



İstanbul Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Sistemlerinde Özel Halk Otobüsleri için Elektrikli Otobüs Konsepti

Orhan Topal

Aselsan A.Ş., Ankara, Türkiye (ORCID: 0000-0003-3857-5689)

(İlk Geliş Tarihi 18 Temmuz 2021 ve Kabul Tarihi 22 Aralık 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.972925)

ATIF/REFERENCE: Topal O. (2021). İstanbul Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Sistemlerinde Özel Halk Otobüsleri için Elektrikli Otobüs Konsepti. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (31), 968-973.

Öz

Dünya genelinde toplu ulaşımın temel bileşeni olan lastik toplu ulaşım hizmeti kamu ve özel sektör aracılığıyla, farklı sözleşme modelleri çerçevesinde yürütülmektedir. Kalite Teşvikli Brüt Maliyet Sözleşme Modeli en çok tercih edilen sözleşme modeli olarak ön plana çıkmaktadır. Bu sözleşme modelinde verilen sübvansiyon miktarlarının azaltılmasını hedeflemekte; sunulan toplu ulaşım hizmetin kalitesi ve gelirin gideri karşılama oranının artırılması esas almaktadır.

Türkiye’de ise lastik tekerlekli toplu ulaşım hizmetleri büyük ölçüde özel sektör aracılığıyla yürütülmektedir. Konunun en önemli paydaşı olan yerel yönetimlerimiz tarafından Net Kontrat Maliyet Sözleşme Modelinin esas alındığı hizmet yaklaşımları çerçevesinde toplu ulaşım işletmesi sağlanmaktadır [1]. Tercih edilen sözleşme modelinde kamu ve toplu ulaşım işletmecileri için karşılıklı kazanç esas alınmaktadır. Ancak gelirin gideri karşılama oranının yüksek ve işletme planlamalarının sabit olduğu koşullarda tercih edilen Net Kontrat Maliyet Sözleşme Modeli, gelinen nihai durumda artan maliyetlere ve gelişen raylı sistem ağları ile yeni hatların planlama gereksinimleri nedeni ile sürdürülmesi zorlu bir hal almıştır.

Diğer taraftan küresel ölçekte ulaşım kaynaklı seragazi emisyonlar her geçen gün artmakta; bu duruma yönelik farklı kulvarlarda ve yenilikçi yaklaşımlar ortaya konulmaktadır. Şehir içi toplu ulaşım sistemleri bütün karayolu taşımacılığı kaynaklı CO₂ e salınımlarının 40 %’ına karşılık gelmektedir [2]. Dünya genelinde yürürlüğe alınan birçok delegasyon ve çerçeve sözleşmelerde, toplu ulaşım işletmecisi ve operatörleri faaliyet alanlarında bu konulara yönelik çalışmalara öncelik vermektedir [3].

Bu çalışmada İstanbul özelinde, toplu ulaşım hizmetini sunan Özel Halk Otobüslerine (ÖHO) hitaben, yakın zamanda yürürlüğe konulan Brüt Maliyet Sözleşme Modelini doğrultusunda elektrikli otobüs konseptine geçiş ele alınmıştır. Mevcut durumda içten yanmalı motorlu otobüslere dair hazırlanan söz konusu model çerçevesinde, sürdürülebilir toplu ulaşım yaklaşımını esas alınmıştır. Alternatif ve yenilikçi bir konsept ile Türkiye’de ilk defa lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemlerinde yer alan ÖHO için elektrikli otobüslerin kullanılabilirliği konusunda finansal açıdan etkili bir model değerlendirilmeye sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ortalama ölçekte hizmet verilen bir hat esas alınarak elektrikli ve dizel otobüs kullanımı, Brüt Maliyet Sözleşme Modeli göre karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ÖHO işletmecileri için 16,159.14 TL ‘ye varan ilave kazanım ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar ile işletmecisi/operatör ve toplu ulaşım otoriteleri açısından çok yönlü değerlendirmelere yer verilmiş olup; söz konusu yaklaşımın E-Brüt Maliyet Sözleşme Modeli olarak literatüre kazandırılması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: E-Brüt Maliyet Sözleşme Modeli, Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım, Özel Halk Otobüsleri için Elektrikli Otobüs Konsepti

Electric Bus Concept for Private Public Buses in Istanbul Public Transportation Systems

Abstract

The rubber-tyred public transportation service, which is the basic component of public transportation around the world, is carried out through the public and private sectors, within the framework of different contract models. The Quality Incented Gross Cost Contract Model stands out as the most preferred contract model. This contract model aims to reduce the amount of subsidies given; it is based on the quality of the public transportation service offered and the increase in the ratio of income to expenditure.

In Turkey, rubber-tyred public transportation services are carried out largely through the private sector. The local governments, which are the most important stakeholders of the subject, provide public transportation operation within the framework of service approaches based on the Net Contract Cost Contract Model [1]. The preferred contract model is based on mutual gain for public and

public transportation operators. However, the Net Contract Cost Contract Model, which is preferred in conditions where the income-to-expense ratio is high and the business planning is stable, has become difficult to maintain due to the increasing costs.

