

Rüzgâr Enerji Santrali Değerlemede Geleneksel Değerleme Yöntemi ile Monte Carlo Simülasyonu'nun Karşılaştırılması

Duygu BIYIKLI^{*1}, Faik Ahmet SESLİ², Pelin KASAP³

Öz

Günümüzde büyük bütçeli yatırımların değerlendirilmesinde, geleneksel değerlendirme yöntemlerinden İndirgenmiş Nakit Akışları (İNA)'na göre hesaplanan Net Bugünkü Değer (NBD), hem literatürde ki akademik çalışmalarda hem de yatırım değerlendirme uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bir süredir yatırım değerlemede simülasyonlara, hesaplama kolaylığı ve daha dinamik bir çalışma prensibine sahip olmaları açısından oldukça fazla rastlanmaktadır. Monte Carlo Simülasyonu (MCS), simülasyon uygulamalarında en sık kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. MCS'yi diğer değerlendirme yöntemlerinden ayıran en önemli özelliği, çalışmaya konu olan parametrelerin direkt değerlerinin kullanılması yerine her birine belirli bir aralıkta ve türde olasılık dağılımının tanımlanması ve optimal sonuca göre değil sistemin davranışını anlamaya yönelik olmasıdır. Bu çalışma da 2021 yılı Haziran ayında yatırıma başlanıldığı düşünülen ve proje parametrelerinin bu yılda hazırlanan ön fizibilite raporları ve piyasa verilerine göre öngörülerek belirlendiği, Sinop İlinde 5 MW elektrik üretim kapasiteli %35 rüzgâr kapasite faktörüne sahip bir Rüzgâr Enerji Santrali (RES) değerlendirilmiştir. Bu RES'in hem geleneksel yöntemlerden NBD ile hem de Crystal Ball programı kullanılarak MCS ile değerlendirilmesi yapılmış olup, iki yöntem arasında ki sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Net Bugünkü Değer (NBD), Monte Carlo Simülasyonu (MCS), Crystal Ball, Rüzgâr Enerji Santrali (RES).

Comparison of Traditional Valuation Method and Monte Carlo Simulation in Wind Power Plant Valuation

Abstract

Today, Net Present Value (NPV), which is calculated according to Discounted Cash Flows (DNA), which is one of the traditional valuation methods, is frequently used in the valuation of large-budget investments, both in academic studies in the literature and in investment valuation applications. Simulations, which have been used in investment valuation applications for a while, are quite common in terms of ease of calculation and having a more dynamic working principle. Monte Carlo Simulation (MCS) is one of the most frequently used methods in simulation applications. The most important feature that distinguishes MCS from other valuation methods is that instead of using the direct values of the parameters that are the subject of the study, the probability distribution is defined for each in a certain range and type, and it is aimed at understanding the behavior of the system, not according to the optimal result. In this study, a Wind Power Plant (RES) with a 5 MW electricity generation capacity and a wind capacity factor of 35% in the province of Sinop, which is thought to have started the investment market data prepared this year, was evaluated. This RES was evaluated both with NBD, which is one of the traditional methods, and with MCS using the Crystal Ball program, and the results between the two methods were evaluated by comparing them with each other.

Keywords: Net Present Value (NPV), Monte Carlo Simulation (MCS), Crystal Ball, Wind Power Plant (WPP).

¹*Kastamonu Üniversitesi, İhsangazi Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Kastamonu, Türkiye, dbiyikli@kastamonu.edu.tr

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye, fasesli@omu.edu.tr

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Samsun, Türkiye, pelin.kasap@omu.edu.tr

¹<https://orcid.org/0000-0002-0220-5101> ²<https://orcid.org/0000-0001-8352-734X> ³<https://orcid.org/0000-0002-1106-710X>

1. Giriş

Yatırımcılar, gelecekte kârlı bir kazanç sağlayabileceklerini düşündükleri çok sayıda proje alternatifi içerisinde en uygun olanı seçmek zorundadırlar. Piyasalardaki değişimler, yatırımın kârlılık durumunu da doğrudan etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Bu durum da yatırım projelerinin seçiminde, ekonomik ömür süresince nakit akıflardan elde edilecek kârın hesaplanmasında, piyasa değerlendirmesinin yanı sıra gelecekteki koşullarda düşünülerek değerlendirilmesi gerekmektedir. Karar verilen yatırım projelerinin değerlendirilme sürecinin başarısı ise, kullanılan parametre değerlerinin ve seçilen yöntemin doğruluğuna bağlıdır (Broyles, 2003).

Yatırım değerlendirmesinin temel amacı elde edilen kârın hesaplanması ve sonuca göre değerlendirilmesidir. Söz konusu fayda NBD olarak adlandırılmakta ve risk dahil olmak üzere yatırımcıların yapmış oldukları yatırımlardan elde edilen ekonomik kazancı göstermektedir. Değerleme işlemleri geleneksel değerlendirme yöntemleri içinden en yaygın olarak kullanılan İndirgenmiş Nakit Akıfları (İNA) ile hesaplanan NBD hesabı üzerinden yapılmaktadır (Arıcı, 2003; Cheah ve Garvin, 2009; Graham ve Harvey, 2001; Jog ve Srivastava, 1995; Samis, 2003). Bu yöntemle göre ekonomik ömür boyunca hesaplanan nakit akıfların belirlenen sabit bir iskonto üzerinden indirilmesiyle elde edilen bugünkü değerin, yatırımın toplam maliyetinden çıkartılmasıyla hesaplamalar yapılmaktadır. Elde edilen proje değeri pozitif ise yatırım projesi kârlı ve uygulanabilir durumda görülür. Durum tam tersi negatif sonuçlanırsa, projenin uygulanması uygun görülmemektedir (Guj, 2006).

Monte Carlo simülasyonu ile kesin veya öngörülen değerlerle belirlenen deterministik girdi parametrelerini kullanarak sonuç ürün olarak stokastik bir model elde edilmektedir. MCS'nin proje değerlendirme de en yaygın kullanıldığı alan projeye ait NBD'nin hesaplanması ve sonrasında proje parametreleri yani girdi parametrelerinin NBD'yi nasıl ve hangi sırayla etkilediklerinin sonuçlarının elde edilmesidir (Kodukula and Papudesu, 2006).

Monte Carlo Simülasyonu ileriye yönelik hesaplama yapılacak durumlar için kullanılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken durumlardan biri de hesaplama öncesi formülize edilecek verilerin yakın geçmişten seçilmesi gerekliliğidir (Brabzan ve O'Neill, 2009). Belirsiz ve kesinliği tam olarak bilinmeyen durumların hesaplanmasında olasılık tahmini dayalı hesaplama yapmasından kaynaklı çok geçmiş verilerin doğruluğu sağlamayacağı da bir başka durumdur. Simülasyon, adını şans oyunları ile da bilinen Monte Carlo şehrinden almaktadır. Monte Carlo Simülasyonunun en önemli yanı şans faktörünü sürece dahil etmesi ve rastgele bileşenlere sahipse uygulanabilmesidir (Schwartz ve Trigeorgis, 2004). Eğer rastgele bir bileşen varsa, belirsizlikleri göz önünde bulundurarak olasılık dahilinde tahmin yürüterek sonuca ulaşmak daha kolay ve uygun olmaktadır. Simülasyon yöntemleri

geniş bir alana sahip olsa dahi Monte Carlo Simülasyonu olasılık analizleri içinde analitik denklem çözümlerini en dinamik ve kolay şekilde çözüme ulaştıran yöntem olarak bilinmektedir (Mun, 2006).

