

KARAYOLU MÜHENDİSLİĞİNDE EKONOMİK ANALİZ ÖLÇÜTLERİ

Rıfat AKBİYİKLİ¹ Muhammed Emin Cihangir BAĞDATLI²

¹ Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Düzce

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya
rifatakbilyikli@duzce.edu.tr

Özet- Bu çalışma karayolu mühendisliğinde önemli bir yer tutan geleneksel ekonomik analiz yöntemlerini ve uygulamalarını tanıtmaktadır. Dünyada ve ülkemizde karayolu ekonomik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan Net Şimdiki Değer Analizi (NŞD), İç karlılık Oranı (İKO) ve Fayda Maliyet Analiz (FMA) yöntemlerinin uygulanışı ve elde edilen çıkarımlar gerçek bir durum çalışması üzerinde gösterilmiştir. Ülkemiz şartları doğrultusunda yapılan söz konusu analizlerin uygulamaları adım adım ortaya konulmuş ve elde edilen sonuçlar tartışılarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler- Karayolu, Ekonomik Analiz, Fayda Maliyet Analizi, İç karlılık Oranı, Net Şimdiki Değer.

THE ECONOMIC ANALYSIS MEASUREMENTS IN THE HIGHWAY ENGINEERING

Abstract-This study introduces the conventional economic analysis methods and applications that take an important place in highway engineering. It is demonstrated the applications of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Benefit Cost Analysis (BCA) that are widely used methods all over the world and in Turkey for the economical evaluation of the highway projects by means of a real case study. The applications in Turkey's transportation conditions of the aforesaid analysis are revealed step-by-step and presented the results that are obtained by discussing.

Key Words- Highway, Economic Analysis, Benefit Cost Analysis, Internal Rate of Return, Net Present Value.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ulaştırma altyapı projelerinin gerek proje sahipleri gerek de kamuoyu için faydalar üretmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda projeler, proje sahipleri, paydaşları ve projeden yararlanacaklar açısından, ortaya çıkacak etkiler temelinde değerlendirilmektedir. Değerlendirmeler sonucunda bir ulaştırma projesini hayata geçirme kararı, projenin "yapılabilir" sonucuna bağlı bulunmaktadır.

Burada, yapılabilirlik; projenin kamusal faydaları ile yatırım maliyetlerinin karşılaştırılma analizi neticesinde elde edilir. Söz konusu analiz, bilimsel yöntemler kullanılarak fayda ve maliyetleri oluşturan parametrelerin doğru ve yerinde uygulanması ile mümkün olmaktadır. Bu bağlamda karar alıcıların yatırımın sosyal ve ekonomik etkileri hakkında doğru ve eksiksiz bilgi sahibi olmaları, karar alabilmelerinde önem taşımaktadır. Bu da, üstlenilen proje ile toplumun elde edeceği doğrudan ve dolaylı faydaların belirlenmesi ve söz konusu faydaların parasal karşılıkları ile ifade edilebilmesi ile mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra proje ile birlikte ortaya çıkacak maliyetlerin de eksiksiz bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Ülkemizde karayolu projeleri ekonomik analizlerinde kullanılan fayda ve maliyetler şu şekildedir:

- Faydalar; Kaza Maliyetleri (KM), Taşıt İşletme Maliyetleri (TİM), Zaman Değeri (ZD)
- Maliyetler; Yapım Maliyetleri (YM), Bakım ve İşletme Maliyetleri (BİM) şeklindedir [11].

Tüm fayda ve maliyetlerin eksiksiz bir şekilde belirlenmesi sonrasında projenin ekonomik analiz ölçütleri ile değerlendirme aşamasına geçilmektedir. Ülkemizde özellikle de karayolu projelerinin değerlendirmesinde yaygın olarak Net Şimdiki Değer (NŞD), İç Karlılık Oranı (İKO) ve Fayda Maliyet Analizi (FMA) ekonomik analiz ölçütleri olarak kullanılmaktadır [11].