On the other hand, greenhouse gas emissions from transportation are increasing day by day around the world and innovative approaches are being put forward in different lane towards this situation on a global scale. Urban public transport systems account for 40% of all CO₂ emissions from road transport [2]. In many delegations and framework agreements put into effect around the world, public transportation operators and operators give priority to studies on these issues in their fields of activity [3].

In this study, the transition to the electric bus concept has been discussed in line with the newly introduced Gross Cost Contract Model, addressing Private Public Buses, which provides public transportation services in Istanbul. In the current situation, within the framework of the model prepared for internal combustion engine buses, an alternative and innovative concept based on the sustainable public transportation approach and a financially effective model for the usability of electric buses for the Private Public Buses which is involved in rubber-tired public transportation systems for the first time in Turkey . Based on the results obtained, the use of electric and diesel buses was compared according to the Gross Cost Contract Model, based on a line served at an average scale. As a result, additional gains of up to 16,159.14 TL were revealed for Private Public Bus operators. In line with the results obtained, it is envisaged that the approach in question will be brought to the literature as the E-Gross Cost Contract Model. A versatile evaluation is included in terms of operator/operator and public transportation authorities.

Keywords: E-Gross Cost Contract Model, Rubber-tired Public Transportation, Electric Bus Concept for Istanbul Private Public Buses

1. Giriş

Dünyada her geçen gün artan nüfus, toplu ulaşım hizmetleri konusunda da yenilikçi yaklaşımları zorunlu kılmaktadır. Toplu ulaşım hizmetleri, şehirlerin gelişmişliği ile de doğru orantılı olup, hareketliliğin artırılması sosyal ve ekonomik açıdan da fayda sağlamaktadır. Sürdürülebilir şehir konsepti endeksine göre ise şehirlerdeki toplu ulaşım hizmetleri; şehir içindeki seyahat kalitesine, seyahat edilen araçlarının ne kadar çevreci olduğuna ve son olarak ulaşım sistemlerinin karlılığına göre değerlendirilmektedir [4].

2. İstanbul'da Toplu Ulaşım

İstanbul'da toplu ulaşım hizmetleri kamu ve özel sektör kaynaklarıyla sunulmaktadır. Raylı sistemlerle sağlanan ulaşım hizmetlerinde sadece kamu kaynakları; karayolu ve denizyolu ulaşımında ise hem kamu hem özel sektör kaynaklarıyla birlikte hizmet sağlanmaktadır. Yaklaşık 15 Milyon kişinin kayıtlı olarak ikamet ettiği İstanbul'da kent içi toplu ulaşımında lastik tekerlekli sistemler ön plana çıkmaktadır. İstanbul'daki coğrafi yapı ve gerekli altyapı maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda lastik tekerlekli toplu ulaşımın, raylı sistem ve denizyoluna kıyasla daha çok sunulduğu ve dolayısı ile kullanıldığı görülmektedir. Buna göre İstanbul kent içi toplu ulaşımın 78 %'i lastik tekerlekli araçlar, 17,6 %'sı raylı sistemler ve 4,4 %'ü ise denizyoluyla gerçekleştirilmektedir [5][6]. İstanbul'da bütün dünyayı etkisi altına alan pandemi öncesi, 2019 yılı verileri esas alındığında ortalama günlük yolculuk sayısı 31 Milyonu seviyesine ulaştığı, bunun da yaklaşık 45%'ini yaya yolculukların oluşturduğu kaynaklarda yer verilmektedir. Söz konusu bu yolculukların 28%'ini toplu ulaşım, 20%'sini özel araçlar ve son olarak 7% 'sini de servisler vasıtası ile gerçekleştirilmektedir [7]. Toplu ulaşım yapıları yolculuklarının kendi içinde dağılımına bakıldığında ise karayolu taşımacılığı 77,1%'lik payla ilk sırada yer almaktadır. Bu kategoride İETT toplamda 3.607 adet otobüs ve 2.059.151 yolculukla 13,4% paya, Özel Halk Otobüsleri 2.154 adet otobüs ve 1.607.036 yolculukla 10,6%'lik paya ve İstanbul Otobüs A.Ş ise 985 adet otobüs ve 860.801 yolculukla 5,7%'lik paya sahiptir . Bununla birlikte servis, taksi ve dolmuşlarla yapılan yolculuklar ise 40,4% 'lük bir orana karşılık gelmektedir [8][9].

3. Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım

İstanbul kent içi lastik tekerlekli toplu ulaşım 40%'dan fazlası, 5000 den fazla otobüs ile İETT, Özel Halk Otobüsleri ve İstanbul Otobüs A.Ş nezdinde yürütülmektedir. Yakın zamana kadar farklı renklerde araçlarla hizmet sunmakta iken bütün araçlar İETT çatısı altında toplanmıştır.

