



# JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joeeep>



## Araştırma Makalesi • Research Article

# Banka Proje Finansman Yöntemleri ve Altyapı Riski Analizi Açısından Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Proje Analiz ve Finansman Teknikleri

*Project Analysis and Financing Techniques of Urban Rail System Lines in terms of Bank Project Financing Methods and Infrastructure Risk Analysis*

Ferit Deniz <sup>a,\*\*</sup> & Vahit Ferhan Benli <sup>b</sup>

<sup>a</sup> İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Anabilim Dalı, Küçükyalı, İstanbul/Türkiye  
ORCID: 0000-0001-8465-5757

<sup>b</sup> Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi Bankacılık ve Finans, 34445, Beyoğlu-İstanbul/Türkiye  
ORCID: 0000-0002-0510-7662

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 31 Mayıs 2021

Düzeltilme tarihi: 24 Haziran 2020

Kabul tarihi: 6 Ağustos 2020

#### Anahtar Kelimeler:

Altyapı Riski

Proje Analizi

Kentiçi Raylı Sistem Hatları

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: May 31, 2021

Received in revised form: June 24, 2020

Accepted: August 6, 2020

#### Keywords:

Infrastructure Risk

Project Analysis

Urban Rail System Lines

### ÖZ

İstanbul'daki toplu taşıma modellerinden biri olan ve yapımı hızla devam eden metro ve tramvay hatlarının ulaşım, ekonomik ve finansal fizibilite yapıları prensipleri ve uygulama teknikleri, bankaların bu projeleri fonlaması açısından çok önem taşımaktadır. Fizibilite çalışmalarında, şehir içi seyahat ihtiyaçları tespit edilerek proje konusu olan 29 yıla kadar varan imtiyaz süreleri içerisinde ortaya çıkması beklenen seyahat talep tahminlerine dayanan finansal fizibilite yapılmaktadır. Bununla beraber proje sponsorları tarafından ekonomik karlılık, verimlilik ve etkinlik esasları dahilinde geliştirilen finansal fizibilite modelleri belirlenerek, projenin fayda-maliyet oranının pozitif olacak şekilde finansmanı ve gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma dahilinde yapılan analiz, proje sponsorları için banka kredilendirme süreçleri içinde proje finansman teknikleri açısından gerekli olan finansal fizibilitenin gerçek bir uygulama çerçevesinde aydınlatılması amaçlanmaktadır.

### ABSTRACT

The transportation, economic and financial feasibility principles of metro and tramlines, which are one of the public transportation models in Istanbul and whose construction continues rapidly, are from project finance point of view by banks of utmost importance. In feasibility studies, urban travel needs and the travel demand estimations are calculated, which are expected to appear in line with 29-year long concession periods. On the other hand, the project sponsors are aiming to conclude the project financing with a positive cost/benefit ratio by using a financial feasibility model based on the principles of economic viability, efficiency and rentability criteria. The Feasibility is evaluated according to the study results of the rail system. This pragmatic study aims for giving light into the shady area of project financing and analysis techniques used for analyzing for the project sponsors by the bank analyst through the lense of practical implementation techniques.

## 1. Giriş

Dünya Ekonomik raporlarında, toplumsal risklerin sıralanmasında pandemi riskinin yanında “Altyapıdaki Çöküş Riski”nin bulunması tesadüf değildir (WEF 2021: 12). 2007 senesi için risk sıralamasında birinci en önemli

risk olarak atfedilen altyapı riski 2021'deki risk matrisinin en ortasında hem faktör olarak hem de etki anlamında yerini almaktadır. Altyapı riskinin elimine edilmesi post Covid sonrası toplumsal refahın artırılmasında ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın gerçekleşmesinin temel “altyapısı” olarak finansal düşünme sistemimizin ana konturlarını

\* Bu makale, Ferit Deniz tarafından hazırlanan İstanbul Ticaret Üniversitesi'nde Dr. Öğretim üyesi Vahit Ferhan Benli danışmanlığında yürütülmekte olan “Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Teknik ve Ekonomik Fizibilite Analizleri ile Mali Finansman Yöntemleri” isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

\*\* e-posta: feritdeniz56@gmail.com

Atıf/Cite as: Deniz, F., & Benli, V.F. (2021). Banka Proje Finansman Yöntemleri ve Altyapı Riski Analizi Açısından Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Proje Analiz ve Finansman Teknikleri. *Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(2), 100-118.

e-ISSN: 2651-5318. © 2021 TÜBİTAK ULAKBİM DergiPark ev sahipliğinde. Her hakkı saklıdır. [Hosting by TUBITAK ULAKBİM JournalPark. All rights reserved.]

belirlemektedir. Bu riskin sterilizasyonu anlamında Dünya Bankası raporlarına göre hala hazırda 1.3 trilyon dolarlık bir altyapı yatırımı gelişmekte olan ülkeler için finanse edilmeyi beklemektedir. Proje finansmanı, tüm bu altyapı projelerinin gerçekleşmesinde son 30 yılda ciddi bir şekilde finansal sistem aktörleri, yatırımcılar, proje sponsorları ve devletler” tarafından kullanılmaktadır. Bu durum bizleri, kavramsal olarak “Altyapı”nın ne olduğu ya da nasıl tanımlanması gerektiği noktasına getirmektedir. Altyapı genel olarak temelinde bireysel ve kamusal alanlarda gerçekleştirilen sosyo-ekonomik yaşam şartlarının varoluşunu mümkün kılan, tüm maddi ve kurumsallaşmış fiziksel varlıkların belli bir entegre yapı, organizasyon, iş modeli ve düzenleyici kurallar silsilesi içinde yapılandırılmasıdır (Weber, 2016). Bu tanım mühendislik anlamının ötesinde ekonomik ve sosyal gelişimin temelini oluşturan temel olgulara ve entegre bir yapıya işaret etmektedir. Bu entegre yapı, ulaşım, enerji, su kaynakları, telekomünikasyon, sağlık, eğitim, kültür, spor, iç ve dış güvenlik ile kamu yönetim sistemini içerir. Bu yapının hangi organizasyonel formasyon içinde işlevsellik kazanacağı ve bu formasyonun nasıl finanse edilebileceği, finanse edilirken gerek yerel yönetimlerde ki proje planlamacı mühendislerimiz için gerekse de finansal kurumlardaki proje değerlendirme uzmanlarımız tarafından nasıl yapılabileceği konusu hala teknik ve finansal bilgi birikimi gerektiren önemli bir konu olarak proje finansman gündeminde ki en önemli konulardan biri olmaya devam etmektedir (Rossi ve Stepic, 2015: 7).

### 1.1 Temel Altyapısal Kavramlar

Giriş bölümünde bahsettiğimiz Altyapı Riski’ni bu bölümde tanımlamak durumundayız. Dünya Ekonomik Forumu (DEF) Altyapı Riskini, “Hatalı kentleşme, yanlış planlama, yönetim zafiyetleri ile eksik yatırım yapılması sonucu negatif etkilenen ekonomik gelişimin, eğitim, konutlaşma, kamu sağlığı, çevre ve sosyal içerme alanlarındaki eşitlenmez ve yetersiz kamu enfastrüktürü olarak tanımlanmaktadır (WEF, 2021: 88). Yine DEF’in global risk raporu 2020 de ki tanımladığına göre, “Kritik Altyapı Batıklığı” ve “Şehir Planlaması” başarısızlıkları ile birleştiğinde sosyal istikrarsızlık, işsizlik, yönetilemez enflasyon, finansal kriz ve milli yönetim başarısızlıklarına kadar uzanan çok farklı ama acı sonuçlar doğurabilecek bir sistemik bağlantı ögelerine işaret etmektedir (WEF, 2020:5).

Altyapı projeleri kamu, özel ya da PPP (kamu özel ortaklığı) şeklinde gerçekleştirilebilir. Temelde kamuya ait olan Altyapı projelerine yapılan yatırımlar gitgide daha fonksiyonel olarak “ayrıştırılabilirlik” özelliği almakta ve özel sektör yatırımcıları özellikle PPP projelerinde imtiyaz hakları elde edecek şekilde maddi altyapı projelerinde mülkiyet ya da kullanım haklarını elde edebilme imkânını bulabilmektedir. Böylelikle özel yatırımcılar da var olan ya

da gerçekleştirilecek olan sosyo-ekonomik sistemler üzerinde maddi hakları elde edecek şekilde getiride elde edebilme şansına erişebilmektedir. Burada yatırım finansmanı anlamında proje finansmanı ile varlık aşamasına gelmiş bir altyapı finansmanının ayrışmasını yapmak durumundayız. Proje finansmanı, teknik anlamda bir özel amaçlı şirket kurulmasına olasılık tanıyarak projenin gerçekleşmesine ve eldeki kamu ya da özel kaynakların projenin yapım aşamasına aktarılmasına izin verir. Bu izin imtiyaz anlamında da projenin varlık aşamasına geçişinde “kullanım ve işletme hakkı” anlamında imtiyaz dönemi boyunca da devam eder. Bu anlamda oluşan varlığın mülkiyet hakkı ise kamu ya da devlet içinde kalabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta ise projenin temerrüt noktasına gelecek şekilde yanlış yönetilmesinden kaynaklanan bir “erken sözleşme feshine” ve kamunun projedeki tüm hak ve yükümlülükleri ile projenin bütününe sahip olmasıdır. Bu durum bankacılık pratiklerinde “Step In” olarak devletin ilgili kurumunun projeye tamamen müdahale edebilmesi olarak açıklanır (Yescombe, 2002: 92). Alman literatür tanımında ise proje finansmanı “komunal finansman” adı alacak şekilde özellikle yerel yönetimlerin, özel finansman ve projeyi gerçekleştirecek organizasyonel yapıların kamu harici yatırımcıların katılımı ile gerçekleştirilmesi prensibine dayanır. Bu anlamda üzerinde çalışılan ilk imtiyaz modeli “Mogendorfer Modeli” olmuştur (Tytko, 1999: 193). Mogendorfer modeli sayesinde ilk defa olarak altyapı projesinden oluşan bir hakedişin özel bir yapımçı şirket tarafından bankaya ciro edilmesi ile projenin finansmanında kredibilitesi kamudan düşük bir firmanın da finansman problemini aşabileceği bir model oluşturulmuştur.

### 1.2 Proje Teslim ve Finansman Alternatiflerinin Analiz Kuadrantı

Yukarıda verilen tanımlar ve kavramlar ışığında kamu ya da kamu/özel projelerinin gerçekleştirilme formatını belirleyen finansman stratejilerini bir kuadrant çerçevesi içinde analiz edebileceğimiz bir analitik enstrümanı tanımlamak durumundayız. “Kuadrant modeli” MIT tarafından 1990’lı yıllarda farklı projeleri birbirlerinden ayırabilen amacı ile “projenin fayda sağladığı “müşteri ve üçüncü taraflar” perspektifinden tasarlanmıştır. Aşağıdaki grafikte altyapı fonlama metodu ve altyapı proje gerçekleştirme ve temin çerçevesi verilmiştir (Miller, J.B., 2002: 20). Kuadrantın x eksenini, kamu otoritesi tarafından projenin gerçekleştirilmesi amacıyla seçilebilecek teslim/tedarik opsiyonlarını içermektedir. Bu opsiyonlar bir projenin planlama, design, inşaat, operasyon ve bakım&onarım fazları için segmente (ayrıştırılmış) ya da kombine edilmiş bir biçim halini almış olabilir. Örnek verirken, “Design-Bid-Build” projelerinde projenin gerçekleştirilmesi gereken tüm fonksiyonlar tasarım-teklif-yapım ve operasyon-bakım, farklı ekonomik birimler tarafından ayrı ayrı icra edilir. Kombine edilmiş

formatta ise, proje fazı gerçekleşme anlamında tek ve entegral bir formatta bütünleşik olarak “turn key” dediğimiz “anahtar teslim” bir durumda tamamlanmış olarak maliyetlendirilir ve gerçekleştirilir. Segmente edilmiş yapıda ise her bir proje fazı ayrı olacak şekilde satın alma amaçlı olarak farklı kurumlarca segmente edilir. Segmentasyon strateji projenin satın alma süreçlerinin proje fazlarına göre ayrışımını beraberinde getirir.

Kuadrantın dikey eksenini ise projenin Finansman metriğinden oluşmakta olup, temelde proje finansman metodu açısından ilk etapta ne kadar kaynağın devlet tarafından sağlandığı ya da sağlanması gerektiği esasına dayanır. Bu anlamda projenin tasarım, tamamlanması ve işletilmesi süreçleri içinde oluşan finansal riskin devlet tarafından üstlenilmesi durumunda ve tüm hakediş ödemelerinin ilgili devlet kurumu tarafından karşılanması durumunda kamu stratejik olarak fonlamanın tam merkezinde bir yer alır. Bu formata “Design-Bid-Build” (Tasarım-Teklif-Yapım) adı verilir. Bu yapı dâhilinde tüm finansman kamu tarafından sağlandığı için modelde finansman kavramı bulunmaz. Kamunun ya da devletin hiçbir sermaye ya da finansman işleminde yer almaması durumundaki yapısal forma DBFO (Design-Build-Finance-Operate) yani “Tasarım-Yapım-Finans-İşlet” modeli adı verilir (Miller, 2000: 32). Bu anlamda finansman projenin özelliklerine göre devlet-özel ikilemi arasında farklı boyutlarda gerçekleşebilir. Bu ikilem aşağıdaki iki maddede formalize edilebilir:

- (i). “İtme (push) Stratejisi”: Bu strateji dâhilinde devlet altyapı projelerine direkt kaynak/ödeme tahsisatı sağlamak sureti ile projeyi emre amade hale getirir.
- (ii). “Çekim (Pull) Stratejisi”: Devlet birimleri tarafından ilgili projeler verilen garantiler, teşvik, alım garantileri ve borç üstlenim anlaşmaları ile özel sektörün devletin önünü açtığı projelerin finansmanına katılımı sağlanır.

Yukarıda belirtilen organizasyon formları proje finansmanının temelini oluşturmakta, finansman gerçeklerine uygun risk profilinin şekillenmesine yol açan işletme, işbölümü, kooperasyon ve imtiyaz modelleri özel sektörün kamusal görevlerin yerine getirilmesinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Aşağıdaki grafikte projenin teslim/tedarik metotları aşağıda verilmiştir (Gordon, 1994: 196-210).

