



**PROJELERİN SEÇİMİNDE METODOLOJİK BİR YAKLAŞIMIN DPT
PROJELERİNE UYGULANMASI**

**(AN APPLICATION OF METHODOLOGICAL APPROACH FOR SELECTION OF
PROJECT TO THE SPO'S PROJECTS)**

Cevriye GENCER*, Yusuf DOĞAN*

ÖZET/ABSTRACT

Bu çalışmada; projelerin değerlendirilmesi ve seçimine yönelik metodolojik bir yaklaşımın uygulaması yapılmıştır. Günümüzde bu konu; büyük firmalar ve organizasyonlar için oldukça karmaşık işlemlerdir. Çünkü; birbiri ile rekabet halindeki alternatifleri belirli kısıtlar altında değerlendirerek kullanım amaçlarına da uygun olarak seçen, bir çok risk alan kişi ve risk yöneticisi vardır. Çalışmada kullanılan, proje değerlendirme ve seçme metodolojisi üç ana modülden oluşmaktadır: 1) Projelerin kendi kendine değerlendirilmesine göre kurulan modül, 2) Projelerin çapraz olarak değerlendirilmesine göre kurulan modül, 3) Projelerin seçimi ve üzerlerinde fikir birliği kurulmasını içeren modül. Örnek çalışma, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)'nda Doğu Anadolu Bölgesindeki 28 adet imalat sektörüne ait aday projeler için uygulanmıştır. Her proje için yukarıdaki üç aşama ayrı ayrı değerlendirilip seçim yapılmış ve DPT sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

In this study; a methodology for collective evaluation and selection of projects was used. Today, the project evaluation and selection are usually complex processes in large organizations, for they involve several stakeholders who are to evaluate competing alternatives with respect to a certain set of criteria and then make a choice as to which projects are to be implemented. The project evaluation and selection constitutes with three main modules. 1) The self-rating module, 2) The cross-rating module, 3) The model of project selection and consensus formation. The sample was applied for 28 manufacturing candidate projects which belong to East Anatolian Region in State Planning Organization (SPO). Each project was evaluated and selected optimal results, and then the selection was compared with SPO results.

ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Proje seçimi, Modelleme, Çok kriterli analiz, Matematiksel programlama
Projects selection, Modelling, Multiple criteria analysis, Mathematical programming

*Gazi Üniversitesi, Müh-Mim. Fak., Endüstri Müh. Böl., 06570 Maltepe, ANKARA

1. GİRİŞ

Ekonomik faaliyetlerin küreselleşmesi, kolektif kararların demokratikleşmesi ve iş ağlarının genişlemesi; karar verme sisteminin gelenekselliğini altüst etmiştir. İlk anda bu küresellik; şirketleri, dünyanın değişik bölgelerinde politik, ekonomik ve sosyal sistemlerin karmaşıklığı ile karşılaştırmıştır. Kolektif faaliyetlerin demokratikleşmesi, karar verme prosesindeki grup ve bireysel katkıların artmasına yol açmıştır. Rekabetin zorunlu hale gelmesi ve sonuçta ortaya çıkan mecburi ilişkiler; faaliyetlerin haricileşme stratejilerinin daha iyi gözden geçirilmesine neden olmuştur. Sonuç olarak; iş ağları, basit proje tabanlı ortaklıktan gerçek şirketlere kadar, kendi değer sistemine sahip ortaklarının sayısında patlamaya yol açmış, belirli sınırlamalara yönelmiş ve değişik amaçları takip etmişlerdir (Byrne, 1993). Bu değişik faktörlerin sonuçlarının sıralaması; bir yandan şirketlerin yada organizasyonların, birlikte iş yapmak zorunda olduğu karar merkezlerinin artışına, diğer yandan da aralarındaki ilişki ve bağlarda daha açık, demokratik ve aynı amaç içinde olmayı gerekli hale getirmiştir (Riggins vd., 1994).

Çok sayıda karar mekanizmasının bulunması, karar proseslerini daha da karmaşık hale getirmiştir. Bu karmaşıklıkla baş etmeye yeteri kadar hazır olmayan şirket veya organizasyonlar şebekeleşme ve globalleşmenin sunduğu fırsatlardan tamamen yararlanmalarını engelleyen kaçamak bir davranış şekli geliştirebilirler. Diğer bütün stratejilere benzer olarak, bireysel kazançlar sadece özel amaçlara yada oyunun kurallarına bağlı değil, aynı zamanda bu oyunun özelliklerine ve çevrenin karmaşıklığına adapte olma yeteneklerine bağlı olarak oyuncuların idrak düzeylerine, oyunun kurallarını anlamalarına, diğer oyuncuların davranışlarını tahmin etmelerine ve işbirliğinin sunduğu fırsatlardan yararlanmaya da bağlıdır.

Bir şebekedeki ortaklar, sürekli olarak şebekenin derlenmesi, kaynakların ortak kullanımı, operasyonel veya stratejik kararların paylaşılması gibi, kolektif kararların alınması için toplanırlar. Bu, benzer sektördeki projelerin gelişimi için önemli bir avantajdır. Bu şekilde projelerin başarısı, göz önüne alınan kriterlerde, takip edilen prosesin bütününde ve kullanılan proses ile kabul edilmiş bütçe tahsisinde ortaklar arası oybirliği derecesinin büyük çapta olmasına dayanır. Literatürde; grup kararları ile projelerin değerlendirilmesi ve elenmesi konularında çalışmalar bulunmaktadır (Keeney ve Buttler, 1993; Stewart, 1991). Ancak benzer sektördeki projelerin belli kriterlerle; belli bütçe tahsisinde; uzman görüşleriyle; projeleri hem kendi hem de ikili karşılaştırarak değerlendirilmesi konusunda çalışmalara pek fazla rastlanmamaktadır.

Anlaşma prosesindeki karmaşıklık; işadamları ve akademisyenleri, çok sayıda risk alıcıların ve zıt amaçların varlığını göz önünde bulundurmayı ve kolektif karar vermede bir fikir birliğine ulaşılmasını sağlayacak bir model tasarlamada karşı karşıya getirmiştir. Oral vd.'nin 2001 yılında yaptıkları çalışmada, değişik risk alıcılar arasında maksimum oybirliğini sağlamak olan nihai amacın yanı sıra, projelerin değerlendirilmesi ve seçimi için bir metodoloji önermektedirler (Oral vd., 2001). Önerilen metodoloji, kolektif karar verme için çok kriterli analize dayanmaktadır.

Oral vd.'nin metodolojisi pek çok alanda uygulanabilir. Özellikle araştırma-geliştirme projeleri, yatırım projeleri gibi tercih sebepleri pek çok kriterlere dayanan alanlarda tam ve doğru bir şekilde uygulanırsa seçilen projeler için bir çok tarafı tatmin edici sonuçlar alınabilir. Bunun yanı sıra gerçek hayatta bir çok projeyi kısıtlı bütçeler altında öncül bir sıralamaya sokabilmek için de, kullanışlı olan bilimsel bir metottur.