Monte Carlo Simülasyonu literatürde ve uygulamalarda farklı çözümlenme yöntemleri ile karşımıza çıkmaktadır. MS Excel tabanlı Crystal Ball ya da Matlab gibi hazır paket programlar ile formülize edilerek uygulamaların yapılması sıklıkla tercih edilen çözümler arasında yer almaktadır (Simkins ve Kemper, 2013). Crystal Ball paket programlar içerisinde ve değerlendirme alanında gerçeğe yakın sonuç vermesi ile bilinmekte ve kullanıcılar tarafından analizlerde tercih edilmektedir. Analitik çözümlenme yapan ve sabit parametre değerleriyle hesaplama yapan geleneksel yöntemlerden farklı olarak, her parametreye ayrı olasılık dağılımı tanımlanması ve kullanıcının istenilen deneme sayısı ile simülasyonu çalıştırarak farklı döngüler sonucunda istenilen değeri elde etmesi ile daha dinamik ve kolay çözüme ulaşılabilmektedir (Bendob ve Bentouir, 2019). Burada dikkat edilmesi gereken durumlardan ilki geleneksel yöntemle hesaplama yapılan İNA ve NBD formüllerinin, aynı adım sırası ile MS Excel uzantılı olan Crystal Ball programına tanımlanmasıdır. Sonra ki aşama yatırım değerlemesinde kullanılan proje parametrelerinin ve sonuç ürünlerin girdi ve çıktı parametreleri olarak tanımlanarak, girdi parametrelerinin her birine, parametre türüne ve özelliğine göre olasılık dağılımlarının seçilerek uygulama için hazır hale getirilmesidir. Crystal Ball programında girdi parametresi olarak tanımlanan her değer, istenilen sonuç ürünün işlem adımlarında kullanılmalıdır. Kullanıcıyı sonuç ürün kısmında özgür bırakan program, MS Excel de formülize edilebilen her denklem için uygulanabilir olmakla avantajlı bir durum da elde etmektedir. Program simülasyon sonrası kullanıcıya sadece sayısal sonuç vermekle yetinmeyip duyarlılık analizi, tornado grafiği gibi önemli istatistik analizler de sunarak, yatırımcının ilerleyen süreçlerde ki hangi parametre değerlerine dikkat etmesi gerektiği ya da yatırımın en çok hangi durumdan etkilenebileceği gibi sorularına da cevap vermektedir.

Bu araştırma makalesinde, Sinop İlinde 5 MW enerji üretebilen ve %35 rüzgâr kapasiteli bir RES için geleneksel değerlendirme yöntemlerinden İNA yöntemi ile Bugünkü Değer ve NBD hesaplanmış olup, aynı proje değerlerinin Crsytal Ball programı ile simüle edilmesi ile yine aynı sonuç ürünlerin değerleri elde edilmiştir. MCS'nin geleneksel yöntemle aynı hesaplama işlem adımlarına sahip olmasına rağmen farklı prensiple çalışması, yöntemin sonuçlarının karşılaştırılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmanın amacı her iki yöntemle elde edilen sonuç değerlerin karşılaştırılarak, daha dinamik çalışma prensibine sahip olan MCS'nin geleneksel yöntemlerin yerine kullanılıp kullanılmayacağını araştırılması olmuştur.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın bu bölümünde hem geleneksel yöntem ile hem de MCS ile değerlemesi yapılacak olan Sinop İlindeki RES yatırımının parametre değerleri ve bu değerlerin yöntemler içinde ki uygulanma şekilleri ile ilgili detaylı bilgi verilmektedir. Geleneksel yöntem analitik çözümlerle değerlendirilerek kullanıcıya istenilen proje değerini sunarken, Crystal Ball programı NBD hesabında ki aynı işlem adımlarını programa tanıtarak, kullanıcının belirlediği deneme ya da döngü sayısı boyunca farklı olasılıklarla değerlendirerek kullanıcıya sunmaktadır. Bu anlamda simülasyon ile bir yatırım değerlemek analitik yöntemlere göre daha dinamik ve çözüme daha kolay ulaşılabilir görülmektedir. Aşağıda ki bölümlerde yukarıda açıklaması yapılan yöntemler ile Bugünkü Değer ve NBD için elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Bugünkü Değer, ekonomik ömür boyunca her yıl için hesaplanan net nakit akımların, iskonto oranınca indirgenen değerlerinin toplamı iken, NBD elde edilen Bugünkü Değerlerin proje maliyetinden çıkartılmasıyla elde edilen proje değerini ifade etmektedir.

2.1. Net Bugünkü Değer Yöntemine göre Değerleme

Proje değerlemesinin ilk aşaması proje parametrelerinin belirlenmesi ile başlamaktadır. Hem geleneksel yöntem ile hem de MCS ile Bugünkü Değer ve NBD elde ederken kullanılan proje parametreleri aynıdır. RES yatırımı için bilinmesi gerekli en önemli parametre, gelir miktarının ne olacağıdır. Bunun için de birim elektrik fiyatı ve tesisin ne kadar elektrik üreteceğinin bilinmesi gerekmektedir. Gelir miktarı kadar önemli olan bir diğer parametre ise, proje maliyetidir. Proje maliyetinin altında kalan gelir miktarı, yatırımcı için olumsuz durum oluşturmaktadır iken, tam tersi durumda yatırımcı için kârlı bir durum oluşturmaktadır. Bunların dışında yatırımın ekonomik ömür süresi, nakit akışların indirgeneceği sabit bir iskonto oranı, kurumlar vergisi, enflasyon oranı, yıllık operasyonel giderler gibi proje parametrelerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma makalesine konu olan RES'in 2021 yılı haziran ayı içerisinde uygulamaya girdiği düşünüldüğünde, birim elektrik fiyatı için Ek-1 sayılı cetvelde yer alan, üretilecek elektriğin 1kWh'nin 7,3 USDcent/kWh teşvik fiyatı üzerinden hesaplama yapılmıştır (YEK Kanunu, 2021). Dolar kuru için de T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı'nın 2020-2022 Dönemi Yatırım Programı Hazırlama Rehberi'nin 12. Maddesinde belirttiği ve bizim yatırım yapmaya karar verdiğimiz 2021 yılı için belirlediği sabit kur fiyatı, 1ABD=6.40 TL değeri kullanılmıştır (SBB, 2021). RES'de yıllık üretilmesi beklenen elektrik miktarı, tesisin üretim kapasitesi MW cinsinden, REPA'ya göre belirlenmiş kapasite faktörü, kWh olarak hesaplama yapılacağı için 24 saat ve gün olarak da yılda 5 gün bakım ve onarım yapılacağı düşünülerek 360 gün ile çarpılarak elde edilmektedir. Bu hesaplamalardan elde edilen yıllık elektrik üretim kapasitesi 12.700.000 kWh olarak bulunmuştur.

Yıllık işletme geliri ise belirlenen üretim kapasitesi üzerinden, elektrik fiyatı ile çarpılarak bulunmaktadır. Buradan proje geliri 5.933.440,00 TL olarak hesaplanmıştır. İndirgenmiş nakit akışları hesaplanırken birim elektrik fiyatı, Ek-1 cetvele göre 1kWh için belirlenen dolar cinsi elektrik fiyatını TL cinsine çevrilmesiyle 0.4672 TL olarak hesaplanmıştır. Vergi Usul Kanunu'nun 333 numaralı tebliğinin 45. Bölümünde bahsi geçen türbinlerle ilgili bölüme istinaden rüzgâr enerji santrallerinin faydalı ekonomik ömürlerinin 15 yıl olduğu belirtilmektedir. Bu bilgi doğrultusunda bu projede ekonomik ömür (T) 15 yıl olarak alınmıştır. Faydalı ömür süresinin T=15 yıl olması ve proje için normal amortisman oranı kullanılacak olmasından dolayı (1/T), bu projede ki amortisman oranı %6.7 olarak hesaplanmıştır. Kurumlar Vergisi (KV) oranı olarak ise, Kurumlar Vergisi Kanunu'na eklenen geçici 13. Madde uyarınca “%20 olan kurumlar vergisi oranı 2021 yılı için %25 oranınca uygulanacaktır” ifadesi üzerine, %25 olarak belirlenmiştir. Projede enflasyon oranı olarak, ticari yatırımlar için tercih edilen Tüketici Fiyat Endeksinin (TÜFE) kullanılması uygun görülmüştür. Bunun için 2007-2021 yılları arasındaki 15 yıllık ve her yılın her ayı için “on iki aylık ortalamalara göre değişim oranı” kullanılarak, en son ortalama değer bulunmuştur. Projede hem gelirlerin hem de operasyonel giderlerin yıllık artış oranı olarak kullanıldığı TÜFE oranı %9,90 olarak hesaplanmıştır. İskonto oranının, fiyatların her yıl artış miktarının göstergesi olan enflasyon oranına yakın bir değer olarak belirlenmesi öngörülerek %10 olmasına karar verilmiştir. Tablo 1’de 2007-2014 yılları, Tablo 2’de 2015-2021 yılları arasındaki Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre hesaplanan TÜFE oranı gösterilmektedir. Tablo 3’te ise yukarıda açıklamaları yapılan proje parametreleri gösterilmektedir.