Bu anlamda I. Kuadrant içinde gördüğümüz Super-TKY (Turnkey with Finance) “Finans dâhil Anahtar Teslim”, DBO (Design-Build-Operate) “Tasarım-Yap-İşlet”, DBOM (Design-Build-Operate-Maintain) “Tasarım-Yap-İşlet-Bakım” adları altında gruplandırıldığını görmekteyiz. Türkçe literatürde BOT (Build-Operate-Transfer) “Yap-İşlet-Devret” olarak tanımlanan model, BOO (Build-Own-Operate) “Yap-Sahip Ol-İşlet”, DBOT (Design-Build-

Operate-Transfer) “Tasarım-Yap-İşlet-Transfer”, BOOT (Built-Own-Operate-Transfer) “Yap-Sahip Ol-İşlet-Transfer” şeklinde tanımlanan iş ve finansman modelleri II. Kuadrant’ta tanımlanmıştır. Dağıtık endirekt finansman modellerinin var olmadığı sistemde IV Kuadrant’ta, altı farklı Temin/Finansman modeli verilmiştir. Bunlar, TKY (Turnkey) “Anahtar Teslim Yapım Anlaşması”, DB (Design-Build) “Tasarım-Yap”, CM (Construction Management) “İnşaat Yönetimi”, DBB (Design-Bid-Build) “Tasarım-Teklif-Yap”, FT (Fast Track) “Hızlandırılmış Yapım”, PP (Parallel Prime) “Çok Katılımlı Yapım” olarak tanımlanmıştır. TOR (Transfer of Operational Rights) “İşletim Hakları Transferi” ise özellikle enerji projelerinin yapımında kullanılmaktadır.

### 1.3 İşletme Modelleri ve Finansman Genel İlkeleri

Yukarıda tanımlanan çeşitli Proje temin ve işletme modelleri 1980’li yılların başında kamu projelerinin özel sektör firmalarının proje yapımını üstlenmeleri üzerine projelerin yapımında finansman desteği sağlanmaları üzerine kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu duruma hâlihazırda teknik anlamda güçlü, finansman temini anlamında “zayıf” firmalar için projenin özkaynak ya da kredi tedariki konularında yeni bir açılım hala getirilememiştir. Bu anlamda yukarıda tanımlanan organizasyon yapıları için geçerli proje finansman axiomları burada verilebilir:

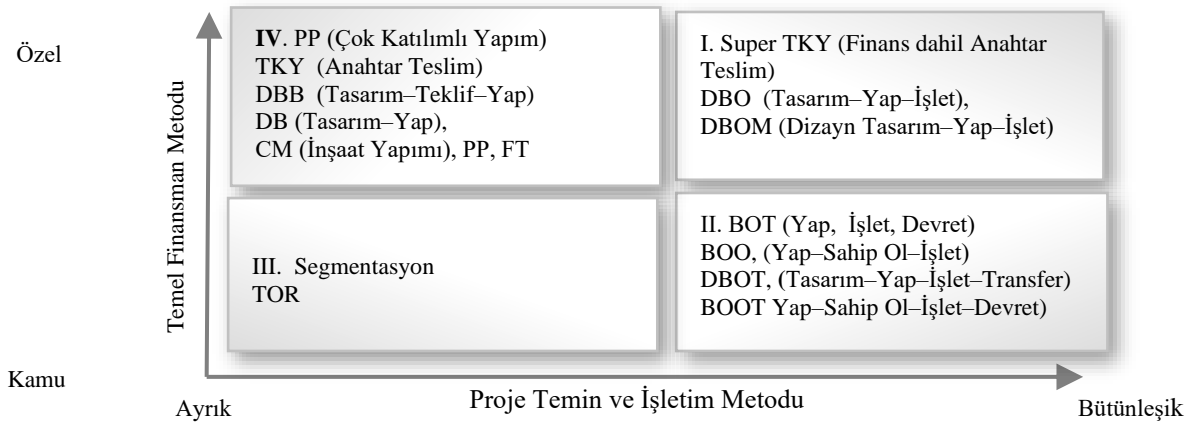
- (i). Kamu altyapı projelerinin yüksek yatırım tutarları içermesi ve bu tutarların sadece kamu tarafından finanse edilmesini çok zorlaştırmaktadır. Kamu borçlanmasını iyi yönetmek ve kaynak aktarımında kamunun yükünü azaltmak isteyen bir ekonomik yönetim birim, proje sponsoru olan özel şirketlerin hem katılımını hem de finansmana erişimini kolaylaştırmak zorundadır. Proje sponsorları tarafından projenin özkaynak finansmanı ve yabancı kaynak girdisinin sağlanması projenin en az teknik anlamda yapılabilirliği kadar önemli bir konudur. Sermaye piyasalarının direkt proje finansmanında hemen hiçbir rol oynamadığı ülkemizde kaynak tedariki yine finansallaşma gölgesindeki bankalar üzerinde yoğunlaşmaktadır.
- (ii). Yerel idare merkezlerinin kamu bütçelerinin finansman edilmeleri belli bir ekonomik rasyonalite gerektirmektedir. Bu anlamda dengeli bütçe yapısı içinde yönetilen yerel idareler için finansman maliyetinin minimize edilmesi projenin yapım şartları içindeki en önemli kıstaslardan biri olmaktadır. Özellikle alternatif finansman kaynakları yaratabilen yönetimler için uzun vadeli, düşük fonlama maliyetli kaynak bulabilmek için global

bankalar ve EIB, EBRD gibi supranasyonal kuruluşlara yönelmek zorunda kalmaktadır.

- (iii). Avrupa Yatırım Bankası bu anlamda AAA ratinge sahip olduğu gerçeği içinde kredi portföydeki donuk kredi alacak tutarını 0.2% seviyesinde tutmaktadır (S&P 2020:115). Bu seviye AAA ratingi EIB'ye sağlayan temerrüt olasılık oranına eşittir (Moody's, 2021: 47). Dolayısıyla EIB yönetimi sahip olduğu AAA ratingi korumak için kedilendirdiği işlerden en

az AAA seviyesinde teminat mektubu almak sureti ile AAA rating seviyesini koruyabilmektedir. Bu durum borçluları ekstra olarak BBB olmak üzere zorlamakta ve rating en aşağı BBB olmak üzere yatırım yapılabilir seviye olmalıdır. Dolayısıyla finansmana erişim anlamında projenin fizibilitesinin ya da projenin sponsorlarından daha ziyade özel sektörle ortak geliştirilen projelerde yerel yönetimin rating alması projenin rating sorununa çare olabilecektir.

Şekil 1. Kuadrant Matrisi



Kaynak: Miller (2000: 33)

#### 1.4 Proje Yapılabilirlik (Uygulama) Analizlerinin Önemi

Bir proje yatırımcısının ya da sponsorunun tek bir gerçeği vardır o da planlanan yatırımın teknik ve ekonomik anlamda gerçekleştirilebilir olmasıdır. Bu amaca hizmet eden proje analizleri sayesinde projenin başarıya ulaşması için gerekli tüm bilgi ve enformasyon altyapısı oluşturulur. Burada kullanılan analizler proje sponsorlarının projenin karlılığı, verimliliği, teknik olarak yapılabilirliği ve ekonomik anlamda karlılığı ve istikrarı gibi konularında bilgi verirken, projenin finansmanını yapan kreditorler içinde projenin oluşturabileceği nakit akışı ve kredi geri ödeme kapasitesi hakkında bilgi edinmeye çalışırlar. Proje Yapılabilirlik analizleri teknik, ekonomik hukuksal risk analizi ile projenin nakit akışının hesaplandığı cash flow analizlerinden oluşmaktadır. Bankalar açısından burada değerlendirilmesi gereken nokta ise projenin yapılabilirlik analizi aşasında imzalanan sözleşmelerin herhangi bir temerrüt durumunda proje sponsorlarına ne dereceye kadar "rücu" edebilme yetkisi verebildiğidir. Yapılabilirlik ya da Uygulama analizleri planlanan bir altyapı projesinin teknik, ekonomik

ve finansal anlamda gerekli olan argumentasyonlarını ve uygulama hedeflerine ulaşmayı hedeflemektedir.

#### 1.5 Araştırmanın Amacı ve Metodolojisi

Bu makalede İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulaşım Daire Başkanlığı tarafından Metro ve tramvay hatlarının projelendirilmesine yönelik, güzergâhın gelecekteki yolculuk taleplerini öngörmek amacıyla yapılan ulaşım etüdü, ekonomik ve finansal fizibilitelerinin nasıl ve ne şekilde yapıldığı açıklanmaktadır. Ekonomik ve finansal fizibilite kapsamında hazırlanan bu analizler aynı zamanda bankaların karar mekanizmalarının temelinde bulunan projelerinin karlılık ve verimliliklerine dair önemli bulguları da içermeleri açısından önemlidir.

Ulaşım etüdünde, projenin yapım ve işletmeye açılacağı yıllar arasındaki 29 yıllık değerlendirme süresi içinde, proje konusu hattın bölümlerinde ortaya çıkacak muhtemel yolculuk talepleri tahmin edilmiştir. Ulaşım etüdünde kullanılan ve güzergâh kapsamında yer alan tüm bölgelere ilişkin nüfus, istihdam ve öğrenci sayıları gibi arazi kullanım verileri ile karayolu araçlarıyla hareketlilik, gelir grupları ve

özel araç sahipliği gibi planlama verileri İstanbul Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiştir.

Makale, dört bölümden oluşmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- (i). Giriş ve Projenin Tanımı
- (ii). Ulaşım Etüdü ve Modeli
- (iii). Ekonomik Fizibilite Analizi
- (iv). Finansal Fizibilite Analizi

İlk olarak proje konusu hattın gelecek yıllardaki yolculuk sayılarını tahmin etmek amacıyla yapılan projenin tanıtımı dahilinde ulaşım etüdü anlatılmıştır. Yapım ve işletme dönemi içinde, ortaya çıkması beklenen yolculuk talepleri 4 aşamalı bir ulaşım modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Ulaşım modelinin yapısı, modelde kullanılan katsayılar ile gelecek için öngörülen sosyo-ekonomik değerler ve raylı sistem ağı açıklanmıştır.

Makalenin ikinci bölümünde ise ekonomik değerlendirme sonuçları verilmiştir. Ekonomik değerlendirmede, projenin ekonomik net güncelleştirilmiş değeri (NPV, economic net present value), ekonomik iç geri dönüş oranı (EIRR, economic internal rate of return) ve fayda / maliyet oranı (B/C, benefit /cost ratio) hesaplanmıştır.

Makalenin üçüncü bölümünde, Finansal değerlendirme sonuçları verilmiştir. Finansal değerlendirmede, 29 yıllık bir ekonomik ömür süresince her yıl için oluşan gelir ve giderler %10 güncelleştirme (iskonto) oranı kabulü ile güncelleştirilerek, incelenen proje seçeneklerinin mali net bugünkü değeri (NBD) ve finansal iç geri dönüş oranı (FIRR) hesaplanmıştır. Araştırma bu iskonto oranına projenin temerrüte düşme ihtimali olasılığının hesaplanarak senelik iskonto oranına proje riskinin de eklenmesi ile literatürde IRR hesaplamalarına yeni bir boyut katması açısından önemlidir.

Finansal değerlendirmenin anlatıldığı dördüncü bölümde, yatırım ve işletme dönemlerindeki tüm nakit giriş ve çıkışlar hesaplanarak, mali kaynaklar ve kaynakların kullanımı ile kredi geri ödemesine göre hazırlanır. Bu bölümde projenin tüm ekono-finansal yapısı bir rating modeli dahilinde banka üst yönetiminin karar alma mekanizmalarının entegre edilecek hale getirilmiştir. Proje konusu hat ile ilgili yapılan çalışmaların sonucu ise sonuç bölümünde özetlenmiştir.

## 2. Projenin Tanımı ve Ulaşım Modeli

M9 olarak numaralandırılan İkitelli-Ataköy Metro Hattı İkitelli-Ataköy Metro Hattı, İstanbul'un Avrupa yakasında yer almaktadır. Hat 12 İstasyondan oluşmakta ve uzunluğu 13,4 km' dir. Ataköy'den başlayan hat güzergâhı, Basın Ekspres Bağlantı Yoluna paralel bir koridor izleyerek İkitelli'de bulunan Başakşehir-Kirazlı Metro Hattı'nın

İkitelli Güney Sanayi İstasyonu'na ulaşarak son bulmaktadır.

İkitelli-Ataköy Metro Hattı, İstanbul'un Avrupa yakasında, Başakşehir, Küçükçekmece, Bağcılar, Bahçelievler ve Bakırköy ilçelerinden geçmektedir. Metro Hattı; Mevcutta işletilmekte olan (M3) Başakşehir - Olimpiyat - Kirazlı Metro Hattı'nın İkitelli'de bulunan İkitelli Güney Sanayi İstasyonundan başlayarak TEM ve D100 Karayolunu bağlayan Basın Ekspres Bağlantı Yoluna paralel bir koridor izleyerek Ataköy İstasyonunda son bulmaktadır. İkitelli-Ataköy Metro Hattı, Avrupa Yakası'nda işletilmekte olan ve yapılması planlanan metro hatlarıyla kesişen bir hat özelliği taşımaktadır. İkitelli-Ataköy Metro Hattı (M3) Başakşehir - Olimpiyat - Kirazlı Metro Hattı'nın Olimpiyat - İkitelli Güney Sanayi kesimine entegre olacak şekilde tasarlanmıştır. Metro hattı, Mehmet Akif İstasyonunda ilk aşama yapımına başlanan (Mecidiyeköy - Mahmutbey) (M7) Kabataş - Mahmutbey - Bahçeşehir Metroyuyla, Mimar Sinan İstasyonunda (M1B) Yenikapı - Otagar - Kirazlı- Halkalı Metro hattıyla, Çobançeşme İstasyonuyla (M2) Hacıosman - Taksim - Yenikapı - Bakırköy - Sefaköy - Beylikdüzü metrosuyla, Yenibona İstasyonu ile Mevcutta İşletilmekte olan (M1A) Yenikapı - Otagar - Havalimanı ve Metrobüs hattıyla, son İstasyonu Ataköy ile de Marmaray ile yolcu transferi imkânı sağlamaktadır. Geçmiş olduğu güzergâha hizmet etmekle beraber proje konusu metro hattı, bu özelliğiyle 6 farklı raylı sistem hattıyla entegrasyon yaparak önemli bir bağlayıcı hat özelliği taşımaktadır. İkitelli-Ataköy Metro Hattı, Mevcutta işletilmekte olan (M3) Başakşehir - Olimpiyat - Kirazlı Metro Hattı'nın Olimpiyat - İkitelli Güney Sanayi kolunun devamı olarak başlayarak Ataköy'de son bulmaktadır.

