

Kargo Taşımacılık Sisteminde Elektrikli Araçlar Kullanımı Üzerine İnceleme

Ümit ALTUNSOY

Yüksek Lisans, Necmettin Erbakan Üniversitesi

umitaltunsoy43@gmail.com, ORCID:0000-0001-2345-6789

Geliş Tarihi/Received: 10.03.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 09.06.2021

e-Yayın/e-Printed: 30.06.2021

ÖZET

Günümüzde, sürdürülebilir bir şehir kargo taşımacılığı sorununu çözmek için farklı önlemler araştırılmaktadır. Elektrikli araçlar, bu sorunlar arasında yer alan hava kirletici emisyonların salınımından tamamen kurtulmak ve en büyük gider olan fosil yakıt tüketimini bitirmek için bir umut olmalarına rağmen bu araçların satın alma maliyeti bunların sektörde kabul edilmelerinde bir engel olarak görülmüştür. Bununla birlikte, elektrikli araçların gerçek rekabet güçlerinin hesaplanabilmesi için geleneksel yakıtlı yakıtlı (benzin,dizel) araçlar arasındaki farklı maliyet yapısının, özellikle gerekli her maliyetin analizinin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada Brüksel-başkent bölgesinde hafif ticari araçların rekabet gücünü hesaplamak için geliştirilen bir toplam mülkiyet maliyeti modeli incelenmiştir. 8 elektrikli araç, 5 dizel araç ve 2 benzinli aracın toplam mülkiyet maliyeti analiz edilmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, dört tekerlekli araç kategorisinde elektrikli araçların geleneksel araçlarla ve 1000 kg'dan az taşıma kapasiteli hafif ticari araçlarla rekabet edebildiği belirlenmiştir. 6 elektrikli aracın 5'i kategorilerindeki geleneksel araçlardan daha düşük bir maliyete sahiptir. Bu durum, 1000 kg'dan fazla taşıma kapasiteli elektrikli araçlar için tersine dönmektedir, çünkü pahalı alım ve batarya maliyetleri yüzünden, maliyetler her zaman geleneksel araçlardan daha yüksektir. Elektrikli araçlar, taşıma ve kargonun bazı bölümleri için uygulanabilir bir çözüm olarak bulunduğu için, taşıma yöneticilerinin elektrikli araçların faydaları hakkında ikna edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli Araçlar, Taşıma ve Kargo, Toplam Mülkiyet Maliyeti

An Investigation on the Use Of Electric Vehicles in The Cargo Transport System

ABSTRACT

Today, different measures are being sought to solve a sustainable city cargo transportation problem. Among these, electric vehicles are a hope to completely avoid the release of air pollutant emissions and to finish the largest expenditure of fossil fuel consumption, but the cost of purchasing these vehicles has been seen as an obstacle to their acceptance. However, if transport managers want to calculate the real competitiveness of vehicles, the different cost structure between electric vehicles and conventional vehicles, fueled (gasoline, diesel) trees, makes an analysis of every particular cost. In this study, a total cost of ownership model was developed to calculate the competitiveness of light commercial vehicles in the Brussels-capital region has been examined. Accordingly, total cost of ownership analysis of 8 electric vehicles, 5 diesel vehicles and 2 gasoline vehicles has been analyzed.

According to the findings of the study it has been concluded that in the four-wheeler category, electric vehicles can compete with conventional vehicles and light commercial vehicles with a payload of less than 1000 kg. 5 of the 6 electric vehicles have a lower cost than conventional vehicles in the categories. This is reversed for electric vehicles with a payload of more than 1000 kg, because of the expensive purchase and battery costs, the costs are always higher than conventional vehicles. Since electric vehicles are found as a viable solution for transport and parts of cargo, the next challenge should be to convince transport managers about the benefits of electric vehicles.

Key Words: Electric Vehicles, Transport and Cargo, Total Cost of Ownership

1. Giriş

Teknolojideki gelişmelerin ve küreselleşmenin sosyal, kültürel ve ekonomik etkilerinin yoğun olarak görüldüğü günümüzde, değişen rekabet ortamı işletmeleri değişik stratejiler kullanmaya zorlamaktadır. Firmaların artan rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve beraberinde müşteri memnuniyetini sağlayabilmek için pek çok sektörde yeni yöntemlerden yararlanmaları gerekmektedir (Köfteci ve Gerçek, 2010). Yenilikçi uygulamaların kullanılmasını gerektiren sektörlerden biri de yük taşımacılığıdır.

Günümüzde yük taşımacılığı, sadece ürünün taşınması olarak değil aynı zamanda lojistik çerçevede ele alınmaktadır (FWHA, 1996). Lojistik sektöründe kaydedilen gelişmeler ve bu gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan değişiklikler sonucunda, gelecekte yük taşımacılığı için tek taşımacılık sisteminden daha çok, türlerin gereken ve uygun oldukları yerde hizmet sundukları kombine taşımacılık sistemlerinden yararlanılması beklenmektedir. Bugün farklı ülkelerde yürütülen ulaştırma politikalarına bakıldığında eğilimin bu doğrultuda olduğu görülmektedir (European Commission, 2003.)

Yük taşımacılığının gelecek yıllarda tüketim eğilimi yüzünden artması beklenilmektedir. Mevcut kentselleşme süreci şehirlerde daha fazla taşıma hacmi üretir, ulaşım hafif ticari araçların (LCV) parça parça dağıtım başarısından ve

mesafeler kargo taşımacılık platformların yayılmasına bağlı olarak genişlemektedir. Bu büyümenin kent ekonomisinin gelişmesini desteklemesi gerekmesine rağmen, kentlerdeki kargo taşımacılığının çevresel külfetini de artırabilir. Nakliye araçları halihazırda CO2 salımlarının yaklaşık dörtte birinden, Nox salımlarının üçte birinden ve kentlerde ulaşım sektörü tarafından üretilen partikül maddenin yarısından sorumludur (Lebeau vd., 2015). Çözüm bulma ihtiyacının farkına varan Avrupa Komisyonu, 2030 yılına dek bellibaşlı kentsel alanlarda CO2'siz kent lojistiklerine ulaşma hedefi koymuştur (European Commission, 2011).

Ulaştırma sektörü, ekonominin ve insanların çalışmalarının temelini oluşturan mal ve hizmetlerin transferini sağlar, küresel üretkenliği destekler ve ekonomik büyümenin anahtarıdır. Ulaştırma sektörünün gelişmesi mikroekonomik açıdan satış, dağıtım ve maliyet; makroekonomik açıdan ise yatırım, üretim ve istihdam faaliyetlerine katkı sağlamaktadır (Çekerol ve Nalçakan, 2011).Büyüyen ulaşım sektörü, ekonomik ve sosyal gelişmeye olumlu katkısı yanında enerji gibi yenilenemeyen kaynakların ana tüketicisi durumundadır. Avrupa Birliğinde toplam enerji tüketiminin % 30'u, petrol tüketiminin ise % 71'i ulaşım sektörüne aittir (Arslan vd. 2021).Öte yandan, ulaşım büyük ölçüde fosil yakıtlara dayanmaktadır ve sera gazı emisyonları üretmektedir. Oluşturduğu zararlı gazları serbest bırakır ve yerel hava kirliliğini oluşturur. Her ne kadar Türkiye karayolu taşımacılığının hava kirletici emisyonları, yeni emisyon standartları nedeniyle yıllar içinde azalmış olsa da, aynı sektörün Türkiye'deki sera gazı emisyonları keskin bir şekilde artmıştır. Bu nedenle, ulaştırma sektöründen kaynaklanan emisyonları azaltmak için sürdürülebilir ulaştırma stratejilerine odaklanmaya acil bir ihtiyaç vardır.