Tablo 1. On iki aylık ortalamalara göre TÜFE oranları-1.

(%)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ocak	9.76	8.61	10.54	6.16	8.28	6.95	8.62	7.53
Şubat	9.92	8.53	10.41	6.38	7.76	7.48	8.33	7.60
Mart	10.15	8.40	10.29	6.53	7.29	8.02	8.08	7.70
Nisan	10.30	8.33	9.98	6.87	6.79	8.59	7.97	7.97
Mayıs	10.24	8.47	9.49	7.2	6.64	8.68	7.51	8.23
Haziran	10.11	8.64	9.08	7.41	6.47	8.89	7.47	8.31
Temmuz	9.70	9.07	8.52	7.59	6.37	9.11	7.47	8.35
Ağustos	9.46	9.43	7.99	7.83	6.24	9.29	7.42	8.46
Eylül	9.17	9.76	7.52	8.16	6.00	9.53	7.32	8.54
Ekim	8.98	10.12	6.95	8.45	5.93	9.53	7.32	8.65
Kasım	8.86	10.31	6.53	8.59	6.13	9.26	7.39	8.80
Aralık	8.76	10.44	6.25	8.57	6.47	8.89	7.49	8.85
Ortalama Değer	9.62	9.18	8.63	7.48	6.70	8.69	7.70	8.25
$\sum A$	%66,25							

Tablo 2. On iki aylık ortalamalara göre TÜFE oranları-2.

(%)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ocak	8.80	7.87	7.76	11.23	17.16	14.52	12.53
Şubat	8.77	7.97	7.88	11.23	17.93	13.94	12.81

Mart	8.70	7.96	8.21	11.14	18.70	13.33	13.18
Nisan	8.57	7.84	8.66	11.06	19.39	12.56	13.70
Mayıs	8.45	7.71	9.09	11.10	19.91	12.10	14.13
Haziran	8.28	7.74	9.36	11.49	19.88	11.88	14.55
Temmuz	8.07	7.91	9.44	12.00	19.91	11.51	-
Ağustos	7.88	7.98	9.66	12.61	19.52	11.27	-
Eylül	7.80	7.92	9.98	13.75	18.27	11.47	-
Ekim	7.69	7.89	10.37	14.90	16.81	11.74	-
Kasım	7.61	7.79	10.87	15.63	15.87	12.04	-
Aralık	7.67	7.78	11.14	16.33	15.18	12.28	-
Ortalama Değer	8.19	7.86	9.37	12.71	18.21	12.39	13.48
$\sum B$					%82,21		
Ortalama (A+B) /2					%9,90		

Tablo 3. Proje parametreleri (NBD).

Proje Parametreleri	
Proje Maliyeti	5.833.482 USD=37.334.284,80TL
Projenin Yıllık Gelir Miktarı	5.933.440 TL=12.700.000kWh×0.073USD×6.40TL/USD
Ekonomik Ömrü	15 yıl
Kurulu Gücü	4199.73545 MW (12.700.000 kWh= 4199.7354MW*0.35*(360 gün*24 saat))
AOSM	%10
Türbin Sayısı	2
Operasyonel Gider	182.061 USD=1.165.190,40 TL
Birim Elektrik Fiyatı (TL/ kWh)	0.4672 kuruş=0.073*6.40TL
Amortisman Değeri	2.488.952,32 TL=37.334.284,80/15 yıl
Kurumlar Vergisi (KV)	%25=0.25
TÜFE	%9,90=0.099

Tablo 3'te ki proje parametrelerine göre hesaplanan NBD için kullanılacak denklem (1) aşağıda gösterildiği gibidir (Bilir, 2012).

$$A = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{(1+r)^i} \right) - C \quad (1)$$

A , nakit girişlerinin şimdiki değeri toplamını; A_i , yatırımdan sağlanacak net nakit akımları; C , başlangıçtaki yatırımı; r , iskonto oranını; i , yılı ifade etmektedir.

2.2. Crystal Ball ile Monte Carlo Simülasyonu Yöntemine göre Değerleme

Crystal Ball, MS Excel'de ayrı bir eklenti olarak çalışan ve her türlü formülize edilebilen denklemlerin, kullanıcının belirlediği deneme sayısında istenilen sonuç ürünleri simüle ederek değer elde eden bir programdır. Geleneksel yöntemle aynı işlem adımlarına sahip olarak formülize edilse dahi, parametrelerin sabit bir değer yerine olasılık dağılımı ile ifade edilmesi ve yine tek bir sonuç ürün yerine döngü sonrası deneme sayısı boyunca belirli aralıklarda hesaplanan değerlerin

ortalamaları kullanılarak değer elde edilmesi ile çok farklı bir çalışma prensibine sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken hususların başında proje parametrelerine tanımlanan olasılık dağılımlarının seçimidir. Seçimlerde literatürden yararlanmak bir çözüm olabilirken, deneme yöntemiyle de doğru seçim yapılabilir. En yaygın kullanılan olasılık dağılımları normal, lognormal, düzgün ve üçgen dağılımdır (Malesevic, 2017). Yatırımlarla ilgili yapılan çalışmalarda fiyat bilgisi içeren parametreler için genellikle üçgen ve normal dağılım seçildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada her ikisi içinde deneme yapılmış ve ileriki bölüm de gösterilecek olan duyarlılık analizi ile de bu durum denetlenmiştir. Üçgen dağılımın bu parametreler üzerinde ki etkisinin olması gerektiği şekilde sonuç vermediği gözlemlenerek normal dağılım üzerinden yeni bir deneme daha yapılmıştır. Bu deneme sonucu duyarlılık analizi ile de desteklendiğinde gerçeğe çok daha yakın bir durum elde edilmiş ve normal dağılım seçiminin kullanılmasına karar verilmiştir. Normal dağılım, sürekli bir dağılım olmakla birlikte enflasyon oranı, kişilerin boy, kilo ya da ölçümlerde ki hatalar gibi doğal olayları açıklayan bir dağılımdır (Mun, 2006). Yatırım projesinde ki dolar kuru, birim elektrik satış fiyatı ve kurumlar vergisi parametreleri sabit değerler olarak seçildikleri için bu parametrelere düzgün dağılım tanımlanmıştır. Düzgün dağılım da minimum ile maksimum arasında ki tüm değerlerin oluşma şansı aynıdır (Mun, 2006). Bunların haricinde ki diğer tüm parametreler için normal dağılım tanımlanarak seçimler tamamlanmıştır. Tablo 4'te Crystal Ball ile yapılacak simülasyon için tanımlanan girdi parametreleri ve bunlara ait seçilen olasılık dağılımları ile simülasyon sonrası elde edilmek istenilen çıktı parametreleri gösterilmektedir.

Tablo 4. Girdi ve Çıktı parametreleri.

Girdi Parametreleri	Değer	Olasılık Dağılımı
Ünite Gücü	5000 kW	Normal
Elektrik Satış Fiyatı	0.073 USD/cent	Düzgün
Dolar Kuru	6.40 TL	Düzgün
Kapasite Kullanım Oranı	%35	Normal
Operasyonel Giderler	1.958.400 TL	Normal
İlk Yatırım Maliyet	70.400.000 TL	Normal
Amortisman Süresi	15 yıl	Normal
Enflasyon Oranı	%9.90	Normal
Kurumlar Vergisi	%25	Düzgün
İskonto Oranı	%10	Normal
Çıktı Parametreleri		
NBD (Net Bugünkü Değer)		
Bugünkü Değer		

Olasılık dağılımlarının seçimi belirlendikten sonra, geleneksel yöntemle hesaplamalarda kullanılan işlem adımları Crystal Ball uzantılı MS Excel'de tanımlanmış ve proje parametreleri girdi parametresi, Bugünkü Değer ve NBD de çıktı parametresi olarak tanımlanmıştır. Crystal Ball programı arka ara yüzde her parametre için %5 alt ve üst sınır değeri belirleyerek bu değer

aralıklarında istenilen deneme sayısında döngüyü tamamlamaktadır. Bunun nedeni simülasyon başladığında her parametre değeri için sınırsız değer aralığında döngünün sürdürülmemesidir. Alt-üst sınırlar tanımlanmadığında çıktı parametrelere ait istenilen ortalama değerler gerçeğe yakın sonuçlar vermemektedir. Tablo 5'te girdi parametrelerine ait alt-üst değerler gösterilmektedir.

