

Sermaye Bütçelemesinde Monte Carlo Simülasyonu Kullanımı: Havalimanı Özelleştirmesi Üzerine Bir Uygulama

İsmail Çağrı ÖZCAN¹

Makale Gönderim Tarihi : 22 Mart 2023

Makale Kabul Tarihi : 15 Eylül 2023

Öz

Gerek özel, gerekse de kamu teşebbüsleri tarafından kullanılan sermaye bütçelemesi yöntemlerinin başarısı, analizlerde kullanılan tahminlerin tutarlı olmasına bağlıdır. Bu çerçevede, son dönemde başta sermaye bütçelemesi olmak üzere finansın değişik alt alanlarında kullanılmaya başlanan Monte Carlo simülasyonu, finansal belirsizlik ortamında başarılı risk değerlendirmeleri yapmaya imkan tanıyan güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, bir havalimanı özelleştirme projesinin net bugünkü değeri, üç farklı senaryo için hesaplanmakta ve 10.000 deneme için beklenen net bugünkü değer dağılımları raporlanmaktadır. Analizlerin sonuçları Monte Carlo simülasyonunun sermaye bütçelemesinde, özellikle projelerin net bugünkü değerinde meydana gelebilecek değişimleri görebilmek açısından önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sermaye Bütçelemesi, Proje Değerlendirme, Finansal Risk Analizi, Finansal Yapılabilirlik, Net Bugünkü Değer

Jel Codes: G31, G17, G32

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, icozcan aybu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3809-1847

The Use of Monte Carlo Simulation in Capital Budgeting: An Implementation on an Airport Privatization

Abstract

The success of capital budgeting methods depends on the consistency of the estimates. Considering this, Monte Carlo simulation, which has recently been used in various sub-fields of finance, especially capital budgeting, becomes a powerful tool that allows successful risk assessments in an environment of financial uncertainty. This study calculates the net present value of an airport privatization project for three scenarios and reports the expected net present value distributions for 10,000 trials. The results show the Monte Carlo simulation is an important tool in capital budgeting, especially to measure the possible changes in the net present value of the project.

Keywords: *Capital Budgeting, Project Evaluation, Financial Risk Analysis, Financial Feasibility, Net Present Value*

JEL Classification: *G31, G17, G32*

1. Giriş

Son dönemde Bent Flyvbjerg öncülüğünde, büyük altyapı projelerinin değerlendirilmesinde yaşanan sorunlara odaklanan bir literatür gelişmektedir. Bu çalışmaların ortak özelliği, kamu altyapı projelerinde faydaların (gelirlerin, talebin) olması gereken seviyelerden oldukça yüksek, maliyetlerin ise olması gereken seviyelerden oldukça düşük tahmin edildiğini ortaya koymalarıdır. Faydaların ve maliyetlerin bu şekilde yanlış tahmin edilmeleri ise net bugünkü değerleri (NBD) sıfırdan küçük olan projeler için başlatılma kararı alınmasına ve sonuçta kamu kaynaklarının verimsiz bir şekilde kullanılmasına neden olmaktadır.

Geleneksel kamu tedarik yöntemleri ile başlatılan yatırım projelerinde yapılan öngörü hataları ağırlıklı olarak kamuyu olumsuz etkilemektedir. Özelleştirme projelerinde ise ilgili finansal analizlerin ve bunların tamamlayıcısı olan risk analizlerinin tutarlı bir şekilde yapılması, özelleştirmenin her iki tarafı açısından da oldukça önemlidir. Kamu bakış açısından yaklaşıldığında, gerçekçi seviyeden daha düşük bir talep (ulaştırma projelerinde daha düşük trafiğin) tahminine dayanan özelleştirmeler, kamunun olması gerekenden daha düşük bir özelleştirme geliri elde etmesine yol açabilirken, gerçekçi seviyeden daha yüksek bir talep tahminine dayanan ve kamunun gelir/talep

garantisi verdiği özelleştirmeler kamu tarafından özel sektöre garanti ödemesi yapılması ile sonuçlanabilmektedir. Kar elde etme amacıyla hareket eden özel teşebbüsler açısından finansal ve ilgili risk analizlerinin önemi ise projeden elde edilmesi beklenen net nakit akımlarının doğru bir şekilde tahmin edilmesidir.

Bent Flyvbjerg'in ilgili çalışmalarından ilki, kamu altyapı projelerinin inşaat maliyetlerindeki hesap hatalarına odaklanmıştır (Flyvbjerg ve arkadaşları, 2002). Çalışma, henüz planlama aşamasında demiryolu, sabit bağlantı (köprü ve tünel) ve karayolu projeleri için yapılan inşaat maliyet tahminleri ile projeler tamamlandıktan sonra ortaya çıkan durumu karşılaştırmaktadır. Toplam 258 adet projenin incelendiği çalışmanın sonuçlarına göre bu projelerdeki ortalama inşaat maliyeti artış oranı %27,6 iken, bu oran demiryolu, sabit bağlantı (köprü ve tünel) ve karayolu projeleri için sırasıyla %44,7, %33,8 ve %20,4 olarak gerçekleşmiştir. Coğrafi açıdan bakıldığında ise gelişmiş Avrupa ve Kuzey Amerika bölgelerindeki projelerde inşaat maliyeti artış oranı sırasıyla %28,7 ve %23,6 olurken, diğer (nispeten az gelişmiş) bölgelerdeki inşaat maliyeti artış oranı %64,6 olmuştur. Bu sonuçlar, projelerin karmaşıklığı arttıkça ve ülkelerin gelişmişlik düzeyi azaldıkça, ulaştırma altyapı projelerinin inşaat maliyetlerindeki artışın yükselme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Çalışmanın yazarları ise öngörülerdeki bu sapmaların hatadan ziyade, bilinçli şekilde yapıldığını öne sürmektedir (Flyvbjerg ve arkadaşları, 2002).

14 ülkeden toplam 210 ulaştırma projesini inceleyen Flyvbjerg ve arkadaşları (2005), araştırma sorusunu inşaat maliyetlerindeki sapmadan proje talebindeki (trafiğindeki) sapmaya çevirmiştir. Analizlerin sonuçları, ulaştırma altyapısı projelerinde talep tahmini yapanların (istatistiksel olarak anlamlı bir seviyede) çok başarılı bir iş çıkarmadıklarını ortaya koymaktadır. Her on demiryolu projesinden dokuzunda projenin talebi gerçek talepten daha yüksek tahmin edilmiştir. Ele alınan karayolu projelerinde ise talepteki sapma oranı $\pm\%20$ 'den fazla gerçekleşmiştir². Projelerin talep tahminlerindeki sapmaların nedenlerine bakıldığında, karayolu projelerinde seyahat üretimi ve arazi kullanımını ile ilgili belirsizlikler öne çıkarken, seyahat dağılımındaki belirsizlik ve talep tahminlerinin bilinçli olarak manipüle edilmesi demiryolu projelerindeki talep sapmalarının başlıca sebepleridir.