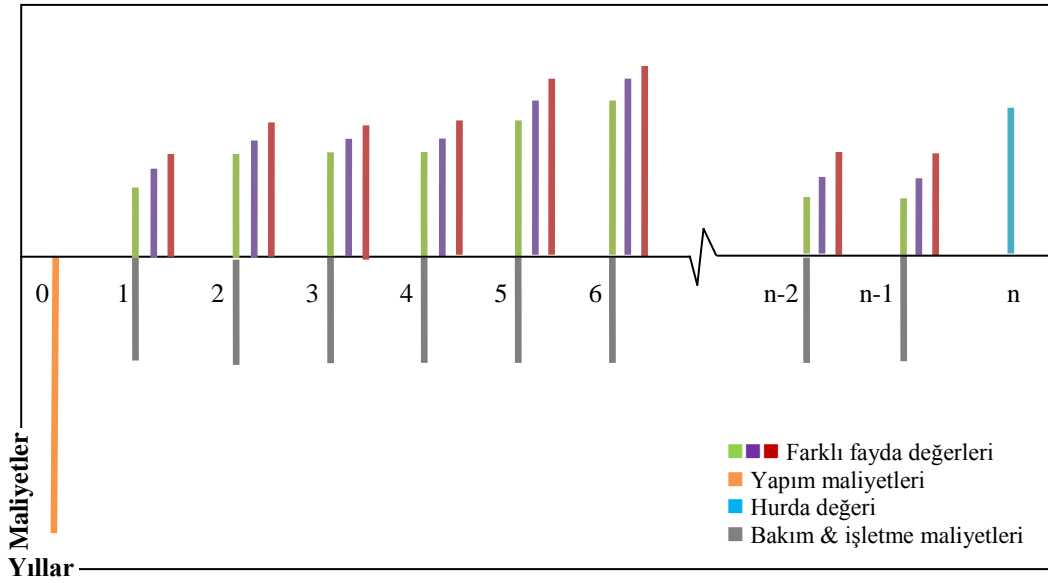
Bu çalışma kapsamında ülkemizde karayolu ekonomik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan analiz ölçütlerinin uygulamaları örnek bir çalışma üzerinden gösterilmiştir. Bu çalışmanın ulaştırma ekonomisi alanında çalışmalar yapan araştırmacılar için yol gösterici olacağı öngörülmektedir.

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu bölümde, dünyada ve ülkemizde karayolu mühendisliği ekonomik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılan NŞD, İKO ve FMA yöntemlerinin teorisi tanıtılmıştır. Söz konusu yöntemlere ait detaylar başlıklar halinde şöyledir;

2.1. Net Şimdiki Değer (Net Present Value)

NŞD, proje ile ilgili fayda ve maliyetlere ait parasal değerlerin güncelleştirilmesi hesabına dayanır. Güncelleştirme işleminde farklı yıllara yayılmış olan fayda ve maliyetler belirlenen bir iskonto oranı ile indirgenerek bugünkü değerler elde edilir [2]. Bugünkü değerlerin cebrik toplamı, toplam net şimdiki değeri ifade etmektedir. Şekil 1’de bir projede yer alan nakit akışına dair örnek bir gösterim verilmiştir.



Şekil 1. Nakit akış diyagramı (Cash flow diagram)

Farklı yıllara dağılmış olan fayda ve maliyetler ülkenin ekonomik göstergeleri doğrultusunda belirlenmiş olan bir iskonto oranı ile bugünkü değere indirgenmektedir. Aktüalizasyon adı da verilen bu işlemin gerçekleştirilmesinde Denklem 1'deki matematiksel ifade kullanılmaktadır.

$$P = \sum_{t=0}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Burada, P = Toplam net şimdiki değer; F_t = t yılındaki fayda veya maliyet değeri; i = iskonto oranıdır [1]. Karayolu projelerine dair ekonomik güncelleştirme işlemi ve deterministik NŞD analizi Denklem 2'deki gibi elde edilmektedir.

$$P_{\text{Faydalar}} = \sum_1^n \frac{F_i \text{ KM}}{(1+i)^n} + \sum_1^n \frac{F_i \text{ ZD}}{(1+i)^n} + \sum_1^n \frac{F_i \text{ TIM}}{(1+i)^n}$$

$$P_{\text{Maliyetler}} = \sum_1^n \frac{F_i \text{ BIM}}{(1+i)^n} + P_{\text{YM}}$$

$$\text{NŞD} = P_{\text{Faydalar}} - P_{\text{Maliyetler}} > 0 \quad (2)$$

İskonto oranı ile bugünkü değerlere indirgenen fayda ve maliyetlerin arasında cebrik farkın "0"dan büyük olması projenin yapılabilirliğini ifade etmektedir.