Tablo 5. Girdi parametrelerine ait alt-üst değerler

	Alt Sınır(%5)	Değer	Üst Sınır(%95)
Ünite Gücü	3989.748678 kW	4199.73545 kW	4409.722223 kW
Elektrik Satış Fiyatı	0.073 USD/Cent	0.073 USD/Cent	0.073 USD/Cent
Dolar Kuru	6.40 TL	6.40 TL	6.40 TL
Kapasite Kullanım Oranı	%33.25	%35	%36.75
Operasyonel Giderler	1.106.930,88 TL	1.165.190,40 TL	1.223.449,92 TL
İlk Yatırım Maliyeti	35.467.570,56 TL	37.334.284,80 TL	39.200.999,04 TL
Amortisman Süresi	14.25 Yıl	15 Yıl	15.75 Yıl
Enflasyon Oranı	%9.405	%9.9	%10.395
Kurumlar Vergisi	%25	%25	%25
İskonto Oranı	%9.5	%10	%10.5

3. Bulgular ve Tartışma

Geleneksel yöntemle Bugünkü Değer ve NBD için Tablo 6'da İNA, Tablo 7'de de NBD olmak üzere, yapılan hesaplamalar gösterilmektedir. RES yatırımı için Bugünkü Değer 53.189.870,29 TL olurken, bu değerden yatırım maliyetinin çıkartılmasıyla elde edilen ve proje değerini ifade eden NBD 15.855.585,49 TL olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6. İndirgenmiş Nakit Akışları (İNA) analizi.

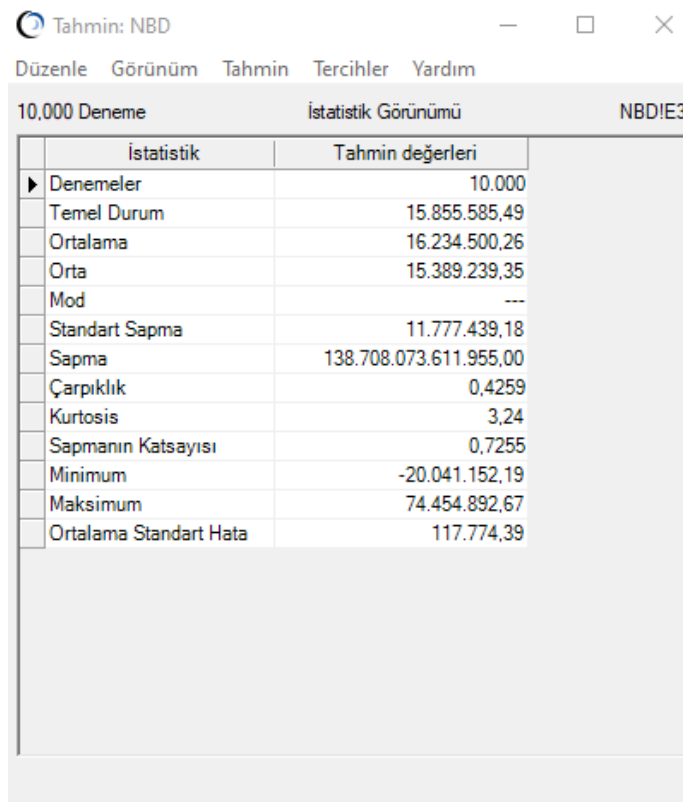
	1.Yıl	2.Yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	6.yıl	7.yıl	8.yıl	9.yıl	10.yıl	11.yıl	12.yıl	13.yıl	14.yıl	15.yıl
Üretim Miktarı(kWh)	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000	12.700.000
Birim Fiyat/TL	0.4672	0.5135	0.5643	0.6201	0.6815	0.7490	0.8232	0.9047	0.9942	1.0927	1.2008	1.3197	1.4504	1.5939	1.7517
Gelir/TL	5.933.440	6.520.850	7.166.414	7.875.889	8.655.602	9.512.507	10.454.245	11.489.216	12.626.648	13.876.686	15.250.478	16.760.276	18.419.543	20.243.078	22.247.143
Giderler/TL	1.165.190	1.280.544	1.407.318	1.546.642	1.699.760	1.868.036	2.052.972	2.256.216	2.479.581	2.725.060	2.994.841	3.291.330	3.617.172	3.975.272	4.368.843
Fvök/TL	4.768.249	5.240.306	5.759.096	6.329.247	6.955.842	7.644.471	8.401.273	9.232.999	10.147.067	11.151.624	12.255.637	13.468.946	14.802.371	16.267.806	17.878.300
Amortisman (-)/TL	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952	2.488.952
Fvök/TL	2.279.298	2.751.354	3.270.144	3.840.295	4.466.890	5.155.519	5.912.321	6.744.047	7.658.115	8.662.674	9.766.685	10.979.324	12.313.399	13.778.104	15.389.297
Vergi %25/TL	569.824	687.835	817.536	960.073	1.116.722	1.288.879	1.478.080	1.686.011	1.914.528	2.165.668	2.441.671	2.744.931	3.078.354	3.444.713	3.847.341
Net Faaliyet Kârı/TL	1.709.472	2.063.519	2.452.608	2.880.253	3.350.120	3.866.600	4.434.291	5.058.036	5.743.539	6.497.006	7.325.014	8.234.915	9.235.045	10.334.121	11.542.027

Tablo 7. Net Bugünkü Değer (NBD) tablosu.

	Başlangıç	1.Yıl	2.Yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	6.yıl	7.yıl	8.yıl	9.yıl	10.yıl	11.yıl	12.yıl	13.yıl	14.yıl	15.yıl
Net Kâr+		4.198.4	4.552.4	4.941.5	5.369.1	5.839.1	6.355.5	6.923.1	7.546.9	8.232.5	8.985.9	9.813.9	10.723.	11.724.	12.823.	14.030.
Amortisman		25,28	67,81	60,56	73,48	20,08	91,41	93,39	87,96	38,20	57,90	66,16	947,24	016,44	092,50	977,09
Yatırım Tutarı	- 37.33 4.284,80															
Net Nakit Akım	- 37.33 4.284,80	4.198.4 25,28	4.552.4 67,81	4.941.5 60,56	5.369.1 73,48	5.839.1 20,08	6.355.5 91,41	6.923.1 93,39	7.546.9 87,96	8.232.5 38,20	8.985.9 57,90	9.813.9 66,16	10.723. 947,24	11.724. 016,44	12.823. 092,50	14.030. 977,09
İndirgeme Oranı									%10.00							
Bugünkü Değer	- 37.33 4.284,80	3.816.7 50,25	3.762.3 70,09	3.712.6 67,59	3.667.2 17,73	3.625.6 34,17	3.587.5 65,66	3.552.6 92,89	3.520.7 25,58	3.491.3 99,84	3.464.4 75,77	3.439.7 35,27	3.416.9 80,08	3.396.0 29,96	3.376.7 21,04	3.358.9 04,37
Net Bugünkü Değer		(53.189.870,29-37.334.284,80) =15.855.585,49 TL														

Geleneksel yöntemle elde edilen Bugünkü Değer ve NBD sonrasında aynı uygulama MCS ile de yapılmıştır. Bugünkü Değer ve NBD için ayrı ayrı uygulama yapılmış olup bunun nedeni olarak ta her ne kadar girdi parametreleri aynı olsada çıktı parametrelerinde formül farklılığının olmasıdır. Bugünkü Değer hesaplamasında, NBD hesabının son adımında ki Bugünkü Değerlerin toplamının yatırım maliyetinden çıkarılması işlem adımının olmaması, uygulamayı iki farklı değerlendirme yapmak üzere ayırmıştır.

İlk olarak NBD için Crystal Ball programı ile MCS sonucunda elde edilecek proje değeri bulunmuştur. 10.000 deneme sayısı ile tamamlanan, simülasyon sonrası Şekil 1’de NBD için elde edilen istatistik değerler ve ortalama NBD gösterilmektedir.