Daha önceki iki çalışmada [(Flyvbjerg ve arkadaşları, 2002) ve (Flyvbjerg ve arkadaşları, 2005)] ortaya konan maliyet ve talep tahmin hataları sonrasında, Flyvbjerg (2009A) inşaat maliyetlerinin gerçekleşen seviyeden

² Demircan (2010) tarafından Türkiye'deki kent içi raylı sistem yatırımları için yapılan benzer bir çalışma, yolcu trafiğindeki öngörü hatalarının %69 seviyelerine kadar ulaştığını ortaya koymaktadır.

daha düşük, proje faydalarının ise gerçekleşen seviyeden daha yüksek tahmin edilmesini teknik, psikolojik ve politik-ekonomik sebepler olmak üzere üç farklı şekilde açıklamaya çalışmıştır. Buna göre, hatalı tahmin yöntemleri, yetersiz veriler, dürüst hatalar, geleceği tahmin etmenin doğasında olan sorunlar ve bu işi yapan uzmanların tecrübe eksikliği gibi nedenler yukarıda anılan tahmin hatalarını teknik çerçevede açıklamaktadır. Psikolojik açıklamalar başlığı altında ise planlama yanılığı (planning fallacy) ve iyimserlik yanılığı (optimism bias) yer almaktadır. Politik-ekonomik açıklama ise proje geliştiricilerinin ve planlamacıların kendi projelerini öne çıkarma isteğine dayanmaktadır.

Flyvbjerg (2007) literatürde örneklerine çok defa yer verildiği üzere inşaat maliyetlerini olduğundan daha düşük, proje faydalarını (talebini, trafiğini) ise olduğundan daha yüksek tahmin etmenin çok önemli birtakım sorunlara yol açtığına altını çizmektedir. Buna göre bahse konu hatalar her şeyden önce kaynakların Pareto-verimsiz dağılımına, yani israfa yol açmaktadır. Daha somut ifade etmek gerekirse, bu tür hatalar proje takviminde gecikmelere, proje maliyetlerinin yükselmesine ve projeden elde edilmesi öngörülen faydaların azalmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan politika, planlama, uygulama ve projelerin hayata geçirilmesi daha istikrarsız hale gelirken, proje ölçeğinin artması ile sorunlar da paralel şekilde artış göstermektedir.

Yukarıda sıralanan teknik, psikolojik ve politik-ekonomik kaynaklı öngörü hatalarını önlemek amacıyla Flyvbjerg ve arkadaşları (2009B) bir takım çözüm önerileri getirmiştir. Önerilerden biri, proje sahibi kamu kuruluşunun projeyi kabul ettirmek ve/veya proje için gerekli ödeneği temin etmek için proje maliyetlerini, proje süresini, riskleri ve projeden beklenen faydaları bilinçli bir şekilde yanlış beyan etmesi ihtimaline karşı, proje sahibi kamu kuruluşu ile projeyi onaylayan idarelerin ortaya çıkacak mali yüke ortak olmaları, özel teşebbüslerin ise devlet garantisi olmadan proje için gerekli yatırımın en az üçte birini üstlenmesidir. Aynı makalede öne çıkan diğer öneriler ise, kamu adına planlama ve mühendislik çalışmaları yapanların proje maliyetlerini, proje süresini, riskleri ve projeden beklenen faydaları bilinçli bir şekilde yanlış beyan etmelerine önlem olarak gerçekçi tahmin çalışması yapanlara mali ve mali olmayan teşvikler sağlanması, tahminlerin sıkı bir şekilde denetimi ve bilinçli bir şekilde yanlış tahmin çalışması yapanlara cezai yaptırımlar getirilmesidir.

Yukarıda özetlendiği üzere kamu altyapı projelerinin maliyetlerine, tamamlanma sürelerine ve faydalarına yönelik tahmin çalışmalarında sıklıkla hata yapılmakta olup, bu tür hatalar kaynakların verimsiz kullanımına, gecikmelere, proje maliyetlerinin artmasına ve projeden beklenen faydalara ulaş-

lamamasına neden olmaktadır. Bu çerçevede planlama aşamasında ilgili tahminlerin objektif bir şekilde yapılarak daha tutarlı hale getirilmesi, yukarıda bahsedilen sorunların tamamen yok edilmese bile azaltılmasına ve kamu yararının tesis edilmesine yardımcı olacaktır. Bu kapsamda finansal sonuçların olasılığını tahmin etmekte ve ilgili risk ve belirsizliklerin etkisini açıklamakta etkili bir araç olan Monte Carlo Simülasyonu, kamu altyapı projelerinin değerlendirilmesinde finansal analistlere ve nihai karar alma aşamasında karar vericilere oldukça yardımcı olma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, bir havalimanı Yap-İşlet-Devret (YİD) projesinin halka açık bilgilerini kullanarak, Monte Carlo Simülasyonu yönteminin ilgili sermaye bütçeleme aşamasındaki uygulamasını ele almaktadır. Daha somut ifade etmek gerekirse, projenin beklenen nakit akımlarındaki olası değişimler Monte Carlo simülasyonu ile tahmin edilecek, projenin NBD'sinin sıfırdan büyük ve küçük olduğu durumlar karşılaştırılacak ve sonuçta projenin finansal yapılabilirliği belirlenecektir. Çalışmanın sonuçları, yöntemin kamu altyapı projelerinin finansal analizinde önemli bir araç olarak hizmet edebileceğini göstermektedir.

Dört bölümden oluşan çalışmanın ikinci bölümü, altyapı projelerinde Monte Carlo simülasyonu kullanımı üzerine yapılan literatür taramasının sonuçlarını sunmaktadır. Üçüncü bölüm, üç farklı senaryo için izlenen metodoloji ile kullanılan verileri ve varsayımları açıklayacak, sonrasında da Monte Carlo simülasyonunun çıktılarını tartışacaktır. Son bölüm ise kısa bir değerlendirme yaptıktan sonra yöntemin faydalarını özetleyecek ve gelecekte yapılabilecek tamamlayıcı çalışmalar için öneriler getirecektir.