### 2.1. İşletme Plan Analizleri ve Yolculuk Öngörü Hesaplamaları

Projelendirilecek raylı sistem hattının güzergâhı incelenerek bulunduğu koridordaki yolcu potansiyelleri değerlendirilmiştir. Şehrin yapısı gereği mevcut yolculuk hareketliliğine bu güzergâhın eklenmesiyle oluşturacağı fayda hesaplanmıştır. Özellikle İstanbul'daki yolculuk koridorları en çok doğu-batı aksında kuzeyden güneye doğru artış göstermektedir. Şehrin bu yoğunluğunun dengelenmesi amaçlı kuzey yönünde yeni ulaşım yollarının oluşturulması fayda sağlayacaktır. Ayrıca şehrin kuzeyinde artan yerleşim içinde ulaşım yolları tahsis edilmiş olacaktır. İstanbul'da Kuzey-Güney aksındaki yolculuklar ise daha çok bu hatlar ile kesişim sağlayarak entegrasyon noktaları oluşturmaktadır. Ayrıca Metro ve Tramvay Proje alanının hangi ilçe sınırlarından geçtiği, bölgenin önemi (tarihi, ticari, turistik, rekreasyon vb.), ulaşım halkasındaki entegrasyonları belirlemektedir.

Güzergâh kapasitesi hesaplarından sonra raylı sistem hattının her İstasyon konumu için yolculuk öngörülere

hesaplanır. İstasyonun bulunduğu noktadaki ticari alan, okul, turistik bölge, rekreasyon alanları, spor müsabakalarının gerçekleştirildiği yerler vb. özellikler yolculuk yoğunluğunu belirli zaman dilimlerine göre (peak saatler, hafta sonu, tatil günleri, etkinlik günleri vb.) dağılımını verecektir. Yolculuk öngörü hesaplarının belirlenmesinin ardından işletme planlarının varlığı söz konusu olur. Buna göre; sefer sıklıkları, kullanılarak tren uzunluğu, diğer ulaşım araçları ile entegrasyonlarında düşünüldüğü istasyon büyüklükleri, hattın içerisindeki döngü seferlerinin de analiz edildiği işletme plan analizleri yapılır.

Proje konusu hattın belirlenen güzergâhı boyunca teknik olarak yatay kurplar ve dikey eğimler ile beraber metrolar da derinlik bilgileri değerlendirilir. Ayrıca güzergâh boyunca diğer raylı sistem hatları içinde olan durumu belirlenir. Bu hatlar ile yapacağı entegrasyon istasyonları belirlenerek istasyon bağlantıları hesaplanır.

Projelendirilen hattın her istasyonun konumu belirlenerek hattaki km bilgileri hesaplanır. İstasyon kilometre bilgileri yazılırken istasyonların orta noktaları esas alınır. M9 İkitelli – Ataköy hattı için bkz. Ek-1 Tablo: 1 M9 Hattı İstasyon Kilometre bilgileri.

## 2.2. Proje Koridorundaki Mevcut Trafik

Ataköy'den başlayan hat kıvgüzergâhı, Basın Ekspres Bağlantı Yoluna paralel bir koridor izleyerek İkitelli'de bulunan Başakşehir-Kirazlı Metro Hattı'nın İkitelli Güney Sanayi İstasyonu'na ulaşarak son bulmaktadır. Söz konusu güzergâh hem konut yoğunluklu bir bölgeyi hem de ticaret alanlarını içeren bir yapıdadır. İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı D-100 karayolu ile TEM yolu arasında en önemli bağlantılardan birbirine paralel olarak planlanmıştır. Dolayısı ile yolculuk trafiği yüksek olan bir güzergâhı süpürmektedir.

Projelendirilen hattın şehrin hangi bölümünde olduğu, güzergâhı boyunca hangi koridoru izlediği ve nerede son bulduğu belirlenir. Geçtiği bölgede konut, yoğunluğu, ticaret alanları yapısı belirlenir. Buna göre yolculuk trafiğini süpürdüğü güzergâh belirlenmiş olur. Güzergâh boyunca yolcu hareketliliğinin tespiti için sayım yapılmalıdır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi verilerinden elde edilen sayım noktaları sabah (07:00-10:00), öğle (12:00-14:00) ve akşam (17:00-20:00) saatlerinde yapılan sayımlarla bir trafik sayım tablosu oluşturulmuştur.

Trafik sayımları belirlenen kavşak noktalarında kurulan video kameralar ile dijital olarak kaydedilerek ofis ortamında araç türlerine ve yönlerine göre 15'er dakikalık dilimler halinde deşifre edilir. Bu dilimler kaydırmalı olarak toplanmış zirve saatlik değerler tespit edilir. Trafik Sayımları kapsamında belirlenen durak noktalarında güzergâh üzerindeki kesitlerde toplu taşıma araçlarının

doluluk oranları, yolculuk hareketleri sayılır. Elde edilen trafik sayım ve toplu taşıma yolculuk verilerin gerek Ulaşım Ana Planında yapılan tespitler ile gerekse de İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden alınan İstanbul kart bilgileri ile karşılaştırılır.

## 2.3. Ulaşım Modelinin Yapısı

Ulaşım Modeli, kentsel kullanım alanlarının genişlemesi ve çeşitlenmesi sonucu gelecekte diğer ulaşım alternatiflerinin de etkileşimi dikkate alınarak oluşması beklenen yolcu taleplerini ortaya koyan modeldir. Kentlerde hızla artan nüfus, işgücü, artan araç sahipliği ulaşım çözümlerinin oluşturulmasında başlıca faktörler olarak yerini almıştır. Kent içi ulaşımın sürdürülebilir, çevreci ve sosyal dengeleri gözetebilmesi için ulaşım modelleri etraflıca oluşturulmalıdır. Ulaşım modelinin amacı farklı matematiksel varyasyonlar kullanarak özel ulaşım da dâhil olmak üzere ulaşım türlerinin birbirleri ile rekabet etmeyecek ve birbirini tamamlayacak şekilde işletilebilmesinin yöntemlerini ortaya koymaktır (TBB, 2014). Ulaşım modelleri oluşturulurken kentsel kalitenin artması için Ulaşım ve Trafik alanında sürdürülebilir uygulamaların belirlenmesine katkı sağlayacak süreçleri ele alması beklenmektedir.

Proje konusu hat üzerinde gelecekte oluşacak yolcu sayıları,

- Hattın çalışacağı bölgenin ve kentin diğer bölgelerinin gelecekteki arazi kullanım yapılarına,
- Önerilen raylı sistem hattının mevcut ve planlanan projelerden oluşan tüm ulaştırma ağı ile etkileşimlerine ve hizmet seviyesiyle ilgilidir.

Planlanan raylı sistem hattının, kentin gelişen bölgelerinde olması, ulaşım analizinde arazi kullanımı ve diğer ulaşım türleriyle etkileşimini dikkate alan bir sistem yaklaşımının kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Buna göre yapılan, M9 İkitelli-Ataköy raylı sistem hattı fizibilite etüdünde, yolculuk talepleri tahmin edilirken, İstanbul Metropolitan Planlama (İ.M.P.) tarafından Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmış olan "İstanbul Ulaşım Ana Planı" (İUAP) kapsamında 2006 yılı verileri ile ulaşım modeli 2006 yılında kurulmuştur. Modelde 451 trafik analiz bölgesi bulunmakta ve 4 aşamalı bu model, proje konusu metro hattı üzerinde, gelecekte oluşması beklenen yolculuk taleplerinin, diğer ulaştırma sistemleri ile etkileşimlerini de göz önüne alan bir sistem yaklaşımı ile tahmin edilmesine olanak vermektedir.

Ulaşım modeli 4 alt maddedir.

### (i). Seyahat Oluşturma ve Çekim Etkisi

Seyahat oluşturma ve çekim etkisi, ilgili projede ilgili bölgelerde yolculuk yapabilme potansiyeli olan yolcuların kapsamlı şekilde incelenmesi süreçleridir. Yolculuk potansiyelleri hesaplanırken yolculuk durumları kategorize

edilir. Ev-okul yolculukları, ev-iş yolculukları bunlardan birkaçıdır. Her bir grup için yolculuk amaçlarına göre değişik hareketlilik katsayıları kullanılmaktadır. Ortalama 24 değişik hareketlilik katsayısı kullanılarak seyahat oluşturma süreçleri ve çekim etkisi süreçleri şekillendirilir. Burada kişilerin düşük, orta ve yüksek olarak gelir düzeyleri, aylık hane geliri, ev ve otomobil sahibi olma durumları da kategorize edilir.

#### (ii). Seyahat Dağıtım Modeli

Seyahat dağıtım modelinin işlevi, yolculuk yaratım/çekim modeliyle belirlenen yolculukları trafik bölgeleri arasında bölüştürmektir. Dağıtım modeli sonucunda kentin bütünü ve her bir yolculuk amacı için bölgeler arasındaki günlük yolculuk matrisleri elde edilir. Bu matriste; ortalama yolculuk süresi, kentteki ilgili bölgelere yapılan yolculuk sayıları, yolcular için direnimsizlik fonksiyonu ve dengeleme katsayısı seyahat dağıtım modelinin bağıntısını oluşturur.

#### (iii). Türel Dağılım Modeli

Türel dağılım modelinde, dağıtım modeli ile tahmin edilmiş olan bölgeler arası yolculukların ne kadarının özel araçlarla ne kadarının toplu taşıma araçları ile yapılacağı belirlenir.

#### (iv). Seyahat Atama Modeli

Yolculuk atama modelinin amacı, yolculukların başlangıç ve son noktaları arasında hangi yolları kullanacaklarını belirlemektir. Yol ya da hat seçimi, kişilerin yolculuk maliyetlerini en azda tutacakları varsayımına dayanmaktadır. Yolculuk atama modelinde, karayolu ve toplu taşıma atamaları ayrı ayrı yapılır.

Ulaşım modeli değişik paket programlarla oluşturulabilir. İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda TransCAD1 ticari paketinden yararlanılmıştır. 2005 ve 2006 yıllarında yapılan trafik sayımlarından elde edilen verilerle ulaşım modeli kurulmuştur.

### 2.3.1. Gelecek İçin Öngörülen Ulaşım Altyapısı

Ulaşım etüdünde, hattın işletmeye açılması planlanan 2022 yılı ile projenin işletme ömrü sonu olan 2046 yılları arasında proje konusu hat kesimleri üzerinde gelecekte ortaya çıkması beklenen yolculuk talepleri tahmin edilmiştir. Yolculuk taleplerini tahmin etmek üzere yapılan model testlerinde aşağıdaki "do-minimum" ulaşım ağı esas alınmıştır.

- (i). Hedef yılları için trafik analiz bölgeleri itibariyle öngörülen arazi kullanım verileri (nüfus, istihdam ve öğrenci sayısı öngörülür), İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi (İMP) tarafından hazırlanan ve 2006 yılında onanan 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Bütünü Stratejik Çevre Düzeni

Planı'ndaki arazi kullanım kararları göz önüne alınarak öngörülmüştür.

- (ii). 2006 yılında İ.M.P. tarafından hazırlanan İstanbul Ulaşım Ana Planı'nda öngörülen karayolu ağı kullanılmıştır.
- (iii). Otogar-Kirazlı Hafif Raylı Sistem Hattı'nın işletmeye açıldığı öngörülmüştür;
- (iv). Kirazlı – İkitelli – Olimpiyat Stadyumu metro hattının işletmeye açıldığı öngörülmüştür;
- (v). Kabataş –Mahmutbey metro hattının 2018 yılında işletmeye açılacağı kabul edilmiştir;
- (vi). Bakırköy İDO – Kirazlı metro hattının 2019 yılında işletmeye açılacağı kabul edilmiştir;
- (vii). Pendik, Kurtköy – Sabiha Gökçen Havaalanı Hattı 2023 yılında işletmeye açılacağı öngörülmüştür;

Yukarıda açıklanan ulaştırma ağı, nüfus, istihdam, öğrenci sayıları, otomobil sahipliği ve hareketlilik değerleri dışında kalan model parametrelerinin 2022 – 2046 yılları arasında aynı kalacağı öngörülmüştür.

### 2.3.2. Tahmin Edilen Nüfus, İstihdam ve Öğrenci Sayıları

Proje konusu raylı sistem hattının ulaşım etüdü, İstanbul Büyükşehir Belediyesince oluşturulan 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Bütünü Stratejik Çevre Düzeni Planında kontrolü yapılmalıdır. Buna göre ilgili yıllarda nüfus sayılarının tahminleri kullanılarak istihdam ve öğrenci sayıları belirlenmektedir.

### 2.3.3. Tahmin Edilen Hareketlilik ve Araç Sahipliği

Ulaşım modelinin en temel verilerinden biri, kişi başına günlük ortalama seyahat sayısıdır. 2006 yılında, İMP tarafından yaptırılan hane halkı yolculuk anketlerine göre bu değer 1,74 olarak tahmin edilmiştir. 2006 yılında, toplam yolculukların %49,3'ü yaya olarak yapılmaktadır. Seyahatler nedenleri açısından dörde ayrılmıştır:

- (i). Ev çıkışlı iş seyahatler: Başlangıç ya da bitiş noktası ev olan ve iş amacıyla yapılan seyahatlerdir.
- (ii). Ev çıkışlı okul seyahatler: Başlangıç ya da bitiş noktası ev olan ve eğitim öğretim amacıyla yapılan seyahatlerdir.
- (iii). Ev çıkışlı diğer y seyahatler: Başlangıç ya da bitiş noktası ev olan ve alışveriş, lokanta, iş takibi, hastane, eğlence, ziyaret gibi değişik amaçlarla yapılan seyahatlerdir.
- (iv). Uçları ev olmayan (diğer) seyahatler: Başlangıç ve varış noktaları ev olmayan seyahatlerdir.

Toplumların yolculuk değerleri, gelişmişlik düzeyi, araç sahipliği ve kazancıyla orantılı olarak değişmektedir. İstanbul'da yapılan araştırmalara göre, 2006 yılında yapılan hane halkı yolculuk anketlerinde ise 0,88 olarak bulunmuştur. 2010, 2023 ve 2030 yıllarında, bu değer, sırasıyla, 1.19, 1.40 ve 1.50'ye yükseleceği öngörülmektedir. İstanbul "da otomobil sahipliği son yıllarda hızlı biçimde artmıştır. 1980 - 2005 yılları arasında, İstanbul'da nüfus 2.3 katına çıkarken, motorlu araç ve otomobil sayısı 7.5 katına çıkmıştır. 2006 yılı başı itibarıyla, İstanbul'da 1000 kişi başına 120 otomobil düşmektedir. Bu değer gelecekte artmaya devam ederek, gelişmiş ülkelerin kentlerindeki doygunluk değerlerine ulaşması beklenmektedir. İstanbul'da değişik doygunluk değerleri için yapılmış otomobil sahipliği projeksiyonlarına göre doygunluk değerinin 1000 kişi başına 550 otomobil olarak alınması durumunda, 2023 yılında otomobil sahipliğinin 300 otomobil / 1000 kişi değerine ulaşması öngörülmektedir.