Ulaştırma sektöründe yer alan firmalar genel operasyonlarında dışında özellikle lojistik faaliyetlerinde sürdürülebilirliği izlemekle yükümlüdür. Çünkü bu şekilde sağlayacakları sadece mali ve diğer faydalar dışında doğru bir tutum da sergilemiş olurlar (Dey vd., 2011). Taşımacılığın en önemli ayağı olan şehir içi kargo taşımacılığının sürdürülebilirliği, alternatif yakıtlara ve elektrikli araçlara ihtiyaç vardır. Biyodizel ve biyoetanol gibi alternatif yakıtlar, motorlu taşıtlarda uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bu alternatif yakıtların kullanılması, azot oksitler dışındaki hava kirletici emisyonlarının salınımını azaltır.Hava kirletici emisyonların salınımından tamamen kurtulmak ve en büyük gider olan fosil yakıt tüketimini bitirmek için elektrikli araçlar karayolu taşımacılığının sürdürülebilirliği için bir umuttur. Elektrikli taşıtlar, karma ulaşım şebekeleri, kentsel yük taşımacılığı, gece dağıtımı gibi farklı lojistik uygulamalarda geleneksel araçlara ilginç bir alternatif sunmaktadır (Başpınar ve Zeydan, 2019).

Elektrikli taşıtlar, benzinli/dizel motor yerine şarj edilebilir pillerde depolanan elektrik enerjisini kullanan, bir veya daha fazla elektrik motoruyla çalışan taşıtlar olarak tanımlanmaktadır (SCC, 2019). Aslında elektrikli araçların farklı özellikleri kargo-taşıma sistemine özellikle çok uymaktadır. İlk olarak, çoklu duruşlarla kısa mesafeli taşımalar için elektrikli araçlar çok uygundur. Elektrikli araçlar taşıma zincirinin zamana dayalı ve yapılandırılmış çevresi tarafından kolayca kontrol edilebilir. İkinci olarak sık sık hızlanma ve durma durumlarında elektrikli araçların enerji tüketimi, içten yanmalı motorlu araçlarla kıyaslandığında daha etkilidir. Üçüncü olarak elektrikli araçların sıfır emisyonları vasıtaların sağlıklı kullanımına, kentsel çevreye ve elektrikli aracı kullanan organizasyonun imajına çok şey katmaktadır. Son olarak, bağıl olarak düşük işlem maliyetleriyle kombinasyon halinde elektrikli hafif ticari araçların sık sık kullanımı geleneksel araçlara göre önemli bir avantajdır ve elektrikli araçların yüksek satın alma fiyatlarından ağır basmaktadır. Bununla birlikte elektrikli araçları kabul etmek taşıma yöneticileri için hala zor bir durumdur. Elektrikli bir araca geçmenin en önemli engeli yüksek satın alma maliyetidir (Başpınar ve Zeydan, 2019).

İşletmelerde dışarıdan satın alınan varlıkların maliyetleri, toplam maliyetler içerisinde büyük yer tutmaktadır. Bu sebeple masraflardan tasarruf etme noktasında bu fonksiyonun işletmeler için ciddi bir avantaj sağlaması mümkündür (Orhan vd, 2012). Bununla birlikte bir araç satın almaya karar verirken rasyonel bir taşıma yöneticisi sadece satın alma maliyetini değil araç seçimiyle ilgili tüm maliyeti dikkate almalıdır. Elektrikli ve geleneksel ticari araç arasında maliyet yapısının farklı olması bu tür analizi özellikle önemli hale getirmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada, kentsel ticari araçların pazarında dizel, benzinli ve elektrikli araçlar arasındaki rekabet gücü analizi yapılmış bir örneğin sonuçlarını sunmaktadır. Brüksel başkent bölgesinde maksimum 3,5 ton brüt araç ağırlığında

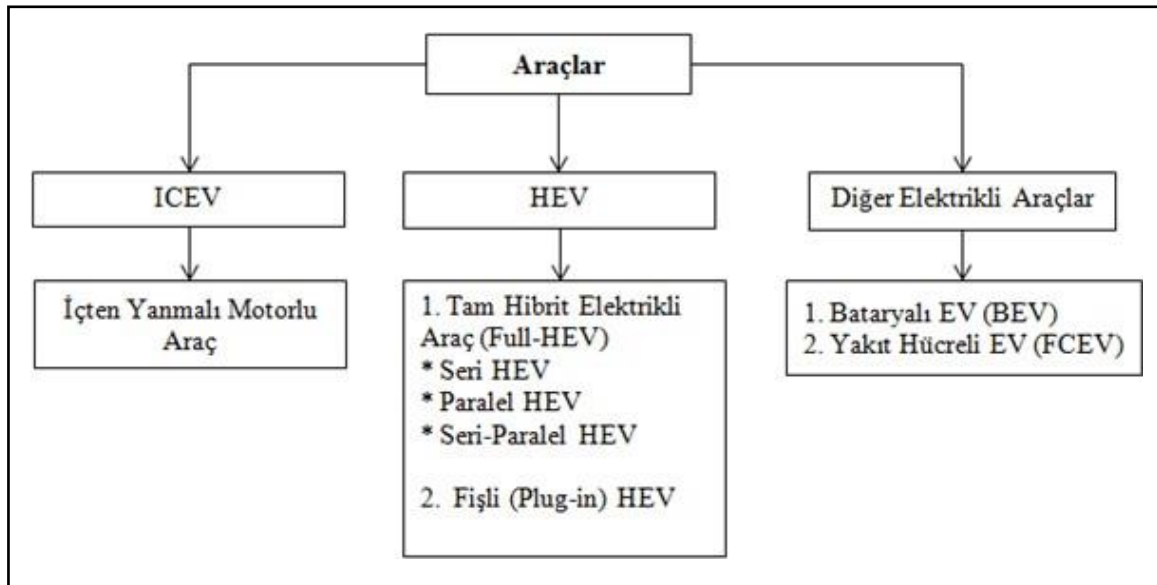
ticari araçlar için geliştirilen bir toplam mülkiyet maliyeti modeli incelenecektir. Belçika pazarında temin edilebilen 8 elektrikli araçtan ve 7 geleneksel araçtan yapılan maliyetlerinin analizini incelenmiştir. Bu çalışma modelin farklı sürüş eğitimlerinin ve farklı varsayımların duyarlılığının rekabet gücü analizini sunmaktadır. Hassasiyet analizinin sonuçları, elektrikli ticari araçların rekabetçi konumlarına beklene pazar gelişiminin etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır.