2. Yatırım Projelerinde Monte Carlo Simülasyonu Kullanımı Üzerine Literatür Taraması

Finans, ilk olarak 1940'lı yıllarda geliştirilen ve çok sayıda farklı alanda uygulaması olan Monte Carlo simülasyonu yönteminin en sık kullanıldığı alanlardan biridir [(Dagpunar, 2007), (McLeish, 2011), (Wang, 2012)]. Finans alanında öne çıkan Monte Carlo simülasyonu uygulamalarının arkasındaki temel motivasyon, finansal belirsizliklerin artmasıyla beraber işletmelerin gelişmiş sermaye bütçeleme ve risk değerlendirmelerini daha sık kullanmaya başlaması ve bu tekniklerin başında Monte Carlo simülasyonunun gelmesidir (Verbeeten, 2006). Özel sektör işletmeleri yanında kamu kurum ve kuruluşları da, gerek kamu bütçesinden, gerekse de özelleştirme yoluyla hayata geçirilen büyük altyapı projeleri için Monte Carlo simülasyonunu kullanmaktadır. Bu geniş kullanım alanı, yöntemin sermaye bütçeleme uygulamalarını konu alan ulusal ve uluslararası çok sayıda akademik çalışmanın yayımlanmasına ön ayak olmuştur.

Kelliher ve Mahoney (2000), Monte Carlo simülasyonunun uzun vadeli yatırım kararları üzerindeki etkisini ele aldıkları çalışmalarında analizlerini bir gayrimenkul projesi üzerinden gerçekleştirmiş ve sermaye bütçelemesindeki belirsizliklerin ele alınmasında Monte Carlo simülasyonu yönteminin sunduğu faydaların altını çizmiştir. Hacura ve arkadaşları (2001) ise geleneksel NBD yönteminin statikliğine dikkat çekerek, proje parametrelerindeki belirsizliklerin ve proje risklerinin NBD üzerindeki etkisinin ölçülmesinde Monte Carlo simülasyonunun faydalarını sıralamaktadır. Cotter ve arkadaşları (2003), Monte Carlo simülasyonunun sermaye bütçelemesine daha dinamik bir bakış açısı getirdiğini belirterek, yöntemin özellikle bir reel opsiyon mevcudiyetindeki karar aşamalarında önemli avantajlar sunduğunun altını çizmektedir. Bir doğal gaz kuyusu yatırımı verileri üzerinden yapılan hesaplamalarda, yatırımdan çekilme ve yatırımı genişletme opsiyonlarının dikkate alındığı senaryoda, Monte Carlo simülasyonu ile yapılan hesaplamalarda projenin ortalama NBD'sinin daha yüksek seviyelerde gerçekleştiği görülmektedir. Singapur ve Malezya arasında YİD modeliyle inşa edilen karayolu bağlantısının Monte Carlo simülasyonu yöntemiyle analiz edilmesini konu alan Cheah ve Liu (2006), kamu tarafından verilen garantilerin projenin NBD'sine kıyasla oldukça yüksek bir seviyede gerçekleşebileceğini hesaplamış ve projenin kamu bütçesine getirmesi muhtemel yüke dikkat çekmiştir. Bir manyetik rezonans görüntüleme sistemi yatırımının örnek çalışma olarak ele alındığı makalelerinde Clark ve arkadaşları (2010), projeye ilgili tüm olası sonuçların görselleştirilmesi sayesinde Monte Carlo simülasyonunun yöneticilerin risk ve belirsizlikleri doğru bir şekilde değerlendirmelerine ve doğru kararlar almalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir. Romanya'dan 23'ü katı atık, 40 adedi ise su ve atık su tesisi olmak üzere toplam 63 projeyi içeren bir veri tabanına dayanan çalışmalarında Platon ve Constantinescu (2014), Monte Carlo simülasyonu kullanılarak elde edilen beklenen getirilerin, başlangıç aşamasında öngörülen gelir projeksiyonlarının altında kalma ihtimalinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Malezya'daki Penang Adası'nı ana karaya bağlayan ve YİD modeliyle hayata geçirilen bir köprü projesini örnek olay olarak ele alan çalışmalarında Shaffie ve Jaaman (2016), Monte Carlo simülasyonunun NBD hesaplamalarında güvenilir nakit akımı tahmininde kullanılabileceğini ve sermaye bütçelemesi kararlarında uygun bir risk analizi aracı olduğunu belirtmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalardan da görüleceği üzere, Monte Carlo simülasyonunun sermaye bütçelemesinde, NBD hesaplamalarında ve risk analizinde sunduğu avantajlar uluslararası literatürde çok sayıda çalışmaya konu

olmuştur. Benzer bir şekilde Türk akademisyenler de son dönemde konuya olan ilgilerini artırmaktadır.

Sakarya ve Yıldırım (2008) Monte Carlo simülasyonu yöntemini kullanarak bir rüzgar enerjisi santrali yatırımının NBD'sini tespit etmeye çalışmıştır. Üç farklı senaryonun ele alındığı çalışmanın yazarları, Monte-Carlo simülasyonu yönteminin rüzgar enerjisi santrali yatırımlarının analiz edilmesinde kullanışlı bir yöntem olduğunu ifade etmektedir. Aygören ve İlem (2010), kamuya çok yüksek bir gelir sağlayan araç muayene istasyonlarının özelleştirilmesini ele almış ve Denizli ili özelinde anılan özelleştirmenin karlı bir yatırım olup olmadığını Monte Carlo simülasyonu yöntemi ile analiz etmeye çalışmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre projenin NBD'si yaklaşık 97,5 milyon TL, standart sapması ise yaklaşık 39,5 milyon TL'dir. Simülasyon sonuçları projede negatif NBD beklenmediğini göstermekte olup, yazarlara göre bu durumun sebebi projenin faaliyet konusunun rekabete kapalı bir alan olmasıdır. Acar ve Durucasu'nun (2015) çalışması, YİD modeliyle hayata geçirilen bir havaalanı projesine ait verileri kullanarak, Monte Carlo simülasyonunun NBD hesaplaması için kullanılmasını ele almaktadır. 2 yıllık bir yatırım ve 15 yıllık bir işletme dönemine ve yaklaşık 438 milyon Avro'luk proje maliyetine sahip projede sermaye yapısındaki öz sermaye payının değişimine göre iki farklı senaryo ele alınmıştır. İlk senaryoda projenin NBD'si yaklaşık olarak 4,4 milyon Avro, standart sapması ise 24,4 milyon Avro olarak bulunmaktadır. Projenin işletme süresinin 15 yıldan 20 yıla, öz sermaye oranının ise 0,20'den 0,25'e yükseldiği ikinci senaryoda ise projenin NBD'si yaklaşık 68,9 milyon Avro, standart sapması ise yaklaşık 30,4 milyon Avro olarak hesaplanmaktadır. Çalışmada yöntemin faydaları yapılan karşılaştırmalarla ortaya konduktan sonra, yöntemin objektif olmayan olasılık dağılımlarında analiz yapılmasına imkan verme özelliğinin altı özelliikle çizilmektedir. Bağdatlı'nın (2016) 10 kilometre uzunluğundaki bir otoyol kesiminin ekonomik fizibilitesini Monte Carlo simülasyonu yöntemiyle ele aldığı çalışmasının sonuçları, projenin %96,5 ihtimalle 1,152'lik bir fayda-maliyet oranını yakalayacağını veya oranın bu seviyeyi geçeceğini ortaya koymaktadır. Bağdatlı (2016) çalışmanın sonucunda Monte Carlo simülasyonunun yatırım projelerinin analizinde önemli bir rol oynayacağını ifade etmektedir.