Projeler için oluşturulan kriterler, her bir proje için spesifik olarak uygun olmayan kriterler olabilir. Örneğin bir denizaltı projesi ile bir uçak projesine hitap edecek bazı kriterler uygun düşmeyebilir. Ancak verilen skorların derecesi, her projenin o kriter için ne kadar alakalı

olduğunun göstergesidir. Dolayısıyla burada yapılması gerekli iki önemli aşama söz konusudur. Birincisi; projeleri, en iyi şekilde temsil edebilecek kriterleri tespit etmek; ikincisi bu kriterlere göre uzman kişiler tarafından her proje için skorların atanmasını sağlamaktır. Skorların atanmasında delphi metodu da kullanılabilir. Delphi metodunda skor atama işlemleri, belli bir çalışma grubunun tartışarak üzerinde oybirliği sağlanacak şekilde skorları belirleme işlemidir. Kriterlerin çoğu kalitatif nitelikte olduğu için sonuçta her durumda olaya subjektiflik girmektedir. Bilindiği gibi subjektif metotlar, geçmiş verilere göre bir tahmin yürütmemektedir. Ancak skor belirleyen kişiler geçmişten gelen deneyimleri ve bilgileri neticesinde teorik anlamda objektife en yakın değerler üretecek kişilerdir. Skor belirlerken 0-100 arası ölçek kullanılabilir. Burada önemli olan; her kriterde projelerin alacağı skorlar, birbirleri ile kıyaslanması anlamına geleceği için kullanılan sayı aralığının pek önemli olmadığıdır. Aynı zamanda her proje aynı ölçek üzerinden değerlendirileceği için değerlendirme sonucuna belirlenen ölçek aralığının hiçbir etkisi olmayacaktır.

Projelerin değerlendirmesi ve seçiminde önemli bir etken de projelerin maliyetidir. Yani; kısıtlı bütçe imkanları çerçevesinde, projelerin kendi bütçeleri de gerekli bir girdidir. Bu konuda objektiflik son derece kolaydır. Her projenin maliyeti kimsenin itiraz edemeyeceği düzeyde rahat ve kolayca hesaplanabilir.

2. METODOLOJİ

Proje değerlendirme ve seçme metodolojisi birbiri ile ilişkili üç modülden oluşmaktadır:

- i. proje self-oranlama modülü; projelerin kendilerine en iyi oranlamaları verdikleri modül,
- ii. proje cross-oranlama modülü; projelerin başka bir projenin oranlaması maksimum iken alabileceği en iyi oranı oluşturan model yani bir proje'yi başka projenin bakış açısı ile değerlendirme,
- iii. proje seçim ve oybirliği modülü; üzerinde en yüksek oybirliğinin sağlandığı bütçe imkanları çerçevesinde oluşturulan model.

Bu üç modül sıralı olarak çözülür. Her çözümde seçilen projelerin bütçeleri, genel bütçeden çıkarılır. Bu işlem genel bütçenin geçildiği ana kadar devam eder.

2.1. Self-Oranlama Modeli

Self-oranlama ilk defa Farrell tarafından önerilen veri sarma analizi ile yapılır. Modelde projelerin bütçeleri ve uzmanlar tarafından belirlenen skorlar girdi olarak kullanılır (Farrell, 1957). Belirlenen skorların, projelerin bütçeleri ile ilişkilendirilerek anlamlandırılması gerekir. Skorların bütçelere oranlanması ile standart skorlar aşağıdaki gibi elde edilir.

$$S_{kp} = s_{kp} / b_k \quad (1)$$

Burada S_{kp} , k projesinin p kriterine göre uzmanlar tarafından atanmış skoru, b_k ise k projesi için gerekli yatırım miktarını göstermektedir. n ise, değerlendirme altında olan toplam proje sayısıdır. Elde edilen standart skorların, tek bir skora dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu şekilde ilgilenilen projenin oranları oluşturulur. Self-oranlamadaki amaç; her projenin bu düşünce altında kendini maksimize edecek bir orana ulaşmasına olanak sağlamaktır. Geleneksel çok kriterli analizin öngörüsü altında; bir projenin toplam oranı her kriter için atanmış skorlar ile ağırlıklarının çarpımının toplamıdır. Matematiksel ifade olarak k projesinin toplam oranı Eşitlik 2 ile ifade edilebilir.

$$R_k = \sum_{p=1}^m W_p * S_{kp} \quad (2)$$

Burada W_p p kriterinin ağırlığı; m ise toplam kriter sayısını göstermektedir. Bu matematiksel gösterimde p kriterinin, her proje için aynı ağırlıkta olduğu görülür. Yani, projeler arasında ilgilenilen kriterlerin farklılıklar gösterebileceğini ihmal eden bir durum söz konusudur. Bu durumdan kurtulmak için, W_{kp} kullanılır ise kriterlerin her proje için aynı olabileceğini kapsayacağı gibi farklı olabileceği durumları da içine alır. Gerçekte de; p kriterinin, bir proje için ağırlığı yüksek olabileceği gibi diğer bir proje için oldukça düşük olabileceği çok defa karşılaşılabilecek bir durumdur. Amaç bu noktayı da modele katmak ise, bu şartlar altında k projesinin toplam oranı şu aşağıdaki biçimde olacaktır.

$$R_{kk} = \sum_{p=1}^m W_{kp} * S_{kp} \quad (3)$$

W_{kp} p kriterinin k projesi için ağırlığı; S_{kp} ise p kriterine göre k projesi için elde edilen standart skordur. Model şu an istenilen her durumu içine alacak şekilde ifade edilebilir. Amaç R_{kk} 'yi maksimize edecek ağırlıkların (W_{kp}) bulunmasıdır. Bu özelliği ile her aday proje için belirlenen skorlar bazında, kendi ağırlığını oluşturmasına olanak sağlanmıştır. Dolayısıyla aday projelerin kendilerine ait skorları, aşağıdaki model sayesinde belirlenmektedir.

$$\text{Maksimize} \quad \sum_{p=1}^m W_{kp} * S_{kp} \quad (4)$$

$$\text{Kısıtlar} : \quad \sum_{p=1}^m W_{kp} * S_{jp} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$W_{kp} \geq 0 \quad p = 1, 2, \dots, m$$

Modelde k projesi kendisi için optimal ağırlıkları bulurken bu ağırlıkların diğer proje skorları ile de ilişkilendirilmesi gerekir. Bu da karşımıza kısıt olarak çıkmaktadır. K projesinin oranını maksimum yapan optimal ağırlıklar ile diğer projelerin skorlarının çarpımı 1'i geçemez. Diğer bir deyişle self-oranlama model projelerin oranları için üst limit olarak 1 vermektedir. Geleneksel çok kriterli analizde çoğu zaman bu şekilde ağırlıkların sınırlandırıldığı görülmektedir.

Self-oranlama model gerçekten de her proje için kendisini en iyileme imkanı tanımaktadır. Bu da modelin çözümü neticesi elde edilen optimal ağırlıklar ile sağlanmaktadır. Çalışmanın ilk aşaması olan self-oranlama modülü her proje için uygulanır.