1.ELEKTRİKLİ ARAÇLAR

Ulaştırma ve taşımacılık sektöründe sürdürülebilirlik üzerine elektrikli araçlarda birçok araştırmacı aynı noktada buluşmaktadır. Martínez-Lao ve ark.'nın (2017) araştırmasına göre elektrikli araçların kullanılmasının, ulaştırma sektörünün sürdürülebilirliğini sağlamakta önemli bir yeri vardır. Elektrikli araçların teşvik edilmesi ve yaygınlaşması, otomobil sektörünün sürdürülebilirliğini sağlayan bir alternatiftir (Martinez vd, 2017).

Tarihsel gelişimi 19. yüzyılda başlayan elektrikli araçların ilki Profesör Stratingh tarafından 1835 yılında Hollanda'da geliştirmiştir (Kerem, 2014). Günümüzde özellikle, içten yanmalı motorların sebep olduğu sera gazlarının ve hava kirliliğinin artmasıyla popüler hale gelmiş (Özbay vd. , 2020) olan elektrikli araçlar sera gazlarını azaltabilecek ve de enerji güvenliğini artıracak bir alternatif araçlardır. Bu araçların çevresel ve sosyal faydalarının gerçekleşebilmesi için ise kitlesel olarak benimsenmeleri gerekmektedir (Işılak, 2020).

Elektrikli araçlar, birincil güç kaynağı olarak elektrik motoru kullanan araçlardır. Elektrikli araçlar şarj edilebilir pillerde depolanan elektrik enerjisini kullanırlar. Literatürde elektrikli araçlar çok farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Ancak bizim çalışmamızda üretim aşamasına geçen, geliştirilen ve piyasada en çok kullanılan elektrikli araç tipleri göz önüne alınarak yapılan sınıflandırma Şekil 1'de gösterilmiştir (Başpınar ve Zeydan, 2019).



Şekil 1. Araçların Sınıflandırılması

Elektrikli araçların en temel özelliği egzoz emisyonlarının olmaması veya düşük olmasıdır. Elektrikli araçlar, sınırlı enerji depolama kapasitesi nedeniyle motorlu araçlara kıyasla nispeten daha kısa sürüş mesafelerine sahiptir (Tablo 1). Elektrikli araçlar özellikle sessiz sürüş ve düşük emisyon gibi özellikleriyle ICEV'lere göre daha çok öne çıkmaktadır. Özellikle, elektriğin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi durumunda yaşam döngüsü analizlerinde

sera gazı emisyonları ve hava kalitesine olan etkiler çok daha düşük çıkmaktadır. Bu nedenle de doğal kaynakların daha az tüketilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele için elektrikli araçlar en çok üzerinde durulması gereken alternatif ulaşım türlerinden biridir. Elektrikli araçların şarj edilmesi için kullanılan elektrik enerjisinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması gerektiği araştırmacıların neredeyse tamamı tarafından kabul edilmektedir. Xiaomin Li ve diğ., yenilenebilir enerjilerdeki %1 artışın, elektrikli araç taleplerinde yaklaşık %2-6 oranında artış sağladığını belirtmektedir (Li et al., 2017). Elektrikli araç aküleri yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik ile şarj edilebiliyorsa, emisyonlar önemli ölçüde azaltılabilir (Vidyanandan, 2018).

Görüldüğü gibi elektrikli araçlar çevre dostu olması, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltması ve yakıt ekonomisi gibi pek çok avantaja sahiptir. Bu avantajlar aynı zamanda elektrikli araçların pek çok ülke tarafından tercih edilmesindeki öne çıkan sebeplerdir. Şuan için sayısı az olsa da ifade edilmiş olan gerekçelerden ötürü elektrikli araçlar giderek daha fazla kullanıcı tarafından tercih edilmesi nedeniyle 2040 yılında trafikteki toplam araç sayısının %58 ini bu araçların oluşturacağı öngörülmektedir (Çelik ve Öztürk, 2020).

Tablo 1. ICEV Motorlu Araçlar ile Elektrikli Araçların Karşılaştırılması*

Kriterler	İçten Yanmalı Motorlu Araçlar (ICEV)	Elektrikli Araçlar (EV)
Güç aktarma organı	ICEV motoru	Elektrik motoru
Enerji seviyesi	Yüksek özgül yakıt enerjisi	Düşük pil seviyesi
Güç yoğunluğu	Yüksek	Düşük
Sera gazı emisyonu	Var	Yok (BEV), Düşük (HEV)
Egzoz emisyonu	Var	Yok (BEV), Düşük (HEV)
Menzil	> 300 mil / tam dolu depo	< 100 mil / tam şarjlı batarya
Dolum/Şarj süresi	Kısa (<5 dakika)	Uzun (0,5 - 8 saat)
Yakıt deposu/Batarya	Daha az yer kaplar	Çok fazla yer kaplar
Yakıt/Batarya Ağırlığı	Çok az	Çok yüksek
Bakım maliyetleri	Daha yüksek	Daha düşük
Fren enerjisi	Geri kazanmaz	Geri kazanabilir (HEV)
İşletme maliyeti	Yüksek	Düşük
Motor verimi	~ % 30	~ % 80
Vites	Karmaşık dişli sistemine ihtiyaç var	Sadece bir vites ihtiyacı var
Gürültü	Yüksek	Sessiz
Altyapı	Gelişmiş	Şarj altyapı eksikliği
Tork	Maksimum tork sağlamak için biraz hız toplamanız gerekir	Motor çalıştıktan hemen sonra anında maksimum tork üretir
Enerji kaynağı	Sadece hidrokarbon kullanır	Birçok kaynaktan üretilen elektriği Kullanabilir

*Vidyanandan, 2018

2. Toplam Mülkiyet Maliyeti (TMM)

Bir araca sahip olmak ve bir aracı kullanmak, zamanla farklı anlarda oluşan maliyetlerle ilgilidir. Bu maliyetleri kıyaslayabilmek için toplam mülkiyet maliyeti metodolojisi, net bugünkü değer finansal formülünü kullanır. Bu yolla, bir seçeneğin tüm maliyetlerini tanımlamak için her maliyet bir maliyet göstergesine dahil edilebilir. Toplam Mülkiyet Maliyeti belirli bir malı veya hizmeti belirli bir tedarikçiden almanın gerçek bedelini anlamayı amaçlayan bir satın alma aracıdır ve felsefesi olarak tanımlanır (Dablanc ve Rakotonarivo, 2010). Benzer bir tanıma göre International Anatolia Academic Online Journal / Fen Bilimleri Dergisi Year/Yıl 2021, Issue/Sayı 7/2

toplam mülkiyet maliyeti, satın alma fiyatının ötesine geçen, alıcıyla ilgili diğer birçok maliyeti de içeren bir metodoloji ve felsefedir (Ellram, 1995). Bu metodoloji bir tedarikçiyle iş yapmanın gerçek maliyetini, fiyatın çok ötesine geçerek analiz etmeye ve anlamaya çalışır (Ellram, 1993). Buna göre belirli bir tedarikçiden bir mal veya hizmet 'satın alma' maliyetlerini modellenerek ve bir ürünün sahipliğiyle ilişkili genel yaşam maliyetleri belirlenmeye çalışılır (Jones vd., 2020). Bu, sınırlı bir zaman diliminde bir varlığa sahip olmanın, onu kullanmanın ve muhafaza etmenin toplam önemsenmemiş maliyetini verir. Bu birbirleriyle rekabet eden yatırımları kıyaslamak ve en kazançlı seçeneği değerlendirmek için kullanılmaktadır.