3. Örnek Senaryo Analizi Uygulaması

Bu çalışmada Monte Carlo simülasyonunun sermaye bütçelemesi uygulaması için, YİD modeli ile hayata geçirilen bir havalimanı projesinin finansal fizibilitesi ele alınmıştır. Bu kapsamda üç farklı senaryo kullanılarak, havalimanı YİD projesine yatırım yapacak yatırımcıların proje sonunda elde

edecekleri NBD'ler Monte Carlo simülasyonu yoluyla analiz edilecek ve sermayedarların projeden kar/zarar etme ihtimalleri hesaplanacaktır.

3.1. NBD Hesaplamasında Kullanılan Veriler ve Varsayımlar

Bir projenin net bugünkü değeri hesaplanırken, projenin nakit akımları bir indirgeme oranı kullanılarak bugüne çekilerek toplanır. Bulunan sonuç sıfırdan büyük ise proje yapılabilir bir proje olarak kabul edilirken, sonucun sıfırdan küçük olması projenin yapılabilir bir proje olmadığını göstermektedir. Net bugünkü değer aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\text{NBD} = \text{Nakit Akımı}_0 + \frac{\text{Nakit Akımı}_1}{(1+\text{iskonto oranı})^1} + \frac{\text{Nakit Akımı}_2}{(1+\text{iskonto oranı})^2} + \dots + \frac{\text{Nakit Akımı}_n}{(1+\text{iskonto oranı})^n} = \sum_{t=0}^n \frac{\text{Nakit Akım}_t}{(1+\text{iskonto oranı})^t}$$

Proje kapsamında analizlere dahil edilecek ilk finansal kalem, başlangıçta yapılan sabit sermaye yatırımı ve bu yatırımı finanse etmek için alınan kredidir. İlk yatırım maliyeti, yatırım süresi, alınan kredinin miktarı ve kredinin vadesi ile ilgili veriler halka açık kaynaklardan derlenmiştir. Burada yapılan tek varsayım, alınan kredinin faizi ile ilgilidir. Bu bilgi halka açık olmadığı için o dönemki Euribor faiz oranları, aracı banka komisyonları ve ülke primi gibi faktörler göz önünde bulundurulmuş ve Euro cinsinden alınan kredinin faiz oranının yıllık %7 olacağı varsayılmıştır.

Projenin NBD'sini hesaplayabilmek için öncelikli olarak projenin gelir ve gider kalemlerini tahmin edilmesi gerekmektedir. YİD modeliyle hayata geçirilen havalimanının en büyük gelir kalemi, kamu tarafından verilen yolcu trafiği ve yolcu başına tarife garantilerine bağlı olan "Yolcu Servis Hizmet Hasılatı" olup analizlerde bu gelir kalemi kamuoyuna açıklanan veriler çerçevesinde hesaplanmıştır. Finansal fizibilite hazırlanırken ihtiyaç duyulan diğer ana gelir kalemleri ise Terminal Hizmet Hasılatı ve İşletme Hizmet Hasılatı (yolcu servis ücreti hariç) olup, bu gelir kalemleri için Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ) tarafından işletilmekte olan benzer büyüklüğe sahip havalimanlarının verileri baz alınmış ve bu çerçevede gelir projeksiyonları yapılmıştır. Benzer ölçeğe sahip havalimanlarında gerçekleşen yolcu başına gelir ve gider verilerinin hesaplamasında 2019 yılı verileri kullanılmıştır. Bilindiği üzere, COVID-19 salgınının her alanda olduğu gibi havayolu yolcu trafiğine de olumsuz etkileri olmuştur. Nitekim 2019 yılında Türkiye'deki havalimanlarında 208,4 milyon olarak gerçekleşen yolcu trafiği 2020 yılında 81,6 milyona düşmüştür. Bu çerçevede, salgının etkisini bertaraf etmek amacıyla analizlerde 2019 yılı verileri baz alınmıştır. Verilerin temin edildiği "DHMİ 2021 Yılı İşletme Bütçesi" kitabında 2019 yılı gerçekleşmeleri, 2020 yılı revize bütçesi ve 2021 yılı program bütçesi yer almaktadır.

YİD sözleşmesi kapsamında, incelenen havalimanı için verilen yolcu trafiği garantisinin 2019 yılında toplam 2.551.242 olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'deki havalimanlarında 2019 yılında gerçekleşen yolcu trafiklerine bakıldığında, incelenen havalimanı yolcu trafiğine en yakın trafiğe sahip havalimanları, 2.524.376'lık yolcu trafiği ile Gaziantep Havalimanı ve 2.325.863'lük yolcu trafiği ile Kayseri Havalimanı'dır. DHMİ 2021 Yılı İşletme Bütçesi verileri kullanılarak, bu iki havalimanında gerçekleşen yolcu başına terminal hizmet hasılatı (yolcu servis hizmet hasılatından arındırılmış) ve işletme hizmet hasılatı hesaplanmış ve iki havalimanı için hesaplanan değerlerin ortalaması bu makalenin konusu olan havalimanı için yolcu başına terminal hizmet hasılatı (yolcu servis hizmet hasılatından arındırılmış) ve işletme hizmet hasılatı olarak alınmıştır. DHMİ tarafından yayımlanan işletme bütçelerinde, havalimanlarının operasyonel gelir kalemleri arasında seyrüsefer hizmet hasılatı kalemi de yer almasına rağmen, analiz konusu havalimanında bu hizmetler DHMİ tarafından verildiği için NBD hesaplamasına dahil edilmemiştir.