2.2. Cross-Oranlama Modeli

Demokratik ortamlarda bir durum kendi bakış açısının yanı sıra diğerlerinin bakış açıları ile de değerlendirilir. Doğal olarak self-oranlama ile projelerin kendi kendine değerlendirilmesinin ardından diğerleri ile de ikili olarak değerlendirilmesi gerekir. Self-oranlamadaki düşünceye paralel olarak, W_{kp}^\diamond 'lerin bulunması gerekir. Ancak yine k projesi, diğer projeleri aynı oranda etkiliyorsa W_{kp} gösterimi doğru olur (W_{kp}^\diamond ifadesi optimal değerlerin için gösterilmiştir).

Bu durumda k projesi bakış açısı ile j projesinin oranı

$$R_{jk} = \sum_{p=1}^m W_{kp}^{\diamond} * S_{jp} \quad (5)$$

Self-oranlamadaki aynı mantık çerçevesinde bir k projesi kendini maksimum ediyor iken diğer projeleri de muhtemelen farklı oranda etkileyeceği için W_{kp}^{\diamond} ağırlığını W_{jkp}^{\diamond} olarak göstermek daha doğru olacaktır. Bu durum altında model aşağıda gibi olacaktır.

$$\text{Maksimize} \quad \sum_{p=1}^m W_{jkp} * S_{jp} \quad (6)$$

$$\text{Kısıtlar} \quad \sum_{p=1}^m W_{jkp} * S_{ip} \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^m W_{jkp} * S_{kp} = R_{kk}$$

$$W_{jkp} \geq 0 \quad p = 1, 2, \dots, m$$

$$R_{jk} = \sum_{p=1}^m W_{jkp}^{\diamond} * S_{jp} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{ve} \quad j \neq k$$

Modelde de görüldüğü gibi self-oranlamadan elde edilen optimal R_{kk} 'lar kısıt olarak kullanılmaktadır. Yani k projesi amacını gerçekleştirdiği an herhangi bir j projesinin alabileceği en yüksek oranın bulunması amaçlanmaktadır. Bu durum da kısa bir örnek ile gösterilirse: R_{kk} ve R_{jk} oranları self-oranlama model ve cross-oranlama modelden bir dizi doğrusal programın çözümü ile elde edilirler. Bu değerler $\mathbf{R}=[R_{jk}]$ şeklinde bir kare matris çevrilir. Oluşturulan bu kare matris proje seçimi aşamasında kullanılır.

2.3. Proje Seçme ve Oybirligi Formasyonu

Bu modelin amacı; hiçbir anlaşmazlığa yol açmadan, aday projelerden mümkün olan en yüksek oybirligi derecesi ile proje alt kümesi oluşturmaktır. Modelde bütçe kısıtı önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Oluşturulan \mathbf{R} kare matrisinde $i=1, 2, \dots, n$ için $R_{ji} \geq R_{ki}$ olduğu varsayalım. Bu durumda tek tek her proje bazında, j projesinin k projesine göre %100'lük bir derece ile üstün olduğu söylenebilir. Gerçekte ise bu gibi üstünlük derecesi kusursuz düzeyde olan durumlar ile karşılaşmak çok az görülür. Genelde bazı i değerleri için $R_{ji} \geq R_{ki}$ olurken, diğer i değerleri için $R_{ji} < R_{ki}$ olur. Bütün projelerin bakış açılarının aynı önem ve uygunluğa sahip olduğu düşünülürse uygunluk düzeyi C_{jk} şu şekilde tanımlanabilir. j projesinin k projesi üzerinde üstünlüğüne ilişkin uygunluk düzeyi C_{jk}

$$C_{jk} = (1/n) * \sum_{i=1}^n f_{jki} \quad (7)$$

$$f_{jki} = \begin{cases} 1 & R_{ji} \geq R_{ki} \quad \text{ise} \\ 0 & R_{ji} < R_{ki} \quad \text{ise} \end{cases}$$

Bu tanımlamaya göre, $R_{ji} \geq R_{ki}$ sayısının aday projeler sayısına oranını göstermektedir. \mathbf{R} matrisi verildiği an C_{jk} matrisinin oluşturulması son derece kolaydır. C_{jk} 'lerin oluşturduğu

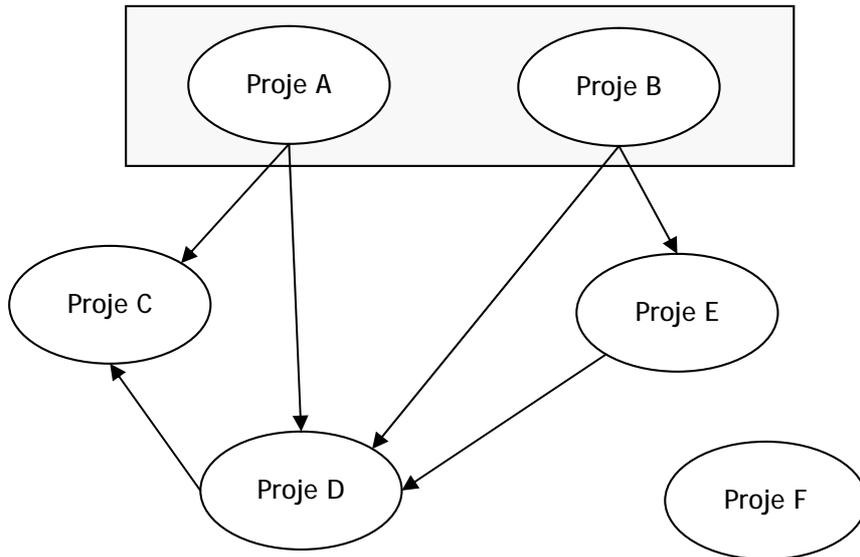
matrise uygunluk matrise denilirse ($C=[C_{jk}]$), bu matris projelerin çiftli olarak karşılaştırılmasını sağlar. Bu şekilde projeler, direk anlamda değerli olup olmadıklarını tam olarak yansıtamazlar. Bundan dolayı, bazı detaylı oybirliği bilgilerinden daha global bir karşılaştırma türetilmelidir. Yapılacak ilk adım; hangi uygunluk düzeyinin önemli olduğunun ötesinde, açık bir başlangıç tanımlamaktır.

$C_{jk} \geq q$ ise j projesi k projesi üzerinde q seviyesinde üstünlük sağlar. Tanıma göre projeler arasında ki üstünlük ilişkisi q düzeyindeki bir oybirliğinin fonksiyonu haline gelir. Oybirliği seviyesinin yüksek olması üstünlük sayısının düşmesine neden olacaktır. Hatta q düzeyinde olan bazı üstünlüklerin geçerliliği sağlanamayabilecektir. Mesela j projesinin k projesine üstünlüğü ve k projesinin i projesine üstünlüğü; j projesinin i projesine üstünlüğünü gerektirmez. Bu yüzden elemanın dayandırılabilmesi basit bir sıralama olmamaktadır. Hiçbir proje seçiminin kusursuz derecede rasyonel olması beklenemez. Bir takım anlaşmazlıkların olması kaçınılmaz bir durumdur. Bu anlaşmazlıklardan kaçınmak için bazı prensiplere gerek vardır. Bu prensipler baskın ve baskın olmama prensipleridir. Kullanılacak olan baskınlık prensibi ile baskın olmama prensibi doğabilecek anlaşmazlıkları yok edecektir.

