



INVESTMENT ANALYSIS OF OPERATING AND PLANNED METRO LINES IN ANKARA

Sevilay DİNÇER*

Yeşim TANRIVERMİŞ**

*Dr., Ankara Büyükşehir Belediyesi Ego Genel Müdürlüğü, svlybstnc@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6930-4430

**Prof. Dr. Ankara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, aliefendioglu@ankara.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0859-7150

Received Date:05.08.2025

Accepted Date:04.09.2025

Copyright © 2025 Sevilay DİNÇER, Yeşim TANRIVERMİŞ. This is an open access article distributed under the Eurasian Academy of Sciences License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT

As the population rises in Turkey, traffic density in cities increases, resulting in accidents and environmental pollution. As a solution, new urban rail system projects are being developed in some cities. It is essential to perform investment analysis of metro lines while transportation planning. In this study, investment analysis of metro lines in Ankara was made. Operated rail systems; Batıkent-Kızılay Metro Line (M1), Çayyolu-Kızılay Metro Line (M2), Batıkent-Sincan-Törekent Metro Line (M3), Keçiören-AKM Metro Line (M4), Aşti-Dikimevi (A1) lines. The stations which planned to be done is; The metro line between Keçiören Kuyubaşı Station and YHT Terminal Station, Yıldırım Beyazıt University Çubuk Rail System Line, A1 Line (Ankaray) Dikimevi-Nato Road Rail System Extension Line. Within the scope of the study, net present values with net cash flows (NPV), payback period based on cash flow (DRS), internal rate of return (IRR) and profitability index (CI) were calculated. KE highest metro lines; Ankaray Aşti Line (2.65 to 0.61) and M3 Line (2.16 to 0.49). NPV highest line is M2 Line (\$658,089,676.93 to -518,930,118.60\$) and M2 Line (\$658,089,676.93 to -518,930,118.60\$), the lowest and the highest metro line payback is seen between GÖS (highest) with M1 Line (41.4 years to 46.3 years) and (lowest) Ankaray AŞTİ Line (33.3 years to 62.6). Investment costs are high and payback periods are very long.

Keywords: Ankaray, Ankara, Urban Rail Systems, Metro, Public Transportation, Investment Analysis

JEL-Classification: R40, R42, L91, L92

ANKARA İLİNDEKİ İŞLETMEDE OLAN VE YAPIMI PLANLANAN METRO HATLARININ YATIRIM ANALİZİ¹

ÖZET

Türkiye’de nüfusun artması ile birlikte şehirlerde trafik yoğunluğu artmakta, kazalar, çevre kirliliği de beraberinde oluşmaktadır. Çözüm olarak bazı kentlerde yeni kent içi raylı sistem projeleri geliştirilmektedir. Ulaşım planlaması yapılırken metro hatlarının yatırım analizinin yapılması bu konuda önem arz etmektedir. Bu çalışmada Ankara’daki metro hatlarının yatırım analizi yapılmıştır. İşletilen raylı sistemler; Batıkent-Kızılay Metro Hattı (M1), Çayyolu-Kızılay Metro Hattı (M2), Batıkent-Sincan-Törekent Metro Hattı (M3), Keçiören-AKM Metro Hattı (M4), Aşti-Dikimevi (A1) hatlarıdır. Yapılması planlananlar; Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası metro hattı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Çubuk Raylı Sistem Hattı, A1 Hattı (Ankaray) Dikimevi-Nato Yolu Raylı Sistem Uzatma Hattıdır. Çalışma kapsamında net nakit akımların net bugünkü değerleri (NBD), nakit akıma bağlanmış geri ödeme süresi (GÖS), iç karlılık oranı (İKO) ve karlılık endeksi (KE) hesaplamaları yapılmıştır. KE en yüksek metro hatları; Ankaray Aşti Hattı (2,65 ile 0,61) ve M3 Hattı (2,16 ile 0,49) dır. NBD en yüksek hat M2 Hattı (658.089.676,93 \$ ile -518.930.118,60 \$) ve M2 Hattı (658.089.676,93 \$ ile -518.930.118,60 \$), GÖS en yüksek metro hattı M1 Hattı (41,4 yıl ile 46,3 yıl) GÖS en düşük metro hattı ise

¹ Bu çalışma Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Bağlı Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı'nda sunulmuş olan "Kent içi raylı sistem yatırımlarının analizi ve yönetim modelleri: Ankara ili örneği" isimli doktora tezinden üretilmiştir.



Ankaray Aşti Hattı (33,3 yıl ile 62,6) arasında olduğu görülmüştür. Yatırım maliyetleri yüksek tutarlar içermekte ve geri ödeme süreleri çok uzun çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ankaray, Ankara, Kent İçi Raylı Sistemler, Metro, Toplu Taşıma, Yatırım Analizi

JEL-Sınıflaması: R40, R42, L91, L92

1. GİRİŞ

Kent içi raylı sistemlerin her gün birçok insanın ev, iş vb. yerlere ulaşımının sağlanmasında önemli bir yeri bulunmaktadır (Abouhamad, 2014 s.7). Türkiye’de her geçen gün nüfusun artması ile birlikte şehirlerde trafik yoğunluğu artmakta, kazalar, çevre kirliliği, trafik yoğunluğu da beraberinde oluşmaktadır. Çözüm olarak kent içi raylı sistemler önerilerek, Türkiye’de son zamanlarda bazı kentlerde yeni kent içi raylı sistem projeleri geliştirilmektedir (Taşkın, 2010 s.30). İkinci Dünya Savaşı sonrasında otomotiv endüstrisi hızlı bir gelişim göstermiş, gelişmiş ülkelerde her geçen gün yaygınlaşmıştır. 1950’li yıllardan sonra kent içi trafikte problemler oluşmuş ve bu problemlere çözüm bulma arayışlarına gidilmiştir. Bu dönemde raylı sistemler vb. toplu taşıma öncelikli ulaşım planlama çalışmalarına ağırlık verilmiştir. Özel araç kullanımı asgari seviyeye düşürülerek çevreci, güvenli ve konforlu taşıma sistemi olan raylı sistemlere ağırlık verilmiştir (Çubuk vd., 2002 s.1).

2. ÇALIŞMANIN AMACI, YÖNTEMİ, ÖNEMİ VE KAPSAMI

Çalışmanın amacı; Ankara ilindeki işletmede olan ve yapılması planlanan metro hatlarının yatırım analizinin yapılması, değerlendirme yapılması, sorunların tespiti ve çözüm önerisi sunulmasıdır.

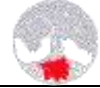
Çalışmanın kapsamında ele alınan Ankara ilinde işletilen raylı sistemler; M1, M2, M3, M4, A1 hatlarıdır. Yapılması planlanan raylı sistem hatları ise Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası metro hattı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi (YBÜ) Çubuk Raylı sistem Hattı, A1 Hattı (Ankaray) Dikimevi-Nato Yolu Raylı Sistem Uzatma Hattı olarak sıralanmıştır. Çalışma kapsamında NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Ankara ili seçilmiştir. Çalışma 2022 yılında yapılmış olup hesaplama dönemleri olarak 2022 ile 2056 yılları arası seçilmiştir.

Literatür taramasında Ankara İli için metro hatlarının işletmede olan, yapılması planlanan raylı sistem hatlarının tamamını içeren ve buna ek olarak Ankara’daki metro hatlarının yatırım analizi ile ilgili çalışmaların olmadığı dikkat çekmektedir. Bu çalışma bu yönüyle önem arz etmekte ve özgünlük içermektedir.

Murteza (2010) “Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri” konulu tez çalışmasında Türkiye’deki raylı sistem yatırımlarında fizibilite etütlerinin nasıl yapılması gerektiğini ve istekleri yerine getirip getirmediği gibi konuları incelemiştir. Kayseri’de bir ve İstanbul’da dokuz adet işletme olan raylı sistem yatırımlarının fizibilitelelerini incelemiştir. Raylı sistem yatırımlarının başarı niteliklerinin göstergesi olarak yolcu ve maliyet sayıları öngörülleri ile gerçekleşmiş veriler toplanarak karşılaştırılmış ve bir analiz oluşturulmuştur. Bütün sistemlerin başarısı toplu taşıma sistemindeki yolcu sayısı artışına yapmış olduğu katkı konusuna değinilmiştir.