Makale konusu havalimanının işletme gider ve zararlarını tahmin etmek için de benzer bir yol izlenmiştir. Gaziantep ve Kayseri havalimanlarının yolcu başına düşen işletme gider ve zararları ortalaması hesaplanmış ve bu yolcu başına bu ortalama değer analizlerin konusu olan havalimanı için kullanılmıştır.

Sonraki aşamada ise her iki havalimanı için hesaplanan yolcu başına gelir-gider kalemleri 1 Temmuz 2019 Merkez Bankası Euro kuru üzerinden Euro'ya çevrilmiştir. Havalimanının analizlerde kullanılan operasyonel gelir ve gider kalemleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Analizlerde Kullanılan Operasyonel Gelir/Gider Kalemleri

Havalimanının Operasyonel Gelir Kalemleri	Havalimanının Operasyonel Gider Kalemleri
1. Giden Yolcu Geliri 2. Terminal hizmet hasılatı (yolcu servis hizmet hasılatından arındırılmış) 3. İşletme hizmet hasılatı	1. İşletme gider ve zararları

Analizlerde operasyonel gelirler ile ilgili olarak kullanılan genel bir varsayım ise havalimanının bir kamu iktisadi teşebbüsü olan DHMİ tarafından değil, özel sektör tarafından yönetiliyor oluşu ile ilgilidir. 233 sayılı Kamu İktisadi Teşebbüsleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, kamu iktisadi teşebbüslerinin kurulmasını, faaliyet düzenlerini ve denetim süreçlerini düzenlemekte olup, anılan kararnamede KİT'ler iktisadi devlet teşekkülü ve kamu iktisadi kuruluşu olarak ikiye ayrılmaktadır. Buna göre iktisadi devlet teşekküllerinin "ekonomik gereklere uygun olarak verimlilik ve kar-

lılık ilkeleri” çerçevesinde faaliyet göstermeleri beklenirken, kamu iktisadi kuruluşlarının “kendilerine verilen görev ve kamu hizmetlerini ekonomik ve sosyal gereklere uygun olarak verimlilik ilkesi doğrultusunda yürütmeleri” esas alınmıştır. Buna göre bir kamu iktisadi kuruluşu olan DHMİ için karlılık birincil bir amaç değildir. Diğer taraftan özel teşebbüsler için temel amaç kar elde etmek ve sermayedarların zenginliklerini azami seviyeye çekmektir. Bu nedenle analizlerde, kamu hizmeti saikiyle faaliyet gösteren DHMİ’nin operasyonel gelir ortalamalarını, özel sektör tarafından işletilen bir havalimanına bire bir uyarlamak doğru bir yaklaşım olmama ihtimaline sahiptir. Daha somut ifade etmek gerekirse, özel sektör tarafından işletilen bir havalimanında yolcu başına düşen gelirlerin DHMİ tarafından işletilen bir havalimanındaki yolcu başına düşen gelirlerden daha yüksek, giderlerin ise DHMİ’deki muadillerine göre daha düşük olması beklenir. Zira kar güdüsüyle hareket eden özel teşebbüs yeni gelir kalemleri yaratarak ve giderlerini mümkün olduğunca düşürerek karlılığını artırma eğiliminde olacaktır. Bu farkı analizlerde dikkate almak amacıyla, havalimanı işleticisi özel teşebbüsün yolcu başına gelirleri DHMİ ortalamalarına göre %15 oranında artıracacağı, yolcu başına giderleri ise %15 oranında azaltacağı varsayılmıştır.

Son olarak, projede normal amortisman usulünün benimsendiği, amortisman hesabı için projenin ekonomik ömrünün 10 yıl olduğu, kurumlar vergisi oranının %20, Euro cinsinden öz sermaye maliyetinin ise yıllık %9 olduğu varsayılmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere, analizlerde halka açık bilgiler kullanılmış olup, gerekli bilgilere erişilemediği durumlarda birtakım varsayımlar yapılmıştır. Tablo 2, analizlerde kullanılan parametreleri göstermektedir.

Tablo 2: Analizlerde Kullanılan Parametreler

Parametre	Değer	Kaynak/Varsayım
Proje Maliyeti	50 Milyon Euro	DHMİ 2021 Faaliyet Raporu
Yatırım Süresi	18 Ay	Görevli Şirket İnternet Sayfası
İşletme Süresi	29 Yıl 11 Ay	DHMİ 2021 Faaliyet Raporu
Kredi Miktarı	49 Milyon Euro	Dünya Gazetesi
Kredi Faiz Oranı	%7	Varsayım
Kredi Vadesi	18 Yıl	Dünya Gazetesi
Kurumlar Vergisi Oranı	%20	Varsayım
Yıllık Amortisman Oranı	%10	Varsayım
Öz Sermaye Maliyeti	%9	Varsayım

Yukarıdaki parametreler tüm senaryolar için sabittir. Ancak yaşanması muhtemel üç farklı havayolu yolcu trafiğine göre üç farklı senaryo ele alın-

dığında, aşağıda açıklandığı üzere bazı parametrelerde değişiklik yapılmıştır. Bu senaryolarda kullanılan varsayımları aşağıda özetlenmiştir.

- **Senaryo-1:**

Havalimanındaki yolcu trafiği, YİD ihalesinde kamu tarafından garanti edilen yolcu trafiği ile aynı seviyede gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bu senaryoda kamu tarafından özel teşebbüse bir garanti ödemesi yapılması söz konusu değildir.

Hesaplanan yolcu hizmet geliri yanında, yukarıda açıklanan süreç izlenerek tahmin edilen yolcu başına düşen terminal hizmet hasılatı, işletme hizmet hasılatı ve toplam işletme gider ve zararları kullanılarak havalimanının toplam nihai gelir-gider durumu hesaplanmış, borç ve faiz ödemeleri ile vergi kalemleri sonrası yatırımcılara kalan net nakit akımları tahmin edilmiştir.

- **Senaryo-2:**

Bu senaryoda havalimanındaki yolcu trafiği, YİD ihalesinde kamu tarafından garanti edilen yolcu trafiğinin %50'si seviyesinde gerçekleşmektedir. Bu senaryoda da Senaryo-1'deki metodolojiye benzer bir metodoloji izlenmekte, kamu tarafından garanti edilen gelirlere ilave olarak yolcu başına bulunan değerler kullanılarak havalimanının terminal hizmet hasılatı, işletme hizmet hasılatı ve toplam işletme gider ve zararları hesaplanmakta ve en son aşamada yatırımcılara kalan net nakit akımları tahmin edilmektedir.