### 2.3.4. Yolculuk Talep Tahminleri

Bölüm 2.2.1. de tanımlanmış olan ulaştırma ağı ve gelecek için tahmin edilen veriler kullanılarak, projenin planlanan açılış yılı ve işletme ömrü sonuna kadar olan süre için model testleri yapılmıştır. Ancak, unutulmamalıdır ki, bu hesaplamada verilen ve fizibilite etütlerinde esas alınacak yolculuk talepleri, bu ulaştırma sisteminde yer almayan diğer raylı sistem hatlarının da sisteme ilave edilmesi durumunda ortaya çıkması beklenen en büyük değerler değildir. Bu nedenle, burada verilen öngörüler, istasyonlardaki peron ve merdiven genişlikleri, yürüyen merdiven kapasiteleri gibi tasarım ölçütlerinin belirlenmesi için kullanılmamalıdır. Bu nedenlerle, istasyonlardaki tasarım ölçülerinin hattın tam kapasite ile çalışması durumunda istasyonlarda ortaya çıkması beklenen yolculuk değerleri esas alınarak belirlenmesi uygun olacaktır.

### 2.3.5. İşletme Planı ve Gerekli Araç Sayılarının Belirlenmesi

Bu bölümde, öngörülen yolculuk sayılarına göre, proje konusu metro hattında gelecekte olması beklenen trafiği taşımak için gerekli araç sayılarının hesaplanması anlatılmaktadır. Metro Tramvay hatlarının, mevcut işletme saatlerine benzer şekilde, günde 19 saat işletileceği öngörülür. Bunun 5 saati zirve zaman aralığında olacak ve sefer aralıkları, zirve saat yolculuk talebine göre, yıllar itibarıyla değişecektir. 11 saat olarak öngörülen zirve dışı saatlerdeki sıklıklar ile 3 saat olarak öngörülen geç saatlerdeki ve sabah erken saatlerdeki sıklıklar ise İstanbul'da raylı sistem işletmesini yapan Metro İstanbul A.Ş. tarafından işletilmekte olan metrolardaki yolculukların saatlere dağılımına uygun olarak hesaplanmıştır.

İkitelli-Ataköy Metro Hattı 13.4 km hat uzunluğu, 12 istasyon sayısı, 46 dakika tur süresine sahiptir. Hattın ortalama ticari hızı 36 km/saat olacağı kabul edilmiş ve terminal istasyonlarda 1,5 dakikalık bir dönme süresi hesaba katılmıştır. Zirve saatlerde istasyonlarda ortaya çıkan yolculuk sayısı profiline göre, İkitelli-Ataköy raylı sistem hattının 2050 yılında oluşacak yolculuk taleplerine cevap verebilmesi için en düşük 2,25 dakikalık servis aralıkları ile hizmet verebilmesi gerekmektedir. Gelecek için tahmin edilen yolculuk sayılarını karşılamak üzere araç sayıları, yedek %15 oranı göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Proje konusu hatta işletilmesi öngörülen araçların toplam yolcu kapasitesi, 32 oturan ve 228 ayakta olmak üzere, 260 kişi olarak alınmıştır. Bu şekilde, 4 araçlık bir dizinin kapasitesi 1040 kişi olarak belirlenmektedir. Zirve saatlerde yaklaşık yoğunluk oranı 0,90 olarak alınmıştır. 0.90 sayısı ilgili güzergahta yolculuk yapması muhtemel yolcuların sayısının çarpıldığı katsayıdır. Bu değer pik saatte yolculuk yapan yolcuların sayısının büyük oranda doğru hesaplanmasına katkı sağlar. Proje konusu hattın uzunluğu, hız limitleri, istasyon sayısı ve bunlara bağlı olarak parkur süresine göre yolcu sayısı ve sefer sıklıkları göz önüne alınıp araç sayıları belirlenmektedir. Ayrıca 29 yıllık fizibilite süresi boyunca yolculuk sayıları artacağından belirli dönemlerde araç sayılarının artırılması gerekecektir.

## 3. Ekonomik Fizibilite Analizi

Yapımı planlanan metro ve tramvay hatlarının ekonomik fizibilite hesaplanırken proje masraflarına karşılık gelen kazançlar ile bir karşılaştırma yapılır. Karşılaştırmanın yapılabilmesi için belirli bir yapım dönemi ve işletme süresi seçilmelidir. Buna göre fayda maliyet oranı hesaplanır. Proje masrafları keşif maliyetleriyle hesaplanırken, ekonomik kazançlar ise seyahat süresinin kısaltılmasının yanı sıra mevcut durumda oluşan maliyetlerin azaltılması gibi çok yönlü faydaların belirlenmesi ile sağlanır. Ekonomik fizibilite ana değerlerinin muhtemel değişimlerinin de dikkate alınması ile gerekli duyarlılık analizleri de yapılır.

### 3.1. Ekonomik Fizibilite Metodolojisi

Ekonomik fizibilite etüdünün gayesi, projenin toplumun ihtiyaçları doğrultusunda fayda sağlayacak verimli bir ulusal ekonomi bakımından değerlendirilmesidir. Ekonomik fizibilite etüdünde, metro tramvay projelerinin fayda ve maliyetleri hesaplanmıştır. Finansal yatırımları gerçek fiyatına çekmek için 0,80 katsayısı, işletme maliyetlerini gerçek fiyatına çekmek içinse 0,70 gölge fiyat katsayıları kullanılarak ekonomik maliyetlere dönüştürülmüştür. Gölge fiyat katsayısı, bir işin ya da malın gerçek değerinin yüksek tutulması sonucunda işi ya da malı gerçek fiyatına çekmek için çarpılan katsayıdır. Örneğin bir arabanın fiyatı halk arasında 100 birim olarak el değiştirmektedir. Bir iş için çok



sayıda araba alımı yapacak bir firma gerçek değeri daha düşük olması gereken araçları mevcut değerinde bir katsayıyla çarparak arabayı olması gereken gerçeğe çekiyor. Çoğunlukla bir dönem rağbet gören mallarda ve işlerde bu uygulamaya başvuruluyor.

Ekonomik fizibilite etüdünde, genel ekonomi açısından bir inceleme olduğundan dikkate alınan dönem içinde, projenin yapılması durumundaki ekonomik maliyetler ve faydalar değerlendirilerek projenin ekonomik net güncelleştirilmiş değeri {ENPV, economic net present value), ekonomik iç geri dönüş oranı (EIRR, economic internal rate of return) ve fayda / maliyet oranı (B/C, benefit /cost ratio) hesaplanmaktadır. Raylı Sistem projesinin masrafları şunlardır:

- Yapım masrafları
- Araçların alım masrafları
- İşletme, bakım masrafları

Raylı Sistem projesinin ekonomik kazançları şunlardır:

- Seyahat sürelerinin ekonomik kazançları
- Lastik tekerlekli araçların (özel otomobil, otobüs ve minibüs) işletme masraflarındaki düşüş
- Otobüs ve minibüs yatırım masraflarındaki düşüş
- Çevresel etki masraflarındaki düşüş
- Yol bakım masraflarındaki düşüş
- Karayolu kaza masraflarındaki düşüş

Projenin ekonomik yapılabirliğini arttıran ancak parasal olarak ölçülemeyen ya da ölçülmesi güç olan diğer faydalar (örneğin, GSYH'ye katkı, çevresel etki maliyetlerindeki azalma gibi) hesaba katılmamıştır. Değerlendirmede 2018 ve 2046 yılları arasındaki 29 yıllık bir değerlendirme dönemi esas alınmıştır. Değerlendirme dönemi olarak;

- 2018 yılından başlamak üzere 4 yıllık bir yapım dönemi,
- 2022 -2046 yılları arasındaki 25 yıllık işletme dönemi göz önüne alınmıştır. Projenin güncelleştirilmiş ekonomik maliyet ve faydalarını hesaplamak için %10 güncelleştirme oranı kullanılmıştır.

### 3.2. Yapım ve İşletme Maliyetleri

İkitelli-Ataköy raylı sistem hattının maliyeti ek 2 tablo 2 da 803.858.000 USD olarak hesaplanmıştır. İkitelli-Ataköy Metro projesinde kullanılacak araçlar, için yeni bir depolama ve bakım alanı öngörülmüştür. Hat mevcut olan İkitelli-Başakşehir-Olimpiyatköy hattının depo sahasını kullanacaktır. Değerlendirme dönemi sonunda, tünel ve

istasyonlar için 70 yıl, Elektromekanik sistem ve ekipmanlar için ise 30 yıl olarak kabul edilen ekonomik ömürlere göre kalıcı değer hesabı yapılır. Hatta çalışacak araç sayısına göre araç maliyetleri belirlenmelidir. Metro hatlarındaki her bir aracın maliyeti yaklaşık 1.600.000 USD olurken, Tramvay araçlarında bu maliyet yaklaşık 3.000.000 USD olarak belirlenmiştir. Bu değerler Türkiye içerisindeki yapımı tamamlanan hatlarda kullanılan araçların ortalama maliyetidir. Türk Lirası enflasyona göre sürekli değişkenlik gösterirken USD değeri yıllara bağlı olarak önemli bir değişkenlik göstermemektedir. İkitelli-Ataköy metro hattı için ilk etapta 72 metro aracına ihtiyaç vardır. Bir metro aracının satın alma fiyatı 1.600.000 USD olup metro araçlarının ekonomik ömrü 35 yıl olarak kabul edilmiş ve buna göre kalıcı değer hesaplamaları yapılmıştır. 72 metro aracının toplam maliyeti ise 115.200.000 USD olarak belirlenmiştir. Metro Tramvay projelerinin birim İşletme ve bakım maliyetleri, İstanbul'daki diğer metro ve tramvay hatlarını işletmekte olan Metro İstanbul AŞ'den alınmıştır (bkz. Ek 3 Tablo 3). İşletme ve bakım giderlerini ekonomik masraflara indirgemek için gölge fiyat katsayısı 0,70 olarak öngörülmüştür. İşletme ve bakım maliyetleri, enerji sarfiyatı, hat ve araç bakım maliyetleri ile yönetim personelinin, makinistlerin, bilet satış personelinin, bakım, temizlik ve güvenlik personelinin maaşlarını, kira giderlerini ve diğer maliyetleri içermektedir. Yıllık araç-km değerleri tren sıklıklarına göre hesaplanarak, işletme ve bakım maliyetleri hesabında kullanılır.

### 3.3. Seyahat Süresi Tasarrufu

Ulaştırma sistemini kullananlar için seyahat süresi, raylı sistemlerin olduğu ve olmadığı durumlardaki seyahat süreleri farkı olarak hesaplanmıştır. Tasarruf edilen seyahat süresi de raylı sistemlerin ticari hızı (bekleme ve indi-bindi sürelerini de içerecek şekilde 36 km/sa) ve otobüslerle minibüslerin ortalama günlük hızları ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır. İkitelli-Ataköy metro hattında toplu taşıma yolculuklarının otobüslerle minibüsler arasındaki türel dağılım %70 ve %30' olarak kabul edilmiştir. İkitelli-Ataköy hafif raylı sistem projesi aynı zamanda, koridordaki minibüs ve otobüs trafiğini azaltacağı için yol bakım maliyetlerinde bir tasarrufa neden olacağı beklenmektedir. Otobüs ve minibüslerin günlük ortalama hızları her ikisinin de doruk ve doruk dışı saatlerdeki ortalama hızlarına göre hesaplanmıştır. Proje karayolunda trafik sıklığının artması ile ortalama hızın düşeceği düşünülmüştür. Ortalama olarak 10 km<sup>2</sup>lik seyahat için seyahat başına ortalama zaman tasarrufu hesaplanmıştır. Yıllık çalışma günü sayısı; 365 gün – 52 gün (Pazar) – 20 gün (izin) – 17 gün (resmi tatil) = 276 gün, yıllık çalışma saati toplamı ise 2.210 saat olarak hesaplanmıştır. TÜİK verilerine göre çalışan nüfus oranı 0,44, iş yolculuklarının toplam yolculuklar içindeki payı ise 0,32 olarak kabul edilmiştir. Tasarruf edilen yolculuk süreleri toplamının yıllık ekonomik değeri ise 5,44 USD olarak

kabul edilen ortalama zaman değeri yardımıyla hesaplanmıştır. Zamana değeri hesaplamalarından TUIK'in 2013 yılı hanehalkı gelir, nüfus ve istihdam verilerinden faydalanılmıştır.

### 3.4. Ekonomik Fizibilite Sonuçları

Ekonomik fizibilite etüdünde Metro/Tramvay projesinin ekonomik boyutu incelenmiştir. %10 güncelleştirme oranı da kullanılarak projenin güncel değerleri hesaplanmıştır. Bkz Ek 4 Tablo 4

Projenin ekonomik fizibilitesi olarak aşağıdaki değerler hesaplanmıştır;

Net şimdiki değer (NBD) : 761.207.748 USD

İç geri dönüş oranı (FIRR) : % 23

Fayda/Maliyet oranı (B/C) : 2,36

Bu ekonomik göstergelere göre projenin yapılabirlik sınırının üzerindedir. 2018 – 2046 yılları arasındaki 29 yıllık değerlendirme dönemi için incelenen net bu günkü değeri (NBD) ve mali iç verimlilik oranı (FIRR) hesaplanmıştır. Gelir ve giderler % 10 güncelleştirme (iskonto) oranı ile güncellenmiştir. İkitelli-Ataköy raylı sistem hattının ekonomik analiz sonuçları Ek 4 Tablo 4 da özetlenmiştir.