Bu kapsamda aylık bazda otobüslerle gerçekleştirilen yolculuk sayıları ve gerçekleştirilen km değerleri Tablo 1 'de yer almaktadır. Buna göre elde edilen veriler ortalama günlük baza indirildiğinde; İETT' ye ait bir otobüs 131 km yaparak 286 yolcu taşıırken; ÖHO' ne ait bir otobüs 231 km yaparak 573 yolcu; İOAŞ' ye ait bir otobüs ise 211 km yaparak 707 yolcu taşımaktadır. Günlük bazda otobüslerle gerçekleşen km verileri ve yolculuk sayılarına esas olarak, özel sektör ile yürütülen toplu ulaşım hizmetlerini desteklemek adına araç başı gerçekleşen km verilerinin ve yolculuk sayılarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 1 İstanbul'da Servise Çıkan Otobüslerle Gerçekleştirilen Toplu Ulaşım Veriler -Aylık [10]

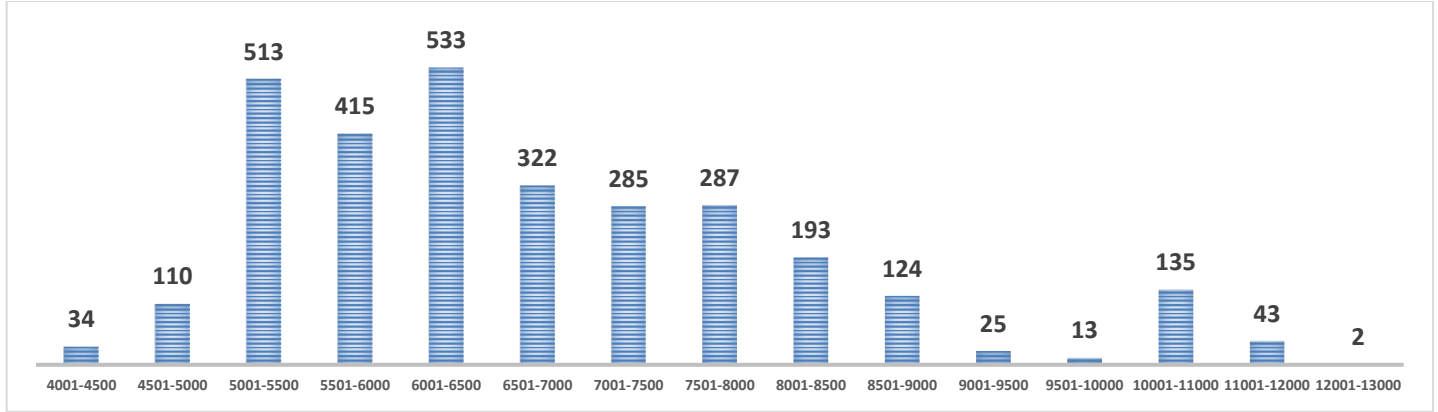
	Araç Sayısı	Yapılan km	Yolculuk
ÖHO	2.112	14.667.293	36.309.569
İOAŞ	922	5.840.825	19.566.492
İETT *	2.120	8.324.033	18.192.246
TOPLAM	5.154	28.832.151	74.068.308

Mevcut sistemde İOAŞ ve ÖHO'ya ait toplam 3.034 adet otobüs bulunmaktadır. Bu araçlarla gerçekleştirilen toplu ulaşım hizmeti aylık bazda 4.000 km – 13.000 km aralığında değişmektedir. Sunulan hizmetin bu denli geniş bir bant aralığı olması, otobüslerin farklı hatlarda çalışmaları; çalışılan hatların

* Metrobüs Hattı hariç

da işletme hızlarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Şekil 2'de ÖHO ile otobüs başına ortalama bazda aylık gerçekleşen kilometre verileri yer almaktadır. Buna göre otobüslerin ağırlıklı olarak 5.000 km ile 6.500 km aralığında hizmet verdiği

görülmektedir. Buna göre 513 otobüs 5001 km – 5500 km arası, 415 otobüs 5501 km – 6000 km arası, 533 otobüs de 6001 km – 6500 km arası yol yaptığı Şekil 1 'de yer alan grafikte görülmektedir [11].



Şekil 1 İstanbul Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım Sisteminde ÖHO için Araç Başına Gerçekleşen km Verileri

3.1 Lastik Tekerlekli Toplu Ulaşım İşletme Maliyetler ve Uygulanan Hakediş Modeli

Toplu ulaşım sisteminde ÖHO tarafından verilen hizmete karşılık İETT tarafından yapılan ödemelere esas gerçekleştirilen hakedişlerde temel unsur işletmecilerin karşılaşacağı maliyetlerdir. Lastik tekerlekli toplu ulaşım işletmeciliğindeki maliyetler, sabit ve değişken olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmektedir. Sabit maliyetler, herhangi bir değişkene (yolcu sayısı, km, zaman vb.) bağlı olmaksızın düzenli olarak ortaya çıkan giderlerdir. Bunlar personel[†], zorunlu trafik sigortası, kasko, ferdi kaza sigortası, motorlu taşıtlar vergisi (MTV), belediye teknik muayene hizmet bedeli, araç muayene bedeli, araçlar için yıpranma payı (amortisman), personel için SGK, kıdem tazminatı, muhasebe giderleri, bağlı bulunan şirket katkı payı, GKM cihazı[‡] hizmet bedeli ve son olarak vergi dahil olmaktadır. Diğer taraftan değişken maliyetler ise otobüslerin hizmet verdiği sürece oluşacak giderler olup bunlar; akaryakıt, yağ, Adblue ve ağır/periodyodik bakım & onarım giderleridir.