2.3.1. Baskınlık Prensihi

Bu prensibe göre, reddedilen projeler kümesinde bulunan projelerden her birine, seçilmiş olan projelerden en az birinin üstünlük sağlamış olması gerekmektedir. Bu prensip; Roy'un çalışmalarında graph teorisi konsepti içeriğinde dış uyumluluk olarak yer almaktadır (Roy, 1985). Örnek olarak 6 (A,B,C,D,E,F) projemizin olduğunu varsayalım. θ düzeyinde ki üstünlük ilişkileri şöyle olsun:

- A projesi D projesinden üstün,
- B projesi D ve E projesinden üstün,
- E projesi D projesinden üstün,
- D projesi C projesinden üstün.



Şekil 1. Baskınlık prensibine göre ortaya çıkan anlaşmazlık

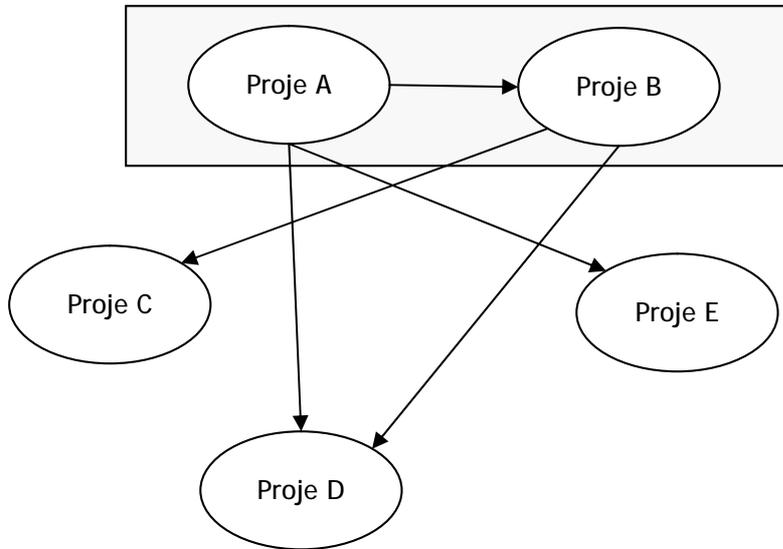
Bu ilişkiler çerçevesinde A ve B projelerinin finanse edildiği, diğerlerinin ise ret edildiği düşünülür. Bu durum normal olarak baskınlık prensibine aykırılık doğuracaktır. O zaman

elenen projelerin pozisyonları ne olacaktır? D ve E projeleri için söylenecek pek bir şeyi olamayacak çünkü kendilerine seçilmiş olan en az bir proje tarafından üstünlük sağlanmaktadır. C ve F projeleri için anlaşmazlık çıkması ise olağandır. C projesi haklı olarak kendisine seçilmiş olan hiçbir proje tarafından üstünlük sağlanmadığını öne sürecektir. Ret edilen D projesi tarafından kendisine üstünlük sağlanmasına rağmen, proje sahibi C projesini seçilmiş olan (A,B) projelerle kıyaslayacaktır. F projesinin sahibinden ise C projesi sahibine göre daha katı bir eleştiri gelecektir. Çünkü F projesine ne seçilen ne de elenen projeler tarafından üstünlük sağlanmıştır. Bu tarzda bir anlaşmazlığın olmaması için baskınlık prensibinin tam gözleminin yapılması şarttır.

2.3.2. Baskın Olmama Prensibi

Bu prensibe göre seçilen projeler kümesi içinde bulunan bir projeye yine seçilen herhangi bir proje tarafından üstünlük sağlanmamalıdır. Yine bu kavram, ilk defa Roy tarafından çok kriterli analizde iç uyum olarak yer almaktadır (Roy, 1985). Örneğin belli bir oybirliği derecesinde projeler arasındaki üstünlük ilişkileri aşağıda verilen şekilde 5 (A,B,C,D,E) proje olsun;

- A projesi B,D ve E projelerinden üstün,
- B projesi C ve D projelerinden üstün,



Şekil 2.Baskın olmama prensibine göre ortaya çıkan anlaşmazlık

A ve B projelerinin finanse edildiğini diğerlerin ise ret edildiğini varsayalım. Burada açıkça baskın olmama prensibinin ihlali söz konusudur. Seçilen projelerden birisine yani B projesine, yine seçilen projelerden A projesi üstünlük sağlamaktadır. Bu durumda ret edilen projelerin pozisyonları ne olacaktır? D projesinin sahibinin söyleyecek çok şeyi olamayacaktır. Çünkü projesine seçilen iki proje tarafından da üstünlük sağlanmıştır. C projesi sahibi de yapılan seçimden ötürü eleştiri getiremeyecektir. C projesi, her ne kadar A projesi tarafından dışlanmamış ise de B projesi ona üstünlük sağlamıştır. Ancak durum E projesi sahibine göre aynı şekilde olmayacaktır. E projesi kendisini seçilmiş olan B projesi ile kıyaslayacaktır. Gerçekten de E ve B projesinin pozisyonu aynıdır. İkisine de seçilmiş olan üstelik aynı proje olan A projesi tarafından üstünlük sağlanmıştır. Sonuç olarak E projesi neden kendisinin elendiğini soracaktır. Şüphesiz ki bu durumu açıklayıcı tatminkar ölçüde bir cevap olamayacağı için anlaşmazlık doğması kaçınılmazdır.

Bu gibi durumlarda herhangi bir projenin eleştirisi olmaması için yine baskın olmama prensibinin tam gözlemlenmesi gerekmektedir.