Net şimdiki değer analizinde değerlendirme sonucu, uygulanacak iskonto oranından önemli ölçüde etkilenmektedir [9]. Özellikle güncelleştirme işleminde iskonto oranı fayda hanesini daha çok etkilemektedir. Bunun nedeni ulaştırma projeleri için faydaların yıllara dağılımında sonraki yılların öneminin büyük olmasıdır. Çünkü faydalar yıllar içerisinde artan trafik miktarına bağlı olarak artış göstermektedir. Bu da her geçen yılın bir önceki yıla göre daha fazla fayda getirisi oluşturduğunu ifade eder.

İskonto oranı ise uzun periyotlarda daha yüksek etki meydana getirdiğinden ulaştırma yapıları ekonomik analizlerinde fayda hanesini önemli ölçüde etkilemektedir. Öte yandan maliyet hanesinde yapım maliyetleri projenin ilk yıllarında ortaya çıktığından iskonto oranından nerdeyse etkilenmemektedir. Bakım ve işletme maliyetleri ise geçen yıllarla artış ya da azalış göstermediğinden iskonto oranından fayda hanesinde olduğu kadar etkilenmemektedir [3].

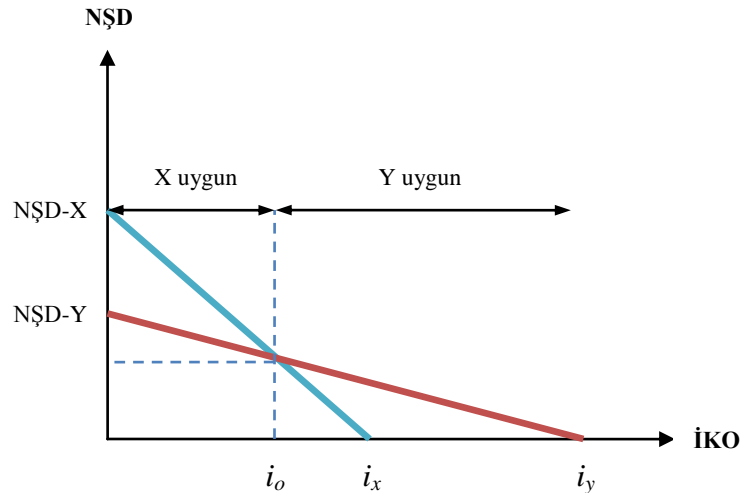
2.2. İç Karlılık Oranı (Internal Rate of Return)

Bir projenin net şimdiki değeri, ekonomik ömrü boyunca oluşan nakit akımlarının önceden belirlenen bir iskonto oranına göre bugünkü değere indirgenmiş değerleri toplamıdır. Net şimdiki değeri sıfıra eşitleyen iskonto oranı ise İKO olarak adlandırılmaktadır [6]. Başka bir deyişle İKO bir yatırım projesinin gelecek yıllarda sağlayacağı faydalarının net şimdiki değerlerinin toplamını, işletme dönemi giderleri ve yatırım maliyetlerinin net şimdiki değerlerinin toplamına eşit kılan indirgeme faktörüdür [5]. NŞD yönteminde karlılık düzeyi mutlak bir büyüklük olarak belirlenirken İKO ile yatırımın getirisi bir oran ile ifade edilmektedir. [6]. Söz konusu bu oran ile, bir yatırım projesi için gerekli olacak finansmanın temininde en fazla hangi faiz oranı ile borç alınabileceği belirlenebilmektedir [5]. Denklem 3'te İKO'nun belirlenmesinde kullanılan matematiksel formülasyon verilmiştir [1].

$$\text{İKO} = i^* = i_{(+)} + \frac{\text{NŞD}_{(+)}}{\text{NŞD}_{(+)} - \text{NŞD}_{(-)}} \times (i_{(-)} - i_{(+)})$$

Proje kabul şartı: $\text{İKO} = i^* > \text{iskonto oranı}$ (3)

Yapılan analiz sonucunda elde edilen İKO değerinin iskonto oranından büyük olması projenin “yapılabilir” olma durumunu göstermektedir. Farklı projelerin karşılaştırılması durumunda İKO oranı büyük elde edilen proje tercih edilmektedir. Şekil 2’de İKO’nun farklı projelerin karşılaştırılmasındaki durumu gösterilmektedir.