Toplu ulaşım sisteminde yer alan ÖHO işletmecileri için yukarıda da belirtilen maliyete esas gider kalemleri göz önüne alındığında uygulamadaki bazı hususlar dikkat çekmektedir. Buna göre akaryakıt, yağ ve Adblue tüketim maliyetlerinin yetkili istasyonlar dışında ve kalite faktörü gözetilmeden temin edilmesi; bakım & onarım faaliyetlerinin yetkili servis dışında, standartlardan yoksun ve düzensiz olarak gerçekleşmesi gibi durumlar beklenen gider maliyetleri ile sahada reel olarak gerçekleşen gider maliyetleri arasında tutarsızlıklara karşılık gelmektedir. Bununla birlikte söz konusu işletmeciler, gelirlerinin sabit kalması durumunda, daha fazla kar elde edebilmek amacı ile bazı gider kalemlerini kısararak ya da tamamen ortadan kaldırarak çok temel yapılması gereken faaliyetlerden kaçınmakta, daha yüksek gelir elde etmek amacıyla, konfor gereksinimlerini göz ardı ederek taşıdıkları yolcu sayılarını arttırmaya odaklanmaktadır. Son olarak mevcut durumda özel sektör aracılığıyla verilen toplu ulaşım hizmetleri, kurumsal bir yapıdan uzak, bireysel işletmeciler tarafından yürütülmektedir.

Bununla birlikte dünyanın önde gelen birçok şehrinde toplu ulaşım sistemlerine dair desteklenme mekanizmaları bulunmaktadır. Bu kapsamda ülkemizde özel işletmeciler için yerel ve merkezi yönetimler tarafından farklı yolcu gruplarına uygulanan indirimli ve ücretsiz tarifelerin maliyetlerini sübvansiyon etmek amacıyla toplu ulaşım sistemlerine ilave ödemeler gerçekleştirilmektedir. Bunlardan en günceli yaşanan pandemi nedeniyle İstanbul'da Covid-19 Sübvansiyon desteğidir.

İstanbul'da toplu ulaşım sistemindeki mevcut yürürlükte bulunan Net Kontrat Modelinde, hizmetinin sürdürülebilirliği işletmecilerin yolculuk gelirlerine dayalıdır. Bu durum özel işletmecilerin daha fazla yolcu taşıma talebine sebep olmaktadır. Bundan dolayıdır ki ÖHO işletmecilerinin yolcu yoğun hatlarda çalışmaya ve tek seferde daha fazla yolcu taşımaya rağbet göstermektedir. Diğer taraftan bu durum yolcular bakımından standartların üzerinde yoğunluklu araçlarda seyahat etmenin verdiği konforsuzluğun yansısı, toplu ulaşım sisteminin tamamında var olan mevcut kapasiteyi verimli bir şekilde kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Belirlenen hatlarda yolcu yoğunluk farklılıkları, elde edilen geliri doğrudan etkilemekte, beraberinde rekabete sebep olmaktadır. ÖHO işletmecileri arasındaki meydana gelen bu rekabet, kaynaklar planlanırken esnekliğe engel teşkil ederken, özellikle yeni açılan metro ve tramvay sistemleri ile şehrin yeni cazibe merkezlerinin değiştirdiği yolculuk gereksinimlerinin etkin olarak karşılanamamasına neden olmaktadır.

İstanbul toplu ulaşım sistemi için göz önünde bulundurulmuş yukarıdaki sayıların durumlar ve yaşanan pandemi koşullarında meydana gelen yolculuk sayılarındaki 90% varan azalmalar meydana gelmiştir. İstanbul toplu ulaşım sistemi için göz önünde bulundurulmuş yukarıdaki sayıların durumlar ve yaşanan pandemi koşulları neticesinde İstanbul Büyükşehir Belediye Meclisi tarafından alınan 17/09/2020 tarih ve 906 sayılı karar alınmıştır [12]. Buna göre İstanbul toplu ulaşım sisteminde yer alan ÖHO çalıştıkları güzergâhlarda maksimum verim elde edilmesi amacı ile yeniden işletme planlamalarının yapılmasına, beraberinde ÖHO işletmecilerinin de yolcu kaybı (gelir kaybı) endişesine meyil vermemek için yeni bir destekleme mekanizmasına geçilmiştir. Alınan meclis kararına istinaden imzalanan sözleşme çerçevesinde İstanbul lastik tekerlekli toplu ulaşım sisteminde yer alan özel halk otobüsleri için yaygın olarak kullanılan 12 m solo otobüsler ile birlikte 6,5-8 m, 8,1-9 m, 9,1-11 m ve çift katlı otobüsler göz önünde bulundurularak yaklaşım sunulmuştur. Nihai durumda sadece dizel otobüs konseptlerinin öngörüldüğü

[†] Personel maliyeti araç başı 2,5 katsayısını esas alan maaş maliyet kalemidir.

