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), 25-27 Mayıs 2016 içinde (ss. 154-156). IEEE.
- Friedrich, B. (2015). Verkehrliche wirkung autonomer fahrzeuge. Maurer, M., Gerdes, C. J., Lenz, B., Winner, H (Der.) *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* içinde (ss. 331-350). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-662-45854-9\_16
- Glancy, D. J. (2015). Autonomous and automated and connected cars-oh my: First generation autonomous cars in the legal ecosystem. *The Minnesota Journal of Law, Science & Technology*, 16(2), 619-691.
- González-González, E., Nogués, S. ve Stead, D. (2020). Parking futures: Preparing European cities for the advent of automated vehicles. *Land Use Policy*, 91, 104010. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.029>
- Grinberg, I. ve Wiseman, Y. (2007). Scalable Parallel Collision Detection Simulation, *Signal and Image Processing*, 8 Ağustos 2007 içinde (ss. 380-385). Honolulu, Hawaii.
- Grinberg, I. ve Wiseman, Y. (2013). Scalable parallel simulator for vehicular collision detection. *International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing*, 8(2), 119-144.

- Grush, B., Niles, J. ve Baum, E. (2016). Ontario Must Prepare for Vehicle Automation: Automated vehicles can influence urban form, congestion and infrastructure delivery. *RCCAO*. Web adresinden 10 Eylül 2022 tarihinde erişildi: [http://rccao.com/research/files/RCCAO\\_Vehicle-Automation\\_OCT2016\\_WEB.pdf](http://rccao.com/research/files/RCCAO_Vehicle-Automation_OCT2016_WEB.pdf)
- Harper, C. D., Hendrickson, C. T. ve Samaras, C. (2018). Exploring the economic, environmental, and travel implications of changes in parking choices due to driverless vehicles: An agent-based simulation approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4), 04018043.
- Hayes, B. (2011). Leave the driving to it. *American Scientist*, 99(5), 362–366.
- Heinrichs, D. (2016). Autonomous driving and urban land use. Maurer, M., Gerdes, C. J., Lenz, B., Winner, H (Der.), *Autonomous Driving: Technical, Legal and Social Aspects* içinde (ss. 213-231). Berlin: Springer.
- Hulse, L. M., Xie, H. ve Galea, E. R. (2018). Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Safety science*, 102, 1-13.
- Iacobucci, R., McLellan, B. ve Tezuka, T. (2019). Costs and carbon emissions of shared autonomous electric vehicles in a Virtual Power Plant and Microgrid with renewable energy. *Energy Procedia* 156, 401–405.
- Inci, E. (2015). A review of the economics of parking. *Economics of Transportation*, 4(1-2), 50-63.
- Jacyna, M. (1998). Some aspects of multicriteria evaluation of traffic flow distribution in a multimodal transport corridor. *Archives of Transport*, 10(1–2), 37–52.
- Jacyna, M. ve Merkisz, J. (2014). Proecological approach to modelling traffic organization in national transport system. *Archives of Transport*, 30(2), 31–41. <https://doi.org/10.5604/08669546.1146975>
- Jing, P., Xu, G., Chen, Y., Shi, Y. ve Zhan, F. (2020). The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review. *Sustainability*, 12(5), 1719. <https://doi.org/10.3390/su12051719>
- Kirschner, F. ve Lanzendorf, M. (2020). Support for innovative on-street parking policies: Empirical evidence from an urban neighborhood. *Journal of Transport Geography*, 85, 102726. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102726>
- Kornhauser, A., Chang, A., Clark, C., Gao, J., Korac, D., Lebowitz, B. ve Swoboda, A. (2013). *Uncongested mobility for all: New Jersey's area-wide aTaxi system*. Princeton University: Princeton, New Jersey, USA.
- Koul, S. ve Eydgahi, A. (2020). The Impact of Social Influence, Technophobia, and Perceived Safety on Autonomous Vehicle Technology Adoption. *Periodica Polytechnica Transport Engineering*, 48(2), 133–142.
- Kovacs-Györi, A., Cabrera-Barona, P., Resch, B., Mehaffy, M. ve Blaschke, T. (2019). Assessing and representing livability through the analysis of residential preference. *Sustainability*, 11(18), 4934. <https://doi.org/10.3390/su11184934>
- Kramer, L. S. ve Mandel, S. (2015). *Cell Phone Lots at Airports*. ACRP Synthesis Report 62, Washington, DC: Transportation Research Board.