### 3.5. Duyarlılık Analizi

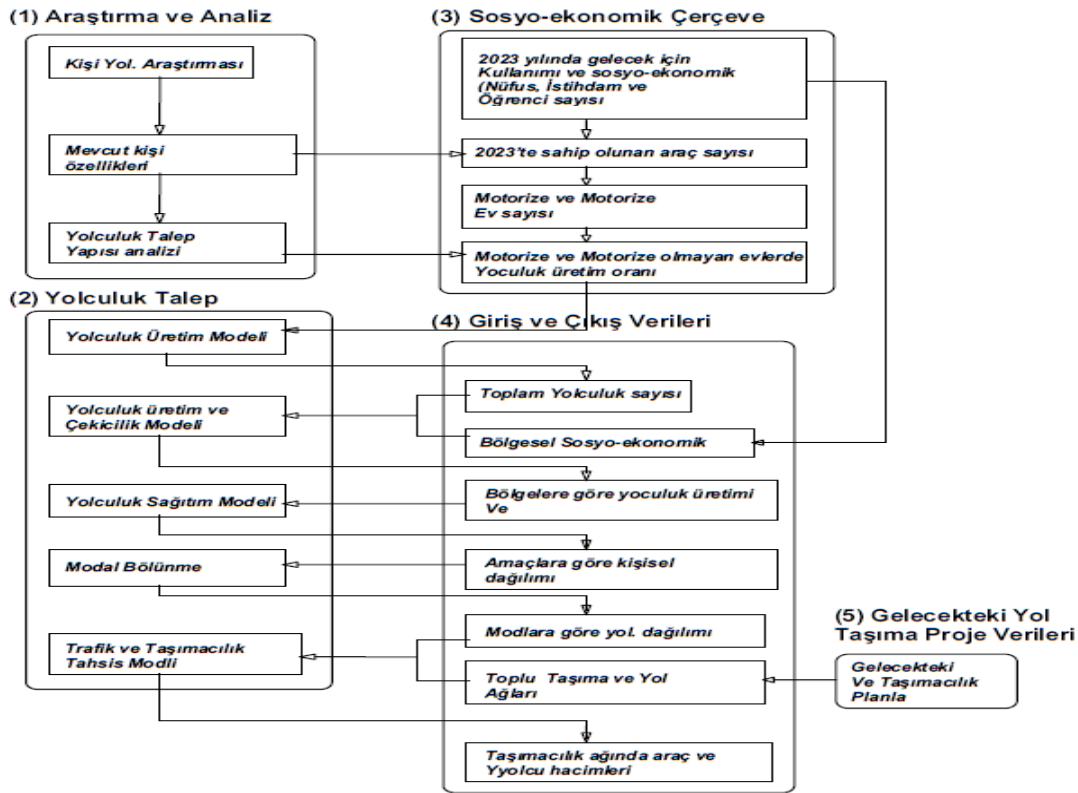
Duyarlılık analizi, beklenmeyen senaryoların muhtemel etkilerini, ana değişkenlere bağlı olarak değerlendirmedir. Ek 5 Tablo 5'deki durumların ekonomik değerlere dahil edilmesi ile projenin yatırım ve işletme maliyetleri değişkenlik gösterecektir. Her bir değişkenler için iç verimlilik oranı ve fayda/maliyet oranı yeniden hesaplanır. Ek 5 Tablo 5'da örnek olarak verilen orijinal değerlere göre hesaplama yapılmıştır.

## 4. Finansal Fizibilite Analizi

### 4.1. Proje Evreleri içinde Finansal Fizibilite ve Kredi Risk Analizleri

Metro gibi raylı sistem projelerinin yapılabirlik ve gerçekleştirme imkanları çift taraflı risk altındadır (Flyvbjerg, 2003:38). Ekonomik ve finansal boyutları olan bu iki boyutlu risk yapısı yukarıdaki bölümde bahsedilen projenin teknik olarak geliştirme analizleri ve süreçleri dahilinde üç fazlı bir döngü içerisinde gelişir (Nevitt, P.K., Fabozzi, F. 1995, 9). Proje finansman riskleri projenin ilk fizibilitelelerinin yapıldığı mühendislik ve inşaat dönemleri ile projenin hayata geçirildiği "start up yani yatırım başlangıç dönemi ve uygulamaya alınma ve operasyon dönemlerinde gerçekleşebilir.

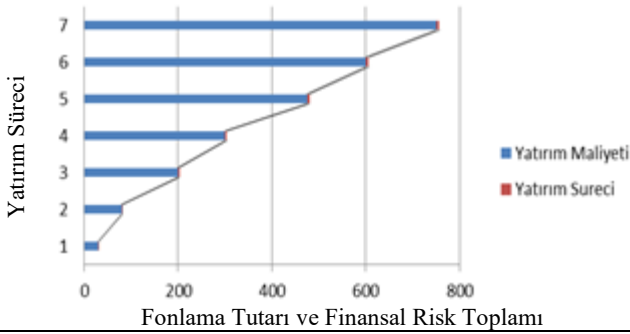
Şekil 2. Ulaşım Modeli Akış Şeması (UPM, 2015)



Finansal fizibilite ve modelleme, tüm bu dönemler içinde projenin finansal yapılandırmasında en önemli rolü oynayarak teknik mühendisliğin dışında projeyi ayrı bir “finansal mühendislik” boyutuna taşır. Tüm bu süreç, projenin kreditorler tarafından finanse edilebilmesi açısından aşağıdaki gibi çeşitli evrelerden oluşur:

- (i). Mühendislik, planlama ve yapım dönemi: Bu dönemde yapım işini üstlenen firma ile idare arasında “implementation contract” adı verilen uygulama sözleşmesi ve diğer bankaların tarafından istenen garantörlük ve teminat sözleşmeleri imzalanır.
- (ii). “Start up” ve yatırım dönemi: Bu dönemde ekipman ve inşaat yatırımları tamamlanır (Tytco, 1999: 38). Finansal açıdan riskin maksimize edilip halat satış yapılmadığı için geri ödemenin başlamadığı dönemdir. Projenin büyüklüğüne göre 2 ila 4 sene arasında değişebilir. Bu dönemde kullanılan krediler için “grace period” dediğimiz geri ödemesiz dönemde anapara ödemesi yapılmaz ancak bazı yerel bankalarımızın yabancı banka uygulamalarının aksine faiz tahsilatı yaptığı uygulamada görülmektedir.
- (iii). Operasyon ve kredi geri ödeme dönemi: Bu dönemde proje spesifikasyona göre fonksiyonları yerine getirip nakit akışını gerçekleştirir. Bu aşamada finansal risklerin kapatılmaya başlandığı ve kredi geri ödemelerinin proje performansı ile gerçekleştirildiği dönemdir.

Şekil 3. Proje Kredi Risk Gelişimi



Kaynak: Tytco (2006, 40).

## 4.2. Finansal Fizibilitenin Önemi

Projenin gerçekleştirilebilirliği, yapılan tekno-ekonomik, sosyal politik, çevresel etki ve hukuksal açıdan yapılan analizleri sonucunda ortaya konulacak finansal bir model dahilinde yatırımcılar, sponsorlar ve bankalar tarafından değerlendirilir. Projenin finanse edilebilmesi açısından finansal bir modelin kurulması mecburidir ve bu modellerin giriş bölümünde bahsedilen BOT/BOOT kooperasyon modellerine entegrasyonu gerekmektedir (Gatti 2013 117).

Finansal model farklı amaçları hedefler. Finansal sözleşme imzalanması öncesi (pre-financial close) ilk finansal değerlendirmelerin yapılması, ihale varsa ihale incisi fiyatların belirlenmesi ve bankalara verilecek olan finansal “due-diligence” değerlendirme ve inceleme raporlarının tedariki bu stratejik amaçlara hizmet eder. Bu anlamda gelir gider ve karlılık parametreleri modelin sponsorlar için yaratabileceği değeri ve hissedarların ortaklıktan kaynaklanan paylarının değerini belirlerken, proje modelindeki cash flow, kreditorler adına projenin borç ödeme kapasitesinin belirlenmesi açısından önem arzeder. Bunun dışında gerek projenin maliyet yönetiminde gerekse projenin hissedarların hisse değerlerinin ekonomi belirlenmesi açısından modellere entegre edilebilecek duyarlılık analizleri ile projenin ne kadar simetrik “upside” “downside” yani ekstra sermaye değeri oluşturabildiği hesaplanır (Bodmer, 2015: 7).

## 4.3. Kredi Risk Analizinin Önemi

### 4.3.1. Proje Finansmanı açısından Kredi Risk Kavramları

Projelerin uygulama pratiği planlama aşamasından farklı döngü içerisinde gerçekleşebilir. Özellikle mega projelerde mükemmel şekilde hazırlanmış planların uygulama aşamasında stokastik bir yapıya dönüşebileceği gerçeği bizleri projelerin değerlendirme aşamalarındaki optimizm illüzyonundan kurtarmayı amaçlar. Bu noktada aydınlatılması gereken kavram ise “risk tipolojisidir”. Ulaşım altyapı projelerine özgü olarak temel kredi risk faktörlerini Dünya Bankası projelerinde uygulanan “en iyi risk uygulamaları” ışığında, aşağıdaki gibi gruplayabiliriz (Flyvbjerg, 2006: 76).

- (i). İnşaat maliyet artışları (genel ekonomi kaynaklı, projelerdeki gecikme sebebi içinde ya da diğer ideosenkratik sebeplerden olabilir)
- (ii). Finansman maliyetindeki kur ya da piyasa faiz artışları sebebi ile olabilen maliyet artışları.
- (iii). Trafik modelindeki parametrelerin dağılımına bağımlı olarak trafik hacmindeki ya da fiyatlama odaklı projenin cash flow’unda ki değişimlerden kaynaklanabilecek zararların olabileceği gerçeğinin varlığı.
- (iv). Projenin bütünüyle temerrüte düşme riski.

Finansal modellerde ve aşağıda tanımlanmış olduğumuz “cash flow drivers” nakit taşıyıcıları projenin planlama ve uygulama aşamalarında farklı sebeplere bağlı olarak ciddi değişimler ve hatta temerrüt durumu bile gösterebilir. Bu durumda projelerin uygulamalarında “reel opsiyon” ların harekete geçirilmelerine yani projenin uygulamasının

durdurulmasına, projenin tüm parametrik yapısının değişimine ve hatta alternatif B planının uygulamaya alınmasına kadar gidebilir (Kodukula ve Papudesu, 2006: 101) ve Mun (2002: 171ff.). Aalborg üniversitesince yapılan bir araştırmada raylı sistemlerdeki maliyet artışlarının ve planlanan yolcu taşıma sayılarının çok farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırılan 12 projede efektif yapım maliyetlerindeki artışın ortalama 40.3% ve planlanan yolcu taşıma sayılarının ise finansal modellerde gösterilen 47%.8 daha düşük olduğu belirlenmiştir (Flyvbjerg, 2006: 37). Bu anlamda Almanya’da 1992’ yılında başlayıp 2003 de sona erdirilen MAGLEV demiryolu projesine atıfta bulunmak yerinde olacaktır. Berlin ve Hamburg’u birbirine manyetik ray sistemli proje öngörülen yatırım maliyet tutarının 5.7 milyar Alman Mark’ının 9.8 milyar Mark seviyesine ulaşması ve modellenen yolcu taşıma sayılarının (senede 15.2 milyon yolcu) neredeyse yarısı kadar bir sayıda (6.8 milyon yolcu) kalması sebebi ile proje sonlandırılmıştır. Bu örnekten de anlaşılacağı gibi riskin hem proje bazında hem de sponsor boyutunda ciddi bir fiyatı ve maliyeti olduğu geçegidir. Bu gerçeğin boyutu ise bir projeyi temerrüt noktasına taşıyabileceği gerçeğidir. Anılan projelerin tamamında proje maliyetlerinin gerçeğe yakın bir şekilde hesaplanamaması ve cash flow hesaplamalarında ve akışındaki yanlışlıklar bilinçli ya da bilinçsiz bir şekilde projeleri temerrüt açmasına sokabilmektedir.

#### 4.3.2. Proje Finansmanı açısından Temerrüt Risk Süreci

Bir projenin temerrüt noktasına giden süreci içinde nakit akış döngüsünün modellenmesi çok önemlidir. Temerrüt noktasının belirlenmesi konusunda ilk modelleme çalışmaları Merton tarafından yapısal bir temerrüt modelinin oluşturulması ile finans literatüründe yerini almaya başlamıştır (Shimko, 1999:47). Özellikle Avrasya Tüneli gibi “SPV” adını verdiğimiz özel amaçlı proje şirketleri üzerinden finanse edilen altyapı projelerinde varsayılan temerrüt riski, hukuksal olarak hazine tarafından üstlenilmesi gereken “Borç Üstlenim Anlaşmalarını” da proje geliştirme ve finansman süreçlerinin içine almıştır. Proje Finansmanı anlamında temerrüt ise projenin nakit akışının projenin finansmanı için alınan kredilerin anapara ve faiz ödemelerini karşılayamaması, bu anlamda projenin rating migrasyonun sürecine girerek hala hazırda var olan kredi limitleri ve borç rezerve hesabı üzerinden yapılabilecek ödemelerine yetersiz kalması anlamına gelmesidir. Bu anlamda projenin yeterince nakit üretmemesi ve borç rezerve oranının 1.35 in altında kalması teknik olarak projenin temerrüt durumunda olduğunun bir ifadesidir (Yescombe, 2002: 320). Bu durum ekte verilen kredi risk kontrol akış diyagramı sayesinde kontrol edilebilir (Gatti, 2013:354).

#### 4.4. Nakit Akışına Dayalı Finansal Analiz Metodu

Günümüze ve ülkemize dönecek olursak, İkitelli-Ataköy Metro hattının finansal fizibilite, 29 yıllık yapım ve işletme süresince, projenin gelir ve giderleri dahilinde oluşan nakit akımı yatırımcı, işletmecisi kuruluş ya da banka yönünden incelenmiştir. Kent içi raylı sistem hattının, 29 yıllık süre için incelenen projenin mali net bugünkü değeri (FNBD) ve finansal iç geri dönüş oranı (FIRR) farklı finansman modellerine göre hesaplanmaktadır. İncelenen dönemde her yıl için hesaplanan gelir ve giderlerin dayandığı nakit akışı %100 özkaynak, %25 kredi, %50 kredi, %75 kredi, %100 kredi durumlarına göre sırasıyla %9, %9,25, %9,5, %9,75 ve %10 iskonto oranlarıyla güncelleştirilmiştir. Ayrıca finansal değerlendirme hesabına eklenen cash flow parametreleri aşağıdaki gibidir: Bakım ve işletme giderleri için yıllık % 2 oranında enflasyon artışı öngörülmüştür. Bu parametreler ışığında projenin nakit akışı yapılan sözleşmeler altında aşağıdaki gibi hesaplanır:

Üretim /Hizmet Miktarı x Birim Satış Fiyatı = Toplam Nakit İşletme Gelirleri (Offtake anlaşmaları)

(-) İşletme ve bakım masrafları (amortisman dahil) (Put or Pay anlaşmaları)

(=) Finansman ve Vergi öncesi Proje Nakit Akışı (Özel amaçlı şirket işletim anlaşmaları)

(-) Finansman giderleri (Faiz, Taahhüt, Yönetim Komisyonları, Sigorta Bedelleri) (Hedging anlaşmaları)

(=) Finansman sonrası Proje Nakit Akışı

(-) Vergi

(=) Brüt Cash Flow (Vergi sonrası)

(-) Hat ve sabit tesislerin yatırımları (EPC Sözleşmeleri, FIDIC anlaşmaları)

(-) Araçların alım maliyeti (Makina Ekipman Alım sözleşmeleri)

(=) Serbest Nakit Akışı olarak hesaplanır.