Şekil 2. İKO karşılaştırması (Comparison of IRR)

Şekil 2’de “ i_o ” noktasında her iki projeye ait NŞD değerleri aynı sonucu göstermektedir. İskonto oranı $< i_o$ olması durumunda X projesi “yapılabilir” kararını, karar vericiye sunmaktadır. Çünkü bu alandaki her bir iskonto oranı değeri için $\text{NŞD-X} > \text{NŞD-Y}$ durumundadır. İskonto oranı $> i_o$ olması halinde ise Y projesi uygundur. Çünkü bu alandaki her bir iskonto değeri için $\text{NŞD-Y} > \text{NŞD-X}$ olmaktadır.

2.3. Fayda Maliyet Analizi (Benefit Cost Analysis)

Pek çok ülkede ulaştırma yatırımlarının ekonomik değerlendirmesinde ve farklı yatırım alternatifleri arasında en uygun olanın belirlenmesinde esas alınan yöntem FMA'dır [10]. FMA vermiş olduğu sonuç itibarıyla daha küçük değerler ortaya çıkarması ve proje gerçekleştiğinde toplumsal faydanın oransal olarak sonucunu karar vericiye sunması nedeniyle kullanışlıdır. Karar verici, analiz sonucunda ortaya çıkan oransal değerlerin büyüklüğüne göre projenin topluma yüksek fayda sağlayacağı düşüncesiyle değerlendirme yapmaktadır [2].

Karayolu yatırımları ekonomik değerlendirmelerinde kullanılan FMA'dan elde edilecek faydanın oransal değeri Denklem 4'teki gibi elde edilmektedir.

$$P_{\text{Faydalar}} = \sum_1^n \frac{F_{i \text{ KM}}}{(1+i)^n} + \sum_1^n \frac{F_{i \text{ ZD}}}{(1+i)^n} + \sum_1^n \frac{F_{i \text{ TIM}}}{(1+i)^n}$$

$$P_{\text{Maliyetler}} = \sum_1^n \frac{F_{i \text{ BİM}}}{(1+i)^n} + P_{\text{YM}}$$

$$\frac{P_{\text{Faydalar}}}{P_{\text{Maliyetler}}} > 1 \rightarrow \text{yapılabilir} \quad (4)$$

Faydaların ve maliyetlerin net şimdiki toplam değerlerinin oranı "1"den büyük ise analizi yapılan proje "yapılabilir" olarak değerlendirilmektedir [4].

FMA toplumsal faydayı dikkate alan, maliyet odaklı değil fayda odaklı bir analizdir [8]. Bu yönüyle FMA topluma faydası en fazla olacak olan projeyi araştıran bir tekniktir. Bu nedenle ulaştırma projeleri ekonomik değerlendirmelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.4. Analiz Periyodu ve İskonto Oranı (Analysis Period and Discount Rate)

Ulaştırma yatırımları uzun yıllar kamuya hizmet veren projeleridir. Projenin büyüklüğüne ve önemine göre kimi zaman projeler için 100-150 yıllık ömürler belirlenebilmektedir. Ancak yapılacak ekonomik analizler için analiz süresinde kısıtlar getirilmesi gerekmektedir [12]. Çünkü analiz periyodunun uzun tutulması geleceğe dair yapılacak olan tahminlerdeki hata payını arttırmaktadır. Karayolu projeleri için ekonomik değerlendirmelerde yaygın olarak kullanılan analiz periyodu 20 yıldır [7]. Bu analiz süresi içerisindeki tüm fayda ve maliyetlere ilişkin parasal değerler elde edilerek ekonomik analizler gerçekleştirilmektedir.

Ekonomik analizlerde gerekli olan ve bütün analizi doğrudan etkilemesi nedeniyle önemli bir yeri bulunan bir diğer parametre de iskonto oranıdır. Ekonomik analizi yapılan projeden elde edilen fayda ve maliyetlere ilişkin nakit akışın bugünkü değerlere indirgenmesini sağlayarak yatırımın yapılabilirliğine dair karar verme sürecinde etkili rol oynamaktadır. İskonto oranının belirlenmesinde birçok yaklaşımlar bulunmakta olup kamu yatırımlarında uygulanacak iskonto oranı hakkında genel bir görüş birliği ve kesin bir yaklaşım bulunmamaktadır. Burada önemli olan belirlenen iskonto oranının, kullanılan sermayenin fırsat maliyetini yansıtmasıdır. Çünkü projede kullanılan sermaye, sermaye piyasasında veya diğer bir sektör projesinde değerlendirilmek yerine projeye yatırılmaktadır [11]. Bu nedenle yatırım için ayrılan sermaye bir getiriyi temin etmelidir düşüncesi hâkim olmaktadır. Ülkemizde kullanılan iskonto oranları ekonomik gelişmelere bağlı olarak zaman içerisinde değişiklikler göstermiştir.