2.1 Modelin Varsayımları

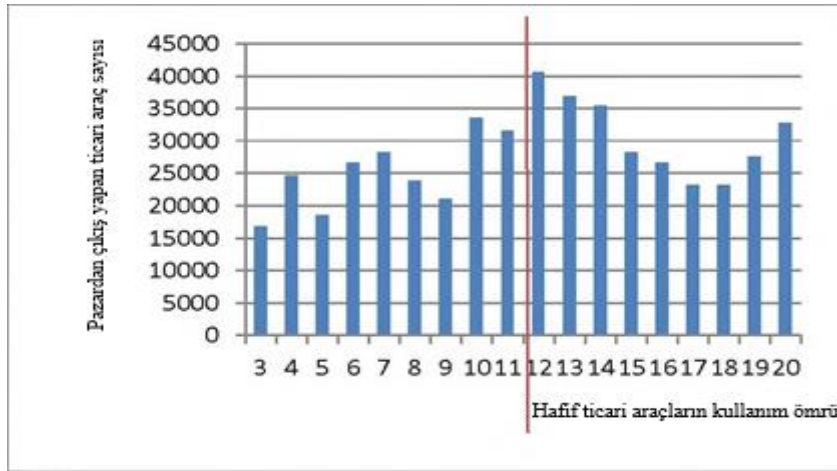
Genel olarak toplam mülkiyet maliyeti üç basamakta hesaplanır.

1. Periyodik maliyetlerin her bir akışı hesaplanır.
2. Bir kerelik maliyetlerin ve yinelenen maliyetlerin hesaplanması
3. Kilometre başına maliyeti oluşturmak için mevcut değer, aracın kullanım ömrü süresinceki kilometre miktarına bölünmesi

Tanımlandığı üzere, TMM eşitliği üç değişkene bölünebilir; mülkiyetin maliyeti, bu maliyetlerin olduğu zaman dilimi ve bunları gerçekleştirmek için gelecek maliyetlere uygulanan iskonto oranı.(Macharis vd, 2015)

2.1.1 Mülkiyet Dönemi (PERIOD OF OWNERSHIP)

Belçika'da ticari araçların ömrünün dağılımı şekil 1 de gösterilmektedir. Araçların ortalama ömrü 12.47 yıl olduğu için TMM modelinde mülkiyet dönemi 12 yıl olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2. Ticari Araçların Ömür Dağılımı (7)

2.1.2 İskonto Oranı (DISCOUNT RATIO)

İskonto oranı, yatırımcının ya da toplumun tüketmekten vazgeçip projeye bağladığı kaynağın maliyetini; diğer bir deyişle, projeye elde edilmesi gereken en düşük kazanç oranını göstermektedir (Campbell ve Brown, 2008). Bu oran "sermayecinin paranın zaman değerini reddeden faiz oranı" olarak tanımlanabilir. Bu ya reel iskonto oranı (enflasyon hariç) ya da nominal iskonto oranı (enflasyon dahil) olabilir. Bununla birlikte reel iskonto oranı enflasyon için karmaşık hesaplamayı mevcut değer eşitliği ile ortadan kaldırır. Sonuç olarak, bu çalışmada reel iskonto oranı kullanılmıştır. Finansal piyasaların risk faktörünü yok etmek için devlet tahvillerinin uzun dönem faiz oranları temel alınmıştır. Bu TMM hesaplaması için %2.54 reel iskonto oranı için referans olarak 10 yıllık Belçika uzun vadeli tahvillerini kullanılmıştır (Macharis vd, 2015). Biz faiz oranlarından Belçika'da beklenen enflasyonu %2 olarak çıkarttık ve reel iskonto oranını %0.54 olarak bulunmuştur.

2.1.3 Mülkiyet Maliyeti

Mülkiyetin maliyet analizi aracın kullanımıyla ilgili her maliyeti dikkate alır. Sadece şarj altyapısına ilişkin yatırımlar dahil edilmemiştir çünkü filonun büyüklüğüne göre etkisi azalacaktır. Sıradaki masraf akışı dikkate alınmıştır: yol

vergileri, devlet yardımları ve mali teşvikler, batarya, tamirat, araç muayenesi, sigorta, yakıt(elektrik) ve satın alma maliyetleri. Tüm maliyetlerde KDV hariçtir. Bu maliyetlere aşağıdaki model varsayımları uygulanmıştır:

1. **Araç Ömrü:** Belçika araç muayenesinden alınan verilere dayanarak, ticari araçlar, 12 yılda ortalama 185,145 km kullanılmaktadır, bu da yılda 15,429 km ve günde 58 km ye karşılık gelmektedir (Macharis vd, 2015).
2. **Sigorta Maliyetler:** Brüksel'deki sık araç kullanan ve son 5 yılda hiç kaza yapmamış bir firmaya dayanarak hesaplanmıştır. Sigorta hukuki sorumluluk 1 ile sınırlandırılmıştır. Elektrikli ve ticari araçlar arasında herhangi bir maliyet farklılığı uygulanmamıştır fakat motor güçlerindeki farklılıklar, farklı tahrik tertibatı arasında sigorta primlerinde farklılıklar oluşturmaktadır.
3. **Bakım Maliyetleri :** Küçük ve büyük bakımlar için maliyetleri içerir. Geleneksel ve elektrikli araçlar arasında farklılıklar vardır. Elektrikli araçların bakım maliyetleri geleneksel olanlara göre daha sınırlıdır çünkü içten yakmalı motorları yoktur. Daha az hareketli bileşenlerden oluşurlar; daha az sıcaklık gerilmesiyle karşılaşırlar ve yağ, filtre değişimine gerek duyulmaz. Sonuç olarak, elektrikli araçların bakım maliyetleri geleneksel araçlarınkinin yarısı kadardır buna göre geleneksel araçlar için 4.3€/100km ve elektrikli araçlar için 2.2€/100km dir (Macharis vd, 2015).
4. **Amortisman Süresi:** Aracın ikinci el piyasasında satılacağı varsayıldığı için bakiye değeri yeniden kazanılacaktır. Analizde dizel, benzin ve hibrit araçlar için yıllık amortisman oranı %18.57, ve elektrikli araçlar için yıllık amortisman oranı %24.43 olarak dikkate alınmıştır.
5. **Batarya Değişim Maliyeti:** Maliyet yapısı hakkında açık bir fikre sahip olmak için ilk satın alma maliyetine ilave edilen yeni batarya maliyetleri, maliyet hesaplarından anlaşılmalıdır ve batarya maliyetlerini etkilemektedir. Gelecekte batarya maliyetlerinin düşmesi beklendiği için, TMM'de bu tür değişikliğin duyarlılığı incelenmiştir.
6. **Batarya Ömrü:** Bataryaların kullanım ömrü bataryaların türüne göre değişmektedir. Kurşun-asit bataryaları ve sodyum-nikel klorür bataryaları sırasıyla 500 ve 1000 şarj döngüleriyle kullanım süresi en düşük olanlardır. En uzun kullanım ömrü 1,500 şarj döngüsüyle lityum demir fosfat bataryaları olarak tespit edilmiştir. Döngü sayısına ulaşıldığında bataryanın yenisiyle değiştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Elektrikli araçların yılda 260 gün ve günde bir kere şarj edildikleri kabul edilerek, kurşun asit bataryalı elektrikli araçların bataryaları 2 yılda bir değiştirilmektedir, sodyum-nikel klorür bataryalılarda 4 yıldan sonra ve lityum- iyon bataryalılarda 6 yıldan sonra değiştirilmektedir. Eğer üretici bataryalar için garanti süresi teminatı verirse, bu durumda değiştirme işlemi garanti süresi dolduktan sonra sadece bir kere olacağı varsayılır. Bununla birlikte döngü sayısının standardize edilmiş kullanım süresi metodolojisine dayandığını belirtmek gerekir. Aslında, kullanım verimlilikleri deşarj derinliği, çalışma sıcaklığı ve şarj yöntemi gibi pek çok faktöre dayalı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Macharis vd, 2015).
7. **Devlet Desteği:** Brüksel başkent bölgesinde elektrikli ticari araçlar için destek büyük işletmeler için %25, orta büyüklükte işletmeler için %35 ve küçük işletmeler için %45 tir ve yatırım maliyetlerinde 5,000€ ile maksimum değerdedir. Kentsel yük taşımacılığındaki işletmelerin çoğunluğu küçük işletmeler olduğu için , TMM modeli %45 desteği değerlendirmektedir.
8. **Vergi:** Belçika vergi sistemi, taşıt kullanımıyla ilgili her maliyette elektrikli taşıtlar için kurumlar vergisinden %120 oranında kesintiye olanak tanır. Buna karşılık, konvansiyonel taşıtlara CO2 emisyonlarına bağlı olarak %50 ila %100 arasında bir kesinti oranı uygulanmaktadır. Fosil yakıtlara her zaman % 75 oranı uygulanır. Bu nedenle, sistemin elektrikli araçların rekabet edebilirliği üzerindeki etkisi, aracın kullanımıyla ilgili toplam maliyetlerin fonksiyonuna ve aracı işleten şirkete uygulanan kurumlar vergisi oranına bağlı olarak değişmektedir. Kurumlar vergisi oranı ve aracın toplam maliyeti arttıkça vergi sisteminin etkisi daha da artar. Modelde, 1 ila 25.000 Euro arasında kar yapan şirketler için yaygın olarak kullanılan %24.98 oranı kullanılmaktadır (7). Ancak, daha yüksek bir kurumlar vergisi oranının taşıtların TMM si üzerindeki etkisini test etmek için bir duyarlılık analizi yapılmıştır.
9. **Yakıt ve Elektrik Maliyet:** Yakıt ve elektrik maliyetlerinin enflasyondan daha fazla artmayacağı tahmin edilmektedir. Gerçek iskonto oranı kullanıldığı için, TMM modeli yakıt fiyatlarındaki değişimi yansıtılmaktadır. KDV hariç fiyatlar benzin için 1.64/14 €, dizel için 1.42/15 € ve elektrik için 0.15/kWh6

€'dur. Bununla birlikte, artan yakıt fiyatlarının etkisi test edilmiş ve sonuçlar gelecekteki petrol fiyatlarının belirsizliği karşısında hassasiyet analizinde sunulmuştur.

2.2.Pazar araştırmasının kapsamı

Ticari elektrikli taşıt arzı, binek otomobillere göre daha az gelişmiştir. Bununla birlikte, mevcuttaki ticari bilgilere bağlı olarak toplam 8 elektrikli taşıt seçilmiştir. Ayrıca, seçim yapılırken Avrupa taşıt sınıflandırmasına (European Commission,2002;2007) göre farklı taşıt kategorilerinden farklı taşıma yükleri (450kg'dan 1.700kg'a kadar) ve farklı iş modelleri (akü kiralama ve satın alma) bulunan bir dizi taşıt gösterilerek pazar arzının çeşitliliğini korumaya dikkat edilmiştir. Elektrikli ticari taşıtları geleneksel taşıtlarla mümkün olduğu kadar doğru şekilde karşılaştırabilmek için, seçilen elektrikli araçların en benzer versiyonları seçilmiştir. Sonuç olarak, analize 5 dizel araç ve 2 benzinli araç dahil edilmiştir. Farklı modellerin TMM modelinde göz önüne alınan maliyetler taşıt kullanıcılarından ve doğrudan üreticiler, distribütörler, otomobil satıcıları ve düzenleyici kurumlarla temasa geçilerek elde edilmiştir.

3. BULGULAR

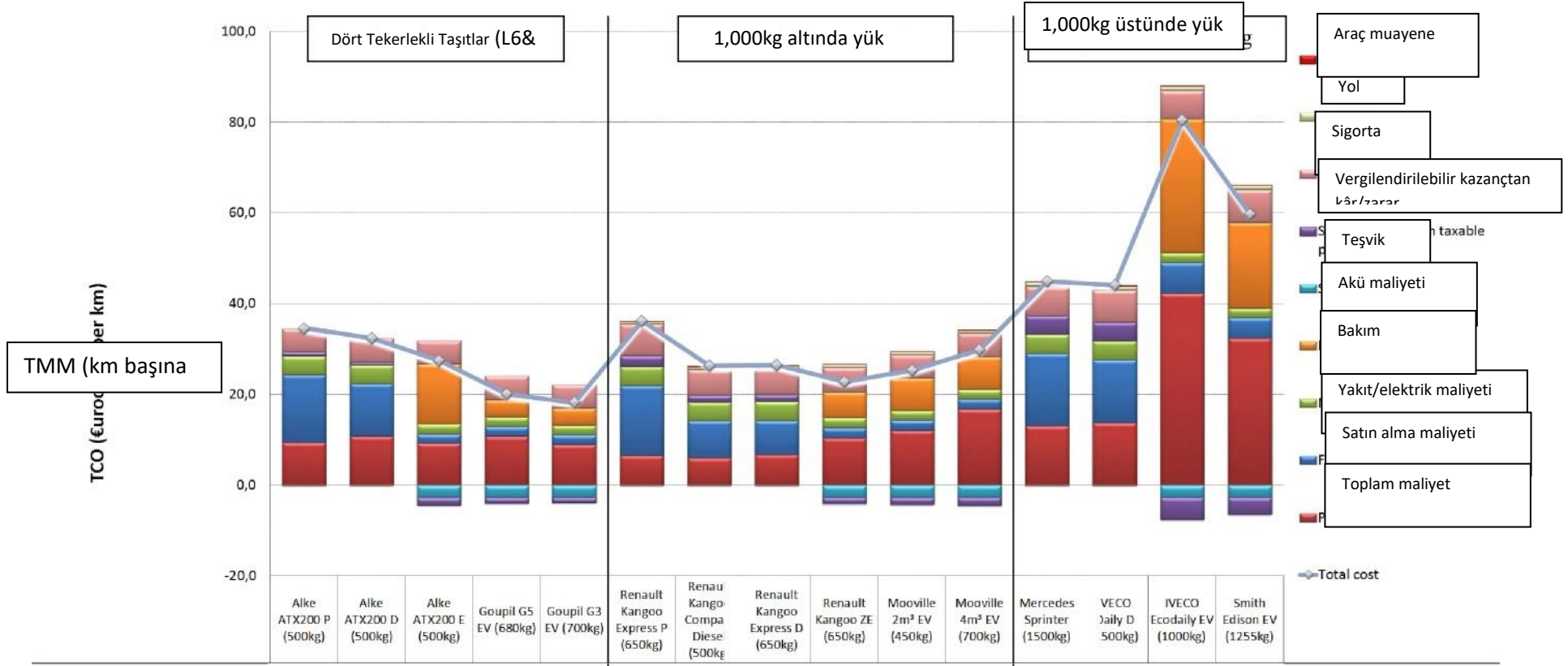
3.1 Toplam Mülkiyet Maliyeti

Brüksel-Başkent Bölgesi'ndeki ticari taşıtlar için TMM modeline dayanarak, farklı taşıtların maliyet yapısı Şekil 3'de gösterilmektedir. Taşıtlar, Avrupa sınıflandırmasına göre üç gruba ayrılmaktadır (European Commission,2002;2007).