Baskın olma ve baskın olmama prensipleri şu kabul ile birlikte sağlanabilir: "Bir projeye sadece ve sadece seçilmiş olan bir proje tarafından üstünlük sağlanırsa o proje elenen projeler kümesine girer". Bu kural, çalışmadaki proje sayısı düşük ise oldukça kolay bir şekilde kullanılabilir. Proje sayısı arttıkça bu kullanımın geçerliliği de zorlaşır. Bu yüzden, uygulamayı prensipler doğrultusunda matematiksel olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Amaç doğrultusunda öncelikle verilen bir oybirliği seviyesinde bir üstünlük göstergesini matematiksel olarak formüle edilmesi gerekmektedir.

$$a_{jk} = \begin{cases} 1 & C_{jk} \geq q \quad \text{ise} \\ 0 & C_{jk} < q \quad \text{ise} \end{cases} \quad (8)$$

Bu tanımlamaya göre j projesi k projesine en az q düzeyinde üstünlük sağlıyor ise a_j 'ya 1 atanır. Bu, q düzeyinde projeler arasında çiftli olarak üstünlük ilişkisini göstermektedir. Yani belirlenen bir q oybirliği düzeyine göre a_{jk} 'lar projeler arasındaki üstünlükleri ifade etmektedir. Bu üstünlük ilişkileri doğrusal olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$a_{jk} = 0 \quad \text{veya} \quad 1 \quad \text{ve} \quad j \neq k \quad \text{için} \quad (9)$$

$$q + a_{jk} \leq C_{jk} + 1 \quad \forall \quad j, k \quad \text{ve} \quad j \neq k \quad \text{için}$$

$$q + a_{jk} \geq C_{jk} + \varepsilon \quad \forall \quad j, k \quad \text{ve} \quad j \neq k \quad \text{için}$$

ε eşitliği sağlamak üzere yeterli derecede pozitif küçük bir sayıdır. C_{jk} 'ların n tane proje sayısı altında alabileceği değerlerin $0, 1/n, 2/n, 3/n, \dots, 1$ gibi olacağı düşünülürse; ε için $(0, 1/n)$ aralığı uygun olabilir.

Baskınlık ve baskın olmama prensibini matematiksel olarak formüle edilmesi gerekir ise; öncelikle seçilmiş projeler kümesinin P olduğu düşünüldüğünde, $\beta_k=1$ eğer k projesi P kümesinin elemanı ise $\beta_k=0$ diğer durumlar için olsun. Buradan hareketle baskınlık ve baskın olmama prensipleri ile birlikte aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} * b_j + b_k \geq 1 \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} * b_j + (n-1)b_k \leq n-1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$b_k = 0 \quad \text{veya} \quad 1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

Buradaki ilk iki kısıt proje seçiminin 1 ile $n-1$ proje sayısı arasında olabileceğini gösterir. Yani tüm projeleri ret etme ya da tüm projeleri seçmek gibi bir pozisyonun olamayacağını göstermektedir.

Bu aşamadan sonra proje seçme ve oybirliği formasyonunu oluşturmanın matematiksel modeli şu şekilde olacaktır.

$$\text{Maksimize} \quad q \quad (11)$$

$$\text{Kisitler :} \quad q + a_{jk} \leq C_{jk} + 1 \quad \forall \quad j, k \quad \text{ve} \quad j \neq k \quad \text{için}$$

$$q + a_{jk} \geq C_{jk} + \varepsilon \quad \forall \quad j, k \quad \text{ve} \quad j \neq k \quad \text{için}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} * b_j + b_k \geq 1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n a_{jk} * b_j + (n-1)b_k \leq n-1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n b_k * b_k \leq B \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$b_k = 0 \quad \text{veya} \quad 1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$q \geq 0$$

3. UYGULAMA

Önerilen metodoloji, DPT’inde imalat sektörüne ait 28 adet aday projeye uygulanmıştır. Projelerin aynı sektörden olması ortak kriterlerin seçimini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca bu projeler, Doğu Anadolu Projeleri adı altında DPT tarafından fizibiliteleri oluşturulup özel sektöre teşvik amaçlı oluşturulan projelerdir. Çalışmada proje seçimi için kriterler; ekonomik katkı, en direkt ekonomik katkı, sosyal katkı ve bilimsel/teknik katkı olarak koordineli olarak belirlenmiştir.

3.1. Projelere Skor Atanması

Belirlenmiş olan kriterler bazında ihtiyaç duyulan skorlar, DPT’den projelere hakim iki adet uzman tarafından atanmıştır. Daha sonra bu atamaların ortalaması alınarak, her projenin kriterlere göre ortalama skorları tayin edilmiştir.

Atanan skorların proje bütçelerine oranlanması ile standart skorlar elde edilmelidir. Amaç, her projenin 1 birim bütçesine karşılık gelen skorunu tayin etmektir. Ancak uygulama aşamasında skorlar projelerin 1 birim bütçesi dikkate alınarak atandığı için, bu kısım direkt işleme dahil edilmiştir. Dolayısıyla skorlar başlangıçta zaten standart haldedir.

Çizelge 1’de aday projeler, kriterler, projelerin bütçeleri ve kriterlere atanan skor değerleri verilmiştir. Çizelge 1’de belirlenen kriterler atanan;

Ekonomik katkı skoru: Katma değeri ifade etmekte ve objektif rakamlar referans alınarak subjektif olarak;

Endirekt ekonomik katkı skoru: İleri-geri bağlantı etkileri sonucu uzmanın subjektif değerlendirmesi ile;

Sosyal katkı skoru: Projelerin istihdam ve gelir dağılımına etkisi dikkate alınarak; istihdama katkı, hesaplanmış değerlere dayanmakta, gelir dağılıma etki ise uzmanın subjektif değerlendirmesi sonucu oluşturulmuştur. Nihai skor ise bu iki faktörün subjektif ortalaması ile;

Bilimsel-teknik katkı skoru: Teknoloji, üniversite-sanayi işbirliği gibi unsurlar bazında subjektif olarak belirlenmiştir.

3.2. Projelere Ait Self-oranlama Doğrusal Modellerin Kurulması

Metodolojide kısmında da belirtildiği gibi her projeye belirli kısıtlar altında kendini en iyileme şansı verilmiştir. Dikkat edilecek nokta, hiçbir projenin amaç değeri 1’i geçmemelidir. Bu durum modele kısıt olarak eklenir ve her proje için ayrı ayrı modelleme

yapılır. Dolayısı ile 28 adet aday proje olduğuna göre 28 adet model kurulup Lindo paket program yardımıyla çözülmüştür. 1.projenin self-oranlama modeli ve çözümü Ek 1’de verilmektedir.

Çizelge 1. DAP kapsamında 28 adet imalat sektörüne ait projelerle ilgili veriler

Proje Adı	Ekonomik Katkı Skoru	Endirekt Ekonomik Katkı Skoru	Sosyal Katkı Skoru	Bilimsel-Teknik Katkı Skoru	Bütçe (Bin \$)	İç Karlılık (%)	Net H/S Oranı (%)
Erzincan Viol	85	75	85	50	526	62	35
Muş PVC Tab. Ayakkabı	80	70	87	60	1575	34	21
Tunceli Trikotaj	74	65	95	55	2046	42	26
Erzincan Sabun	74	71	87	50	808	16	17
İğdır Ayakkabı ve Bot	79	70	84	60	1857	27	17
Gümüşhane Dut İşleme	81	80	98	58	658	25	16
Ağrı T. Alet ve Makineleri	65	75	78	75	1150	36	6
Muş A. Yağı Fabrikası	75	80	88	65	2995	37	20
Bitlis Yün Çorap	78	78	90	70	662	37	16
Malatya Vetrifiye	77	81	75	83	11473	34	12
Bingöl Bal Paketleme	83	76	83	55	591	47	20
Elazığ Meyve Suyu	80	78	85	70	5291	32	13
İğdır Meyve Suyu	80	81	89	70	5263	27	10
Muş Bakliyat Paketleme	83	70	83	58	2395	51	21
Tunceli Çivi ve Tel	68	68	75	63	2985	19	7
Elazığ Salça	75	75	79	68	11439	28	10
İğdır Konserve	78	79	80	68	11866	27	10
Van Lastik Kaplama	77	68	70	58	1258	45	18
Erzurum Rafine Tuz	75	78	69	73	4182	42	19
Kars Yem	66	80	73	58	1245	18	9
Malatya Tıbbi Tekstil	76	80	68	90	4044	19	8
Ardahan Makarna	66	70	71	60	4753	24	8
Hakkari Su Şişeleme	60	73	65	55	5802	18	6
Tunceli Süt Ürünleri	77	83	75	65	1885	34	12
Ağrı Yün İplik Tesisi	75	82	78	65	4112	29	10
Ardahan Ham Deri İşleme	70	75	58	68	4712	30	10
Bingöl Kraft Torba	71	75	57	68	4167	29	9
Malatya Prefabrik Yapı El	81	83	58	88	10212	24	10