- **Senaryo-3:**

Havalimanında hiçbir yolcu trafiğinin gerçekleşmediği senaryodur. Bu senaryoda kamu tarafından garanti edilen gelirler sözleşme gereği eksiksiz olarak görevli şirkete ödenmektedir. Bunun yanında, havalimanında hiçbir yolcu trafiği gerçekleşmemesine rağmen, sözleşmeye bağlanmış ticari alan kiralama gelirleri ve yolcu trafiğinden bağımsız yapılması gereken zorunlu faaliyetler düşünülerek, Senaryo-1'deki terminal hizmet hasılatı ve işletme hizmet hasılatı gelirlerinin %20'si seviyesinde bir terminal hizmet hasılatı ve işletme hizmet hasılatı geliri ve yine Senaryo-1'deki işletme gider ve zararlarının %20'si kadar bir işletme gider ve zararı meydana geleceği (hava trafiği olmasa bile trafikten bağımsız sabit işletme maliyetleri düşünülerek) varsayılmıştır.

3.2. Monte Carlo Simülasyonunda Kullanılan Varsayımlar

Monte - Carlo simülasyonunda kullanılan varsayımlar Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Monte Carlo Simülasyonu Varsayımları

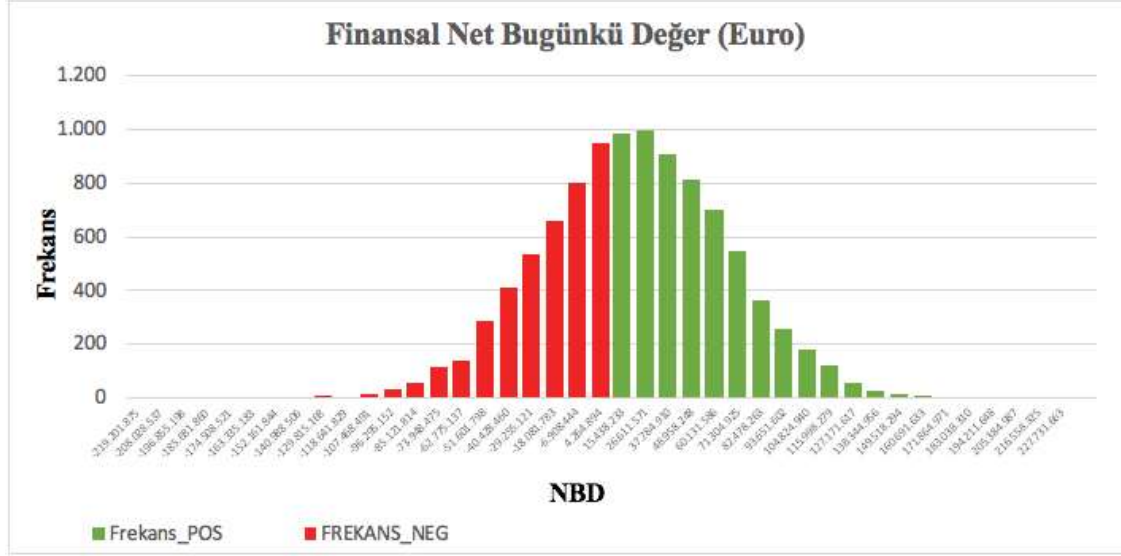
	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart Sapma
Gelirlerdeki Değişim	+%50	-%50	%0	%16,7
Giderlerdeki Değişim	+%50	-%50	%0	%16,7

Normal dağılım varsayımıyla, Monte-Carlo simülasyonu 10.000 kez tekrarlanarak her bir senaryo için ayrı ayrı histogramlar elde edilmiştir. Histogramda yeşil renkli sütunlar proje sermayedarlarının ticari olarak kar ettiği ($NBD > 0$) durumları, kırmızı renkli sütunlar ise proje sermayedarlarının ticari olarak zarar ettiği ($NBD < 0$) senaryoları temsil etmektedir. Her bir senaryonun gerçekleşme frekansı ise şeklin sol tarafında yer alan frekans sayıları ile gösterilmiştir.

3.3. Sonuçlar

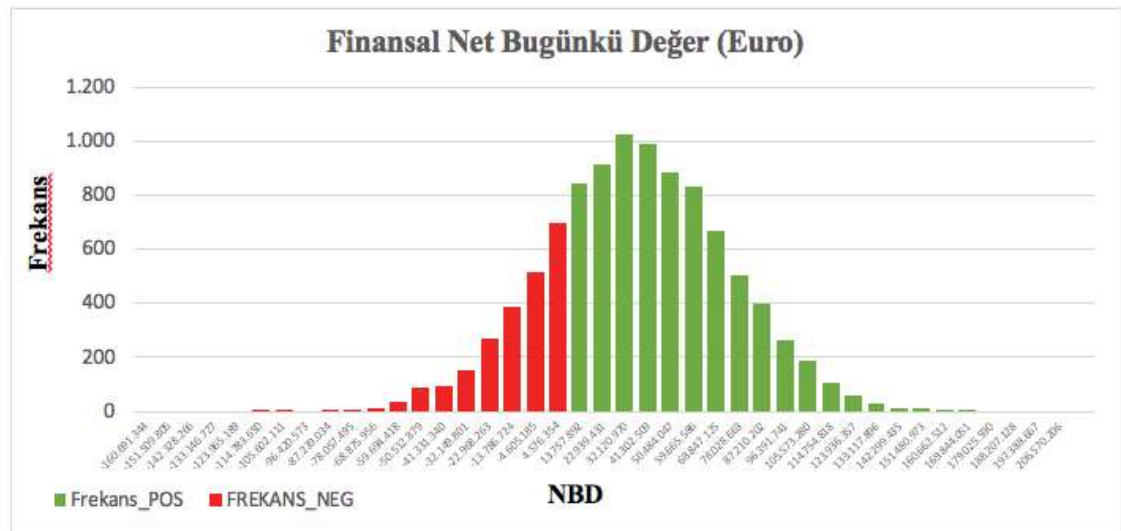
Monte Carlo analizine dayanan frekans dağılımları Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmektedir. Şekillerde kırmızı ile gösterilen frekanslar projeye öz sermaye koyan yatırımcıların zarar ettiği, yeşil frekanslar ise aynı yatırımcıların kar elde ettiği durumları temsil etmektedir. Kırmızı frekansların yeşil frekanslardan fazla olduğu senaryolarda öz sermaye yatırımının beklenen NBD'si negatif bir değer alırken, yeşil frekansların kırmızı frekanslardan fazla olduğu senaryolarda ise projenin beklenen NBD'si pozitif bir değer almaktadır. Diğer taraftan, yeşil frekansların kırmızı frekanslara oranı arttıkça, projenin zarar etme ihtimali düşmektedir.