Uğurel (2010) “Türkiye’de Metro Projeleri Yatırımlarının Geri Dönüşüm Süresinin Belirlenmesi ve Bu Sürenin Optimizasyonu İçin Öneriler” adlı tez çalışmasında metro projesi yatırımının geri dönüşüm süresini belirleyerek bu sürenin optimize edilmesi için önerilerde bulunmuştur. Hat uzunluğu 8,5 km olan 5 istasyondan oluşan bir metro projesinde işletme, bakım ve yapım maliyetleri göz önünde bulundurularak geri dönüşüm maliyetleri hesaplanmış, yapılan yatırımın hangi yıldan başlayarak geri dönüşünün olacağı ve bu sürenin daha kısa nasıl olabileceği ile ilgili analizler yapılmıştır.

Oğuzalp (2011) “Metro İnşaatı Projelerinde Yatırım Maliyeti Hesabı ve Toplam Yatırımın Geri Dönüşü İçin İhtiyaç Duyulan Yolcu Sayısının Tespit Modeli” adlı tez çalışmasında metro projelerinin yatırım maliyeti ve bu yatırım maliyetinin geri dönüşünü sağlayacak yolcu sayısı hesabını yaparak İstanbul Ulaşım A.Ş.’den alınan keşif ve metraj bilgileri ile iki projeye ait verileri kullanmıştır. Ulaşım



planlama ve yolculuk tahmin modellerinin üzerinde durulmuştur. Her projede yolculuk sayısı kendine özgü özellik gösterdiği için oluşturulan yolculuk sayısının diğer projelerden veri olarak alınamayacağı sonucu çıkmıştır. İnşaat maliyeti ve maliyette değişiklik oluşturan yapım teknikleri ele alınmıştır. İstanbul'daki raylı sistemler hakkında bilgiler verilmiştir.

Ayan (2018) "Raylı Sistem Projelerinde Fizibilite Raporlarının Değerlendirilmesi" adlı tez çalışmasında raylı sistem projeleri için güvenilir, detaylı ve etkili fizibilite raporunun önemi, nasıl hazırlanmalı, hangi verilerin, hangi matematiksel metotla hazırlanması gerektiğine değinmektedir. Çalışmada Türkiye'deki bazı raylı sistem projelerinin fizibilite raporları incelenmiş, veriler birbirleriyle karşılaştırılarak hangi parametrelerin sonucu daha çok etkilediği tespit edilmiştir.

Akdemir (2019) "Raylı Ulaşım Fizibilitelerinde Yeni Yaklaşımlar ve Konjoint Analizinin Erzincan Kentinde Uygulanması" adlı tez çalışmasında, kent içi raylı sistem yatırımlarının konvansiyonel fizibilitesinin hazırlanmasında önemli olan kriterlere karşılık yenilikçi ihtiyaçlara yönelik modern bir strateji geliştirmiştir. Yenilikçi ihtiyaçlara cevap verebilecek modern fizibilite stratejisinde kent içi raylı sistem yatırımları hizmet şeklinde algılanmakta ve bu sebeple geliştirilmiş yenilikçi fizibilite stratejisi için kriterlerin önemi, fayda öngörülürü, yatırıma etki etmesi konjoint analiz yöntemi ile hesaplanmaktadır.

Araştırma Etiği

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Etik Kurul Başkanlığından 31.10.2022 tarih ve E.681104 sayılı yazısı ve 20/54 sayılı kararı ile etik kurul izni alınmıştır.

3. ANKARA İLİNDE İŞLETMEDE OLAN RAYLI SİSTEM HATLARININ YATIRIM ANALİZİ

Ankara'da kent içi raylı sistemlerin yatırım analizinden önce kent içi raylı sistemlerde giderler, gelirler ve ekonomik kazançlara yer vermek gerekmektedir. Kent içi raylı sistem projesinde proje giderleri; yatırım giderleri, işletme giderleri: personel giderleri, enerji giderleri, genel idare giderler (temizlik, telefon, kırtasiye vb.), bakım onarım giderleri, amortisman giderleri ve finansman giderlerinden oluşurken proje gelirleri; yolcu gelirleri, kira gelirleri ve reklam gelirlerinden meydana gelmektedir.

Ankara'da işletilen raylı sistem hatları; M1, M2, M3, M4 ve A1 hatlarıdır. İskonto oranları (İO) % 5, % 5,5, % 6, % 8 ve % 10 alınarak hesaplama yapılmıştır. Literatür araştırmasında ulaştırma yatırımlarında bu oranlar alındığı görülmüştür. Metro Hatlarının ekonomik analizi dinamik değerlendirme yöntemlerine göre yapılmıştır. NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır.

Çalışma kapsamında Ankara'daki metro hatları için hesaplama yapılırken gider olarak; personel giderleri, su gideri, temizlik malzemesi gideri, yakacak alımları, akaryakıt ve yağ alımları, elektrik gideri, personel hizmet alım gideri, müteahhitlik gideri, yedek parça gideri, bakım ve onarım giderleri alınmış toplam gider olarak hesaplamaya dahil edilmiştir. Gelirler hesaplanırken yolcu sayısına bağlı olarak elde edilen gelirler dikkate alınmıştır.

3.1 M1 Metro Hattı'nın Yatırım Analizi

Ankara'nın nüfusunun artması sonucu giderek artan kent içi trafik problemlerini azaltmak amacıyla 1989 yılında metronun temeli atılmış, 1993 tarihinde inşasına başlanmıştır. Yapım öncesi proje ve finansman sorunu çözüldüğü için herhangi bir sorun yaşanmadan 1997 yılında tamamlanarak



işletmeye açılmıştır. Yapım maliyeti 915 milyon \$ olup km maliyeti 62 milyon \$'a karşılık gelmektedir (Anonim, 2022c).

M1 Hattı için 1997-2042 yılları arası 45 yıl için hesaplama yapılmıştır. Gelir ve giderlerdeki artışlar geçmiş yıllardaki artışlar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Gelirler % 10 oranında giderler % 7 oranında artırılarak gelecek yıllar için gelir ve giderler tahmin edilmiştir. KE'leri 1'in altında değerler çıkmıştır. Projenin karlı olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. İÖ % 5 alındığında KE 1,33 İÖ % 5,5 olursa KE 1,14, % 6 alındığında KE 0,98, % 8 olursa KE 0,56, % 10 alındığında KE 0,34 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: M1 Metro Hattı'nın Karlılık Endeksi

İÖ (%)	KE (%)
5	1,33
5,5	1,14
6	0,98
8	0,56
10	0,34

45 yıllık hesaplamalarında İÖ % 5 alındığında NBD 300.096.192,19 \$, % 6 alındığında NBD - 15.899.984,74 \$ olarak hesaplanmış ve İÖ değeri artıkça NBD azalmaktadır. İÖ % 10 olursa NBD - 607.346.813,41 \$ olarak hesaplanmıştır. % 6, % 8 ve % 10 İÖ ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: M1 Metro Hattı'nın Net Bugünkü Değer

İÖ (%)	NBD (\$)
5	300.096.192,19
5,5	128.552.357,43
6	-15.899.984,74
8	-403.024.818,20
10	-607.346.813,41

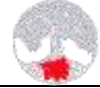
İKO % 5,94 olarak hesaplanmış olup: İÖ ile karşılaştırıldığında İÖ % 5 ve % 5,5 olarak alınırsa İKO'nun % 5,94 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İÖ % 6, % 8 ve % 10 alınması durumunda İKO'nun % 5,94 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilememektedir. İKO İÖ'dan büyük çıkarsa yapılan projenin kar getiren bir proje olmadığı sonucu çıkmaktadır. GÖS; İÖ % 5 olursa 41,4 yıl, İÖ % 5,5 olursa 43,7 yıl, İÖ oranı % 6 alınırsa 46,3 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3: M1 Metro Hattı'nın Geri Ödeme Süresi