[‡] İstanbul Kart Okuma cihazı

meclis kararında alternatif yakıt sistemli araçlar değerlendirilmemiştir. İçten yanmalı dizel motorlu otobüslerin referans alındığı detaylı model kapsamında yapılacak hakedişlere esas parametrelerin sabit ve değişken maliyetler olarak 2 ana başlıklar halinde değerlendirilmiş ayrıca performans ödemesi şeklinde ilave bir ödeme kalemine de yer verilmiştir.

Ek 1’de ilgili İstanbul Büyükşehir Belediyesi Meclis kararı doğrultusunda imzalanan Brüt Maliyet Sözleşme Modeline esas parametrelerin, öngörülen otobüs konseptlerine göre birim fiyatları yer almaktadır. Ayrıca söz konusu parametrelerinden yakıt birim fiyatı EPDK fiyat verileri üzerinden her ay, diğer kalemler ise 3 farklı TÜİK endeksine göre ve ilgili baz dönemi esas alınarak güncelleneceği ifade edilmektedir [4][12].

Özellikle İstanbul toplu ulaşım sisteminde ÖHO çalıştığı hatlardaki farklı çalışma koşulları araçların ortalama yakıt tüketim miktarlarını da önemli ölçüde etkilemektedir. Modele esas temel maliyet kalemi olan akaryakıt tüketimine etki eden bu faktörler trafik yoğunluğu, yol altyapısı, yol eğimi, yolcu indii/bindi süreleri vb. gibi pariteler olup, söz konusu hatlarda çalışan otobüslerin sahip olduğu bu eşitsizliği normalize etmek amacıyla hat efor katsayı (HEK) ve işletmeye esas planlama endeksine göre de sefer gerçekleştirme oranı (SGO) değişkenleri ortaya konulmuştur. Son olarak yapılan ödemelere tüm maliyetler toplamına (performans ödemesi hariç) 3.75% oranında vergi dâhil edildiği belirtilmektedir [4][6][12].

Bu çalışmada İstanbul toplu ulaşım sistemindeki ÖHO işletmecilerinin tabi olduğu ve sadece içten yanmalı motorlu otobüslerin referans alındığı Net İşletme Modeline esas alternatif bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Buna göre elektrikli otobüslerle ÖHO işletmeciliği yapılmasını esas alan konsept uyarınca toplu ulaşım hizmetine dair işletme kaynaklı gelir ve gider maliyetleri hesaplanmıştır. Referans alınan aylık bazda ortalama km değerlerine göre söz konusu yaklaşımın dizel ve elektrikli otobüs kullanımı için karşılaştırmalı analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ÖHO işletmecilerine önemli bir fırsat teşkil ederken; İETT nezdinde de sıfır emisyonlu toplu ulaşım geçişte önemli bir farkındalık sağlamaktadır.

Ek 1’de ilgili İstanbul Büyükşehir Belediyesi Meclis kararı doğrultusunda imzalanan Brüt Maliyet Sözleşme Modeline esas parametrelerden yıpranma payı (amortisman), Adblue ve Sabit Bakım maliyetleri başlıkları, öngörülen elektrikli otobüslerle müteşekkil konsept yaklaşımı için Değişken Maliyetler başlığı altında değerlendirilmiştir. Zira işletme maliyetlerine esas bu kalemler özellikle elektrikli otobüs konseptlerinde avantaj teşkil etmektedir.

Tablo 2 İstanbul Toplu Ulaşım Sisteminde Özel Halk Otobüsleri Sabit Maliyet Dağılımları [12]

Sabit Maliyetler	12 m Dizel	12 m Elektrikli
Zorunlu Trafik Sigortası		
Kasko		
Ferdi Kaza Sigortası		
Motorlu Taşıtlar Vergisi		
Araç Muayene		
2,5 şoför/araç (ideal)	Personel SGK, Vergi Kıdem Tazminatı	
Muhasebe		
Şirket Payı		
Personel Giyim		
Belediye Ruhsat Harcı		
Amortisman Bedeli (TL)	10.137,38	23.653,88
Sabit Bakım & Onarım Maliyeti (TL)	2.100,00	-
Değişken Maliyetler		
AdBlue (TL/km)	0,025	-
Yakıt / Enerji Maliyeti (TL/km)	2,78	0,39
Bakım Maliyeti (TL/km)	0,40	0,40
Performans Ödemesi	Sbt	sbt
Vergi (3,75 %)	eşit	eşit

Her 2 araç konsepti için eşit ve sabit olduğu değerlendirilmiştir.