- Kumar, S., Shi, L., Ahmed, N., Gil, S., Katabi, D. ve Rus, D. (2012). Carspeak: A content-centric network for autonomous driving. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 42(4), 259–270.
- Levinson, D. (2015). Climbing mount next: the effects of autonomous vehicles on society. *Minnesota Journal of Law Science & Technology*, 16(2), 787-809.
- Li, T., Guo, F., Krishnan, R., Sivakumar, A. ve Polak, J. (2020). Right-of-way reallocation for mixed flow of autonomous vehicles and human driven vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 115, 102630. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102630>
- Lipson, H. ve Kurman, M. (2016). *Driverless: Intelligent cars and the road ahead*. Cambridge MA: Mit Press.
- Litman, T. A. (2017). *Autonomous vehicle implementation predictions*. Victoria, Kanada: Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. A. (2021). *Parking Management-Strategies, Evaluation and Planning Abstract*. Victoria, Kanada: Victoria Transport Policy Institute.
- Martinez, L. M. ve Viegas, J. M. (2017). Assessing the impacts of deploying a shared self-driving urban mobility system: An agent-based model applied to the city of Lisbon, Portugal. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 6(1), 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.05.005>

- Mena-Oreja, J., Gozalvez, J. ve Sepulcre, M. (2018). Effect of the configuration of platooning maneuvers on the traffic flow under mixed traffic scenarios. *IEEE Vehicular Networking Conference (VNC)*, 5-7 Kasım 2018 (ss. 1–4). Taipei, Taiwan: IEEE.
- Milakis, D., Van Arem, B. ve Van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 324-348.
- Millard-Ball, A. (2018). Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities. *Journal of Planning Education and Research*, 38(1), 6–12. <https://doi.org/10.1177/0739456X16675674>
- Millard-Ball, A. (2019). The autonomous vehicle parking problem. *Transport Policy*, 75, 99-108.
- Moavenzadeh, J. ve Lang, N. S. (2018). Reshaping urban mobility with autonomous vehicles: Lessons from the city of boston. *World Economic Forum*, 27 Haziran 2018 içinde (ss. 3–33). İsviçre
- Naus, G., Vugts, R., Ploeg, J., van de Molengraft, R. ve Steinbuch, M. (2010). Cooperative adaptive cruise control, design and experiments. *American Control Conference, ACC 2010*, 30 Haziran- 2 Temmuz 2010 içinde (ss. 6145–6150). IEEE. <https://doi.org/10.1109/acc.2010.5531596>
- Nourinejad, M., Bahrami, S. ve Roorda, M. J. (2018). Designing parking facilities for autonomous vehicles *Transportation Research Part B: Methodological*, 109, 110-127.
- Nunes, P., Figueiredo, R. ve Brito, M. C. (2016). The use of parking lots to solar-charge electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 679–693. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.015>
- Olia, A., Razavi, S., Abdulhai, B. ve Abdelgawad, H. (2018). Traffic capacity implications of automated vehicles mixed with regular vehicles. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*, 22(3), 244–262. <https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1404680>
- Pakusch, C., Stevens, G., Boden, A. ve Bossauer, P. (2018). Unintended effects of autonomous driving: A study on mobility preferences in the future. *Sustainability*, 10(7), 2404. <https://doi.org/10.3390/su10072404>
- Parker, M. R. ve Demetsky, M. J. (1980). *Evaluation of parking management strategies for urban areas*. Final Report. Charlottesville, Virginia: Virginia Highway & Transportation Research Council No: VHTRC 81-R9.
- Rashid, K., Safdarnejad, S. M. ve Powell, K. M. (2019). Dynamic simulation, control, and performance evaluation of a synergistic solar and natural gas hybrid power plant. *Energy Conversion and management*, 179, 270–285.
- SAE, S. (2014). *International: on-road automated vehicle standards committee*. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems, information report. *SAE Standard J*, 3016, 1-16.
- Salazar, M., Rossi, F., Schiffer, M., Onder, C. H. ve Pavone, M. (2018). On the interaction between autonomous mobility-on-demand and public transportation systems. *21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, 4-7 Kasım 2018 içinde (ss. 2262-2269). Hawaii: IEEE. [https://doi.org/10.0/Linux-x86\\_64](https://doi.org/10.0/Linux-x86_64)
- Schlossberg, M., Riggs, B., Millard-Ball, A. ve Shay, E. (25 Ocak 2018). Rethinking the street in an era of driverless cars. *Urbanism Next, Eugene*. Web adresinden 12 Kasım 2022 tarihinde erişildi: <https://urbanismnext.uoregon.edu/2018/01/25/new-report-rethinking-the-street-in-an-era-of-driverless-cars/>.