Şekil 1, 1 numaralı senaryonun Monte Carlo simülasyonunun 10.000 tekrarı sonrası ortaya çıkan NBD dağılımlarını göstermektedir. Bu senaryoya göre öz sermaye yatırımının beklenen NBD'si 5.575.509 Euro'dur. Simülasyon sonuçlarına göre olabilecek en yüksek NBD 176.213.536 Euro, en düşük NBD ise -162.727.258 Euro'dur. Senaryo 1'e göre YİD projesine sermayedar olarak katılan yatırımcıların işletme dönemi sonunda finansal olarak zarar etme ihtimali yaklaşık olarak %44 seviyesindedir. Başka bir ifade ile havalimanının kamu tarafından garanti edilen yolcu trafiği kadar bir havayolu yolcusuna sahip olması durumunda, sermayedarların finansal olarak karda olma ihtimali yaklaşık olarak %56 seviyesindedir.

Şekil 1: Senaryo 1 İçin Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları

(10.000 tekrar)

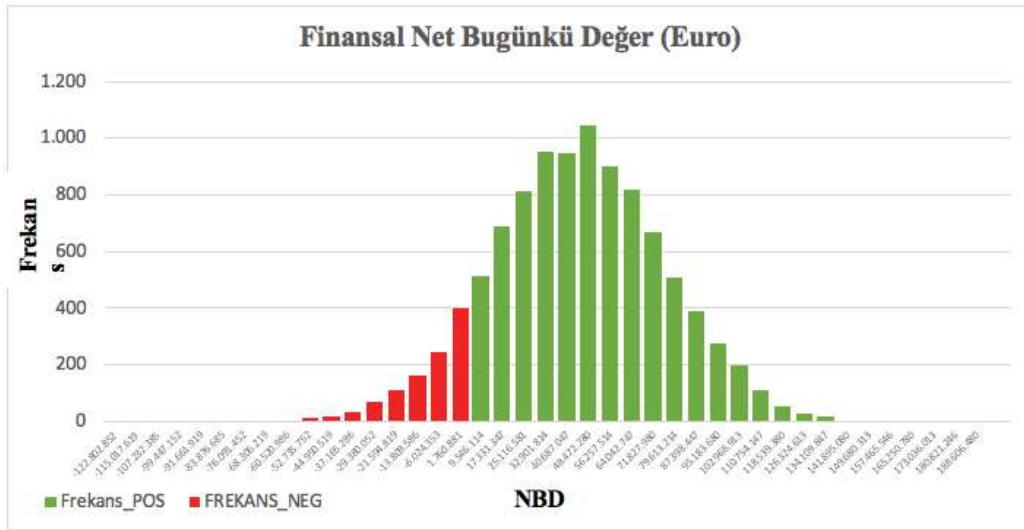
Şekil 2, 2 numaralı senaryonun Monte Carlo simülasyonunun 10.000 tekrarı sonrası elde edilen NBD dağılımlarını göstermektedir. Öz sermaye yatırımının beklenen NBD'si 24.217.919 Euro'dur. Simülasyon sonuçlarına göre olabilecek en yüksek NBD 162.567.890 Euro, en düşük NBD ise -137.622.889 Euro'dur. Senaryo 2'ye göre YİD projesine sermayedar olarak katılan yatırımcıların işletme dönemi sonunda finansal olarak zarar etme ihtimali yaklaşık olarak %27 seviyesindedir. Başka bir ifade ile havalimanının kamu tarafından garanti edilen yolcu trafiğinin yarısı kadar bir havayolu yolcusuna sahip olması durumunda, sermayedarların finansal olarak karda olma ihtimali yaklaşık olarak %73 seviyesindedir.

Şekil 2: Senaryo 2 İçin Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları

(10.000 tekrar)

Şekil 3, 3 numaralı senaryonun Monte Carlo simülasyonunun 10.000 tekrarı sonrası elde edilen NBD dağılımlarını göstermektedir. Öz sermaye yatırımının beklenen NBD'si 35.403.365 Euro'dur. Simülasyon sonuçlarına göre olabilecek en yüksek NBD 150.390.987 Euro, en düşük NBD ise -88.464.512 Euro'dur. Senaryo 3'e göre YİD projesine sermayedar olarak katılan yatırımcıların işletme dönemi sonunda finansal olarak zarar etme ihtimali yaklaşık olarak %15 seviyesindedir. Başka bir ifade ile havalimanında hiç yolcu trafiği gerçekleşmediği senaryoda, sermayedarların finansal olarak karda olma ihtimali yaklaşık olarak %85 seviyesindedir.

Şekil 3: Senaryo 3 İçin Monte Carlo Simülasyonu Sonuçları



(10.000 tekrar)

Tablo 4, üç farklı senaryo için hesaplanan temel parametreleri göstermektedir.

Tablo 4: Sermaye Bütçelemesi ve Risk Analizi Sonuçları

	NBD (Euro)	En Yüksek NBD (Euro)	En Düşük NBD (Euro)	Standart Sapma (Euro)	Monte-Carlo Simülasyonuna Göre Projenin Başarısız Olma İhtimali
Senaryo-1	5.575.509	176.213.536	-162.727.258	44.658.805	%44
Senaryo-2	24.217.919	168.567.890	-137.622.889	37.018.067	%27
Senaryo-3	35.403.365	150.390.987	-88.464.512	31.053.390	%15

4. Sonuç ve Değerlendirme

Altyapı yatırımları, ihtiyaç uydukları yüksek yatırım gereksinimi nedeniyle planlama aşamalarında objektif ve hassas tahmin çalışmalarına ihtiyaç

duyar. Büyük kamu altyapı projelerinin planlama aşamalarında projelerin maliyet, proje süresi ve proje talebi ile ilgili tahmin çalışmalarında yapılan hatalar, ekonomik ve finansal olarak yapılabilir olmayan projelere başlanmasına veya NBD'si sıfırdan büyük projelerin iptal edilmesine yol açabilir.