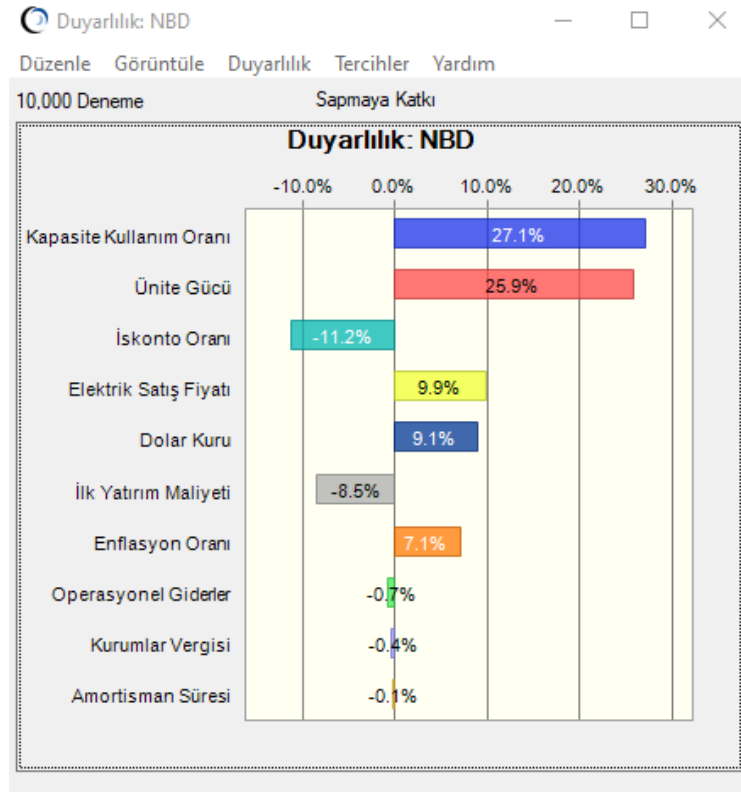


İstatistik	Tahmin değerleri
Denemeler	10.000
Temel Durum	15.855.585,49
Ortalama	16.234.500,26
Orta	15.389.239,35
Mod	---
Standart Sapma	11.777.439,18
Sapma	138.708.073.611.955,00
Çarpıklık	0,4259
Kurtosis	3,24
Sapmanın Katsayısı	0,7255
Minimum	-20.041.152,19
Maksimum	74.454.892,67
Ortalama Standart Hata	117.774,39

Şekil 1. NBD için istatistik değerler.

Şekil 1’e bakıldığında simülasyon öncesi analitik yöntemle ve sabit proje parametreleriyle hesaplanan NBD’nin 15,855,585.49 TL hesaplandığı görülürken, 10.000 denemeli simülasyon sonrası 16,234,500.26 TL olarak hesaplandığı görülmektedir. Birbirlerine yakın ve benzer sonuç vermeleri, MCS’nin geleneksel değerlendirme yöntemleri yerine kullanılabileceği sonucunu da vermektedir. Yatırımcı için projenin ekonomik ömrü boyunca yatırım üzerinde hangi parametrelerin etkili olduğu ya da hangi parametrenin değişiminden NBD’nin daha çok etkileneceğini bilmek önemli bir durumdur. Crystal Ball programı duyarlılık

analizi ile sonuç ürünler üzerinde, girdi parametrelerinin etki oranlarını sırasıyla sunmaktadır. Şekil 2’de NBD’e ait duyarlılık analizi gösterilmektedir.

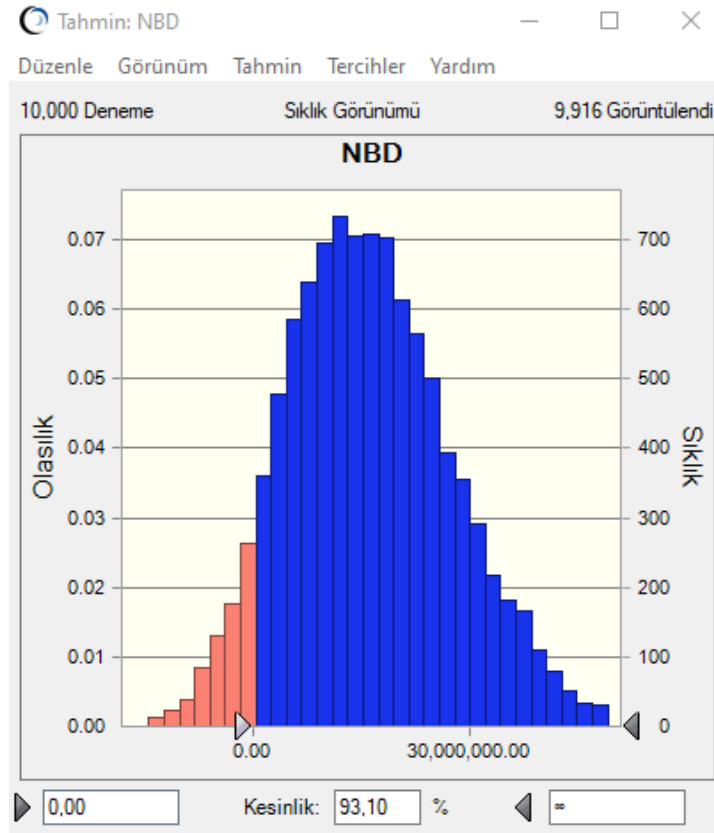


Şekil 2. NBD için duyarlılık analizi.

Şekil 2’de 0 çizgisinin sağ ve solu pozitif ve negatif etki oranlarını ifade etmektedir. Bu duruma göre NBD üzerinde en çok etkisi olan 2 parametrenin pozitif yönlü olarak Kapasite Kullanım Oranı ve Ünite Gücü olduğu görülmektedir. Her ikisinde meydana gelecek artış NBD’yi olumlu etkileyerek, değer artmasını sağlayacaktır. Daha sonra gelen en etkili parametrenin negatif yönlü olarak iskonto oranı olduğu görülmektedir. İskonto oranı nakit akışlar üzerinde reel indirgeme oranı olarak kullanıldığı için, oranın artması nakit akışların azalması dolayısıyla da NBD’nin azalmasına neden olacaktır. Elektrik satış fiyatı ve dolar kuru takip eden sırada pozitif yönlü bir etki oluştururken ilk yatırım maliyetinin tersi yönde etki ettiği görülmektedir. Maliyetin artması karın azalmasını direk olarak etkilemektedir. Gelir ve maliyetlerin üzerinde yıllık artış oranı olarak kullanılan enflasyon oranı ise etki oranı olarak alt sıralarda olsa dahi NBD üzerinde pozitif yönlü bir etkiye sahiptir. Bunların dışında yıllık operasyonel gider, kurumlar vergisi ve amortisman süresi negatif yönlü olsalar bile etki oranlarının oldukça az oldukları görülmektedir. Duyarlılık analizinden elde edilen verilere göre

yatırımcı bu piyasa koşullarında hangi parametrelerin, değişiminden ne yönlü ve yatırımının hangi koşullar değiştiğinde olumlu ya da olumsuz etkileneceğini bilecektir.

Yatırım projesinin başlaması için NBD'nin 0 dan büyük bir değer olarak pozitif sonuç vermesi gerekmektedir. MCS ile hesaplanan NBD'nin 10.000 denemeli ve parametreler için belirlenen alt-üst sınır aralıkları içerisinde 0'dan büyük olma yüzdeliğini de Crystal Ball programı kullanıcılara sunmaktadır. Şekil 3'te NBD'nin 0'dan büyük bir değer alma yüzdeliği grafiksel olarak gösterilmektedir. Şekil 4'te ise yüzdelik olarak 0 ve 100 arasında NBD'nin alabileceği değerler gösterilmektedir. Burada proje değeri olasılıklar dahilinde maksimum ve minimum hangi değerleri alabilirdi sorusuna da cevap alınabilmektedir.



Şekil 3. NBD'nin 0'dan büyük olma olasılığı.