- a. ehliyet olmadan kullanılabilen ve yol vergisi veya araç muayene maliyeti olmayan dört tekerlekli taşıtlar (L6 ve L7)
- b. 1.000 kg'dan daha az yük kapasitesine sahip hafif ticari taşıtlar (HTT) N1
- c. 1000 kg veya daha yüksek yük kapasitesine sahip hafif ticari araçlar (HTT) N1

Benzinli araçlara kıyasla dizel araçların sonuçları, gerçek piyasa değerlerini yansıttıkları için tutarlıdır. Dizel araçlar daha yüksek satın alma maliyetlerine sahiptir ancak lojistik operasyonlarda düşük yakıt maliyetleri nedeniyle toplam mülkiyet maliyetleri daha düşüktür. Bu nedenle, günümüzde hafif ticari araç pazarına öncelikli olarak dizel araçlar hakimdir.

Elektrikli taşıtların rekabet gücü pozisyonları analiz edilirken, sonuçla doğrudan bir yanıt sunmamaktadır. Nitekim, elektrikli taşıtlar hem en ucuz hem de en pahalı araçlardır (18 cent/km ile Goupil G3 ve 80 cent/km ile IVECO Ecodaily). Bununla birlikte, TMM sonuçları bir eğilimi ortaya koyuyor: İncelenen araçların yük kapasitesi arttıkça elektrikli alternatifleri daha az rekabetçi hale gelmektedir.



Şekil 3: Dizel, benzinli ve elektrikli ticari araçların toplam mülkiyet maliyeti

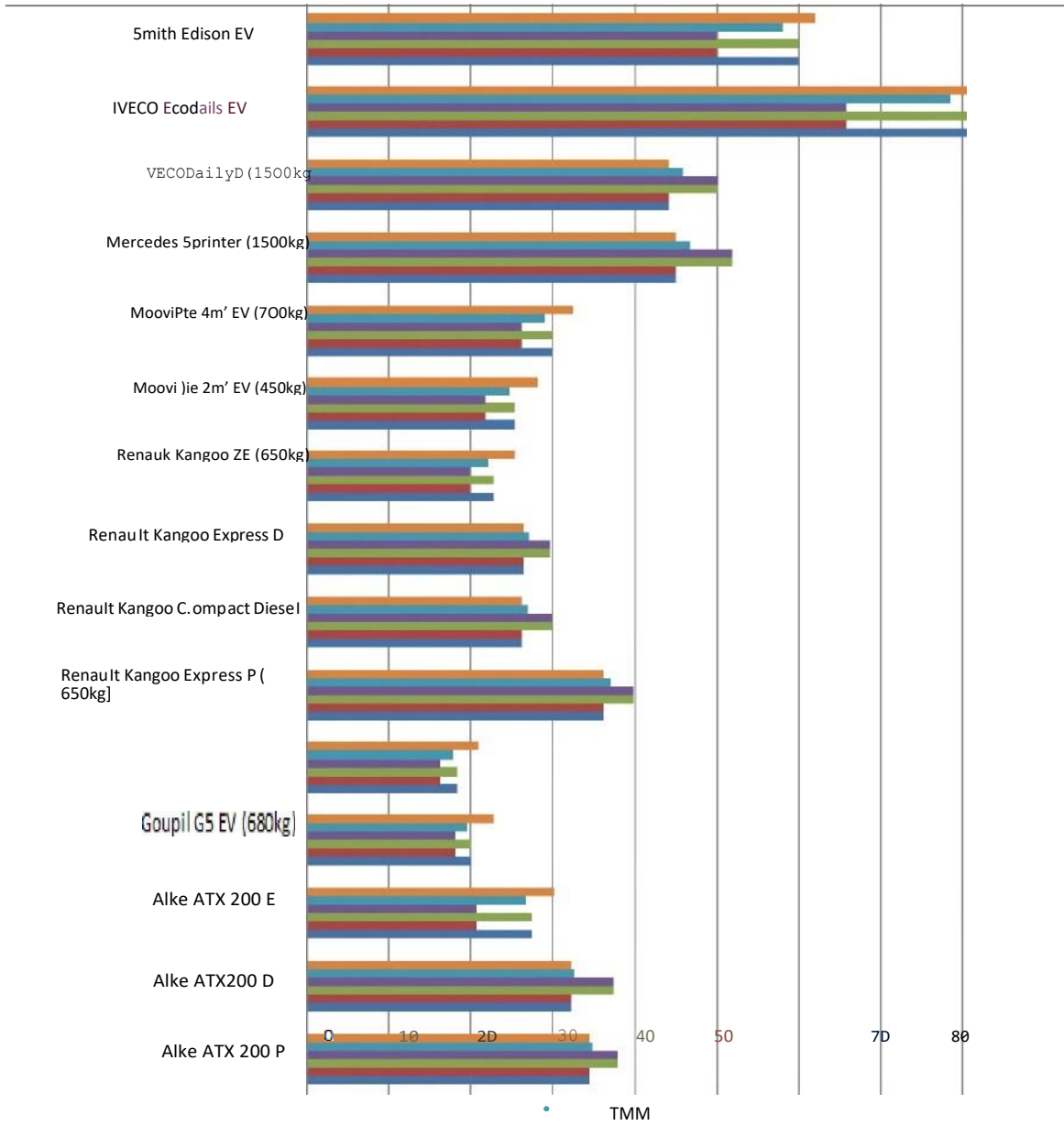
3.2 Duyarlılık Analizi

Bu analizde, sonuçların hassasiyetini değerlendirmek için TMM modelinin farklı varsayımları test edilmiştir. Akü maliyeti, yakıt fiyatları, kurumlar vergisi oranı ve devlet desteği seviyesi analiz edilmiştir. Şekil 4, sonuçlara genel bir bakış sunmaktadır.