İÖ (%)	GÖS (Yıl)
5	41,4
5,5	43,7
6	46,3

3.2 M2 Metro Hattı'nın Yatırım Analizi

M2 Metro Hattı'nın, yapım çalışmalarına 2002 tarihinde başlanmış bina ve inşaat çalışmalarını 2011 yılına kadar (9 yıl) EGO yapmış finansman sorunları sebebiyle bitmeyen metro projeleri yapımı Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na (UAB) devredilmiştir. Bakanlıkça 2011 yılında yeniden ihale edilmiş



ve 2012 yılında sözleşme imzalanarak çalışmalara başlanmış ve 2014 yılında işletmeye açılmıştır. Normal şartlarda 4 yılda bitmesi gereken metro hattının yapım süreci 12 yıl sürmüş, yapılan yatırım 8 yıl hiç gelir getirmemiştir. Yapım maliyeti 893 milyon \$ olup km maliyeti ise 53 milyon \$'dır (Anonim, 2022c). 2013 ile 2058 yılları arası 45 yıl için hesaplama yapılmıştır. Gelir ve giderlerdeki artış oranları ile geçmiş yıllardaki artış oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Gelirler % 10 oranında, giderler ise % 5 oranında artırılarak gelecek yıllar için gelir ve giderler tahmin edilmiştir. M2 Metro Hattı'nın 2013 ile 2058 yılları arası 45 yıllık gelirler, giderler, metro hattının yatırım maliyeti, NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır. KE'leri 1'in altında çıkmıştır. İO % 5 KE % 1,74, % 5,5 iken % 1,48 ise, % 6 iken % 1,27, % 8 iken % 0,71 ve İO oranı % 10 iken ise % 0,42 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: M2 Metro Hattı'nın Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	1,74
5,5	1,49
6	1,27
8	0,71
10	0,42

NBD hesaplamalarında % 8 ve % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 45 yıllık nakit akışı hesaplamalarında İO % 5 alındığında 658.089.676,93 \$ % 8 alındığında NBD - 256.981.035,44 \$ olarak hesaplanmış ve İO değeri artıktıkça NBD azalmaktadır. İO % 10 olarak alındığında NBD negatif değer -518.930.118,60 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: M2 Metro Hattı'nın Net Bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	658.089.676,93
5,5	433.739.192,50
6	245.246.965,07
8	-256.981.035,44
10	-518.930.118,60

İKO % 6,79 olarak hesaplanmış olup: İO % 5, % 5,5 ve % 6 olursa İKO'nun % 6,79 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 8 ve % 10 olması durumunda İKO'nun % 6,79 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilmemektedir. GÖS; İO % 5 alınırsa 37,9 yıl, % 5,5 olursa 39,8 yıl, % 6 alınırsa 41,9 yıl ve % 8 olarak alınırsa ise 54,3 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 6).

Tablo 6: M2 Metro Hattı'nın Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (Yıl)
5	37,9
5,5	39,8
6	41,9
8	54,3

3.3 M3 Metro Hattı'nın Yatırım Analizi

Yapım çalışmalarına 27.09.2001 tarihinde başlanmış bina ve inşaat çalışmalarını 2011 yılına kadar (10 yıl) EGO yapmış finansman sorunları sebebiyle bitmeyen metro projeleri protokol ile UAB'ye



devir edilmiştir. Bakanlıkça 14.02.2012 tarihinde sözleşme imzalanarak çalışmalara başlanmış ve 12.02.2012 tarihinde işletmeye açılmıştır. Normal şartlarda 4 yılda bitmesi gereken metro hattının yapım süreci 13 yıl sürmüştür. 9 yıl yapılan yatırım hiçbir şekilde gelir getirmemiştir. 2013-2058 yılları arası 45 yıl için hesaplama yapılmıştır. Gelir ve giderlerdeki artış oranları geçmiş yıllardaki artış oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Gelirler %10 oranında giderler % 5 oranında artırılarak gelecek yıllar için gelir ve giderler tahmin edilmiştir. M3 Metro Hattı'nın 2013 ile 2058 yılları arası 45 yıllık gelirler, giderler, metro hattının yatırım maliyeti, NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır. KE'leri 1'in altında değerler çıkmıştır. KE sonucunun 1'in altında çıkması iyi bir sonuç değildir. İO % 5 alındığında KE 2,16, % 6 olursa 1,57, % 8 alındığında 0,86 ve % 10 olursa 0,49 olarak çıkmıştır (Tablo 7).

Tablo 7: M3 Metro Hattı'nın Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	2,16
5,5	1,84
6	1,57
8	0,86
10	0,49

% 8 ve % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 45 yıllık hesaplamalarda İO % 5 alındığında NBD 612.350.887,22 \$, % 8 olursa NBD-75.640.333,42 \$ olarak hesaplanmış ve İO değeri artıkcı NBD azalmaktadır. İO % 10 olursa NBD -270.107.348,13 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 8).

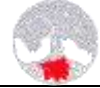
Tablo 8: M3 Metro Hattı'nın Net Bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	612.350.887,22
5,5	443.001.260,85
6	300.978.201,83
8	-75.640.333,42
10	-270.107.348,13

İKO % 7,48 olarak hesaplanmış olup: İO ile karşılaştırıldığında İO % 5, % 5,5 ve % 6 olarak alınırsa İKO'nun % 7,48 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 8 ve % 10 alınması durumunda İKO'nun % 7,48 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilmemektedir. GÖS; İO % 5 alınırsa 35,7 yıl, % 5,5 olduğunda 37,3 yıl, % 6 olursa 39,8 yıl ve % 8 olarak alınırsa 49,3 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9: M3 Metro Hattı'nın Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (Yıl)
5	35,7
5,5	37,3
6	39,8
8	49,3



3.4 M4 Metro Hattı Yatırım Analizi

Yapım çalışmalarına 15.07.2003 tarihinde başlanmış bina ve inşaat çalışmalarını Nisan 2011 yılına kadar (8 yıl) EGO yapmış finansman sorunları sebebiyle bitmeyen metro projeleri protokol ile UAB'na devir edilmiştir. Bakanlıkça 03.02.2012 tarihinde sözleşme imzalanarak çalışmalara başlanmış, 05.01.2017 tarihinde işletmeye açılmıştır. Normal şartlarda 4 yılda bitmesi gereken metro hattının yapım süreci 14 yıl sürmüştür. 10 yıl yapılan yatırım hiçbir şekilde gelir getirmemiştir. M4 Metro Hattı'nın yapım maliyeti 368.400.033,17 \$ olup km maliyeti ise 39.943.622,81 \$'dır (Anonim, 2022c). 2016-2061 yılları arası 45 yıl için hesaplama yapılmıştır. Gelir ve giderlerdeki artış oranları geçmiş yıllardaki artış oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Gelirler % 10 oranında, giderler % 5 oranında artırılarak gelecek yıllar için gelir ve giderler tahmin edilmiştir. M4 Metro Hattı'nın 2016 ile 2061 yılları arası 45 yıllık gelirler, giderler, metro hattının yatırım maliyeti, NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır. KE'leri 1'in altında değerler çıkmıştır. İO % 5 alındığında KE 1,83, % 5,5 olursa 1,56, % 6 olduğunda 1,3, % 8 alındığında 0,71 ve % 10 olursa 0,40 olarak hesaplanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10: M4 Metro Hattı'nın Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	1,83
5,5	1,56
6	1,32
8	0,71
10	0,40

% 8 ve % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 45 yıllık GÖS'de İO % 5 alındığında 307.177.866,08 \$, % 8 alınırsa NBD -106.569.125,11 \$ olarak bulunmuş ve İO değeri artıkça NBD azalmaktadır. İO % 10 olursa NBD -222.590.882,35 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11: M4 Metro Hattı'nın Net Bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	307.177.866,08
5,5	205.081.816,01
6	119.556.804,68
8	-106.569.125,11
10	-222.590.882,35

İKO % 6,91 olarak hesaplanmış olup: İO ile karşılaştırıldığında İO % 5, % 5,5 ve % 6 olarak alınırsa İKO'nın % 6,91 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 8 ve % 10 alınması durumunda İKO'nın % 6,91 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilmemektedir. GÖS; İO % 5 alınırsa 38,6 yıl, % 5,5 alınırsa 39,8 yıl, % 6 alındığında 41,8 yıl ve % 8 olarak alınırsa 53,2 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 12).