Ulaştırma yapılarının değerlendirmelerinde kullanılan %15 iskonto oranı, gelişen ekonomik göstergeler ile %12 seviyesine inmiştir. Son yıllarda ekonomideki büyüme ve belirsizliklerin azalması iskonto oranında %8 mertebesinin kullanılmasını temin etmektedir [3].

3. BULGULAR (FINDINGS)

Ekonomik analiz ölçütlerinin karayolu mühendisliğindeki uygulamalarının gösterilebilmesi için bir durum çalışması gerçekleştirilmiştir. Ekonomik analizi tarafımızdan yapılan söz konusu proje henüz ihale aşamasında olduğundan makalede yer-konum bilgileri hakkında açıklamalar yer almamaktadır. Proje 10 km uzunluğunda 2x3 bir otoyol kesimi olup, içerisinde bir adet viyadük, 2 adet tünel, 4 adet katlı kavşak ve 1 adet para toplama gişe alanı yer almaktadır. Proje, kısa bir mesafede içerisinde birçok ulaştırma yapısını barındıran, yapım maliyetleri oldukça yüksek bir yatırımdır. Projenin 2015 yılı içerisinde ihale edileceği ve 2019 yılında trafiğe açılacağı öngörülmektedir. Ekonomik analiz adım adım şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

- 1) Proje yapım maliyet hesaplamaları Karayolları Genel Müdürlüğü güncel birim fiyatları üzerinden hesaplanmıştır.
- 2) Bakım ve işletme maliyet hesaplamaları projenin bulunduğu bölgede var olan diğer otoyollardan 2009-2013 yılları arasında elde edilen veriler doğrultusunda belirlenen fiyatlarla gerçekleştirilmiştir.
- 3) Faydaların hesabında kullanılan trafik bilgileri, projenin bulunduğu bölgede yer alan büyükşehir belediyesinin ulaşım ana planı kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.
Elde edilen trafik verilerinin PTV Visum 13 simülasyon programı ile 2015-2035 yılları arasında projenin gerçekleşmesi ve gerçekleşmemesi durumlarına göre senaryo analizleri yapılarak taşıt işletme maliyetleri ve zaman değerine ilişkin faydalar elde edilmiştir.
- 4) Kaza maliyetlerinin hesabı için; trafik kaza bilgileri bölgede bulunan jandarma komutanlığından alınan kaza raporları doğrultusunda elde edilen verilerle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler ile istatistiki bir tahmin modeli oluşturulmuş, 2015-2035 yılları arasındaki kaza verileri bu model yardımıyla elde edilmiştir. En küçük kareler yöntemi ile oluşturulan tahmin modeli için SPSS 15.0 programı kullanılmıştır.
- 5) Projenin ekonomik analizi için analiz periyodu olarak 2015-2035 yılları arasında 20 yıllık bir süre dikkate alınmıştır. İskonto oranı olarak Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından karayolu ekonomik değerlendirmelerinde halen kullanılmakta olan %8 değeri kullanılmıştır.
- 6) Tahmin modelleri ve simülasyon programları yardımıyla elde edilen veriler doğrultusunda faydalara ve maliyetlere ilişkin toplam net şimdiki değerler aşağıdaki gibi elde edilmiştir;

Maliyetler:

- A) Yapım Maliyetleri: 402,443,718.53 TL
- B) Bakım ve İşletme Maliyetleri: 18,312,000.2 TL

Faydalar:

- A) Kaza Maliyetleri: 51,848,916.22 TL
- B) Taşıt İşletme Maliyetleri: 275,858,772.1 TL
- C) Zaman Değeri: 228,682,265.3 TL

- 7) Faydalara ve maliyetlere ilişkin elde edilen toplam net şimdiki değerler NŞD ve FMA analizlerine tabi tutularak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