Serbest nakit akışı “free cash flow” bir projenin borç ödeme kapasitesini belirleyen en önemli parametredir. Serbest nakit akımının alt kırılımlara ayrıştırılabilir. Buna göre 1. Alt toplam kredi geri ödemesinde, 2. Alttoplam borç ödeme rezerv hesabının fonlanmasında (Debt service reserve account), 3. Alt toplam Akreditif ödemelerinde, kalan fon ise nakit süpürgesi (cash sweep) adını verdiğimiz temerrüt halinin olmaması durumunda proje sponsorlarına öncelikli olarak sermaye benzeri kredi tedarik etmiş olan “mezzanine” finansörlere ödenir (Bodmer, 2015: 123).

#### 4.5. Ücret Modeli, Yolcu Gelirleri ve Projenin Nakit Akışının Belirlenmesi

Proje finansman kredilerinin geri ödenebilmesi ancak yolcu gelirleri ile sağlanabilecektir. Buna göre yolculuk gelirlerinin belirlenmesi için mevcut ücretlendirme modeli üzerinden ortalama değer alınması gerekmektedir. Yolculuk sayılarının bu ortalama ücret değeri üzerinden çarpımıyla esas gelir hesabı yıllık her yıl için yapılmalıdır.

##### 4.5.1. Ücretlendirme Modeli

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, toplu taşımadaki ortak bilet uygulamasını yaygınlaştırmaktadır. İstanbul Toplu Taşıma hatlarında ortak bilet uygulamasında, yolculuk mesafesi ve süresine bakılmaksızın sabit ücret uygulanmaktadır. Ayrıca indirimli ücret ve sosyal ücret uygulamaları da bulunmaktadır. Mavi kart uygulamasında ise aylık toplu bilet alımı söz konusudur. Ortak bilet uygulamasının kullanılmadığı genellikle turistlerin ve şehri ziyaret edenlerin yoğunlukla kullandığı durumda ise tek, çift, üç, beş ve on geçişlik kart ücretleri de bulunmaktadır.

Bilet gelirlerinin toplandığı İstanbul Büyükşehir Belediyesi kuruluşu olan Belbim A.Ş. bu gelirlerin kayıtlarını tutarak toplu taşıma yapan kuruluşların (Metro İstanbul, İETT, Özel Halk Otobüsü, Şehir Hatları (Vapur) vb.) ve birçok interaktif kullanımın paylarını hesaplamaktadır. İkitelli – Ataköy metro hattı yolculuk gelirine esas alınacak ortalama ücret, geçmiş yılların gelir ortalamalarının da hesaplandığı, indirimli ücretle yolculuk yapanlarında hesaba katmak üzere USD cinsinden gelecek ortalama değer 0,57 USD olarak alınmıştır.

##### 4.5.2. Yolcu Gelirleri

Projelendirilmiş İkitelli – Ataköy hattı için gelecekte öngörülen günlük yolculuk değerleri hazırlanmıştır. Hattın 4 yıllık yapım süresi sonrasında işletmeye açılma yılından itibaren 25 yıllık dönem boyunca çekeceği yolcu sayısı öngörülmesi yapılmıştır. Raylı Sistem hattının bilet gelirleri, her yıl taşınacak yolcu sayılarına göre ortalama bilet ücreti 0,57 USD üzerinden hesaplanmıştır. Ayrıca yıllık %2 oranında enflasyon artışı da hesaplara eklenmiştir.

#### 4.6. Projenin Finansmanı ve Kredi Şartlarının Belirlenmesi

Projenin finansmanı oldukça komplike bir süreci içermektedir. Proje maliyeti belirlendikten sonra ilgili projelerin özkaynak veya iç ya da dış kredi ile sağlanıp sağlanmayacağı netleştirilmektedir. Dönemin kredi şartları (düşük faiz, uzun vade, geri ödemesiz süre gibi koşullar) dikkate alınarak kredi başvuru şartları belirlenir. Proje finansmanı için farklı alternatif modeller üzerinde çalışmalar yapılmıştır. %100 özkaynak, %100 kredi, %75

kredi, %50 kredi ve %25 kredi seçeneklerinin her biri için ayrı ayrı oluşturulan alternatifler ele alınmıştır. Proje için uygun kredi koşullarına göre ortaya çıkacak mali durum detaylıca araştırılmıştır. Kredi şartlarında çoğunlukla aranan değer faiz oranının %5'lere yakın olması, geri ödemesiz sürenin inşaatın başlamasından itibaren 5 yıl olması, geri ödeme süresinin 10 yıl olması, ödemelerin 6 aylık eşit ödemelerle yapılması kredi şartlarında aranan kriterlerdir.

Özkaynak Finansmanı; Projelerin belli oranlarda sponsorlar tarafından özkaynakla finanse edilmeleri kreditor bankalar tarafından istenen en temel kredi şartlarından biridir. Bu anlamda proje sponsorları için özkaynak finansmanı oldukça zor şartlara haiz olabilir, ancak yatırım maliyeti yüksek projelerde özkaynak yetersizlikleri söz konusu olmaktadır. Ekonomik fizibilite etütlerinde ortaya çıkan fayda/maliyet oranı dikkate alındığında hiç özkaynak kullanmadan da proje faaliyete geçirilebilir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi gibi yıllık bütçesi Milyar TL ile ifade edilen kurumlarda günlük sıcak para akışı da fazla olduğundan projelere özkaynak ayırmakta güçlük yaşanmayabilir. Buna rağmen projelerin maliyetli yüksek olduğunda özkaynak kullanımının yanısıra, krediler de alınabilir. Bunlarla birlikte proje tahvil satışları ile de projelere finans sağlanabilmektedir. Özkaynak sıkıntısı çeken projelerde ekipman tedarikçilerinden alınabilecek teknik ekipmanlarında projenin özkaynak hesaplamalarında artı bir değer yaratabileceği olgusu da unutulmamalıdır. Projelerin Borç/Özkaynak oranlarının tutturulmalarında sermaye benzeri kredi sağlayan kuruluşların varlığı ya da enfastrüktür fonlarının devreye girmeleri ile özkaynak tedarik problem çözülebilir.

#### 4.7. Proje Finansmanı Sağlayan Bankalar

Sermaye piyasalarının derinlik kazanmadığı ülkelerde projelerin yoğunluklu olarak finanse edildiği yer bankalardır. Projelere finansman sağlayan yerli, yabancı birçok banka ve kuruluşlar mevcuttur. Bankalar ve kuruluşlar mali fizibilite raporunu detaylıca incelemektedirler. Özellikle Fayda/Maliyet oranı ve ekonomik iç verimlilik oranı dikkate alınarak, ayrıca krediye başvuru yapan firmanın kredi notu değerlendirilerek finansman sağlanabilmektedir. Burada krediye başvuru yapan kuruma olan güven de çok belirleyicidir.

##### 4.7.1. Uluslararası Kuruluşlar

Proje finansmanı sağlayan birçok uluslararası kuruluş mevcuttur. Bu kuruluşlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Uluslararası alanda Finans Kuruluşlarından Uzun Vadeli Kredi (Avrupa Yatırım Bankası (EIB), Avrupa İmar ve Yatırım Bankası (EBRD), Dünya

Bankası, İslami Kalkınma Bankası (IDB) ve/veya Japon Finans Kuruluşları (J Exim)

- ECA (Export Credit Agencies) İhracat Kredisi Veren Kuruluşlar (Hermes, ECGD, Coface, Sace, Sinosure)

Ulkemizde gerçekleştirilen projelerde özellikle EIB ve EBRD ağırlık noktasını teşkil etmektedir. Bu kuruluşların proje finansman uygulamaları “best practice” yani en uygulama olarak adlandırılmaktadır. Projenin maliyetinin 50%’ine kadar kaynak aktarabilen EIB, avrup teknik, ekonomik, finansal fizibilitenin yanında çevre ile ilgili ciddi standartları finansman şartı olarak öne sürmektedir. EIB son dönemlerde proje tahvilleri ile finansmanın yolunu açmış bulunmaktadır (Rossi ve Stepic, 205: 56). ECA’ler direk proje fonlaması, endirek bankaların fonlaması ve faiz oranı sübvansiyon dengelemesi adı altında üç ana fonlama metodu uygularlar (Gatti, 2013: 207). OECD konvansiyonlarına tabii olan ECA kredileri 15:85 (tatlı ekşi oranı) dahilinde 15% özkaynak, 85% kredi şeklinde fonlanmaktadır. ECA’ler ülke risklerinin sigortalanmasında da çok önemli roller oyar.

#### 4.7.2. Yerel Bankalar

Proje finansmanı sağlayan yerel bankalar uluslararası kuruluşlara nazaran daha kısıtlı imkanlara sahiptir. Bununla birlikte yukarıda bahsettiğimiz ECA finansmanında gerekli olan 15% oranındaki özkaynak fonlaması yine yerel bankaların sağladıkları kredilerin projeye “özkaynak” şeklinde yeniden dönüşümü sayesinde proje sponsorları özkayna problemini çözebilmektedir. Çok büyük bütçeli projelerde ise yerel bankalar, global bankaların sendikasyon kredilerine katılmaları sayesinde projelere fonlama anlamında da gerçek destek verebilmektedir. Rekabet ortamında geri ödemesiz süre ve geri ödeme süresi uzun olan işlemlerde ise, yerli bankalar yüksek faizle kredi imkanı sağlamak durumunda kalmakta, global rekabete karşı teknik ve piyasa know how’ları ile projelerin danışmanlık, teminat yönetimi ve sendikasyon kredilerini ödemelerinde “ödeme bankası” olarak görev alarak komisyon gelirleri ile getiri dengesi kurabilmektedir. Kur problemi de çoğu zaman sorun olduğundan büyük bütçeli projelerde yerel bankaların finansman oranlı düşük tutulmaktadır. Bununla birlikte özellikle Avrasya Tüneli, Ankara Havalimanı projelerinde risk diversifikasyonu anlamında projelere katılmak sureti ile ne kadar bilançolarında vade uyumsuzluğu problem yaratsalar da projelere katılmaları ile yabancı bankalara güven sağlayarak projelerin finanse edilebilmelerine ucuz fonlama dışında da olağanüstü destek vermişlerdir. Bu destekler gayri nakdi teminat mektupları ve yurtdışından getirilecek olan ekipmanların tedariki için gerekli olan akreditiflerin sağlanabilmesi ile de gerçekleşmiş bulunmaktadır.

#### 4.7.3. Kredi Finansman Yapılandırması

Projelerde finans yapılandırması özenle yürütülen tercihen geri ödemesiz sürenin uzun olduğu, inşaat dönemini kapsadığı ve geri ödeme süresinin genellikle uzun olduğu yapılandırmalar tercih edilir. Kredi kullanımı öngörüldüğünde, işletmenin ilk yılı için gerekli olan 72 metro aracının alımı ve elektro-mekanik işler için gerekli olan kaynak ECA “ihracat kredisi” karşılanacağı, inşaat işleri için gerekli olan fonun ise ticari kredi ile karşılanacağı öngörülmüştür. LIBOR ve kredi faiz oranları İngiliz ve Türk Merkez Bankası güncel verilerinden temin edilmiş olup 2018 yılı değerlerini yansıtmaktadır. Ticari ve ihracat kredisi için faiz oranları ve geri ödeme süreleri aşağıda verilmiştir;

- (i). ECA Kredi şartları:

Kredi Tutarı: “Kredi finansman oranına göre değişken”

LIBOR: 0,6 % p.a.

Kredi Faiz Oranı: LIBOR+ 2,5% = 3,1 %

Taahhüt Komisyonu: 0,6 %

Gerri Ödemesiz Süre: İnşaatın başlangıcından sonra 4 yıl.

Gerri Ödeme Süresi: 20 Yıl

Ödeme Şekli: Yıllık eşit tutarlar olarak

- (ii). Ticari kredi şartları:

Kredi Miktarı: “Kredi finansman oranına göre değişken”

LIBOR: 0,6 %

Kredi Faiz Oranı: LIBOR+ 3 % = 3,6 %

Gerri Ödemesiz Süre: İnşaatın başlangıcından itibaren 4 yıl.

Taahhüt Komisyonu: 0,6 %

Kredi Komisyonu: 1,27 %

Gerri Ödeme Süresi: 10 Yıl

Ödeme Şekli: Yıllık eşit tutarlar olarak

Bu noktada değerlendirmemiz gereken konu proje sponsoru tarafından alınan bu kredilerin risk primi bazlı değerlendirmeleri olmalıdır. Hali hazırda tartışma konusu olan “ucuz” kredi fiyatı ya da proje sponsorunun kullanmış olduğu kredi Moody’s proje finansman temerrüt raporları ışığında değerlendirilmiştir. Altyapı/Enfrastrüktür projelerinde ki ortalama temerrüt oranı olarak 3.2% olarak hesaplanmıştır (Moody’s, Mart 2020: 16). ECA ve ticari kredi (tight commercial loan) spreadlerine bakıldığında kredi kullanım fiyatının temerrüt oranının altında olduğu görülmektedir. Risk odaklı fiyatlama metoduna göre kredinin komisyon hariç maliyeti temerrüt riskinin altındadır. Bu anlamda proje sponsoru başarılı bir kredi

finansmanına imza atmış bulunmaktadır.

Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri ile mali analiz tabloları hesaplandığında, kredilendirme kuruluşlarının sağladığı en uygun yapının %100 kredi ile olduğu görülmüştür. Bkz. Ek 6 Tablo 6. Diğer alternatif finansman seçeneklerinin karşılaştırılması Ek 7 Tablo 7 de verilmiştir. Ayrıca finansal fizibilite için duyarlılık analizi sonuçları Ek 8 Tablo 8’ de verilmiştir.