Tablo 12: M4 Metro Hattı'nın Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (Yıl)
5	38,6
5,5	39,8
6	41,8

8		ANKARA İLİNDEKİ İŞLETMEDE OLAN VE YAPIMI PLANLANAN METRO HATLARININ YATIRIM ANALİZİ
---	---	--

8	53,2
---	------

3.5 A1 Raylı Sistem Hattı'nın Yatırım Analizi

Yapımına 1992 yılında başlanmış ve 1994 yılında tamamlanmıştır. Yapım öncesi proje ve finansman sorunu çözüldüğü için herhangi bir sorun yaşanmadan 1996 yılında tamamlanarak işletmeye açılmıştır. 1996-2041 yılları arası 45 yıl için hesaplama yapılmıştır. Gelir ve giderlerdeki artışlar geçmiş yıllardaki artış oranları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Gelirler %10 oranında, giderler % 7 oranında artırılarak gelecek yıllar için gelir ve giderler tahmin edilmiştir. A1 Hattı'nın 1996 ve 2041 yılları arasındaki 45 yıllık gelirler, giderler, metro hattının yatırım maliyeti, NBD, GÖS, İKO ve KE hesaplamaları yapılmıştır. % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. KE'leri 1'in altında çıkmıştır. İO % 5 alındığında KE 2,65, % 5,5 olursa 2,26, % 6 olduğunda 1,93, % 8 alınırsa 1,06 ve % 10 olursa 0,61 olarak hesaplanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13: A1 Hattı'nın Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	2,65
5,5	2,26
6	1,93
8	1,06
10	0,61

A1 Hattı'nın NBD analizi incelendiğinde; İO % 5 alındığında NBD 656.199.485,21, % 5,5 alındığında 500.880.389,91, % 6 olursa 370.649.483,72, % 8 alınırsa 25.395.968,71, % 10 alındığında-152.903.050,74 olarak hesaplanmış ve İO değeri artıkça NBD azalmaktadır (Tablo 14).

Tablo 14: A1 Hattı'nın Net bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	656.199.485,21
5,5	500.880.389,91
6	370.649.483,72
8	25.395.968,71
10	-152.903.050,74

İKO % 8,43 olarak hesaplanmış olup: İO ile karşılaştırıldığında İO % 5, % 5,5, % 6 ve % 8 olarak alınırsa İKO'nun % 8,43 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 10 alınması durumunda İKO'nun % 8,43 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilememektedir. GÖS; İO % 5 alınırsa 33,3 yıl, % 5,5 olursa 34,2 yıl, % 6 olduğunda 36,2 yıl ve % 8 alınırsa 44,2 yıl, % 10 olarak alınırsa 62,6 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15: A1 Hattı'nın Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (Yıl)
5	33,3
5,5	34,2
6	36,2
8	44,2



4. ANKARA'DA YAPILMASI PLANLANAN RAYLI SİSTEM HATLARININ ANALİZİ

Ankara 2013-2038 Ulaşım Ana Planı'na göre Ankara'da yapılması planlanan raylı sistem hatları; I. etap raylı sistem hatları; Esenboğa-Gar 29.380 m, Gazino-Forum 5.202 m, Forum-Dışkapı 8.146 m, Söğütözü-Çukurambar 6.680 m, Dikimevi-Nato Yolu-Doğu Terminali 9.430 m'dir. Etap I'de bu hatların genel maliyeti 2.3 milyar \$ olarak planlanmıştır. Etap II'de planlanan raylı sistem hatları, Çevre Yolu C hattı 19.820 m, Merkez hattı 30.760 m, Siteler- Karapürçek 3.930 m ve Dikmen-Gar 9.190 m'dir. Etap II'de planlanan raylı sistem hatlarının maliyeti 2.3 milyar \$ olarak tahmin edilmiştir. Etap III'de planlanan raylı sistem hattı Çevre Yolu C hattı (Forum-Sincan-Yaşamkent-Eymir) 37.630 m'dir. IV. etap planlanan raylı sistem hatları; Koru-Tulumtaş 19.200 m, Kazan-Etimesgut 35.390 m, Sincan Organize Sanayi Bölgesi (OSB)-Ayaş 26.900 m, Sincan-Temelli- Polatlı 26.900 m, Sincan-Temelli- Polatlı 45.430 m, Sincan OSB-Saray 11.160 m ve Kayaş-Elmadağ 27.130 m'dir. Etap IV'de yer alan hatların maliyeti 1.3 milyar \$ olarak planlanmıştır (Anonim, 2019).

4.1 A1 Hattı (Ankaray) Dikimevi-Nato Yolu Raylı Sistem Uzatma Hattı

A1 (Ankaray) Hattı, Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Projesi, Ankaray Hattı'nın NATO Yolu yönüne uzatılmasını kapsamaktadır. Hattın uzunluğu 7,4 km olup 8 istasyon yapılması planlanmaktadır. Ankaray'ın batıya doğru Söğütözü yönüne ve doğu yönünde ise NATO Yolu tarafına doğru uzatılması öngörülmektedir.

Organizasyon yapısı, yönetim ve insan kaynakları; Ankaray A1, Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı Projesi'nin işletilmesi mevcut Ankaray işletme çatısı altında gerçekleştirilecektir. Bununla birlikte proje konusu hattın yapılması durumunda ilave tren sürücüsü, bakım elemanı, güvenlik, temizlik veya yönetim personeli gibi ilave ihtiyaçlar olacaktır. Raylı sistem işletmesinin vereceği hizmetler; trafik hizmetleri, istasyon hizmetleri, elektrik ve elektronik tesis bakım hizmetleri, mekanik tesis bakım hizmetleri, demiryolu ve inşaat bakım hizmetleri, araç periyodik bakım hizmetleri, araç ağır bakım hizmetleri, destek hizmetleri, insan kaynakları, satın alma, reklam ve pazarlama, ücret toplama, eğitim, diğer idari hizmetler (personel yemek hizmetleri vb.) şeklindedir. Ulaşım ana planında inşaat işleri maliyeti 137.330.000 \$, elektro mekanik işler maliyeti 101.469.000 \$, araç maliyeti 126.000.000 \$, mevcut araçların yenileme maliyeti 19.200.000 \$ toplam yatırım maliyet 383.999.000 \$ olarak tahmin edilmiştir (Anonim, 2022c) (Tablo 16).

Tablo 16: A1 (Ankaray) Hattı, Dikimevi-Nato Yolu uzatma projesinin yatırım maliyeti (tahmini) (Anonim, 2022c)

Gider Türü		Birim	Miktar	Birim Fiyat (\$)	Maliyet (\$)	2022 (\$)	2023 (\$)	2024 (\$)	2025 (\$)	Toplam (\$)
İnşaat İşleri Maliyetleri	Tünel (NATM/TBM)	Km	3,7	7.900.000	29.230.000	3.553.000	8.659.000	9.835.500	7.182.500	29.230.000
	Tünel (Aç-kapa)	Km	2,1	7.700.000	16.170.000	2.407.000	5.221.000	4.924.500	3.617.500	16.170.000
	U kesit hat yolu	Km	1,12	5.250.000	5.880.000	476.000	1.428.000	1.786.000	2.190.000	5.880.000
	Viyadük	Km	0,88	7.800.000	6.864.000	636.800	2.742.400	2.032.800	1.452.000	6.864.000
	Hemzemin hat yolu	Km	1,66	4.300.000	7.138.000	514.600	1.543.800	2.801.100	2.278.500	7.138.000
	İstasyon (Hemzemin)	Adet	4	6.500.000	26.000.000	3.800.000	9.400.000	8.300.000	4.500.000	26.000.000
	İstasyon (Yeraltı)	Adet	4	9.900.000	39.600.000	3.920.000	11.760.000	13.720.000	10.200.000	39.600.000