Tahmin: NBD

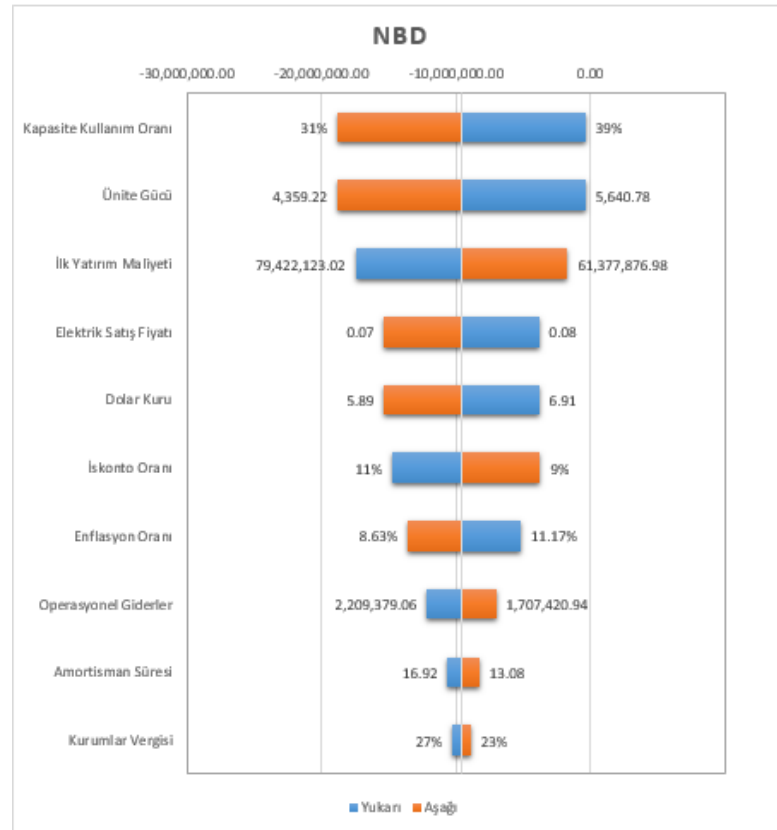
Düzenle Görünüm Tahmin Tercihler Yardım

10,000 Deneme Yüzde Birlik Görünümü NBDIE3

Yüzde Birlik	Tahmin değerleri
%0	-20.041.152,19
%10	1.910.212,83
%20	6.114.712,94
%30	9.394.138,76
%40	12.472.366,29
%50	15.388.858,54
%60	18.346.214,10
%70	21.754.743,28
%80	25.767.851,14
%90	31.810.157,48
%100	74.454.892,67

Şekil 4. NBD'nin yüzdelerik değerleri.

Duyarlılık analizi parametrelerin NBD üzerindeki etkilerini gösterirken, Şekil 5'de gösterilen Tornado grafiği de NBD'nin parametreler üzerindeki etkisini göstermektedir.



Şekil 5. Tornado grafiği (1).

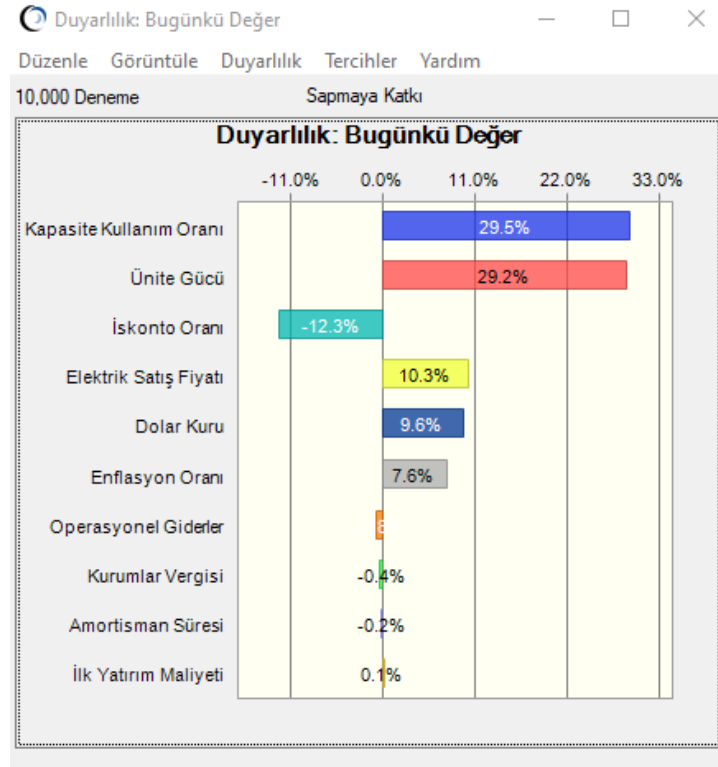
Grafiğin tam orta noktası projenin temel NBD değerini ifade etmektedir. Yukarı yönlü hareket grafiğin sağ tarafında kalıyorsa pozitif yönlü etki ettiği, sol tarafta kalıyorsa da negatif yönlü etki ettiği sonucuna varılmaktadır. Tornado grafiğinde ki parametrelerin NBD üzerinde ki etki sıralaması, duyarlılık analizi ile aynıdır. Tornado grafiği duyarlılık analizinden farklı olarak her parametrenin NBD için alabileceği aşağı-yukarı yönlü değerleri kendi içerisinde vermektedir. Şekil 5'e bakıldığında kapasite kullanım oranının maksimum%39 minimum da %31 değer alabileceği görülmektedir.

İkinci değerlendirme Bugünkü Değer için yapılmıştır. Geleneksel yöntemle elde edilen Bugünkü Değer 53.189.870,29 TL iken, 10.000 denemeli simülasyon sonrasında 53.554.546,01 TL değerini almıştır. Bugünkü Değer için sonuçların benzer olması MCS'nin yatırım projeleri değerlemesinde kullanılabilirliğinin uygun olduğu sonucunu da bizlere vermektedir. Şekil 6'da simülasyon sonrası, istatistik değerler tablosunda ortalama değer gösterilmektedir.

İstatistik	Tahmin değerleri
Denemeler	10.000
Temel Durum	53.189.870,29
Ortalama	53.554.546,01
Orta	52.708.821,56
Mod	---
Standart Sapma	11.304.636,70
Sapma	127.794.810.929.642,00
Çarpıklık	0,4931
Kurtosis	3,36
Sapmanın Katsayısı	0,2111
Minimum	22.665.804,29
Maksimum	109.712.578,30
Ortalama Standart Hata	113.046,37

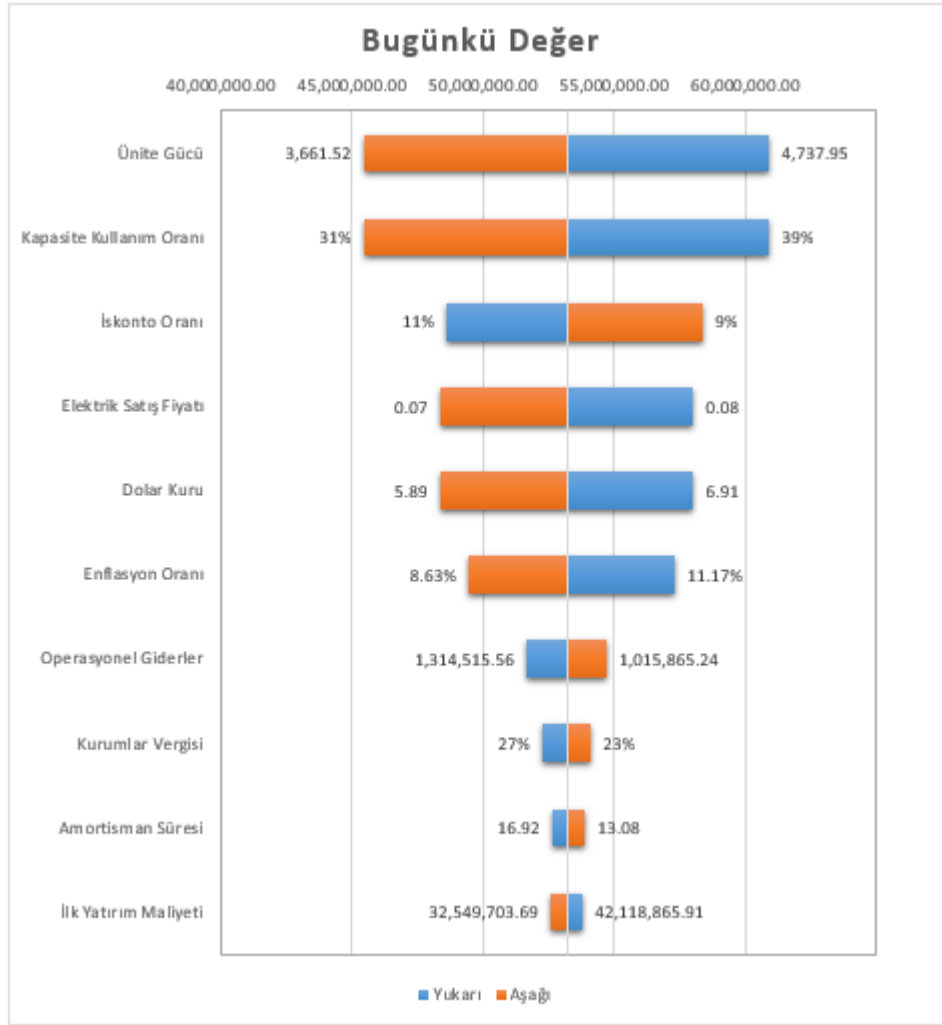
Şekil 6. Bugünkü Değer için istatistik değerler.