3.3. Projelere Ait Cross-oranlama Doğrusal Modellerin Kurulması

Self-oranlama modülde bulunan optimum değerler kısıt olarak kullanılarak-yani herhangi bir proje kendisine ait optimum değeri yakaladığı anki bakış açısı ile- diğer projelerin alacağı optimum değerler bulunur.

28 adet aday proje olması ve her birinin bakış açısı ile diğer projelerin değerlendirilmesi söz konusu olduğundan cross-oranlama modülde toplam (28 * 27) 756 adet model kurulmuş ve Lindo paket program yardımı ile çözülmüştür. 2. projeye 1.proje bakış açısı ile oluşturulan model ve çözümü Ek 2’de verilmektedir.

3.4. R_{jk} Matrisinin Oluşturulması ve C_{jk} Matrisine Geçiş

R_{jk} matrisinin köşegen elemanları self-oranlama modülden alınan değerlerle; diğer elemanları cross-oranlama modülden alınan değerler ile oluşturulur. R_{jk} matrisi Çizelge 2’de verilmektedir. (28x28) boyutunda oluşturulan matriste satırlar projelerin kendilerini, sütunlar ise projelerin bakış açılarını temsil etmektedir. Yani matrisin (3,17) elemanı proje 17 bakış açısı ile proje 3’ün aldığı değeri ifade etmektedir. Diğer bir ifadeyle proje 17 kısıtı altında proje 3’ün optimum değeridir.

C_{jk} matrisi ise üstünlük matrisini göstermektedir. Burada önemli olan nokta, projelerin çiftli olarak karşılaştırılmaları neticesi birbirlerine göre üstünlük durumlarının bulunmasıdır. C_{jk} matrisi Çizelge 3’de verilmektedir.

3.5. Optimal Projelerin Seçilmesi

Öncelikle; bu modülde C_{jk} matrisi ile istenilen seviyede üstünlük ilişkisi belirlenmelidir. q olarak kabul edilen bu değer örnek uygulama için 1 alınmıştır. Yani bir projenin diğer bir projeye tam olarak üstünlük sağlama durumu dikkate alınmıştır. Bu duruma göre a_{jk} değerleri bulunup modeller kurulmuştur.

Genel bütçenin kısıt olarak yer aldığı bu modülde 1 adet doğrusal model kurulup ona göre çözüm yapılır. Seçim sonunda hala eldeki bütçe, kalan aday proje bütçelerinin herhangi birinden büyük ise, kalan projeler için self-oranlama, cross-oranlama ve proje seçme modülleri ile modeller kurularak tekrar çözülür ve mevcut bütçe kalan aday projelerin bütçelerinden küçük oluncaya kadar bu döngü devam eder.

Uygulamada 39 milyon dolar genel bütçe yer almış ve kurulan modellerin çözümünde sırasıyla 1., 6., 9., 10., 13., 21., 24., 25. ve 28. projeler çözüm kümesini teşkil etmiştir. Bu projelerin toplam bütçesi 38,835 milyon dolardır. Genel bütçeden bu miktarın farkı 165 bin dolar olmaktadır. Eldeki bütçe, kalan aday projelerin herhangi birisinden büyük olmadığı için çözüm optimal çözümdür. Ayrıca modelde amaç fonksiyonu teşkil eden θ ’nın maksimizasyonu sonucu bu değer 1 olmuştur. Yani seçimdeki üstünlük derecesi 1 olarak bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uygulama DPT’nin Doğu Anadolu Projeleri kapsamında yapılmıştır. Bu nedenle bulunan sonuçların uzmanların karar yöntemleriyle karşılaştırması da mümkün olabilmektedir.

DPT’deki uygulamaya göre proje seçimi, mevcut aday projelerin iç karlılık oranlarının büyükten küçüğe sıralanması ve eldeki bütçeye göre sırasıyla atanması ile yapılmaktadır. Buna göre aynı projeler iç karlılık sıralaması yöntemine göre seçildiği durumda 1., 14., 11., 18., 3., 19., 9., 8., 7., 2., 24., 10., 12., 26., 5. ve 6. projelerin optimal kümeyi oluşturduğu ve bütçenin 38,544 milyon dolarının kullanıldığı görülür. Çalışmadaki metodoloji ile DPT yaklaşımının ortak olarak seçtiği projeler 1, 6, 9, 10 ve 24 projeleridir.

Projelerin değerlendirilmesi ve seçiminde DPT’nin dikkate aldığı bir gösterge de “Projelerin katma değere etkileri başlığı altında, hasıla/sermaye oranıdır”. Bu oran toplam yatırım tutarı baz alınmasıyla yada yıllık tutarlar baz alınmasıyla da yapılabilir. Yine bu oran net ve brüt rakamların kullanılması durumuna göre net H/S ya da brüt H/S oranı olarak da adlandırılabilir. Aday projelerin seçimine yönelik H/S oranının “yıllık ortalama net H/S” şeklinde kullanılması daha duyarlı olacaktır. Buna göre tespit edilen oranlar Çizelge1’de yer almaktadır. Oranların bütçe kısıtı altında büyükten küçüğe sıralanması ile seçilen projeler 1.,

3., 2., 14., 8., 11., 19., 18., 4., 5., 6., 12., 10. ve 24. projelerdir. Toplam bütçenin ise 38,202 milyon \$'ı kullanılmaktadır. Çalışmadaki metodoloji ile DPT'nin bu yaklaşımının ortak olarak seçtiği projeler 1., 6., 9., 10. ve 24. projelerdir. Ortak projelerin DPT'nin ilk yaklaşımına göre yapılan seçim sonucu çıkan ortak projelerin aynı olduğu görülmektedir.