Akü Masrafları (BATTERY COSTS): Farklı çalışmalarda, elektrikli araçlar için akü maliyetinin önümüzdeki yıllarda azalacağı öngörülmektedir. Modelde akü fiyatlarının yarı yarıya azalmasının etki simülasyonu yapıldığında, TMM modeli en büyük etkinin sık sık akü değiştirilen elektrikli araçlar ve büyük akülü elektrikli araçlar üzerinde olduğunu göstermektedir. Alke tarafından üretilen elektrikli araçların TMM'si 6 cent/km azalmaktadır. Bununla birlikte, Goupil tarafından üretilen elektrikli araçlar, düşen akü maliyetleri sayesinde 2 cent/km düşüş sağladıkları için kategorinin en rekabetçi ürünü olmaya devam etmektedir. Moovilles, TMM'yi yaklaşık 3 cent/km azaltmıştır. Fakat asıl etki büyük aküleri bulunan IVECO ve Smith'in elektrikli araçları üzerindedir: TMM'leri sırasıyla 14 ve 10 cent/km azalmaktadır.

Akaryakıt Masrafları (BATTERY COSTS): Konvansiyonel taşıtlar da pazardaki değişikliklerden de etkilenebilir. Toplam mülkiyet maliyeti modelinde, her ürün için eşdeğer bir enflasyon değerlendirilmiştir. Ancak, akaryakıt fiyatları, petrol rezervlerinin azlığı nedeniyle diğer fiyatlardan daha hızlı yükselebilir. Bu nedenle, elektrikli araçların rekabet gücü üzerindeki etkisini değerlendirmek için artan yakıt fiyatlarının etkisine yönelik bir duyarlılık analizi yapılmıştır. Toplam mülkiyet maliyeti modelinde dizel ve benzin fiyatlarının litre başına 2 euoya yaklaştığı bir senaryo ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, ilk iki kategorideki konvansiyonel araçların TMM'sinin 3 ila 5 cent/km arasında arttığını, elektrikli ticari araçların TMM'lerinin ise baz senaryoya göre değişmediğini göstermektedir. 1.000 kg'ın üzerinde yük taşıma kapasitesine sahip taşıtlar kategorisinde, dizel IVECO Daily'nin ve Mercedes Sprinter'in TMM'si sırasıyla 6 ve 7 cent/km artmakta ancak bu araçlar yine de elektrikli modellerinden daha rekabetçi olmaya devam etmektedir. Ancak, düşen akü maliyetlerinin ve artan yakıt fiyatlarının etkisi birleştiğinde, rekabetçi pozisyon değişmektedir: Smith Electric aracı Mercedes Sprinter'dan 2 cent/km daha az maliyetli ve IVECO Daily kadar rekabet gücü yüksektir. Öte yandan, elektrikli IVECO Ecodaily, 15 cent/km'den daha yüksek bir TMM ile daha pahalı olmaya devam etmektedir. Hükümetin elinde piyasayı etkileyecek ekonomik araçlar bulunmaktadır. Mali önlemler veya sübvansiyonlar kullanılabilir. Mali önlemlerle ilgili olarak, TMM modelinde şirketin 25.000 Euro'dan az kâr olduğu kabul edilmiştir. Bununla birlikte, Belçika'da 90.000 Euro'dan daha yüksek kâr elde eden bir şirketin, %24.98 yerine %35.54 vergi oranını karşılaması gerekecektir. Belçika vergi sisteminde bu etki ağır HTT kategorisi için özellikle ilgi çekicidir. Kategori içindeki araçlar daha pahalı olduğu için vergi sistemi elektrikli araçların rekabetçiliğini daha fazla desteklemektedir.

Vergi Masrafları (TAX COSTS): Son kategorideki elektrikli araçlar yaklaşık 2 cent/km'lik bir TMM düşüşü görürken, dizel araçlar daha yüksek 2 cent/km'lik TMM düşüşünü desteklemektedir. İlk iki kategorideki elektrikli araçlar yaklaşık 1 cent/km'lik bir indirimden yararlanırken, geleneksel araçlar yaklaşık 1 cent/km'lik bir TMM artışına sahip olduklarından, etki daha çok daha az maliyetli araçlarla sınırlıdır. Daha hafif elektrikli ticari araçlar hâlihazırda konvansiyonel ticari araçlardan daha rekabetçi olduğu için daha yüksek bir vergi oranı Dizel ve elektrikli araçlar arasındaki rekabet farkını genişletmektedir. Buna karşılık, vergi sistem, 1.000 kg'dan yüksek yük kapasitesine sahip taşıtlar kategorisinde yer alan elektrikli ve konvansiyonel taşıtlar arasındaki farkı azaltmaktadır.



■ Hükümet desteği yok
■ Kurumlar vergisi %25'ten %35,54'e kadar
■ Yakıt fiyatları 2 Euro/L'ye kadar, akü masrafları bölü 2
■ Yakıt masrafları 2 Euro/L'ye kadar
■ Baz senaryo

Şekil 4: TMM modelinin duyarlılık analizi(7)

4.SONUÇ ve ÖNERİLER

Sürdürülebilirlik kavramının çıkış noktası, ekonomik ve teknolojik gelişmelere paralel bir şekilde ortaya çıkan çevre sorunlarının önüne geçebilme ve ekosistemin korunması üzerine odaklanmıştır (Tosun, 2009). İklim değişikliği, bölgesel krizler, açlık, artan nüfus ve doğal afetler gibi sorunlar sürdürülebilirliğin üretim ve lojistik ağı paydaşları arasında da önemli bir konuma taşınmasına neden olmuştur (Pagell ve Wu, 2009). Bunun yanısıra firmaların artan rekabeti, ürettikleri ürünler arasında olduğu kadar kullandıkları taşımacılık stratejileri arasında da gerçekleşmiştir. Son dönemlerde oluşan şiddetli rekabet, çevreci sivil toplum kuruluşlarının baskısı, müşterilerin sürdürülebilir süreçlere yönelik tercihlerinin artması, işletmeleri kullanmakta olduğu stratejilerini yeniden düzenlemeye sevk etmiştir (Yangınlar ve Sarı, 2017). Bu durum verimli ve etkili taşımacılık ağların tasarlanmasını ve operasyonel düzeyde sürdürülebilir kararların alınmasını gerektirmiştir (Duyguvar, 2018).

Bu çalışmada kargo taşımacılık sisteminde elektrikli araçlar kullanımının belirlenebilmesi amacıyla Brüksel-başkent bölgesinde hafif ticari araçların rekabet gücünü hesaplamak için geliştirilen bir toplam mülkiyet maliyeti modeli incelenmiştir. Örnek olarak alınan toplam mülkiyet maliyeti analizinin sonuçları, 1000 kg'dan daha az yük kapasitesine sahip elektrikli ticari araçların konvansiyonel alternatiflere göre finansal olarak daha çekici olabileceğini göstermektedir. Küçük aküleri nedeniyle, 6 elektrikli araçtan 5'i konvansiyonel araçlardan daha düşük bir TMM'ye sahiptir. Bununla birlikte, 1.000 kg'ın üzerinde yük taşıma kapasitesine sahip ticari araçlar için rekabet durumu tersine çevrilmektedir. Bu kategorideki büyük rekabet uçurumu, bu elektrikli araçların benimsenmesi için kritik bir zorluk olarak tanımlanmıştır.