Şekil 7'de duyarlılık analizi ile Bugünkü Değere en fazla etki eden proje parametreleri gösterilmektedir.



Şekil 7. Bugünkü Değer için duyarlılık analizi.

Bugünkü Değere ait duyarlılık analizinde ki parametrelerin etki oranları ve sıralaması NBD ile hemen hemen aynı iken, ilk yatırım maliyetinin NBD ile farklı oran ve sıralamaya sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak ta NBD ile son işlem adımındaki ilk yatırım maliyetinin Bugünkü Değerlerin toplamından çıkartılması adımının olmamasıdır. İlk yatırım maliyetinin NBD için önemli bir rolü varken, Bugünkü Değer için sadece amortisman hesabında kullanılması nedeniyle etki oranı en alt sırada çıkmıştır. Duyarlılık analizinde, NBD ve Bugünkü Değer için aynı girdi parametreleri ve onlara ait aynı olasılık dağılımlarını kullanılmış olsa dahi işlem adımlarının farklılığı etki oranlarının direk olarak değiştirebileceğini göstermiştir. Şekil 8'de ki Tornado Grafiği ile Bugünkü Değerin parametrelerin üzerinde ki etkisini ve parametrelerin minimum, maksimum alabilecekleri değerler gösterilmektedir.



Şekil 8. Tornado grafiği (2).

Bu çalışmada olduğu gibi RES yatırımlarında sabit değerlerle ve gelecekte çok bugünün şartlarını göz önünde bulundurarak hesaplama yapan geleneksel değerlendirme yöntemi yerine, gelecekteki risk ve belirsizlikleri olasılıklar dahilinde ele alan ve çözümleyen MCS ile değerlendirme yapılmasının önemini ve dikkatini vurgulayan literatürdeki bazı çalışmalar Tablo 8'de gösterilmektedir. Bu çalışmalardan bazıları geleneksel yöntemin analitik bir çözüm yoluyla ve gelecekteki risk ve belirsizlikleri sabit bir iskonto üzerinden değerlendirmesini olumsuz bir durum olarak görerek MCS ile analiz yapmayı tercih etmiş, bazıları da hem NBD hem de opsiyon değerini MCS ile hesaplayarak Genişletilmiş NBD elde etmişlerdir. Tablo 8'de RES yatırımları için bu iki uygulamayı tercihen ederek MCS ile analizler yapan çalışmalar gösterilmektedir. Bu araştırma makalesinde geleneksel yöntem ile MCS ile hesaplanan NBD ve Bugünkü Değer karşılaştırılması yapılarak, MCS'nin geleneksel yöntem yerine tercih edilmesi üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Tablo'da bu duruma benzer olarak yapılmış çalışmalardan örneğin Barraso ve Iniesta (2014), Almanya'da ki bir RES için yaptıkları

çalışmada NBD ve proje parametrelerinin belirsizlik durumlarına karşın değerlerini MCS ile hesaplamışlardır. NBD'nin MCS ile hesaplanmasının fazla sayıda deneme sayısı ve parametrelerin gelecekte ki bilinmezliklere karşı modellenmesi ile geleneksel yöntemlere göre daha olumlu sonuçlar vereceğini düşünmüşlerdir. NBD hesaplamak için MCS ile 20.000 deneme sayısı ile döngü başlatılmış ve istenilen sonuç ürünlerin ortalamaları elde edilmiştir. NBD'nin hesaplanabilmesi için gerekli olan proje ya da girdi parametrelerinin öngörülen değerlerini kullanmak yerine farkı senaryolarda MCS ile rasgele değerler elde edilerek işlemlere devam edilmiştir. Bu durum projenin iyi, olası ve kötü senaryolarda ki alabileceği değerleri yatırımcıya göstererek karar verme sürecine yardımcı olmaktadır. Deneme sayısının artırılması ortalama NBD'nin doğruluğunu da arttırmaktadır. Geleneksel yöntem yerine simülasyon tercih edilmesinin bir diğer nedeni olarak hem yukarı da açıklanan sebepler hem de daha dinamik, kolay sonuca ulaşma ve daha yüksek doğruluk elde etmek olarak gösterilebilir. Yine Barraso ve Iniesta (2015), Danimarka'da bir RES'in proje değerini hesaplamak için MCS ile çalışmayı tercih etmişlerdir. Almanya'da yaptıkları çalışmaya benzer olarak, elektrik fiyatı gibi yüksek belirsizliğe sahip proje parametrelerinin volatilitesi ile proje değeri olan NBD'yi MCS ile hesaplamışlardır. RES gibi büyük bütçeli yatırımların gelecekte nasıl etkilenecekleri proje için büyük bir belirsizlik olarak görülmektedir. Bu durumda yatırım değerlemesinde farklı senaryolarla MCS ile NBD hesaplamak büyük ölçüde planlamayı kolaylaştırmaktadır. De Mare, Mangenelli ve Nestico (2013), çalışma alanı İtalya olan bir RES için proje değeri hesaplarken MCS tercih etmişlerdir. NBD için simülasyon ile çalışmalarının nedeni olarak modelin teknik açıdan hesaplama kolaylığının olması ve model oluşturmak için piyasada yüksek doğruluklu birçok yazılımın hazır bulunmasını göstermişlerdir. Sisodia, Soares ve Ferreira (2016), İspanya'da yaptıkları çalışmada RES yatırımı için üç farklı senaryo ile hem opsiyon hem de NBD için MCS ile bir analiz yaparak, yatırım projesine ait Genişletilmiş NBD elde etmişlerdir. Her bir senaryo projeyi oluşturan parametreler için farklı değişimler gösterdiği öngörülerek belirlenmiş olup, her biri içinde ayrı ayrı NBD hesaplaması yapılmıştır. Onar ve Klavuz (2015) yaptıkları çalışmada RES yatırımı için hem opsiyon değeri hem de NBD hesabında MCS ile çalışmayı tercih etmişlerdir. Reel opsiyon değerlendirme yöntemleri arasında Black-Scholes, Binomial yöntem kadar dinamik bir çalışma prensibine sahip MCS'da tercih edilmekte olup sadece opsiyon değer için değil farklı kombinasyonlarda ve farkı deneme sayıları ile döngüler hesaplanmaktadır. Araştırmacılar her proje değeri içinde MCS ile çalışmayı tercih etmişlerdir. Bu duruma bir diğer olumlu sebepte MCS'nin kendi içerisinde kullanıcıya sunduğu duyarlılık analizi ve tornado grafiği gibi önemli analizlerin kullanıcı ya da yatırımcıya sunulabilmesi olmuştur. Rohlfs ve Madlener (2014), Almanya'da ki RES

yatırımının proje değerini MCS ile analiz ederek elde etmiştir. Analitik yöntem kullanılmalarının sebebinin proje parametrelerinin risk ve belirsizlik durumlarını içermeyen sabit bir iskonto oranı ile indirgeyerek proje değerini olduğundan farklı hesaplayacağını düşünmeleri olmuştur. MCS ile proje parametre değerleri kesin ve net bir değer almadan stokastik süreci kapsadıkları düşünülerek olasılık dağılımları ile tanımlanmakta bu da proje değeri üzerinde geleceğin belirsiz etkilerini daha iyi yansıtmaktadır.