Söz konusu bu maliyet giderlerinden Adblue, dizel yakıtlı ağır hizmet araçlarından meydana gelen NOx emisyonunu azaltmakta kullanılan katkı maddesidir. Bu çalışmaya esas toplu ulaşımında kullanılan 12 m’lik dizel otobüsler için Euro III ve sonrası dizel motor klasmanlarında kullanılmakta olan Adblue için ortalama 0,025 lt/km tüketimi gerçekleşmektedir [13]. Ancak Brüt Maliyet Sözleşme Modeline esas imzalanan sözleşme çerçevesinde Adblue kullanımından meydana gelen giderin sabit maliyetler arasından bir kalem olarak değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan sabit bakım maliyeti olarak ifade edilen özellikle dizel otobüs konseptleri için motor onarım/rektifiye (yenileme), elektrik, mekanik, kaporta, şanzıman ve klima gibi ağır revizyon faaliyetlerini

kapsayan gider kalemi de elektrikli otobüs konseptleri için önemli bir avantaj sunmaktadır. Değişken gider kalemleri arasında yer alan bakım maliyeti başlığı altında ise hem elektrikli hem de dizel otobüs konseptinde göz önünde bulundurulmuş, otobüs tahrik sisteminden bağımsız olarak kapılar, silecek, cam, lastik vb. basit otobüs bileşenlerin rutin bakımları için göz önünde bulundurulmuş gider kalemidir. Son olarak özellikle araç birim fiyatları için yıpranma paylarını esas alan amortisman maliyeti ise elektrikli otobüs konsepti için dezavantaj teşkil etmektedir. Bu kapsamda aynı evsafa 12 m solo şehir içi toplu ulaşım otobüs konsepti için yaklaşık amortisman maliyeti, elektrikli otobüsler için 133 %’lük bir maliyet artışını ortaya çıkarmaktadır [13].

Tablo 3 Analizlerde Kullanılan Diğer Birim Maliyetler

AdBlue (lt)	1.83	TL §
Enerji Maliyeti (kWh)	0.38	TL **
Akaryakıt-Motorin- Maliyeti (lt)	6.61	TL ††

Gerçekleştirilen hesaplamalarda İstanbul toplu ulaşım sisteminde ÖHO tarafından Şekil 2’de yer verilen en fazla sayıda araçla yapılan km değeri esas alınmıştır. Bu anlamda aylık ortalama 6,600 km değeri üzerinden 2 temel yaklaşım sunulmuştur.

Bu yaklaşımlara esas mevcut sistemde yeralan 12 m solo dizel ve öngörülen elektrikli otobüs konseptleri için belirlenen birim maliyetlerin baz alındığı sabit ve değişken maliyetlere Tablo 4 ‘de yer verilmiştir.

Tablo 4 Modele Esas 12 m Solo Dizel Ve Elektrikli Otobüs Konsepti İçin Hakediş Ödemeleri Birim Maliyetleri

	Dizel	Elektrikli
Amortisman Bedeli (TL)	10,137.38	23,653.88
Sabit Bakım & Onarım Maliyeti (TL)	2,100.00	-
AdBlue (TL/km)	400.00	-
Yakıt / Enerji Maliyeti (TL)	18,348.00	2,588.86
Bakım Maliyeti (TL)	2,640.00	2,640.00

İlk yaklaşıma göre 12 m solo dizel otobüs için 6,600 km / ay esas alan hakediş ödemesindeki amortisman bedeli, sabit bakım & onarım bedeli (sabit gider), Adblue, akaryakıt tüketim bedeli, bakım bedeli (değişken gider) dahil toplam 33,625,38 TL/aylık hesaplanmaktadır. Benzer koşullarda 12 m solo elektrikli otobüs kullanılması esas alındığında ise bu değer 28,882,74 TL/aylık karşılık gelmektedir. Elektrikli otobüs için yaklaşık 133% oranında ilave amortisman bedeli eklenmesine rağmen elektrikli otobüs kullanımı koşulundan toplam maliyetlerde 14 % oranında, 4,742.64 TL/aylık kazanım söz konusudur.

Diğer bir yaklaşım için ise 2 alternatif öngörülebilir bulunulmuştur. İlk olarak yine benzer koşullar göz önünde bulundurularak, özellikle elektrikli otobüs konseptine dair dezavantaj teşkil eden amortisman maliyetleri için hiçbir ilave katkı sunulmaksızın sadece yapılan km değeri için elektrikli otobüs kullanımı şartının getirildiği minimum >10,000 km/aylık işletme planlaması (ve gerçekleştirilmesi) esas alınmıştır. Bu durumda dizel otobüse göre maliyetlerde 12,860,98 TL/aylık kazanım sağlanması söz konusu olmaktadır ki mevcut durumda İstanbul özelinde yaklaşık 200 adet ÖHO, >10,000 km üzerinde aylık işletme planlamasına sahiptir. Diğer alternatif için ise özellikle trafik yoğun olduğu hatlarda HEK formülasyonu nezdinde geliştirme yapılarak, elektrikli otobüslere özgü bir değer elde edilmiştir. Bu oran 6,600 km/aylık gerçekleştirilen işletme için 2.05 TL iken; 10,000 km için ise 1.35 TL olarak hesaplanmıştır.

Bu yaklaşımların hepsi mevcut İstanbul Büyükşehir Belediyesi Meclis kararı doğrultusunda uygulanabilmekte olup, herhangi bir karar değişikliğine ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca yıllık olarak meclise sunulacak öneriler doğrultusunda revizyona gidilebilecek olan yeni sözleşme modeli için ileriki süreçte elektrikli otobüs konseptinin dahil olma durumu da göz önünde bulundurulurak; elektrikli otobüs konseptlerine dair amortisman ödemesinin yapılacak hakedişlerde yer alması koşulu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda yine ortalama 6,600 km için 16,159.14 TL; 10,000 km için ise 24,277.48 TL dizel otobüs konseptine göre elektrikli otobüslerle avantaj elde edilebileceği ortaya konulmuştur.