Monte Carlo simülasyonu, son yıllarda başta finans olmak üzere artan bir hızda kullanılmaya başlayan bir risk analizi yöntemidir. Bu çalışmada, Monte Carlo simülasyonu kullanarak bir havalimanı özelleştirmesi projesinin üç farklı senaryo için NBD'si hesaplanmış ve projenin sermayedarlar açısından başarısız olma (NBD'nin sıfırdan küçük olması durumu) olasılıkları ele alınmıştır. Senaryo analizlerinden de görüleceği üzere, havalimanındaki yolcu trafiği azaldıkça projenin havalimanı işleticisi şirketin sermayedarları açısından NBD'si artmaktadır. İlk bakışta garip gelen bu durumun iki temel açıklaması bulunmaktadır. Her şeyden önce kamu tarafından verilmiş olan yolcu ve tarife garantileri nedeniyle özel teşebbüs, yolcu trafiğinden bağımsız olarak önemli bir gelir kalemine sahip olmaktadır. Diğer taraftan havalimanının görece küçük ölçeği ve önemli bir turizm merkezine hizmet vermiyor olması, havalimanlarındaki asıl gelir getirici kalem olan dış hat trafiğini büyük oranda sınırlandırmaktadır. Bu da havalimanını geriye kalan gelir getirici ancak potansiyeli düşük faaliyetlere bağlı kılmaktadır. Sonuçta kamu tarafından garanti edilen gelirler dışındaki gelirlerin giderleri karşılama oranı 1'in altına düşmekte ve trafik düştükçe özel sektör daha fazla kar elde eder bir hale gelmektedir.

Bu çalışma, Monte Carlo simülasyonunun yatırım projelerinin değerlendirilmesinde faydalı bir araç olduğunu göstermektedir. Geleneksel NBD hesaplanması yanında kar ve zarar etme durumlarının görsel olarak sunumu, daha önce de belirtildiği üzere başta karar vericiler olmak üzere ilgili tüm paydaşlara önemli bir kolaylık ve durumu kavrama imkanı sunmaktadır. Gelecekte Monte Carlo simülasyonu ile duyarlılık analizi sonuçlarını karşılaştıran çalışmamaların, bu ve benzeri makaleleri tamamlayıcı bir özelliğe sahip olacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Acar, E., & Durucasu, H. (2015). Belirsizlik Altında Yap-İşlet-Devret (YİD) Projesi Finansal Yapılabilirliğinin Yargısal Olasılıklara Dayalı Simülasyon Modeliyle Değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(9), 579-598.
- Aygören, H., & İlem, M. (2010). Türkiye'de Özelleştirme Sonrası Araç Muayene İstasyonları Sermaye Bütçelemesinin Monte Carlo Simülasyonu Yöntemi ile Analizi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 48, 75-88.

- Bent Flyvbjerg , Mette K. Skamris Holm & Søren L. Buhl (2005) How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects?: The Case of Transportation, *Journal of the American Planning Association*, 71(2), 131-146.
- Cheah, C. Y., & Liu, J. (2006). Valuing Governmental Support in Infrastructure Projects As Real Options Using Monte Carlo Simulation. *Construction Management And Economics*, 24(5), 545-554.
- Clark, V., Reed, M., & Stephan, J. (2010). Using Monte Carlo Simulation For a Capital Budgeting Project. *Management Accounting Quarterly*, 12(1), 20.
- Cotter, J. F., Marcum, B., & Martin, D. R. (2003). A Cure For Outdated Capital Budgeting Techniques. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 14(3), 71-80.
- Dagpunar, J. S. (2007). *Simulation and Monte Carlo: With Applications in Finance and MCMC*. John Wiley & Sons.
- Demircan, K. (2010). Kentiçi Raylı Sistem Hatlarının Yolcu Öngörülerindeki Gerçekliğin İrdelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Dünya Gazetesi. (2011, July 20). Retrieved March 4, 2023, from <https://www.dunya.com/gundem/zafer-havalimani039nin-finansmani-unicredit039ten-haberi-149017>
- Flyvbjerg, B., Holm, M. S., & Buhl, S. (2002). Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?. *Journal of The American Planning Association*, 68(3), 279-295.
- Flyvbjerg, B. (2007). Policy and planning for large-infrastructure projects: problems, causes, cures. *Environment and Planning B: planning and design*, 34(4), 578-597.
- Flyvbjerg, B. (2009A). Survival of the Unfittest: Why The Worst Infrastructure Gets Built—and What We Can Do About It. *Oxford Review Of Economic Policy*, 25(3), 344-367.
- Flyvbjerg, B., Garbuio, M., & Lovallo, D. (2009B). Delusion and Deception in Large Infrastructure Projects: Two Models For Explaining and Preventing Executive Disaster. *California Management Review*, 51(2), 170-194.
- Hacura, A., Jadamus-Hacura, M., & Kocot, A. (2001). Risk Analysis in Investment Appraisal Based on the Monte Carlo Simulation Technique. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 20(4), 551-553.
- Kelliher, C. F., & Mahoney, L. S. (2000). Using Monte Carlo Simulation to Improve Long-Term Investment Decisions. *The Appraisal Journal*, 68(1), 44.
- McLeish, D. L. (2011). *Monte Carlo Simulation and Finance*, 276. John Wiley & Sons.
- Obermaier, R. (2002). Risk Analysis in Investment Appraisal Based on the Monte Carlo Simulation Technique by A. Hacura, M. Jadamus-Hacura and A. Kocot. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 30(3), 407-409.
- Platon, V., & Constantinescu, A. (2014). Monte Carlo Method in Risk Analysis For Investment Projects. *Procedia Economics and Finance*, 15, 393-400.
- Sakarya, Ş., & Yıldırım, H. H. (2008). Rüzgâr Enerjisi Santral Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Monte Carlo Simülasyonunun Kullanılması. *Maliye ve Finans Yazıları*, (108), 49-70.
- Salling, K. B., & Leleur, S. (2011). Transport Appraisal and Monte Carlo Simulation by Use of the CBA-DK Model. *Transport Policy*, 18(1), 236-245.

- Shaffie, S. S., & Jaaman, S. H. (2016). Monte Carlo on Net Present Value for Capital Investment in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 219, 688-693.
- Verbeeten, F. H. (2006). Do Organizations Adopt Sophisticated Capital Budgeting Practices to Deal With Uncertainty in the Investment Decision?: A Research Note. *Management Accounting Research*, 17(1), 106-120.
- Wang, H. (2012). *Monte Carlo Simulation With Applications to Finance*. CRC Press.
- Zafer Airport. (n.d.). Retrieved March 3, 2023, from <http://www.zafer.aero/TR/page/hakkimizda-14>