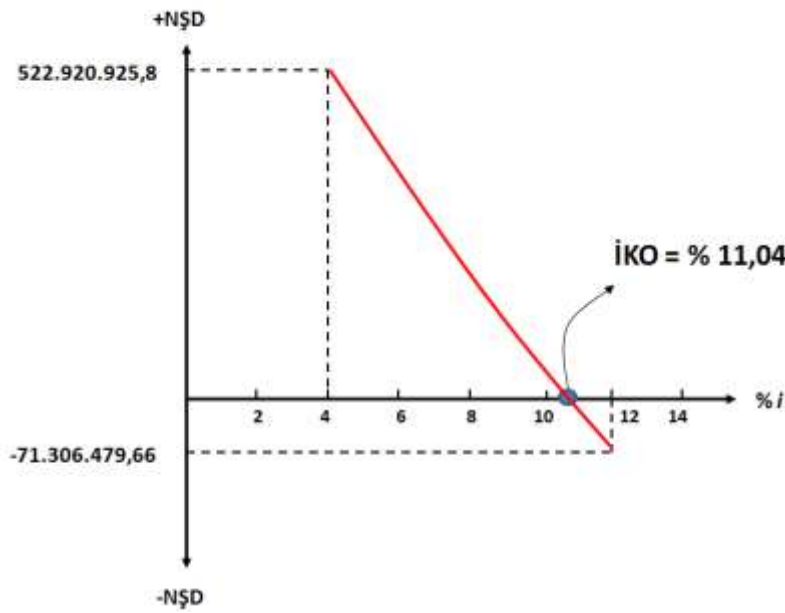
$$N\text{ŞD}_{\text{Maliyetler}} = 402,443,718.53 + 18,312,000.22 = \mathbf{420,755,718.7 \text{ TL}}$$

$$N\text{ŞD}_{\text{Faydalar}} = 275,858,772.1 + 51,848,916.22 + 228,682,265.3 = \mathbf{556,389,953.6 \text{ TL}}$$

$$N\text{ŞD} = 556,389,953.6 - 420,755,718.7 \\ = \mathbf{135,634,234.9 \text{ TL} > 0}$$

$$FMA \rightarrow F / M = 556,389,953.6 / 420,755,718.7 \\ = \mathbf{1,32 > 1}$$

- 8) Projenin ekonomik analizinde İKO, Denklem 3'te verilen matematiksel ifade doğrultusunda iterasyonlarla elde edilmiştir. Elde edilen İKO değerine dair grafiksel gösterim Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. İKO'nun Belirlenmesi (Determination of IRR)

- 9) Projenin yapılabilirliğine dair değerlendirme kararı aşağıdaki verilen kriterler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir;

- **NŞD > 0** ✓
- **FMA → F/M > 1** ✓
- **İKO > iskonto oranı = % 8** ✓

NŞD, FMA ve İKO karar verme kriterlerinin sağlanması, ekonomik analizi yapılan proje hakkında karar vericiye “*yapılabilir*” kararını sunmaktadır.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Ülkemizde yatırım teklifleri, Kalkınma Bakanlığı yatırım politikasının genel çerçevesi ve önceliklerine uygun bir şekilde birtakım esaslara göre şekillenmektedir. Bu bağlamda proje maliyeti 5 milyon TL ve üzerinde olan yeni yatırım projesi tekliflerinde projelerin teknik, finansal, ekonomik ve sosyal gerekçesinin, yapılabilirliğinin, önceliğinin fayda maliyet analizi ile ortaya konulduğu ayrıntılı fizibilite raporunun hazırlanması zorunludur. Bu kapsamda yatırımcı kamu kuruluşları belli bir büyüklüğün üzerinde yatırım programına dahil edilmesini istedikleri projeleri için yapılabilirlik etütleri hazırlayarak Devlet Planlama Teşkilatına iletmeleri gerekmektedir [11]. Gerçekleştirilmesi planlanan yatırımın ilk safhasını oluşturan bu süreç projenin hayata geçmesi için önemli bir yer tutmaktadır. Bu noktada ulaştırma projeleri gibi ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksek yatırımlar için ekonomik analiz hesaplamalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında karayolu mühendisliğinin ilk safhası olan ekonomik analizin hangi ölçütlerle ve nasıl gerçekleştirildiği kısaca adım adım anlatılmıştır.