Tablo 8. Literatür araştırması

Yazar	Yıl	Ülke	Değerleme Yöntemi
Barroso, M.M., Iniesta, J.B.	2014	Almanya	Monte Carlo Simülasyonu
Boomsma, T. K., Meade, N., Fleten, S.-E.	2012	Norveç	Monte Carlo Simülasyonu
Boomsma, T.K., Linnerud, K.	2015	Danimarka	Monte Carlo Simülasyonu
De Mare, G. Manganelli, B. And Nesticò, A.	2013	İtalya	Monte Carlo Simülasyonu
Iniesta, J.B. and Barroso, M.M.	2015	Danimarka	Monte Carlo Simülasyonu
Munoz, J. I., Contreras, J., Caamaño, J., Correia, P. F.	2011	İspanya	Monte Carlo Simülasyonu
Onar, S.Ç., Kılavuz, T.N.	2015	Türkiye	Monte Carlo Simülasyonu
Reuter, W. H., Fuss, S., Szolgayova, J., Obersteiner, M.	2012	Almanya Norveç	Monte Carlo Simülasyonu
Rohlf, W. And Madlener, R.	2014	Almanya	Monte Carlo Simülasyonu
Scatasta, S., Mennel, T.	2009	Almanya	Monte Carlo Simülasyonu
Sisodia, G.S., Soares, I. and Ferreira, P	2016	İspanya	Monte Carlo Simülasyonu
Sisodia, G.S., Soares, I., Ferreira, P., Banerji, S. and Prasad, R.	2015	İspanya	Monte Carlo Simülasyonu
Venetsanos, K., Angelopoulou, P., Tsoutsos, T.	2002	Yunanistan	Monte Carlo Simülasyonu

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma da geleneksel değerlendirme yöntemlerinden İNA yöntemi ile NBD hesabında elde edilen değerler ve Crystal Ball programı ile MCS sonucu elde edilen değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Hem NBD hem de Bugünkü Değer için elde edilen değerlerin birbirlerine çok benzer sonuçlar verdikleri görülmüş ve MCS'nin değerlendirme çalışmalarında daha dinamik, daha rahat ulaşılabilir ve anlaşılabilir çözüme ulaştırdığı sonucuna varılmıştır.

Gelişen dünyada analitik programlama ya da yazılım ile sadece sonucun elde edilmesi değil, grafikler gibi ek verilerle de destekleyecek yenilikçi yöntemlere ihtiyaç vardır. Crystal Ball programı bu anlamda hem geleneksel yöntemler ile benzer sonuçlar vermesi, hem sonuç ürünleri destekleyici ve geleceğe yönelik yatırımcı için de büyük fayda sağlayacak duyarlılık analizi, tornado grafiği, yüzdelik istatistikler gibi verilerle de destekleyici olması yönünden, bu alanda değerlendirme analizlerinde kullanılmasının daha yenilikçi ve avantajlı olabileceğini göstermiştir. Simülasyon RES gibi büyük yatırımlı projelerde gelecekteki risk ve belirsizliği barındıran durumları, olasılık dahilinde işlemlere dahil etmesi ile de sabit değerlerle çalışma prensibine sahip geleneksel değerlendirme yöntemlere göre avantaj sağlamaktadır. MCS’de dikkat edilmesi gereken hususlar girdi parametrelerine ait olasılık dağılımlarının seçilmesi ve çıktı parametreleri için de MS Excel’de oluşturulacak denklemlerin hatasız bir şekilde tanımlanmasıdır. Kullanıcı değerlendirme öncesi bu hususları özenle çözümlendiğinde elde edilecek sonuçların yatırımcı için hem bugünün şartlarında hem de ek analizlerle gelecekteki şartlarda ve yatırımın hangi yönde ilerleyebileceği konusunda fikir sahibi olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma sorumlu yazarın “Reel Opsiyonlarla Yenilenebilir Enerji Tesislerinin Değerlemesi” başlıklı doktora tezinden üretilmiş olup, çalışmaya katkı sunan çok değerli tez danışmanları Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ’ye ve Doç. Dr. Pelin KASAP’a teşekkür ederiz.

Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynaklar

- Arıcı E. (2003). *Optimal Capital Structure For Build-Operate-Transfer Power Projects*. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara.
- Barroso, M. M. and Iniesta, J. B. (2014). A valuation of wind power projects in Germany using real regulatory options. *Energy Journal*, 77, 422-433.
- Bendob, A. And Bentouir, N. (2019). Options Pricing by Monte Carlo Simulation, Binomial Tree and BMS Model: a comparative study of Nifty 50 options index. *Journal of Banking and Financial Economics* (pp:79-95). Warsaw, Poland.
- Bilir, H. (2012). *Enerji Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Reel Opsiyon Yaklaşımı*. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, pp.30.
- Boomsma, T. K. and Linnerud, K. (2015). Market and policy risk under different renewable electricity support schemes. *Energy Journal*, 89, 435-448.
- Boomsma, T. K., Meade, N. and Fleten, S. E. (2012). Renewable energy investments under different support schemes: A real options approach. *European Journal of Operational Research*, 220, 225-237.
- Brabazon, A. and O'Neill, M. (2009). *Natural Computing in Computational Finance (Vol:2)*. New York, Springer.
- Broyles, J. (2003). *Financial Management and Real Options*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Cheah, C.Y.J. and Garvin, M. J. (2009). Application of Real Options in PPP Infrastructure Projects: Opportunities and Challenges. *Policy, Finance & Management for Public- Private Partnership (Ch.13)*, Edited by A. Akintoye, and M. Beck, Wiley-Blackwell.
- De Mare, G., Manganeli, B. and Nesticò, A. (2013). The Economic Evaluation of Investments in The Energy Sector: A Model for The Optimization of the Scenario Analyses. *Computational Science and Its Applications- ICCSA 2013*, 359-374.
- Graham, J. R. and Harvey, C. R. (2001). The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field. *Journal of Financial Economics*, 60, 187-243.
- Guj, P. (2006). Mineral Project Evaluation – An Introduction, Philip Maxwell (der.). *Australian Mineral Economics içinde, The Australian Institute of Mining and Metallurgy*, Victoria.
- Iniesta, J. B. and Barroso, M. M. (2015). Assessment of Offshore Wind Energy Project in Denmark. A Comparative Study with Onshore Projects Based on Regulatory Real Options. *Journal of Solar Energy Engineering*, 137(4): 041009 (13 pages).
- Jog, V. M., and Srivastava, A. K. (1995). Capital Budgeting Practices in Corporate Canada. *Financial Practice and Education*, 5(2), 37-43.
- Kodukula, P. and Papudesu, C. (2006). *Project Valuation Using Real Options*. Florida, ABD, J.Ross Publishing.
- Malesevic, B. (2017). AADM next phase. *Applicable Analysis and Discrete Mathematics*, 11(1), 242-243.
- Mun, J. (2006). *Real Options Analysis Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Munoz, J. I., Contreras, J., Caamaño, J. and Correia, P. F. (2011). A decision-making tool for project investments based on real options: the case of wind power generation. *Annals of Operations Research*, 186, 465-490.
- Onar, S. Ç. and Kılavuz, T. N. (2015). Risk Analysis of Wind Energy Investments in Turkey. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21, 1230-1245.
- Reuter, W. H., Fuss, S., Szolgayova, J. and Obersteiner, M. (2012). *Renewable energy investment: Policy and market impacts*, 97, 249-254.
- Rohlf, W. and Madlener, R. (2014). Optimal investment strategies in power generation assets: The role of technological choice and exiting portfolios in the deployment of low-carbon technologies. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 28, 114-125.
- Samıs, M. (2003). Applying Advanced Financial Methods (Real Options) to Mine Valuation Problems. MIRARCO Engineering Seminar Series, *Kuiseb Minerals Consulting*, Toronto.

- SBB, 2020-2022 Dönemi Yatırım Programı Hazırlama Rehberi. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/10/2020_2022_Donemi_Yatirim_Programi_Hazirlama_Rehberi.pdf (01.10.2021).
- Scatasta, S. and Mennel, T. (2009). Comparing Feed-In-Tariffs and Renewable Obligation Certificates- the Case of Wind Farming. *Center for European Economic Research*.
- Schwartz, E. S. And Trigeorgis, L. (2004). Real Options and Investment under Uncertainty. London, England, The MIT Press.
- Simkins, B., and Kemper, K. (2013). *Real Options and Applicaitons in the Energy Industry*. Chapter 11.
- Sisodia, G.S., Soares, I. and Ferreira, P. (2016). Modeling business risk: the effect of regulatory revision on renewable energy investment- The Iberian case. *Renewable Energy*, 95, 303-313.
- Sisodia, G.S., Soares, I., Ferreira, P., Banerji, S. and Prasad, R. (2015). Project Business Risk of Regulatory Change on Wind Power Project: Case of Spain.
- Venetsanos, K., Angelopoulou, P. and Tsoutsos, T. (2002). Renewable energy sources project appraisal under uncertainty: the case of wind energy exploitation within a changing energy market environment. *Energy Policy*, 30, 293-307.
- YEK Kanunu, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf> (25.09.2021).