10		ANKARA İLİNDEKİ İŞLETMEDE OLAN VE YAPIMI PLANLANAN METRO HATLARININ YATIRIM ANALİZİ
----	---	--

Elektromekanik İşler Maliyetleri	Test ve İşletmeye Alma İşleri ile Diğer Kurum Giderleri (Kamulaştırma vb)	Adet	1	5.368.000	6.448.000	2.000.000	1.248.000	1.000.000	2.200.000	6.448.000
	İnşaat İşleri Toplamı				137.330.000	17.307.400	42.002.200	44.399.900	33.620.500	137.330.000
	Asansörler	Adet	43	76.000	3.268.000	0	569.600	985.600	1.712.800	3.268.000
	Yürüyen Merdivenler	Adet	52	248.000	12.896.000	0	2.198.800	4.196.800	6.500.400	12.896.000
	Güç Temini ve Dağıtım	Km	7,5	3.650.000	27.375.000	0	5.856.250	11.950.000	9.568.750	27.375.000
	Sinyalizasyon	Km	16,7	2.100.000	35.070.000	0	5.260.500	14.028.000	15.781.500	35.070.000
	Haberleşme	Km	7,5	1.100.000	8.250.000	0	1.237.500	3.300.000	3.712.500	8.250.000
	Çevresel Kont. Sistemleri	Adet	8	960.000	7.680.000	0	1.292.000	2.912.000	3.476.000	7.680.000
	İstasyon Yardımcı Tesisleri	Adet	7	990.000	6.930.000	0	1.068.000	2.848.000	3.014.000	6.930.000
	E/M İşleri Toplamı				101.469.000	0	17.482.650	40.220.400	43.765.950	101.469.000
Araç	LRT Araç Temini	Adet	36	3.500.000	126.000.000	0	0	63.000.000	63.000.000	126.000.000
	Mevcut Araçların Yenileme ve Modernizasyonu	Adet	32	600.000	19.200.000	0	0	9.600.000	9.600.000	19.200.000
Genel Toplam (\$)					383.999.000	17.307.400	59.484.850	157.220.300	149.986.450	383.999.000

A1 Hattı (Ankaray) Dikimevi-Nato Yolu Raylı Sistem Uzatma Hattı'nın kapasite seçimi konusunda; teknoloji seçimi ve sistem parametreleri bakımından Ankaray ile aynı kriterleri taşımaktadır. İstasyon peron uzunlukları, elektromekanik tasarım parametreleri ve güzergâh mimarisi A1 ile aynı olması gerekmektedir. A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatması ile mevcut hatta da sinyalizasyon sistemi güncellenecek ve aynı araçlar yeni hatta da çalışabilecektir. Hattın kapasitesi A1 (Ankaray)'ın sinyalizasyonu, peron uzunluğu ve araç kapasitesi ile aynı olması öngörülmektedir. Yolculuk talepleri A1 Hattı gerçekleşen yolcu sayıları kullanılarak hesaplanmıştır. 2022 ile 2056 yılları arası için yolcu sayıları tahmininde bulunulmuştur. A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı, mevcut A1 (Ankaray)'ın Dikimevi İstasyonu'ndan sonra Abidin Paşa, Tuzluçayır ve Cengizhan istasyonları üzerinden devam ederek Sultan Fatih İstasyonu'nda sonlanması ile oluşmaktadır. 2015 ve 2016 yıllarında yolcu sayısı 25 milyon, 2017, 2018, 2019 yıllarında yolcu sayısı 27 milyon, 2020 yılında yolcu sayısının pandemiden dolayı bir önceki yıla göre % 58 oranında azaldığı, 2021 yılında 2019 yılına kıyasla yolcu sayısı % 64 oranında azaldığı dikkat çekmektedir (Tablo 17).

Tablo 17: A1 Hattı 2015-2021 yılları arası yolcu sayıları (Anonim, 2022c)

Yıl	Yolcu/yıl
2015	25.096.985
2016	25.770.330
2017	27.738.330
2018	27.595.705
2019	27.115.209
2020	11.303.992
2021	9.895.974



A1 Hattı gerçekleşen yolcu sayıları 2015 ile 2021 yılları arası incelendiğinde pandemi döneminin olduğu 2020 ve 2021 yılları dikkate alınmadığında ortalama % 7'lik bir artış görülmektedir. A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı A1 (Ankaray) AŞTİ-Dikimevi Hafif Raylı Sistem Hattı ile benzer özellikler taşıdığı için A1 hattı gerçekleşen yolcu sayılarına % 10 artış uygulanarak A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı için 2022 ile 2056 yılları arasında yolcu sayıları tahmini yapılmıştır.

A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın işletme dönemi tahmini gelirleri hesaplanmıştır; EGO tarafından hizmet verilen ve işletilen otobüs ve raylı sistem hatlarında elektronik ücret toplama sistemi ile elektronik bilet sistemi uygulaması yapılmaktadır. 2023 yılı için EGO akıllı kart biniş ücretleri raylı sistem ve otobüslerde tam ücret 9,50 TL, indirimli ücret tarifesi 4,75 TL olarak uygulanmaktadır. Tam ücret ve indirimli ücret tarifelerinin ortalaması $(9,50 \text{ TL} + 4,75 \text{ TL} / 2 = 7,125 \text{ TL})$ 'dir. $7,125 \text{ TL} = 0,36 \text{ \$}$)² nakit akış tablosu ve diğer hesaplamalarda bu tutar kullanılmıştır. Ortalama bilet ücreti hesaplaması yapılarak ortalama bilet ücreti her üç yılda bir % 5 artırılarak tahmini gelirler hesaplanmıştır. 2022 ve 2056 yıllarını kapsayan gelir hesaplaması yapılmıştır (Tablo 18).

Tablo 18: A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın tahmini gelirleri

Yıl	Yolcu Sayısı	Ortalama Bilet Ücreti (\$)	Gelir Tutarı (\$)
2022	29.826.730	0,36	10.737.623
2023	32.809.403	0,36	11.811.385
2024	36.090.343	0,36	12.992.524
2025	39.699.378	0,38	15.006.365
2026	43.669.315	0,38	16.507.001
2027	48.036.247	0,38	18.157.701
2028	52.839.872	0,40	20.972.145
2029	58.123.859	0,40	23.069.360
2030	63.936.245	0,40	25.376.296
2031	70.329.869	0,42	29.309.621
2032	77.362.856	0,42	32.240.583
2033	85.099.142	0,42	35.464.642
2034	93.609.056	0,44	40.961.661
2035	102.969.961	0,44	45.057.827
2036	113.266.958	0,44	49.563.610
2037	124.593.653	0,46	57.245.970
2038	137.053.019	0,46	62.970.567
2039	150.758.320	0,46	69.267.623
2040	165.834.153	0,48	80.004.105
2041	182.417.568	0,48	88.004.515
2042	200.659.325	0,48	96.804.967
2043	220.725.257	0,51	111.809.737
2044	242.797.783	0,51	122.990.711
2045	267.077.561	0,51	135.289.782
2046	293.785.317	0,53	156.259.698
2047	323.163.849	0,53	171.276.840
2048	355.480.234	0,53	188.404.524
2049	391.028.257	0,56	217.607.225
2050	430.131.083	0,56	240.873.406

² Bilet ücretlerinin hesaplamasında 27.05.2023 tarihli Merkez Bankası döviz satış kuru 19.9872 olarak alınmıştır.

12		ANKARA İLİNDEKİ İŞLETMEDE OLAN VE YAPIMI PLANLANAN METRO HATLARININ YATIRIM ANALİZİ
----	---	--

2051	473.144.191	0,56	264.960.747
2052	520.458.610	0,59	306.029.663
2053	572.504.471	0,59	337.777.638
2054	629.754.918	0,59	371.555.402
2055	692.730.410	0,62	429.146.489
2056	762.003.451	0,62	472.442.140

İşletme ve bakım maliyetleri; A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın işletme ve bakım maliyetlerinin hesaplaması yapılırken EGO' dan temin edilen Tablo 19'da birim maliyetler kullanılmıştır. Metro araçlarının bir kilometre yol gitmek için 2, 1 kwh elektrik enerjisi tüketecekleri ve elektrik tüketim bedelinin 0,612 \$ / kwh olacağı kabul edilmiştir. 2022 yılı ocak ayı için 150 Kwh üzeri tüketim bedeli kwh başına 2,06 TL'dir (Anonim, 2022a).