4. Değerlendirme ve Sonuçlar

Sürdürülebilir şehirler endeksine göre toplu ulaşım hizmeti; şehir içindeki seyahat kalitesine, seyahat edilen araçlarının ne kadar çevreci olduğuna ve son olarak ulaşım sistemlerinin karlılığına göre değerlendirilmektedir [4]. Bu doğrultuda sürdürülebilir toplu ulaşım sistemleri açısından elektrikli otobüs kullanımı söz konusu belirtilen 3 temel unsur açısından da önemli kazanımlar sağlarken; bu çalışmada özellikle karlılık endeksine dair yaklaşım sunulmuştur. Elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda, Türkiye’de ilk defa lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemi içerisinde ÖHO yönelik, elektrikli otobüs konseptine geçiş, İstanbul koşulları referans alınarak modellenmiştir.

Mevcut durumda İstanbul genelinde hizmet veren özel halk otobüslerinin işletme koşullarında araç başı ortalama 6,600 km/aylık gerçekleştirilen toplu ulaşım hizmeti için dizel ve elektrikli otobüs konseptlerinde aynı olan sabit maliyet kalemleri hariç tutulmak üzere; dizel otobüs konsepti için 42,625.38 TL/aylık ilave hakediş ödemesi gerçekleştirilmektedir. Bu tutar içerisinde modelde öngörülen modele esas sabit bakım & onarım, Adblue, yakıt ve değişken bakım maliyetleri için 23,488,00 TL hesaplanmıştır. Diğer taraftan elektrikli otobüs konsepti için ise aynı yaklaşım esas alınarak 40,188.44 TL/aylık ilave hakediş ödemesi öngörülmektedir. Bu tutar içerisinde elektrikli otobüs konsepti esas alınarak enerji ve değişken bakım maliyetleri için 7,534.56 TL hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda amortisman bedeli dahil edilmemiştir zira elektrikli otobüs konseptleri için bu bedel dizel otobüs konseptlerinden 133,33 % daha fazladır. Ortaya konulan yaklaşım ile İdare açısından mevcut maliyetleri arttırmadan elektrikli otobüs konsepti sunulması öngörülmektedir.

Bu kapsamda İETT tarafından mevcut sistemde dizel otobüs için belirlenen ödeme kalemleri esas alınarak 6,600 km/aylık toplu ulaşım hizmetine karşılık gelen nihai hakediş ödemesi (her iki konsept için ortak maliyet kalemleri hariç) performans bedeli dahil 42.625,38 TL’dir. Bu işletme koşullarında elektrikli otobüs kullanılması durumunda ise yine performans bedeli dahil 40,188.44 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar baz alındığında aylık bazda 2,436.94 TL’lik ilave bir kazanç elektrikli otobüs kullanım koşullarında mümkün olmaktadır. İETT tarafından öngörülen modele teşvik amacı ile 10,000 km/aylık üzerindeki hatlarda elektrikli otobüs konseptine geçişi sağlaması ve/veya performans bedeli için elektrikli otobüslere dair ilave katsayı uygulaması vb. mekanizmalar da önemli ölçüde yaklaşımı desteklenerek, işletmeciler açısından teşvik sağlayacaktır. Ayrıca İETT tarafından yürürlüğe konulan yeni sözleşme modeli çerçevesinde, elektrikli otobüs konseptine dair ayrı bir amortisman bedelinin mevcut sistem dahil edilmesi durumunda

§ KDV dahil birim fiyat bedeli

** 01.01.2021 tarihinden itibaren geçerli OG Dağıtım Sistemi Kullanıcısı, tek terimli, çok zamanlı gece puant tarifesi için KDV, fon ve diğer pay hariç

†† 12.03.2021 İstanbul Anadolu Yakası motorin birim fiyatı bedeli

ise elektrikli otobüs konsepti için aylık bazda 22.884,00 TL kazanım sağlanabildiği yapılan hesaplamalarda ortaya konulmuştur.

Mevcut modelde elektrikli otobüslere dair sunulabilecek; 10,000 km/aylık üzerindeki hatlarda elektrikli otobüs kullanımının zorunlu kılınması ve/veya performans bedeli için elektrikli otobüslere dair ilave katsayı uygulaması vb. mekanizmalar da önemli ölçüde ortaya konulan yaklaşımı destekleyecek, özellikle ÖHO işletmecileri açısından farkındalık

sağlayacaktır. Ortaya konulan bu yaklaşım ile mevcut maliyetleri arttırmadan, ÖHO işletmecileri nezdinde elektrikli otobüs konseptine geçişe yaklaşım sağlamaktadır. İstanbul lastik tekerlekli toplu ulaşım sistemi için öngörülen E-Brüt Maliyet Sözleşme Modeline esas elektrikli otobüs konsepti, ÖHO işletmecileri için konforlu, sıfır emisyonlu ve işletme karlılığı yüksek alternatif çözüm ortaya koymaktadır

Ek_1 Brüt Maliyet Sözleşme Modeline Esas Parametreler ve Birim Fiyatlar [12].