Gerçek bir durum çalışması üzerinden ekonomik analiz için yalnızca gerekli yerler aktararak hazırlanan bu çalışma ulaştırma ekonomisi alanına ilgi duyan araştırmacılar için yararlı ve yol gösterici bir nitelikte olduğu öngörülmektedir. Çalışmada kullanılan ekonomik analiz ölçütlerine dair değerlendirmeler aşağıda tartışılarak sunulmuştur;

- FMA, bir projeden elde edilecek toplumsal faydayı oransal olarak ifade eder ve karar vericiye projenin yapılması halinde ortaya çıkacak kamusal yararı sunar. Ekonomik analizin ana temelini de fayda odaklı yaklaşım oluşturması nedeniyle dünyada ve ülkemizde yatırımların karar verme süreçlerinde FMA önemli rol oynamaktadır.
- İKO, sosyal ve ekonomik yapısındaki belirsizliklerin yüksek olduğu ülkelerde iskonto oranındaki değişim riskine karşı önemli bir analiz olarak yer almaktadır. Çünkü İKO iskonto oranından bağımsız olarak projeyi değerlendirir ve mevcut iskonto oranı ile kendini kıyaslayarak sonucu karar vericiye sunmaktadır. Ayrıca sonucu %'lik olarak sunması nedeniyle kullanışlıdır. Ancak, İKO birbirlerini dışlayan projelerin karşılaştırılmasında yani farklı proje alternatifleri arasında tercih yapılması durumunda büyük yatırım maliyetleri taşıyan projeler aleyhine sonuç vermektedir.
- NŞD: belirli bir iskonto oranı ile farklı zamanlara dağılmış olan fayda ve maliyetlerin bugünkü değerlere indirgenmesini temin eden bu yaklaşım duyarlılık analizleri için karar vericiye kolaylık sağlamaktadır. Ancak analizin temelinde yer alan iskonto oranı sonuçların değişiminde kritik rol oynamaktadır.

Ekonomik analiz ölçütleri hakkında yukarıda verilen tartışmalar doğrultusunda her bir analiz ölçütünün gerekli olduğu ancak yalnız başına yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. İlk yatırım ve bakım-işletme maliyetleri ile oldukça yüksek maliyetli projeler olan ulaştırma yapılarının “yapılabilir” kararının verilmesinde NŞD, İKO ve FMA'dan elde edilen tüm sonuçlarla değerlendirmelerin yapılması doğru bir karar verme sürecini temin edecektir.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Akbıyıklı, R., (2014). Mühendislik ekonomisi temel prensipleri ve uygulamaları, Birsen Yayın, İstanbul, Türkiye.
- [2] Bağdatlı, M. E. C., Akbıyıklı, R., (2014). Sürdürülebilir ulaştırma yapıları için etkili ekonomik analiz modeli, TRANSİST 7. Uluslararası Ulaşım Teknolojileri Sempozyumu ve Fuarı, İstanbul Kongre Merkezi, İstanbul.

- [3] Bağdatlı, M. E. C., Akbıyıklı, R., (2015). Ulaştırma yapıları ekonomik analizlerinde iskonto oranı: bir durum çalışması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 19, Sayı 1, Sayfa 67-74.
- [4] Campbell, H. F., Brown, R. P. C., (2003). Benefit cost analysis financial and economic appraisal using spreadsheets, Cambridge University Press, Newyork, U.S.A.
- [5] Cebesoy, T., Gözen, M., (1997). Madencilikte yatırım projelerinin değerlendirilmesi ve seçimi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 3 Sayı 1.
- [6] Demirbugan, M. A., (2008). Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde net bugünkü değer (NBD) ve iç karlılık oranı (İKO) yöntemlerinin karşılaştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, C.X, S II.
- [7] EC, (2008). Guide to cost benefit analysis of investment projects, European Commission Directorate General Regional Policy.
- [8] FHWA, (2003). Economic Analysis Primer, Federal Highway Administration, Office of Asset Management, U.S. Department of Transportation, U.S.A.
- [9] Gedik, T., Akyüz, K. C., Akyüz, İ., (2005). Yatırım projelerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi (iç karlılık oranı ve net bugünkü değer yöntemlerinin incelenmesi), ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 7.
- [10] Haezendonck, E. (2007). Transport project evaluation **extending the social cost–benefit approach**. (eds.) Edward Elgar publishing, Belgium.
- [11] KGM, (2013). Karayolu ekonomisi ve proje değerlendirme teknikleri, Karayolu Temel Kursu, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [12] Rogers, M., (2003). Highway engineering, Blackwell Publishing Ltd. UK.