- Schwarz, C., Thomas, G., Nelson, K., McCrary, M., Sclarmann, N. ve Powell, M. (2013). *Towards autonomous vehicles*. Final Report. Mid-America Transportation Center No: MATC-UI:117.
- Shrestha, R., Nam, S. Y., Bajracharya, R. ve Kim, S. (2020). Evolution of V2X communication and integration of blockchain for security enhancements. *Electronics*, 9, 1338. <https://doi.org/10.3390/electronics9091338>
- Silva, D., Földes, D. ve Csiszár, C. (2021). Autonomous vehicle use and urban space transformation: A scenario building and analysing method. *Sustainability*, 13(6), 3008. <https://doi.org/10.3390/su13063008>
- Soteropoulos, A., Berger, M. ve Ciari, F. (2019). Impacts of automated vehicles on travel behaviour and land use: An international review of modelling studies. *Transport reviews*, 39(1), 29-49.
- Stanford, J. (2015). *Possible futures for fully automated vehicles: using scenario planning and system dynamics to grapple with uncertainty*. (Doktora Tezi). Massachusetts Institute of Technology.
- Stead, D. ve Vaddadi, B. (2019). Automated vehicles and how they may affect urban form: A review of recent scenario studies. *Cities*, 92, 125–133.

- Swaroop, D., Hedrick, J. K., Chien, C. C. ve Ioannou, P. (1994). A comparison of spacing and headway control laws for automatically controlled vehicles. *Vehicle system dynamics*, 23(1), 597-625.
- Swaroop, D. ve Rajagopal, K. R. (2001). A review of constant time headway policy for automatic vehicle following. *2001 IEEE Intelligent Transportation Systems Proceedings, 25-29 Ağustos 2001* içinde (ss. 65–69). Oakland, CA, ABD: IEEE.
- Tachet, R., Sagarra, O., Santi, P., Resta, G., Szell, M., Strogatz, S. H. ve Ratti, C. (2017). Scaling law of urban ride sharing. *Scientific Reports*, 7(1), 1-6. <https://doi.org/10.1038/srep42868>
- Talebpour, A. ve Mahmassani, H. S. (2016). Influence of connected and autonomous vehicles on traffic flow stability and throughput. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 71, 143–163. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.07.007>
- Tientrakool, P., Ho, Y. C. ve Maxemchuk, N. F. (2011). Highway capacity benefits from using vehicle-to-vehicle communication and sensors for collision avoidance. *2011 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 05-08 Eylül 2011* içinde (ss. 1–5). San Francisco, CA, ABD: IEEE.
- Weinberger, R., Kaehny, J. ve Rufo, M. (2010). *US parking policies: An overview of management strategies*. New York: Institute for Transportation & Development Policy.
- Wiseman, Y. (2017). Remote parking for autonomous vehicles. *International Journal of Hybrid Information Technology*, 10(1), 313-324.
- Yan, C., Xu, W. ve Liu, J. (2016). Can you trust autonomous vehicles: Contactless attacks against sensors of self-driving vehicle. *Def Con 24, 4-7 Ağustos 2016* içinde (ss: 109-121). Las Vegas, ABD.
- Yetim, S. (2016). Sürücüsüz araçlar ve getirdiği/getireceği hukuki sorunlar. *Ankara Barosu Dergisi*, (1), 27-184.
- Zakharenko, R. (2016). Self-driving cars will change cities. *Regional science and urban economics*, 61, 26-37.
- Zhang, W. (2017). *The interaction between land use and transportation in the era of shared autonomous vehicles: A simulation model*. (Doktora Tezi). Georgia Institute of Technology.
- Zhang, W. ve Guhathakurta, S. (2017). Parking spaces in the age of shared autonomous vehicles: How much parking will we need and where? *Transportation Research Record*, 2651(1), 80–91. <https://doi.org/10.3141/2651-09>
- Zhang, W., Guhathakurta, S., Fang, J. ve Zhang, G. (2015). Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach. *Sustainable Cities and Society*, 19, 34-45.