GİDER KALEMLERİ		12 Mdizel	ÇİFT KATLI	9,1-11 M	8,1-9 M	6,5-8 M
SABİT GİDER KALEMLERİ	Zorunlu Trafik Sigortası	₺542	₺1.084	₺542	₺542	₺542
	Kasko	₺1.000	₺1.315	₺808	₺600	₺450
	Ferdi Kaza Sigortası	₺60	₺60	₺60	₺60	₺60
	MTV (Motorlu Taşıtlar Vergisi) orta.	₺291	₺310	₺291	₺291	₺291
	TÜV-TÜRK Muayene	₺45	₺45	₺45	₺45	₺45
	Amortisman	₺7.500	₺9.865	₺6.060	₺4.500	₺3.375
	Personel (ideal 2,5 sürücü)	₺10.000	₺10.000	₺10.000	₺10.000	₺10.000
	SGK, vergi ve diğer ödemeler (ideal 2,5 kişi)	₺6.250	₺6.250	₺6.250	₺6.250	₺6.250
	Kıdem Tazminatı (2,5 personel)	₺1.149	₺1.149	₺1.149	₺1.149	₺1.149
	Muhasebe	₺500	₺500	₺500	₺500	₺500
	Şirket Payı	₺490	₺490	₺490	₺490	₺490
	Personel Elbisesi	₺150	₺150	₺150	₺150	₺150
	Belediye Ruhsat Harcı Ortalama	₺63	₺63	₺63	₺63	₺63
	sabit bakım	₺2.100	₺2.368	₺1.776	₺1.600	₺1.500
	Ad Blue	₺400	₺400	₺400	₺400	₺400
SABİT TOPLAM		₺30.540	₺34.049	₺28.584	₺26.640	₺25.265
DEĞİŞKEN GİDER KALEMLERİ	Yakıt (TL/Km)	₺2,78	₺3,24	₺2,16	₺1,98	₺1,73
	Bakım (TL/Km)	₺0,40	₺0,45	₺0,35	₺0,30	₺0,29
DEĞİŞKEN TOPLAM		₺3,18	₺3,69	₺2,51	₺2,28	₺2,02
MALİYET TOPLAMI (6600 Km yapan araç)		₺51.520	₺58.418	₺45.158	₺41.662	₺38.591
	Performans Ödemesi (2. 6 ay için)	₺9.000	₺10.200	₺8.400	₺7.800	₺7.200
	Ortalama Yakıt lt/km	₺0,45	₺0,52	₺0,35	₺0,32	₺0,28

Kaynakça

- [1] İETT Genel Müdürlüğü ÖHO Hakediş Modeli Yönergesi
- [2] The International Energy Agency, Data and Statistics, IEA CO₂ Emissions from Fuel Combustion <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/co2-emissions-statistics> (erişim tarihi 05/11/2021)
- [3] Zimmermann, M., Van Begijn, G., & Cristóbal, I. V. (2010). The International Local Government Climate Roadmap. Local Governments and Climate Change, Dordrecht, Heidelberg, London and New York: Springer, 79-89.
- [4] Cora U., Su Ö.A., Kışla R.,(2021).Asya "Kentiçi Toplu Taşıma Araçları için Performansa Dayalı Hakediş Sistemi: İstanbul Örneği" Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (-kabul edildi).
- [5] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü, Kurumsal Bilgiler, <https://tuhim.istanbul/tr> (erişim tarihi 05/11/2021)
- [6] İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü 2017 Faaliyet Raporu, İETT Genel Müdürlüğü, <https://iett.istanbul/webimage/files/%C4%B0ETT%202017%20FAAL%C4%B0YET%20RAPORU.pdf>(erişimtarihi 05/11/2021)
- [7] İstanbul Yıllık Ulaşım Raporu 2017, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü https://tuhim.ibb.gov.tr/media/2171/%C4%B0bb-ula%C5%9Fim-raporu-2017-tr_son.pdf (erişim tarihi 05/11/2021)
- [8] Toplu Ulaşımında Modlar Arası Entegrasyon Vizyonu Ortak Akıl Konferansı Sonuç Raporu , İstanbul Yıllık Ulaşım Raporu 2017, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Dairesi Başkanlığı, Toplu Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü
- [9] İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Bilgiler, <https://iett.istanbul/tr> (erişim tarihi 05/11/2021)
- [10] İETT İşletmeleri Genel Müdürlüğü Toplu Ulaşım Yönetim Sistemi Projesi "Hakediş Modeli Sonuç Raporu " TUYS Projesi 2016
- [11] İETT Kurtköy Planlama Hat İşletme Planlanmaları Ocak – Mart 2019
- [12] 17/09/2020 tarih ve 906 nolu İstanbul Büyükşehir Belediyesi Meclisi Meclis Kararı
- [13] Topal, O., & Nakir, İ. (2018). Total cost of ownership based economic analysis of diesel, CNG and electric bus concepts for the public transport in Istanbul City. Energies, 11(9), 2369.