Makalede, modelin duyarlılığını test etmek ve elektrikli araçların rekabetçi pozisyonunun piyasanın beklenen gelişimine göre değişimini tahmin etmek için yapılan duyarlılık analizinin sonuçları ortaya konmuştur. Düşen akü fiyatlarının etkisinin büyük akülü elektrikli araçlar (1.000 kg'ın üzerinde yük kapasitesine sahip elektrikli araçlar) veya akünün sık sık değiştirildiği elektrikli araçlar (kurşun asit akülü elektrikli araçlar) için daha fayda sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yükselen yakıt fiyatlarının etkisinin konvansiyonel araçların TMM'sini arttırdığı tespit edilmiştir. Son olarak, devlet desteğinin elektrikli araçlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Devlet desteğinin, Brüksel-Başkent Bölgesi'ndeki şirketler için vergi sisteminden daha az etkili olduğu görülmüştür. Aslında, devlet desteği hâlihazırda rekabet gücü yüksek elektrikli ticari taşıtlara verilmektedir ve daha ağır elektrikli ticari taşıtlara yeterli destek sunulmaktadır. Ancak, vergi sisteminin daha uygun hale getirildiği bulunmuştur. Esnekliği, elektrikli araçlara küçük araçlara kıyasla önemli maliyetlere sahip daha güçlü teşvikler sağlamaktadır. Sonuç olarak, daha yüksek yük kapasitesine sahip elektrikli araçlar vergi sisteminden devlet desteğine göre daha büyük bir destek alırken, daha hafif elektrikli ticari araçlar vergi sisteminden devlet desteğine göre daha küçük bir destek almaktadır.

Taşımacılık kavramı 1900'dan 1960'lı yıllar kadar işletmeler için temel bir rekabet avantajı sağlayan bir unsur değil de; genellikle taşıma ve depolama gibi temel fiziksel dağıtım fonksiyonları olarak değerlendirilmiştir (Yangınlar, 2018). Bugün taşımacılıkta söz konusu görevlerinin yerine getirilmesi dışında bu uygulamaların çeşitli şekillerde ve farklı göstergelere uygun olarak gerçekleşebilmesi de önem taşımaya başlamıştır (Zengin ve Akunal, 2017). Taşımacılık faaliyetleri çevre dostu bir politikayla ele alınmış ve alternatif taşımacılık şekilleri giderek yaygınlaşmaya başlamıştır (Eşmen vd, 2015). Politika yapıcılarının çevre ve hava kirliliğini azaltma noktasında çeşitli stratejiler geliştirerek uygulamaya koyması sağlıklı yaşamın ve doğal kaynakların korunması noktasında önem arz etmektedir. Bu kapsamda, özellikle taşımacılık alanında fosil yakıt tüketimini ve sera gazı emisyonunu azaltan taşıma araçlarının kullanılması, mümkün olduğunca taşıma mesafelerinin azaltılması gibi hususlar dikkate alınmalıdır (Mete, 2020). Bu nedenle, fosil yakıtlı araçların fazlalığından dolayı artan CO2 salınımından kurtulmak ve ithal ederek satın aldığımız fosil yakıt maliyetlerini azaltmak için TMM si daha uygun olan yük kapasitesi 1.000 kg'ın altındaki elektrikli ticari araçlar, kentsel kargo taşımacılığını daha sürdürülebilir hale getirmek için uygun bir teknolojik çözüm olabilir. Bununla birlikte, teknoloji daha iyi olsa bile, insanlar yanlış teknolojiyi kullanmaktan çekindikleri için eski teknolojiye bağlı kalma eğilimindedirler. Asıl sorun filo yöneticilerini belirlenen elektrikli ticari araçların yararları ve rekabet edebilirliği konusunda ikna etmeye dayanmaktadır. Bunun çözümünde devletlerin vereceği teşvikler, bu konuda yapılacak eğitimler ve fosil yakıtlı araçlar yerine elektrikli araçlara yönlendirmelerle olacaktır. Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için (Çamlıca ve Akar, 2014) taşımacılık sektörün sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetlerini önerilen şekilde arttırması beklenmektedir.

Kaynakça

- Akar, H., & Özbay, M. (2011). Milli Mücadele Yıllarında Niksar. Niksar Belediyesi.
- Atlı, D. 22.08.2019 tarihinde Yapılan Mülakat.
- Aydın, M. (1990). "Sultan II. Mahmud Döneminde Yapılan Nüfus Tahrirleri", Sultan II. Mahmud ve Reformları Semineri (28-30 Haziran 1989), İstanbul.
- BOA. ML. VRD. CMH. D. 1028/5.
- BOA. NFS. d. 2395
- BOA. ŞD., 1785/6.
- BOA. ŞD., 2914/31-1.
- Bozkurt, R. (2015). Unutulan Göç Aslını İnkâr Eden Haramzadedir. İstanbul: Yaylacık Matbaacılık.
- Ekici, S., & Tuncel, G. (2015). Göç ve insan. Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi, 5(1), 9-22.
- GDD, 2020. Erişim (01.06.2020). <http://www.gdd.org.tr/koydetay.asp?id=38E.T>.
- Güner, H. 22.08.2019 tarihinde Yapılan Mülakat.
- Kasap, M. (2018). Osmanlı Arşiv Kayıtlarında 93 Harbi Batum Muhacirleri. İstanbul: Gürcistan Dostluk Derneği Yayınları.
- Kukul, M. H. (2017) Bazı Sözlük ve Ansiklopedilerde "Göç" Tarifleri, Geçmişten Günümüze Göç. Samsun: Canik Belediyesi Kültür Yayınları.
- Oğuz, A. Osmanlı Devletinin Son Döneminde Anadolu'ya Gelen Muhacirler ve Muhacirlerin Göç Ettiği Bazı Şehirlerdeki İskân Politikaları. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi. 9(13), 2718-2738.
- MAD.d 21889.
- NFS. d. 2396.
- Nufusune, 2020. Erişim (16.02.2020). <http://www.nufusune.com>;
<https://biruni.tuik.gov.tr/nufusmenuapp/menü.zul>.
- Pul, A. (2013). "1877-78 Osmanlı-Rus Savaşı Sonrası Beykız'da Muhacirler İçin İskân Yeri Çalışmaları", Tarih Okul Dergisi, 15, 159-182.
- Saraç, H. (2011). "Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Köy-Mezra, Köy-Yayla Arasındaki Göçlerin Şehir Hayatına Etkisiyle Meydana Gelen Değişikliklerin Kültürel Hayattaki Yansımaları: Ardeşen (Rize) Yaylaları Örneği 1880-2010", CIEPO Uluslararası Osmanlı Öncesi ve Osmanlı Tarihi Araştırmaları 6. Ara Dönem Sempozyum Bildirileri, 14-16 Nisan 2011, Uşak.
- Saydam, A. (2016). "Muhacir", Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, C. 2., İstanbul:Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları.
- Taşbaş, E. (2012). "XIX. Yüzyılda Tokat'ta Göçmen İskânı ve Göçmen Sevkinde Şehrin Önemi", Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tokat Sempozyumu (01-03 Kasım 2012), C. 1,Tokat.
- Yılmaz, A., 22.08.2019 tarihinde Yapılan Mülakat.
- Yürüdü, E., Arıbaş,K & Hardal, S. (2018). "Niksar İlçesinde (Tokat) Göç Hareketlerine Genel Bir Bakış", 3.Uluslararası Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi (05-08 Eylül 2018), Üsküp-Makedonya, Ankara.