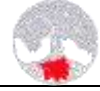
Tablo 19: Birim işletme ve bakım maliyetleri

Enerji Birim Maliyeti (\$ /taşıt-km)	0,612
Araç Bakım-Onarım Birim Maliyeti (Usd /taşıt-km)	0,184
Hat Bakım Birim Maliyeti (Usd /km)	72.600

İşletme dönemi işletme giderleri; enerji giderleri, araç bakım onarım giderleri, taşıt bakım onarım giderleri, hat bakım onarım giderleri, personel giderleri, yönetim giderleri vb. oluşmaktadır. A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın 2022 ile 2056 yılları arası 35 yıllık tahmini işletme giderleri hesaplanmıştır (Tablo 20).

Tablo 20: A1 (Ankaray), Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın tahmini giderleri

Yıl	Gider \$
2022	6.728.499,10
2023	7.064.924,06
2024	7.418.170,26
2025	7.789.078,77
2026	8.178.532,71
2027	8.587.459,34
2028	9.016.832,31
2029	9.467.673,93
2030	9.941.057,62
2031	10.438.110,51
2032	10.960.016,03
2033	11.508.016,83
2034	12.083.417,67
2035	12.687.588,56
2036	13.321.967,98
2037	13.988.066,38
2038	14.687.469,70
2039	15.421.843,19
2040	16.192.935,35
2041	17.002.582,12
2042	17.852.711,22
2043	18.745.346,78
2044	19.682.614,12
2045	20.666.744,83
2046	21.700.082,07



2047	22.785.086,17
2048	23.924.340,48
2049	25.120.557,50
2050	26.376.585,38
2051	27.695.414,65
2052	29.080.185,38
2053	30.534.194,65
2054	32.060.904,38
2055	33.663.949,60
2056	35.347.147,08

KE 1'in altında çıkmış olup, KE sonucunun 1'in altında çıkması projenin karlı olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. İO % 5 alındığında KE 2,66, % 5,5 alınırsa 2,36, % 6 olursa 2,10, % 8 alındığında 1,34 ve % 10 olarak alındığında 0,89 olarak hesaplanmıştır (Tablo 21).

Tablo 21: A1 (Ankaray) Hattı, Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	2,66
5,5	2,36
6	2,10
8	1,34
10	0,89

İO % 5, % 5,5, % 6, % 8 ve % 10 alınarak NBD hesaplanmıştır. % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 35 yıllık hesaplamalarda İO % 5 alındığında 636.810.329,57 \$ İO % 10 olarak alındığında NBD -42.343.178,92 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22: A1 (Ankaray) Hattı, Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı'nın Net Bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	636.810.329,57
5,5	522.036.152,15
6	421.879.156,21
8	131.468.112,85
10	-42.343.178,92

İKO % 9,42 olarak hesaplanmış olup: İO ile karşılaştırıldığında İO % 5, % 5,5, % 6 ve % 8 olarak alınırsa İKO'nın % 9,42 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 10 alınması durumunda İKO'nın % 9,42 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilememektedir. GÖS; İO % 5 alındığında 24,8 yıl, % 5,5 olursa 25,9 yıl, % 6 alınırsa 26,5 yıl ve % 8 olarak alınırsa 31,2 yıl, % 10 olursa 38,7 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 23).

Tablo 23: A1 (Ankaray) Hattı, Dikimevi-Nato Yolu Uzatma Hattı Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (yıl)
5	24,8
5,5	25,9
6	26,5
8	31,2
10	38,7



4.2 Keçiören Kuyubaşı İstasyonu ile YHT Garı İstasyonu Arası Raylı Sistem Bağlantı Hattı

Keçiören Kuyubaşı İstasyonu yüksek hızlı tren (YHT) Garı İstasyonu arası raylı sistem bağlantı hattının etüt proje ve müşavirlik işi 2016 yılında danışmanlık işi kapsamında, 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'na göre belli istekliler arasında ihale usulü ile ihalesi yapılmıştır. Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası metro hattının toplam uzunluğu 11,24 km olan bu hat 5 istasyondan oluşacak şekilde planlanmıştır. Solfasol Güneşevler, Siteler, Demirlibahçe, Hastaneler ve YHT Gar olmak üzere 5 istasyon yapılması planlanmıştır.

Toplam uzunluğu 11,24 km olan bu hat 5 istasyondan oluşacak hattın istasyonları Solfasol- Güneşevler, Siteler, Demirlibahçe, Hastaneler ve YHT Garı şeklinde planlanmıştır. Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası metro hattı ile İstanbul ilindeki Çekmeköy-Sultanbeyli metro hattı benzer özelliklere sahiptir (Anonim, 2020a). Çekmeköy-Sultanbeyli metro hattın uzunluğu 10,9 km, yolcu kapasitesi 64.800, sözleşme bedeli 2.342.385.741,09 TL'dir (Anonim, 2022b). Yatırım analizi hesaplamaları yapılırken İstanbul ilindeki Çekmeköy-Sultanbeyli metro hattının verilerine yakın veriler kullanılmıştır. Hesaplamalarda yatırım maliyeti 173.578.200 \$ olarak alınmıştır. Hattın 2023 ile 2057 yılları arası 35 yıllık tahmini gelir ve giderleri hesaplanmıştır (Tablo 24).

Tablo 24: Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası bağlantı hattının gelir ve giderleri

Yıl	Gelir (\$)	Gider (\$)
2023	6.050.000,00	5.084.000,00
2024	6.655.000,00	5.338.200,00
2025	7.320.500,00	5.605.110,00
2026	8.052.550,00	5.885.365,50
2027	8.857.805,00	6.179.633,78
2028	9.743.585,50	6.488.615,46
2029	10.717.944,05	6.813.046,24
2030	11.789.738,46	7.153.698,55
2031	12.968.712,30	7.511.383,48
2032	14.265.583,53	7.886.952,65
2033	15.692.141,88	8.281.300,28
2034	17.261.356,07	8.695.365,30
2035	18.987.491,68	9.130.133,56
2036	20.886.240,85	9.586.640,24
2037	22.974.864,93	10.065.972,25
2038	25.272.351,42	10.569.270,86
2039	27.799.586,57	11.097.734,41
2040	30.579.545,22	11.652.621,13
2041	33.637.499,75	12.235.252,18
2042	37.001.249,72	12.847.014,79
2043	40.701.374,69	13.489.365,53
2044	44.771.512,16	14.163.833,81
2045	49.248.663,38	14.872.025,50
2046	54.173.529,72	15.615.626,78
2047	59.590.882,69	16.396.408,11
2048	65.549.970,96	17.216.228,52
2049	72.104.968,05	18.077.039,95
2050	79.315.464,86	18.980.891,94
2051	87.247.011,34	19.929.936,54
2052	95.971.712,48	20.926.433,37



2053	105.568.883,73	21.972.755,04
2054	116.125.772,10	23.071.392,79
2055	127.738.349,31	24.224.962,43
2056	140.512.184,24	25.436.210,55
2057	154.563.402,66	26.708.021,08

Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası bağlantı hattı için hesaplanan karlılık endeksi 1'in altında değerler çıkmıştır. İO % 5 alındığında KE 1,88, % 5,5 olursa 1,67, % 6 alınırsa 1,49, % 8 olarak alındığında 0,96 ve % 10 alındığında 0,64 olarak hesaplanmıştır (Tablo 25).

Tablo 25: Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası bağlantı hattının Karlılık Endeksi

İO (%)	KE (%)
5	1,88
5,5	1,67
6	1,49
8	0,96
10	0,64

NBD'si hesaplanmış olup % 8 ve % 10 İO ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 35 yıllık nakit akışında hesaplamalarda İO % 5 alındığında 152.413.687,56 \$ % 8 alındığında NBD - 7.361.020,80 \$ olarak hesaplanmış ve İO değeri arttıkça NBD azalmaktadır. İO % 10 olarak alındığında NBD -62.800.199,72 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 26).

Tablo 26: Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası bağlantı hattı Net Bugünkü Değer

İO (%)	NBD (\$)
5	152.413.687,56
5,5	116.250.906,67
6	84.642.750,04
8	-7.361.020,80
10	-62.800.199,72

İKO % 7,80 olarak hesaplanmış olup: İO ile karşılaştırıldığında İO % 5, % 5,5 ve % 6 olarak alınırsa İKO'nın % 7,80 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İO % 8 ve % 10 alınması durumunda İKO'nın % 7,80 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilememektedir. GÖS; İO % 5 alınırsa 28,03 yıl, % 5,5 alındığında 29,07 yıl, % 6 olarak alınırsa 30,3 yıl ve % 8 olursa 36,8 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 27).