## 5. Sonuçlar

Ekonomik fizibilite etüdünde projenin ekonomik maliyetleri ve faydaları değerlendirilmiştir. Ekonomik değerlendirme için %10 iskonto oranı kullanılarak projenin güncelleştirilmiş maliyetleri ve faydaları hesaplanmıştır. Finansal değerlendirme için ise alternatif finansman yapılarına göre %9 ile %10 arasında değişen iskonto oranları kullanılmıştır. Projenin ekonomik fizibilite sonuçları aşağıdaki sonuçları elde edecek şekilde hesaplanmıştır:

Net şimdiki değer (NBD): 761.207.748 USD

İç geri dönüş oranı (FIRR) : % 23

Fayda/Maliyet oranı (B/C) : 2,36

Görüldüğü üzere, İkitelli-Ataköy raylı sistem projesi ekonomik bakımdan yapılabilir bir projedir. Projenin faydalarının % 66’sının yolculuk zamanının kısalmasından kaynaklanacak ekonomik faydaların oluşturduğu anlaşılmaktadır. Proje konusu İkitelli-Ataköy raylı sistem hattı mali fizibilite etüdünde, belirlenen işletme yılları arasındaki yapım ve işletme dönemi içinde, projenin gelir giderleri, yatırımcı ve işletmeci kuruluş açısından değerlendirilmiştir. Ortalama 4 yıllık yapım ve 25 yıllık değerlendirme dönemi için incelenen net bu bugünkü değeri (NBD) ve mali iç geri dönüş oranı (FIRR) hesaplanmıştır. Analiz ettiğimiz vaka proje sponsorlarının ve banka analistlerinin kullanımı açısından finansal literatüre uygulama kazandırması açısından çok büyük önem teşkil etmektedir. Ülkemiz bankacılık sistemi içindeki uygulama yapan yerel yönetimler ve yatırımcı gruplar bu tarz altyapı projelerine, analizine ve finansmanına makro ekonomik büyüme hedefleri içerisinde her zaman ihtiyaç duyacaklardır. Bu geniş anlamda makale görevini ve sorumluluğunu yerine getirmeyi amaç edinmiştir.

- İkitelli-Ataköy Raylı sistem projesinin, finansman koşullarına göre %100 kredili olarak yapılması ve gerekli olan 803.858.000 USD’lik kredinin %57’sinin ticari kredi, %43’inin ise ihracat kredisi ile karşılanması öngörülmüştür.

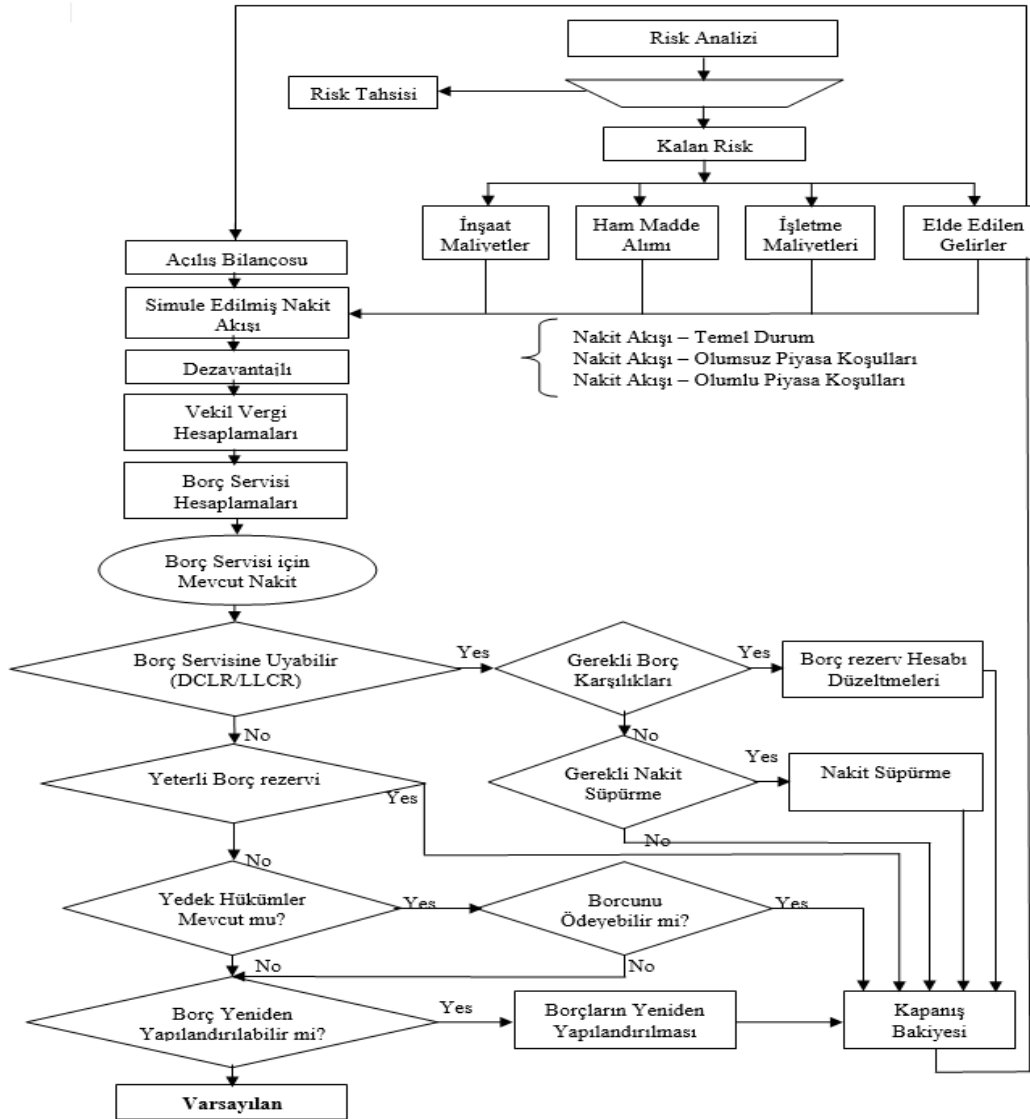
- Raylı sistem projesi işletme gelirleri ile kredi, anapara ve faizlerini 2035 yılı sonunda geri ödeyebilmektedir.

Bu noktada değerlendirmemiz gereken konu proje sponsoru tarafından alınan bu kredilerin risk primi bazı değerlendirmeleri olmalıdır. Hali hazırda tartışma konusu olan “ucuz” kredi fiyatı ya da proje sponsorunun kullanmış olduğu kredi Moody’s proje finansman temerrüt raporları ışığında değerlendirilmiştir. Altyapı/Enfrastrüktür projelerinde ki ortalama temerrüt oranı olarak 3.2% olarak hesaplanmıştır (Moody’s, Mart 2020: 16). ECA ve ticari kredi (tight commercial loan) spreadlerine bakıldığında kredi kullanım fiyatının temerrüt oranının altında olduğu görülmektedir. Risk odaklı fiyatlama metoduna göre kredinin komisyon hariç maliyeti temerrüt riskinin altındadır. Bu anlamda proje sponsoru başarılı bir kredi finansmanına imza atmış bulunmaktadır. Araştırmamız sadece teknik konuların proje analizinde irdelendiği konvansiyonel analizlerin dışında altyapı projelerinin finansal ve risk faktörlerinin de proje analizine vurgu yapması açısından ayrı bir önem arz etmektedir.

İstanbul gibi büyük bir metropolde ulaşım ağını çok güçlendirecek olan bu tür raylı sistem projelerinin finansal yapılabilirliğini arttırmak için hazırlanan fizibilite raporları sağlayacağı faydalar büyük önem taşımaktadır. Fizibilite esaslarında kullanılan ulaşım öngörü hesaplamalarındaki yolculuk gelirlerin artırılması elbette ki proje finansman kaynaklarının önünü açacaktır. Pandemi sonrası özellikle toplu ulaşımında alınacak önlemlerde bu kapsamda fizibilite raporları yerini alabileceği düşünülebilir. Ayrıca ülkemizde ve dünyada yaşanan finansal daralma tasarruf tedbirlerini ön plana çıkarmıştır. Bu anlamda yapım ve işletme giderlerinin azaltılması yönünde projelerde çalışmalar yapılmaktadır. İkitelli – Ataköy hattı projesinde de istasyon hacimleri olarak mimari de küçültmelere gidilmiştir. Ayrıca mevcut M3 Başakşehir – Kirazlı hattı ile ortak depo sahası ve bu depo sahasında ortak bir kumanda merkezi yapısı kurularak yapım ve işletme maliyetleri azaltılmıştır. Yapılan tasarruf tedbirleri ile fayda/maliyet oranında gerçekleşecek artış kreditorlerin sağlayacağı kredi imkanlarını da arttıracaktır.

Fizibilite değerlendirmelerinin birçok girdi ve çıktısının bulunması ile beraber günümüz şartlarının getirdiği kısıtları bu anlamda dikkate almak gerekmektedir. Bu kısıtlar dahilinde de olsa, sonuç olarak yaptığımız bu çalışma, önümüzde ki dönemlerde yapılacak olan mega projelerinin finansal sistem tarafından nasıl ve ne şekilde yapılabileceği konularında uygulamacılara ve akademik alana önemli bir know how transferini gerçekleştirmiş bulunmaktadır.

Şekil 4. Proje Finansman İşlemlerinde Kredi Akış Diyagramı



## KAYNAKLAR

- Bodmer, E. (2015). *Corporate and Project Finance Modelling, Theory and Practice*, Wiley.
- Esty, B.C. (2004). *Modern Project Finance: A Casebook*, John Wiley.
- Finnerty, J.D. (2007). *Project Financing, Asset Based Financial Engineering, 2nd ed.*, Wiley Finance.
- Flyvbjerg, B. (2006). *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*, Cambridge.
- Gordon, C. M. (March 1994). Choosing Appropriate Construction Contracting Method, in: *Construction Engineering and Management 120*, 196-210.
- Higham, A., Bridge, C., & Farrel, P. (2017). *Project Finance for Construction*, Routledge.
- Kodukula, P., & Papudesu, Ch. (2006). *Project Valuation Using Rel Options*, J. Ross Publishing.
- Gatti, S. (2013). *Project Finance in Theory and Practice: Designing, Structuring and Financing Private and Public Projects*, Elsevier.
- Metro İstanbul (2021). *Ağ haritaları*. (Erişim: 01.01.2020), <http://www.metro.istanbul>.
- Metro İstanbul (2016). *İstanbul Raylı Sistem Hatları Raporu*. İstanbul.
- Memiş, A. (2016). *Monoray Sistemleri, Türkiye'deki Yatırım Süreçleri ve Yerel Yönetimlerin Monoraya Yaklaşımı Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ: İstanbul.



- Murteza, M. (2010). *Rayli Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri*. Yüksek Lisans Tezi, BAÜ, İstanbul.
- Nevitt, P. K., & Fabozzi, F. (1995). *Project Financing*. Euromoney Publications.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Ulaşım Modeli Akış Şeması, Sayfa: 14.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, İstasyon İsimleri ve Km Bilgileri, Sayfa: 6.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Öngörülen Nüfus, İstihdam ve Öğrenci Sayıları, Sayfa: 34.
- İUPM, 2015, İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Öngörülen Nüfus, İstihdam ve Öğrenci Yüzdeleri, Sayfa: 36.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, İstanbul' da Motorizasyon, Sayfa: 39.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Yolculukların Günlere Göre Hizmet Oranları, Sayfa: 47.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Metro Çalışma Saatleri, Sayfa: 48.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Birim İşletme ve Bakım Maliyetleri (\*), Sayfa: 55.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Duyarlılık Analiz Tablosu, Sayfa: 68.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Alternatif Finansmanların İskonto Oranları, Sayfa: 72.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Trafik Sayım Noktaları, Sayfa: 8.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, İstanbul' da Otomobil Sahipliği Öngörülerini, Sayfa: 40.
- İUPM (2015). İstanbul Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İkitelli-Ataköy Raylı Sistem Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü Güncellemesi, Metro Yolculuklarının Saatlere Dağılımı, Sayfa: 41.
- M7 Mali Fizibilite (2008). Kabataş-Mahmutbey Ekonomik ve Mali Fizibilite, Ekonomik Fizibilite Etüdü Sonuçları, İstanbul.
- Merton, R. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, 29, 449-70.
- Miller, J.B. (2000). *Principles of Public and Private Infrastructure Delivery*, Massachusetts: Springer Science,
- Miller, J.B. (2002). *Case Studies in Infrastructure Delivery*, Massachusetts: Springer Science.
- Moody's Investor Service (2021): Annual Default Study, Following a sharp rise in 2020, corporate defaults will drop in 2021.
- Moody's Analytics (2017). Credit Transition Model 2017 Update: Methodology and Performance Review.
- Mun, J. (2002). *Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*. John Wiley
- Rossi, E., & Stepic, R. (2015). *Infrastructure Project Finance and Project Bonds in Europe*. Palgrave
- Standard and Poor's Global Ratings (2020). Supranationals, Special Edition.
- Symko, D. (ed.) (1999). *Credit Risk Models and Management*. Risk Books.
- Tytko, D. (1999). *Grundlagen der Pruejektfinanzierung*, Schaeffer Poeschel Verlag, Stuttgart.
- Weber, B., Bisang, M.S., & Alfen, W.H. (2016). *Infrastructure as an Asset Class, Investment Strategy, Sustainability, Project Finance and PPP*. Wiley.
- World Economic Forum (2020). The Global Risks Report 2020, 15th ed.
- World Economic Forum (2021). The Global Risks Report 2020, 16th ed.
- Yescombe, E.R. (2002). *Principles of Project Finance*, Academic Press.
- Moody's (March 2020). Default Research: Default and recovery rates for project finance bank loans.