Durumlar karşılaştırıldığında; çalışmadaki metotla 9 proje seçilmekte ve 165 bin dolar kaynak artmakta; DPT'nin ilk yaklaşımı ile 16 proje seçilmekte ve 456 bin dolar kaynak artmakta; DPT'nin ikinci yaklaşımı ile ise 15 proje seçilmekte ve 798 bin dolar kaynak artmaktadır. DPT yaklaşımlarıyla seçilen proje sayılarının yaklaşık iki kat olduğu görülmektedir. Bu fark metotlar arasındaki seçim şeklinden kaynaklanmaktadır.

DPT'nin ilk ve ikinci yaklaşımlarında kullanılan yöntemlerde oranlar büyükten küçüğe sıralanarak, genelde de küçük bütçeli projelerin iç karlılık oranlarının ve yıllık ortalama net H/S oranlarının yüksek olması nedeniyle, çalışmada seçilen yüksek bütçeli projelerin yerini onlara göre daha fazla sayıda olan düşük bütçeli projeler almıştır. Bu nedenle de seçilen proje sayısı ve düşük bütçeli projeler öncelikle seçildiği için kalan kaynak miktarı fazla olmaktadır.

Çalışmada sunulan metodolojide ise projelerin iç karlılık ve yıllık ortalama net H/S durumlarının yanı sıra, ekonomik katkı, en direkt ekonomik katkı, sosyal katkı, bilimsel-teknik katkı gibi farklı kriterlerde de dikkate alınmıştır. Dolayısıyla projeler çok boyutlu bir mekanizmayla incelenmiştir. Şayet projelerden iç karlılık ve yıllık ortalama net H/S gibi somut katkıların yanı sıra, sosyal katkı gibi soyut katkılar da bekleniyorsa, sunulan metodolojinin kullanılması önerilmektedir.

Bir toplumun yaşayışını, yatırımcıların ve devletin hayata geçirdiği projeler son derece etkilediği için kaynak kısıtları altında mevcut alternatifler arasından en iyi projelerin seçilmesi çok önemlidir. İnsanların yaşam standartlarını sadece somut temellere dayalı çalışmalar yönlendirmiş olsaydı bu seçim çok daha basit olurdu. Ancak insan duygularını ve ruhsal ihtiyaçlarını da tatmin etmesi gereken bir varlık olduğundan, yapılacak yatırımlarda insan ihtiyaçları iyi analiz edilip uygun kriterlerin seçilmesi sonucu, çok kriterli seçimlerin yapılması daha iyi olacaktır.

KAYNAKLAR

- Byrne J.A. (1993): "The Virtual Corporation", Business Week, 3304, 98-103.
- Farrell M.J. (1957): "The Measurement of Productive Efficiency", Journal of the Royal Statistical Society Series, A 120, 253-281.
- Keeney R.L., Buttler T.W. (1993): "A Group Preference Axiomatization with Cardinal Utility", Management Science, 22(4), 430-437.
- Oral M., Kettani O., Çınar Ü. (2001): "Project Evaluation and Selection in a Network of Collaboration: A Consensual Disaggregation Multi-Criterion Approach", European Journal Of Operational Research, 130, 332-346.
- Riggins F.J., Kriebel C.H., Mulkhopadhyay T. (1994): "The Growth of Interorganizational System in the Presence of Network Externalities", Management Science, 40 (8), 984-998.
- Roy B. (1985): "A Methodology for Multi-Criterion Decision Analysis", Economica, Paris.
- Stewart T.J. (1991): "A Multi-Criteria Decision Support for R&D Project Selection", Journal of Operation Research Society, 42(1), 17-26.

Ek 1. 1.projenin self-oranlama modeli ve çözümü

MAX 85w11+75w12+85w13+50w14

S.T.

85w11+75w12+85w13+50w14<=1	LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1		
80w11+70w12+87w13+60w14<=1	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
74w11+65w12+95w13+55w14<=1	1) 1.000000		
74w11+71w12+87w13+50w14<=1	VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
79w11+70w12+84w13+60w14<=1	W11	0.011765	0.000000
81w11+80w12+98w13+58w14<=1	W12	0.000000	0.000000
65w11+75w12+78w13+75w14<=1	W13	0.000000	0.000000
75w11+80w12+88w13+65w14<=1	W14	0.000000	0.000000
78w11+78w12+90w13+70w14<=1	ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL
77w11+81w12+75w13+83w14<=1	PRICES		
83w11+76w12+83w13+55w14<=1	2)	0.000000	1.000000
80w11+78w12+85w13+70w14<=1	3)	0.058824	0.000000
80w11+81w12+89w13+70w14<=1	4)	0.129412	0.000000
83w11+70w12+83w13+58w14<=1	5)	0.129412	0.000000
68w11+68w12+75w13+63w14<=1	6)	0.070588	0.000000
75w11+75w12+79w13+68w14<=1	7)	0.047059	0.000000
78w11+79w12+80w13+68w14<=1	8)	0.235294	0.000000
77w11+68w12+70w13+58w14<=1	9)	0.117647	0.000000
75w11+78w12+69w13+73w14<=1	10)	0.082353	0.000000
66w11+80w12+73w13+58w14<=1	11)	0.094118	0.000000
76w11+80w12+68w13+90w14<=1	12)	0.023529	0.000000
66w11+70w12+71w13+60w14<=1	13)	0.058824	0.000000
60w11+73w12+65w13+55w14<=1	14)	0.058824	0.000000
77w11+83w12+75w13+65w14<=1	15)	0.023529	0.000000
75w11+82w12+78w13+65w14<=1	16)	0.200000	0.000000
70w11+75w12+58w13+68w14<=1	17)	0.117647	0.000000
71w11+75w12+57w13+68w14<=1	18)	0.082353	0.000000
81w11+83w12+58w13+88w14<=1	19)	0.094118	0.000000
END	20)	0.117647	0.000000
	21)	0.223529	0.000000
	22)	0.105882	0.000000
	23)	0.223529	0.000000
	24)	0.294118	0.000000
	25)	0.094118	0.000000
	26)	0.117647	0.000000
	27)	0.176471	0.000000
	28)	0.164706	0.000000
	29)	0.047059	0.000000
	NO. ITERATIONS= 1		

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
W11	0.011765	0.000000
W12	0.000000	0.000000
W13	0.000000	0.000000
W14	0.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES

2)	0.000000	1.000000
3)	0.058824	0.000000
4)	0.129412	0.000000
5)	0.129412	0.000000
6)	0.070588	0.000000
7)	0.047059	0.000000
8)	0.235294	0.000000
9)	0.117647	0.000000
10)	0.082353	0.000000
11)	0.094118	0.000000
12)	0.023529	0.000000
13)	0.058824	0.000000
14)	0.058824	0.000000
15)	0.023529	0.000000
16)	0.200000	0.000000
17)	0.117647	0.000000
18)	0.082353	0.000000
19)	0.094118	0.000000
20)	0.117647	0.000000
21)	0.223529	0.000000
22)	0.105882	0.000000
23)	0.223529	0.000000
24)	0.294118	0.000000
25)	0.094118	0.000000
26)	0.117647	0.000000
27)	0.176471	0.000000
28)	0.164706	0.000000
29)	0.047059	0.000000