Tablo 27: Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu arası bağlantı hattı Geri Ödeme Süresi

İO (%)	GÖS (Yıl)
5	28,03
5,5	29,07
6	30,3
8	36,8
10	49,07



4.3 Yıldırım Beyazıt Üniversitesi-Çubuk Raylı Sistem Bağlantı Hattı

Projede, Esenboğa Havaalanı raylı sistem bağlantı hattının proje sonu olan YBÜ Kampüs alanını, başlangıç noktası olarak alınmıştır. Bu bölgede tramvay istasyonu tasarlanmış, bitiş noktası ise Çubuk ilçe merkezi istasyonu olarak belirlenmiştir. YBÜ-Çubuk Raylı Sistem bağlantısı projesi, Keçiören Kuyubaşı-Esenboğa Havalimanı-YBÜ metro hattına entegre çalışacak olup, Ankara Çubuk ilçesini kent içi raylı sistem hatlarıyla ve önemli toplu taşıma aktarma merkezleri ile uyumlu çalışmasının sağlanması amaçlanmaktadır. Proje ihalesi AYGM tarafından yapılmış, yapımı UAB AYGM’nce yapılacak olup, işletmesi ABB’ne gerekli protokoller yapılarak devredilecektir. Proje güzergahı bir tramvay sistemi olarak tasarlanmış olup, YBÜ yerleşkesi için düşünülmüş olan bir istasyondan başlayarak yaklaşık olarak 16 km bir raylı sistem projesi olarak tasarlanmıştır. Güzergâh üzerinde 7 istasyon yeri belirlenmiş olup, en son istasyon proje sonu olan Çubuk ilçe merkezine konumlanmıştır (Anonim, 2020b).

İÖ % 5 alındığında KE 1,48, % 5,5 alınırsa 1,31, % 6 olursa 1,17, % 8 alındığında 0,76 ve % 10 olarak alınırsa 0,51 olarak hesaplanmıştır (Tablo 28).

Tablo 28: YBÜ-Çubuk Raylı Sistem Bağlantısı Karlılık Endeksi

İÖ (%)	KE (%)
5	1,48
5,5	1,31
6	1,17
8	0,76
10	0,51

% 8 ve % 10 İÖ ile hesaplama yapıldığında NBD negatif çıkmıştır. 35 yıllık hesaplamalarda İÖ % 5 alındığında 105.689.947,19 \$ % 8 alınırsa NBD -53.257.242,45 \$ olarak hesaplanmış ve İÖ değeri arttıkça NBD azalmaktadır. İÖ % 10 olarak alındığında NBD -108.645.277,79 \$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 29).

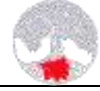
Tablo 29: YBÜ-Çubuk Raylı Sistem Bağlantısı Net Bugünkü Değer

İÖ (%)	NBD (\$)
5	105.689.947,19
5,5	69.769.260,54
6	38.351.397,21
8	-53.257.242,45
10	-108.645.277,79

İKO % 6,71 olarak hesaplanmış olup: İÖ ile karşılaştırıldığında İÖ % 5, % 5,5 ve % 6 olarak alınırsa İKO’nın % 6,71 çıkmasını olumlu değerlendirmek mümkün iken İÖ % 8 ve % 10 alınması durumunda İKO’nın % 6,71 olarak hesaplanması olumlu olarak değerlendirilememektedir. GÖS; İÖ % 5 alınırsa 30,7 yıl, % 5,5 alındığında 32,6 yıl, % 6 olursa 33,5 yıl ve % 8 olarak alınırsa 41,7 yıl olarak hesaplanmıştır (Tablo 30).

Tablo 30: YBÜ-Çubuk Raylı Sistem Bağlantısı Geri Ödeme Süresi

İÖ (%)	GÖS (Yıl)
5	30,7



5,5	32,6
6	33,5
8	41,7

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bir projede geri ödeme süresinin uzun yıl çıkması projenin kârlı bir proje olmadığını göstermektedir. Fakat metro gibi toplum yararı olan projelerde yatırım maliyetleri çok yüksek olduğu için ve kâr amacı beklenmiyor olmasından dolayı geri ödeme süresinin çok uzun yıl çıkması toplum yararı ve sosyal fayda yönü düşünüldüğünde bu tür projelerin kârlılığı arka planda kalmaktadır. Yapılan hesaplamalarda karlılık endeksleri de 1'in altında değerler çıkmıştır. Karlılık endeksi sonucunun 1'in altında çıkması olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmemektedir. Projenin kârlı olmadığı sonucu ortaya çıkmaktadır. İç karlılık oranı iskonto oranından büyük çıkarsa yapılan proje kârlı olduğu üzerine bir yorum yapılabilir.

Belediyelerin kaynak yetersizliği ve raylı sistem projelerinin finansmanına yönelik politikalarının oluşturulamaması sebebiyle hazine garantili dış kredi kullanımı yüksek maliyetli yatırımlara sebep olmakta ve belediyelerin hazineye olan geri ödemelerini yerine getirememeleri nedeniyle hazinenin dış borç yükü artmaktadır. Bu projelerin düşük maliyetli olması için raylı sistem araçlarının imalatının ülke içinde yerli imkanlarla yapılması gerekmektedir.

Türkiye'de kent içi ulaşımdan sorumlu tek bir kurumun olmamasından dolayı kurumlar arasında koordinasyon sorunları bulunmaktadır. Kent içi ulaşım ile ilgili politika belirleyecek, belediyeleri yönlendirecek, merkezi hükümet bazında kaynak oluşturacak ve dağıtımını yapacak, uygulama performanslarını izleyerek değerlendirecek, geliştirme ve araştırma projelerini oluşturarak yönetecek, öncelikler ve stratejiler, hedefler belirleyecek ve koordinasyonu sağlayacak bir kurumun olması bir zorunluluktur.

Raylı sistemlerde arazi kullanım kararları ile uyumlu planlar yapılabilirse etkinliği artmakta ve bu bölgelerin programları ve gelişim politikaları ile bütünleşen raylı sistem projelerinden ancak bu şekilde olumlu sonuçlar alınabilmektedir. Belediyelerin mali kaynak ve teknik bilgi konularındaki yeterli olmamaları, projelerin ulaşım planları ve arazi kullanımına uygun olarak geliştirilememesi ve ülke genelinde bir plan kapsamında uygulama olanaklarının oluşturulamamasının sonucunda yüksek maliyetle bitirilen, tahmin edilen kapasiteden daha az kapasitede işletilen yatırımlar ortaya çıkmaktadır.

Yurt dışı örneklerinde belediye bütçesi, eyalet bütçesi ve merkezi yönetim bütçesinin kullanıldığı da görülmektedir. Özel sektör ise, lastik tekerlekli ulaşım da kullanılan araçların temininde ön plana çıkmaktadır. Kamu bütçesinin yeterli gelmediği durumlarda dış ve iç borçlanmaya gidilmekte veya Kamu Özel İşbirliği (KÖİ) modeli kullanılmaktadır. Ayrıca altyapı yatırımlarında Paris'te işverenlerden alınan vergiler ile New York'ta tahvil satışı ve toplu taşımayı kullanmayan vatandaşlardan vergiler vasıtasıyla (değer alım vergisi vb.) alınan fonlar, diğer ülkelerde kullanılan farklı modeller olarak örnek verilebilir. Singapur'da arsa değerindeki artışla toplu ulaşım altyapısının finansmanı sağlanmakta, Hong Kong'da (MTR) arazilerin kullanım hakları verilmekte, toplu ulaşım sistemleriyle imar planlarını ve/veya yetkilerini birleştirmenin finansman sağlamada etkili olduğu görülmektedir. Fransa'da trafik cezalarından toplanan gelir toplu ulaşımı finanse etmek için aktarılmakta iken Türkiye'de trafik cezaları genel bütçe gelirlerine aktarılmaktadır. Kanada Vancouver'da su faturalarının içinde bir bedel alınarak bu alınan bedel toplu ulaşımı finanse etmek için kullanılmaktadır.