**EKLER****EK 1 Tablo 1.** M9 Hattı İstasyon Kilometre bilgileri (İUPM, 2015)

İstasyonlar	Kilometre	Ara Mesafeler
İkiteli Güney Sanayi	0-113	0
Masko (İkitelli Sanyı)	0+856	969
Bahariye (Mehmet Akif 2)	1+666	810
Mehmet Akif (Sağlık Ocağı)	2+243	677
Halkalı Caddesi İkitelli	3+441	1098
Evren Mahallesi Gülbahar)	4+847	1406
Mimar Sinan Cad. Bağlar	6+210	1363
Doğu Sanayi Sitesi	7+290	1080
Kuyumcukent Sites (Meslek)	8+293	1003
Çobançeşme	9+177	824
Yenibosna	11+107	1990
Ataköy	13+243	2136

**EK 2 Tablo 2.** İkitelli-Ataköy Metro Hattı Maliyetleri (USD)

Genel Maliyet Tablosu (USD)										
	Gider Türü	Br. Mik.	Birim Fiyat	Maliyet	2018	2019	2020	2021	Toplam	
İnşaat	Hat (Demiryolu Dahil)	Km	13,4	12.000.000	160.800.000	16.080.000	48.240.000	64.320.000	32.160.000	160.800.000
	İstasyon	Adet	12	25.000.000	300.000.000	30.000.000	90.000.000	120.000.000	60.000.000	300.000.000
	<b>Toplam</b>				<b>460.800.000</b>	<b>46.080.000</b>	<b>138.240.000</b>	<b>184.320.000</b>	<b>92.160.000</b>	<b>460.800.000</b>
E&M	Asansör ve Yürüyen Merdiven	Adet	144	170.000	24.480.000	0	0	9.792.000	14.688.000	24.480.000
	Güç Temini ve Dağıtım	Km	13,4	4.350.000	58.290.000	0	0	23.316.000	34.974.000	58.290.000
	Sinyalizasyon	Km	13,4	3.320.000	44.488.000	0	0	17.795.200	26.692.800	44.488.000
	Haberleşme	-	1	35.350.000	35.350.000	0	0	14.140.000	21.210.000	35.350.000
	Çevresel Kont. Sist.	-	1	44.500.000	44.500.000	0	0	17.800.000	26.700.000	44.500.000
	İstasyon Yardımcı Tesisi	-	1	20.750.000	20.750.000	0	0	8.300.000	12.450.000	20.750.000
<b>Toplam</b>				<b>227.858.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>91.143.200</b>	<b>136.714.800</b>	<b>227.858.000</b>	
Araç	Araç	Adet	72	1.600.000	115.200.000	0	0	57.600.000	57.600.000	115.200.000
<b>Genel Toplam</b>				<b>803.858.000</b>	<b>46.080.000</b>	<b>138.240.000</b>	<b>333.063.200</b>	<b>286.474.800</b>	<b>803.858.000</b>	

**EK 3 Tablo 3.** Birim İşletme ve Bakım Maliyetleri (Metro İstanbul A.Ş. 2018)

	Metro
Enerji (USD/Taşıt -km)	0,68
Araç Bakım -Onarım (USD/Taşıt - Km)	0,012
Hat Bakım (USD/Km)	6,458

**EK 5 Tablo 5.** Duyarlılık Analiz Tablosu (İUPM, 2015)

Senaryolar	E.I.R.R.(%)	Fayda /Maliyet Oranı
İncelenen Durum		
Orijinal Değer	23	2,36
Yapım Maliyeti %20 Fazla	20	2,05
Araç Maliyeti %20 fazla	22	2,30
İşletme ve Bakım Maliyeti %20 Fazla	21	2,27
Zaman Değeri %20 Az	20	2,04
Zaman değeri %40 Az	17	1,73

**EK 7 Tablo 7.** Alternatif Finansman Seçeneklerinin Karşılaştırması

Alternatif Finansman Modelleri	F.I.R.R (%)	İskonto Oranı	Net Bugünkü Değer (\$)
% 100 Özkaynak Finansmanı	6,50%	9,00%	-128.810.847
% 25 İhracat kredisi Finansmanı	7,00%	9,25%	-122.905.150
% 50 İhracat kredisi Finansmanı	8,30%	9,50%	-52.535.751
% 75 Ticari/İhracat kredisi Finansmanı	9,30%	9,75%	-13.756.243
% 100 Ticari/İhracat kredisi Finansmanı	11,11%	10,00%	25.154.678

**EK 8 Tablo 8.** Finansal Fizibilite Duyarlılık Analizi Sonuçları

	Trafik Sabit	Trafik %20 Fazla
Ortalama Bilet Ücreti (2018, \$)	0,57	0,7
Net Bugünkü Değer (\$)	25.154.678	137.603.072
Mali İç Verimlilik Oranı (%)	11,11	16,50
	15,80	22,30

EK 4 Tablo 4. Ekonomik Analiz Tablosu

YIL	MALİYETLER (USD)				FAYDALAR (USD)						NET FAYDA (USD)	
	İNŞAAT MALİYETLERİ	METRO ARAÇLARI YATIRIM MALİYETLERİ	İŞLETME VE BAKIM MALİYETLERİ	TOPLAM MALİYETLER	YOLCULUK SÜRESİ TASARRUFU	OTOBÜS&MİN. İŞLETME TASARRUFU	OTOBÜS&MİN. YATIRIM İHTİYACI AZALMASI	OTOBÜS&MİN. YOL BAKIM TASARRUFLARI	OTOBÜS&MİN. KAZA MALİYETİ	TOPLAM FAYDALAR	NET FAYDA	KÜMÜLATİF TOPLAM
2018	36.864.000	0	0	36.864.000	0	0	0	0	0	0	-36.864.000	-36.864.000
2019	110.592.000	0	0	110.592.000	0	0	0	0	0	0	-110.592.000	-147.456.000
2020	220.370.560	46.080.000	0	266.450.560	0	0	0	0	0	0	-266.450.560	-413.906.560
2021	183.099.840	46.080.000	0	229.179.840	0	0	0	0	0	0	-229.179.840	-643.086.400
2022	0	0	11.508.690	11.508.690	87.487.853	53.365.519	72.480.000	1.260.097	3.217.644	217.811.113	206.302.423	-436.783.977
2023	0	0	11.738.864	11.738.864	93.439.347	54.456.785	1.480.000	1.285.729	3.283.637	153.945.498	142.206.634	-294.577.343
2024	0	0	11.973.641	11.973.641	99.688.840	55.682.980	1.680.000	1.315.607	3.356.236	161.723.663	149.750.022	-144.827.321
2025	0	10.240.000	12.243.455	22.483.455	106.249.859	56.814.487	1.520.000	1.341.263	3.425.992	169.351.601	146.868.146	2.040.825
2026	0	0	13.211.047	13.211.047	112.584.693	57.730.583	1.240.000	1.362.627	3.481.613	176.399.516	163.188.469	165.229.294
2027	0	0	13.626.490	13.626.490	119.192.263	58.646.678	1.240.000	1.383.991	3.537.234	184.000.166	170.373.676	335.602.970
2028	0	0	13.899.020	13.899.020	126.051.389	59.562.773	1.240.000	1.405.355	3.592.855	191.852.372	177.953.352	513.556.322
2029	0	0	14.177.000	14.177.000	133.201.418	60.573.557	1.400.000	1.430.942	3.651.320	200.257.237	186.080.237	699.636.559
2030	0	0	14.460.540	14.460.540	139.546.020	61.004.381	560.000	1.439.524	3.679.590	206.229.515	191.768.975	891.405.534
2031	0	0	14.753.725	14.753.725	146.091.413	61.529.893	720.000	1.452.329	3.710.704	213.504.339	198.750.614	1.090.156.148
2032	0	0	15.044.746	15.044.746	152.843.472	62.055.406	720.000	1.465.134	3.741.818	220.825.830	205.781.084	1.295.937.232
2033	0	10.240.000	15.385.141	25.625.141	159.808.243	62.486.230	560.000	1.473.716	3.770.089	228.098.278	202.473.137	1.498.410.369
2034	0	0	16.523.763	16.523.763	166.991.943	63.011.742	720.000	1.486.521	3.801.203	236.011.409	219.487.646	1.717.898.015
2035	0	0	16.854.238	16.854.238	174.400.967	63.537.255	720.000	1.499.326	3.832.317	243.989.865	227.135.627	1.945.033.642
2036	0	0	17.196.040	17.196.040	182.041.895	64.062.767	720.000	1.512.130	3.863.432	252.200.224	235.004.184	2.180.037.826
2037	0	0	17.535.149	17.535.149	189.921.494	64.493.591	73.040.000	1.520.713	3.891.702	262.867.500	235.332.351	2.495.307.177
2038	0	0	17.885.852	17.885.852	198.046.727	65.019.103	2.200.000	1.533.518	3.922.816	270.722.164	252.836.312	2.748.206.489
2039	0	0	18.243.569	18.243.569	206.424.755	65.544.616	2.400.000	1.546.322	3.953.930	279.869.623	261.626.054	3.009.832.543
2040	0	0	18.608.441	18.608.441	215.062.945	66.070.128	2.240.000	1.559.127	3.985.045	288.917.245	270.308.804	3.280.141.347
2041	0	0	19.008.145	19.008.145	223.968.873	66.595.641	1.960.000	1.571.932	4.016.159	298.112.605	279.104.460	3.559.245.807
2042	0	0	19.357.251	19.357.251	233.150.335	67.121.153	1.960.000	1.584.736	4.047.273	307.863.497	288.506.246	3.847.752.053
2043	0	0	19.744.396	19.744.396	242.615.349	67.646.665	1.960.000	1.597.541	4.078.387	317.897.942	298.153.546	4.145.905.599
2044	0	0	20.139.284	20.139.284	252.372.162	68.172.178	2.120.000	1.610.346	4.109.501	328.384.187	308.244.903	4.454.150.502
2045	0	0	20.542.070	20.542.070	262.429.259	68.697.690	1.280.000	1.623.150	4.140.616	338.170.715	317.628.645	4.771.779.147
2046	-267.363.924	-34.962.286	20.952.911	-281.373.299	272.795.365	69.223.203	1.440.000	1.635.955	4.171.730	349.266.253	630.639.552	5.402.418.699
<b>Toplam</b>	<b>283.562.476</b>	<b>70.895.402</b>	<b>89.006.597</b>	<b>558.585.928</b>	<b>856.172.517</b>	<b>369.684.727</b>	<b>62.916.161</b>	<b>8.726.657</b>	<b>22.293.614</b>	<b>1.319.793.676</b>	<b>761.207.748</b>	<b>6.163.626.448</b>

64,87%

28,01%

4,77%

0,66%

1,69%

ZAMAN DEĞERİ (\$/SAAT) 5,44

ENPV (\$) 761.207.748

EIRR (%) 23%

FAYDA/MALİYET ORANI 2,36

EK 6 Tablo 6. Mali Analiz Tablosu (% 100 Kredi-USD)

Yıl	İnşaat Yatırımları	E&M ve Arac Yatırımları	İşletme Giderleri	Vergi-Harc Giderleri	Kredi Geri Ödemesi	Toplam Gelirler	İşletme Giderleri	Nakit Akışı	Net Nakit Akışı	Kümülatif Nakit Akışı
2018	Ticari Kredi Alındı	Borçlar Kredisi Alındı	0	0	21.628.408	21.628.408	-21.628.408	-21.628.408	-21.628.408	-21.628.408
2019	0	0	0	0	21.906.199	21.906.199	-21.906.199	-21.906.199	-21.906.199	-43.534.607
2020	0	0	0	0	24.564.899	24.564.899	-24.564.899	-24.564.899	-24.564.899	-68.099.505
2021	0	0	0	0	27.223.598	27.223.598	-27.223.598	-27.223.598	-27.223.598	-95.323.103
2022	0	0	16.440.986	0	88.265.878	104.706.864	77.960.066	-26.746.797	-26.746.797	-122.069.900
2023	0	0	16.769.805	0	86.075.238	102.845.064	80.888.408	-21.956.656	-21.956.656	-144.026.556
2024	0	0	17.105.201	0	83.884.638	100.989.840	83.938.452	-17.051.388	-17.051.388	-161.077.944
2025	0	12.800.000	17.490.650	0	81.694.038	111.934.669	87.115.257	-24.869.412	-24.869.412	-185.947.356
2026	0	0	18.872.925	0	79.503.399	98.376.323	90.019.634	-8.356.700	-8.356.700	-194.304.056
2027	0	0	19.466.415	0	77.312.779	96.779.193	93.029.942	-3.749.251	-3.749.251	-198.053.306
2028	0	0	19.855.743	241.453	75.122.159	94.977.902	96.127.666	1.149.764	908.314	-197.144.992
2029	0	0	20.252.858	1.292.169	72.931.539	93.184.396	99.337.383	6.153.186	4.861.017	-192.283.975
2030	0	0	20.657.915	2.208.261	70.740.919	91.398.834	101.914.362	10.515.528	8.307.267	-183.976.708
2031	0	0	21.076.751	3.136.642	68.550.299	89.627.050	104.563.440	14.936.390	11.799.748	-172.176.960
2032	0	0	21.492.495	3.469.716	21.938.559	43.431.054	107.286.846	63.855.792	50.446.076	-121.730.884
2033	0	12.800.000	21.978.773	11.319.225	21.406.819	56.185.592	110.086.665	53.901.073	42.581.848	-79.149.036
2034	0	0	23.605.375	14.381.763	20.875.079	44.480.455	112.965.042	68.484.587	54.102.824	-25.046.213
2035	0	0	24.077.483	15.015.705	20.343.339	44.420.822	115.924.180	71.503.358	56.487.653	-31.441.440
2036	0	0	24.565.771	15.663.685	19.811.600	44.377.370	118.966.345	74.588.975	58.925.290	90.566.730
2037	0	0	25.050.213	16.330.397	19.279.860	44.330.073	122.093.868	77.763.796	61.433.398	151.800.129
2038	0	0	25.531.217	17.012.059	18.748.120	44.299.337	125.309.143	81.009.806	63.997.747	215.797.875
2039	0	0	26.062.242	17.710.562	18.216.380	44.278.621	128.614.632	84.336.010	66.625.448	282.423.323
2040	0	0	26.583.486	18.426.395	17.684.640	44.268.126	132.012.866	87.744.740	69.318.344	351.741.668
2041	0	0	27.154.493	19.151.802	17.152.900	44.307.393	135.506.448	91.899.056	72.047.254	423.788.922
2042	0	0	27.653.216	23.403.416	0	27.653.216	139.098.053	111.444.837	88.041.422	511.830.343
2043	0	0	28.206.280	24.062.672	0	28.206.280	142.790.431	114.584.151	90.521.479	602.351.823
2044	0	0	28.770.406	24.741.361	0	28.770.406	146.586.410	117.816.005	93.074.644	695.426.466
2045	0	0	29.345.814	25.440.047	0	29.345.814	150.488.897	121.143.083	95.703.036	791.129.502
2046	-334.204.905	-35.474.286	29.932.730	103.791.941	0	-339.746.460	154.500.879	494.247.340	390.455.398	1.181.584.900
<b>Toplam</b>	<b>688.658.000</b>	<b>115.200.000</b>	<b>578.019.240</b>	<b>366.739.270</b>	<b>1.074.861.284</b>	<b>2.019.619.794</b>	<b>2.779.165.438</b>			
<b>Artık Değer</b>	<b>-334.204.905</b>	<b>-35.474.286</b>								
<b>Toplam</b>										<b>369.679.190</b>
Net Bugünkü Değer NPV = 525.154.678										
İç verimlilik Oranı IRR= 0,111										
İskonto Oranı % 0,10										