Kent içi raylı sistemlerin finansmanında son zamanlarda yeni modeller geliştirilmiştir. Bu modeller; toplu taşıma otoriteleri; bazı ülkelerde, kent içi raylı sistemlerin finansmanı için toplu taşıma otoriteleri oluşturulmuştur. Bu otoriteler, kent içi raylı sistemlerin finansmanı için vergiler, ücretler veya diğer finansal kaynaklar gibi farklı finansman kaynaklarından yararlanmaktadır. Performansa dayalı



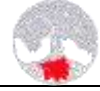
sözleşmeler; kent içi raylı sistemlerin finansmanında kullanılan yeni bir modeldir. Bu sözleşmelerde, işletmeciler performans hedeflerine ulaşmaları için ödüllendirilmekte ve performans hedeflerini karşılamadıkları durumlarda cezalandırılmaktadır.

Kent içi raylı sistemlerin finansmanında karşılaşılan sorunlar yüksek maliyet, finansman kaynaklarının bulunmasının zorluğu, gelir elde etme zorluğu, hükümet politikalar, özel sektör yatırımcılarının ilgisi, ekonomik faktörler ve toplumsal farkındalık kent içi raylı sistemlerin finansmanın genellikle yüksek maliyetli olmasına ve beraberinde başka sorunların getirilmesine neden olabilmektedir. Kent içi raylı sistemler, inşaat, araç satın alma ve bakım maliyetleri nedeniyle genellikle yüksek maliyetlidir. Bu maliyetler, finansman sağlamayı zorlaştırabilmektedir. *Finansman kaynaklarının bulunmasının zorluğu*; kent içi raylı sistemlerin finansmanı için gereken büyük miktarlar, çeşitli kaynaklardan sağlanabilmektedir. Bu kaynakların aranması ve bulunması zaman alıcı ve zor olabilmektedir. *Gelir elde etme zorluğu*; kent içi raylı sistemlerin finansmanı, proje tamamlandıktan sonra gelir elde etmek için yeterli yolcu sayısına ulaşmak zorunda kalabilmektedir. Bu süreç, zaman alıcı ve finansmanın geri ödenmesini geciktirebilmektedir. *Hükümet politikaları*; hükümetler, kent içi raylı sistemlerin finansmanını etkileyebilecek politikalar yürütebilmektedir. Örneğin, vergilerin azaltılması veya bütçe kesintileri, finansman için kullanılabilir kaynakları azaltabilmektedir. *Özel sektör yatırımcılarının ilgisi*; özel sektör yatırımcılarının ilgisi olmazsa, projenin finansmanı zorlaşabilmekte veya daha yüksek maliyetli olabilmektedir. Bu nedenle, projeyi çekici hale getirmek için özel sektör yatırımcılarının ilgisini çekmek önemlidir. *Ekonomik faktörler*; ekonomik koşulların kötüleşmesi, finansman kaynaklarının azalmasına ve projenin finansmanını zorlaştırmaya neden olabilmektedir. Bu nedenle, ekonomik faktörlerin dikkate alınması önemlidir. *Toplumsal farkındalık*; projenin toplumsal faydalarını ve ihtiyaçlarını anlatmak gerekmektedir. Toplumsal farkındalığın oluşmaması, finansmanın sağlanmasını zorlaştırabilmektedir.

Kent içi raylı sistemlerin finansmanında oluşan sorunlardan yatırım maliyetleri, işletme maliyetleri ve gelirlerin kullanımı gibi sorunların çözümü için şu öneriler sunulabilir: *Yeterli bütçe hesaplamaları*; devlet, yerel yönetimler veya özel sektör bu yatırımlar için yeterli kaynak ayırmalıdır. Yatırımın sürdürülebilirliği için planlama yapılmalıdır ve maliyetlerin doğru bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. *Yeni finansman kaynakları bulunması*; bu kaynaklar arasında vergi, özel sektör yatırımları, hibe, sponsorluk ve kamu-özel ortaklıkları yer alabilmektedir. *İşletme maliyetlerinin azaltılması*; raylı sistemlerinin işletme maliyetleri oldukça yüksek olabilmektedir. Bu maliyetleri azaltmak için çeşitli yöntemler kullanılabilmektedir. Örneğin, enerji tasarrufu yapılabilir veya raylı sistemlerin bakımı için daha az pahalı yöntemler kullanılabilmektedir. *Gelir artırıcı önlemler*; bilet fiyatları artırılabilir veya reklam gelirleri artırılabilir. Ayrıca, halka açık yerlerin ve turistik yerlerin geçişlerindeki ücretler raylı sistem hatlarının yapılması için kullanılabilir. *Entegre ulaşım sistemleri*; metro, tren, tramvay ve diğer toplu taşıma araçlarına ulaşım entegre edilerek, yolcuların ulaşım maliyetlerinde azalma sağlanabilir. *Yerel halkın katılımı*; yerel halkın katılımı önemlidir, yerel halkın yatırımın faydalarını anlaması ve projeye sahip çıkması, sürdürülebilirlik açısından kritik bir önem taşımaktadır.

REFERENCES

- Abouhamad, M. (2014). *An integrated risk-based asset management framework for metro systems*, PhD Thesis, Concordia University. Web Sitesi: <https://spectrum.library.concordia.ca/id/eprint/979672/>. <https://spectrum.library.concordia.ca/id/eprint/979672/> adresinden 01.02.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Akdemir, F. (2019). *Raylı ulaşım fizibilitelerinde yeni yaklaşımlar ve konjoint analizinin Erzurum kentinde uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Ankara.



<https://dspace.gazi.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12602/147055/?sequence=1&isAllowed=y> adresinden 1.7.2022 tarihinde erişilmiştir.

- Anonim. (2019). Ankara Metropolitan Alanı ve Yakın Çevresi Ulaşım Ana Planı 2013-2038 Taslak Çalışması, Ulaşım Ana Planı Ofisi Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 104-108, Ankara.
- Anonim. (2020a). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Keçiören Kuyubaşı İstasyonu YHT Garı İstasyonu Arası Raylı Sistem Bağlantısı Etüt Proje ve Mühendislik İş Fizibilite Raporu. (Teknik Rapor).
- Anonim. (2020b). T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü Yıldırım Beyazıt Üniversitesi-Çubuk Raylı Sistem Bağlantısı Etüt Proje ve Mühendislik Hizmetleri İş Fizibilite Raporu. (Teknik Rapor).
- Anonim. (2022a). <https://fatura.hesaplama.in/elektrik-faturasi-hesaplama>. adresinden 19.01.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Anonim. (2022b). <https://tr.railturkey.org/2016/06/10/cekmekoy-sultanbeyli-metro-projesi/>. adresinden 20.01.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Anonim. (2022c). EGO Genel Müdürlüğü kayıtları.
- Ayan, Y. (2018). Raylı sistem projelerinde fizibilite raporlarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Raylı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, Raylı Sistemler Mühendisliği Programı, İstanbul. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/635238>. adresinden 11.7.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Çubuk, K., Türkmen, M. ve Erdem, M. (2002). Ankara’da yapılan ulaşım planlaması çalışmalarının raylı sistemler bazında değerlendirilmesi, Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Ankara, 166-179.
- Murteza, M. (2010). Raylı sistem yatırımları fizibilite etütleri ve yapım yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=zKnPq7Y_0sxC7PXw3xyxeA&no=uGFWDKpY89RLCM3NbCg8qA. adresinden 10.9.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Oğuzalp, M. (2011). Metro inşaatı projelerinde yatırım maliyeti hesabı ve toplam yatırımın geri dönüşü için ihtiyaç duyulan yolcu sayısının tespit modeli. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=AL_YmcMIrMLLXsgzwq_-Xjg&no=WVsShDKYOCG89m0f8KfE7A. adresinden 8.10.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Taşkın, M. (2010). Kent içi raylı sistemlerde hat bakımı ve işletme maliyetleri. Yüksek Lisans Tezi. Samsun On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/675773?show=full>. adresinden 12.08.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Uğurel, Ş. (2010). Türkiye’de metro projeleri yatırımlarının geri dönüşüm süresinin belirlenmesi ve bu sürenin optimizasyonu için öneriler. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Programı, İstanbul. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorgu_SonucYeni.jsp 15.02.2022 tarihinde erişilmiştir.