NO. ITERATIONS= 1

Ek 2. 2.projeye 1.proje bakış açısı ile oluşturulan model ve çözümü

MAX 80w211+70w212+87w213+60w214

S.T.

$$85w211+75w212+85w213+50w214 \leq 1$$

$$80w211+70w212+87w213+60w214 \leq 1$$

$$74w211+65w212+95w213+55w214 \leq 1$$

$$74w211+71w212+87w213+50w214 \leq 1$$

$$79w211+70w212+84w213+60w214 \leq 1$$

$$81w211+80w212+98w213+58w214 \leq 1$$

$$65w211+75w212+78w213+75w214 \leq 1$$

$$75w211+80w212+88w213+65w214 \leq 1$$

$$78w211+78w212+90w213+70w214 \leq 1$$

$$77w211+81w212+75w213+83w214 \leq 1$$

$$83w211+76w212+83w213+55w214 \leq 1$$

$$80w211+78w212+85w213+70w214 \leq 1$$

$$80w211+81w212+89w213+70w214 \leq 1$$

$$83w211+70w212+83w213+58w214 \leq 1$$

$$68w211+68w212+75w213+63w214 \leq 1$$

$$75w211+75w212+79w213+68w214 \leq 1$$

$$78w211+79w212+80w213+68w214 \leq 1$$

$$77w211+68w212+70w213+58w214 \leq 1$$

$$75w211+78w212+69w213+73w214 \leq 1$$

$$66w211+80w212+73w213+58w214 \leq 1$$

$$76w211+80w212+68w213+90w214 \leq 1$$

$66w_{211}+70w_{212}+71w_{213}+60w_{214}\leq 1$
 $60w_{211}+73w_{212}+65w_{213}+55w_{214}\leq 1$
 $77w_{211}+83w_{212}+75w_{213}+65w_{214}\leq 1$
 $75w_{211}+82w_{212}+78w_{213}+65w_{214}\leq 1$
 $70w_{211}+75w_{212}+58w_{213}+68w_{214}\leq 1$
 $71w_{211}+75w_{212}+57w_{213}+68w_{214}\leq 1$
 $81w_{211}+83w_{212}+58w_{213}+88w_{214}\leq 1$
 $85w_{211}+75w_{212}+85w_{213}+50w_{214}=1$
 END

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.9774079

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
W211	0.009037	0.000000
W212	0.000000	7.030916
W213	0.001585	0.000000
W214	0.001942	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.022592	0.000000
4)	0.073841	0.000000
5)	0.096235	0.000000
6)	0.036385	0.000000
7)	0.000000	0.148633
8)	0.143282	0.000000
9)	0.056480	0.000000
10)	0.016488	0.000000
11)	0.024059	0.000000
12)	0.011534	0.000000
13)	0.006342	0.000000
14)	0.000000	0.497027
15)	0.005707	0.000000
16)	0.144233	0.000000
17)	0.064923	0.000000
18)	0.036227	0.000000
19)	0.080539	0.000000
20)	0.071066	0.000000
21)	0.175188	0.000000
22)	0.030598	0.000000
23)	0.174475	0.000000
24)	0.247919	0.000000
25)	0.059017	0.000000
26)	0.072335	0.000000
27)	0.143401	0.000000
28)	0.135949	0.000000
29)	0.005153	0.000000
30)	0.000000	0.331748

NO. ITERATIONS= 3

Çizelge 2. R_{jk} matrisi (k projesi bakış açısı ile j projeleri)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1,000	1,000	0,867	1,000	1,000	1,000	0,838	0,927	0,906	0,924	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,977	0,977	0,888	0,961	0,977	0,977	0,916	0,879	0,946	0,925	0,941	0,977	0,977	0,977
3	0,929	0,926	0,969	0,929	0,924	0,969	0,931	0,836	0,963	0,910	0,877	0,924	0,952	0,924
4	0,907	0,904	0,888	0,907	0,904	0,907	0,850	0,887	0,887	0,874	0,903	0,902	0,904	0,902
5	0,964	0,964	0,857	0,943	0,964	0,964	0,898	0,874	0,927	0,915	0,933	0,964	0,964	0,964
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,969	1,000	1,000	0,985	1,000	0,998	1,000	0,998
7	0,858	0,857	0,796	0,801	0,857	0,944	0,961	0,922	0,961	0,957	0,854	0,857	0,960	0,857
8	0,953	0,944	0,898	0,918	0,857	0,987	0,955	0,987	0,970	0,981	0,953	0,943	0,987	0,943
9	0,984	0,984	0,918	0,951	0,983	1,000	1,000	0,970	1,000	0,997	0,966	0,983	1,000	0,983
10	0,978	0,976	0,765	0,900	0,978	0,982	0,996	0,982	0,999	1,000	0,968	0,978	1,000	0,978
11	0,990	0,988	0,847	0,976	0,989	0,990	0,859	0,935	0,911	0,932	0,990	0,989	0,989	0,989
12	0,994	0,994	0,867	0,955	0,994	0,994	0,970	0,962	0,981	0,981	0,979	0,994	0,994	0,994
13	1,000	1,000	0,908	0,966	1,000	1,000	0,994	1,000	1,000	1,000	0,994	1,000	1,000	1,000
14	0,995	0,994	0,847	0,976	0,995	0,994	0,879	0,872	0,924	0,921	0,961	0,995	0,995	0,995
15	0,856	0,994	0,765	0,819	0,856	0,862	0,864	0,841	0,866	0,863	0,841	0,856	0,866	0,856
16	0,936	0,935	0,806	0,893	0,936	0,935	0,921	0,922	0,929	0,932	0,926	0,936	0,936	0,936
17	0,967	0,964	0,816	0,923	0,965	0,971	0,927	0,965	0,941	0,964	0,967	0,965	0,971	0,965
18	0,921	0,919	0,714	0,887	0,921	0,919	0,801	0,833	0,837	0,863	0,904	0,921	0,921	0,921
19	0,937	0,929	0,704	0,866	0,931	0,946	0,894	0,940	0,909	0,946	0,937	0,931	0,948	0,931
20	0,883	0,825	0,745	0,796	0,825	0,965	0,819	0,964	0,850	0,945	0,883	0,825	0,964	0,825
21	0,973	0,969	0,694	0,872	0,973	0,969	1,000	0,963	1,000	1,000	0,953	0,973	1,000	0,973
22	0,835	0,826	0,724	0,790	0,826	0,856	0,820	0,856	0,830	0,854	0,835	0,826	0,857	0,826
23	0,804	0,752	0,663	0,720	0,752	0,878	0,751	0,878	0,776	0,864	0,804	0,752	0,878	0,752
24	0,977	0,941	0,765	0,900	0,942	1,000	0,877	1,000	0,902	0,988	0,977	0,942	1,000	0,942
25	0,959	0,928	0,796	0,891	0,928	0,994	0,895	0,994	0,916	0,983	0,959	0,928	0,994	0,928
26	0,883	0,857	0,592	0,790	0,860	0,898	0,795	0,891	0,817	0,893	0,883	0,860	0,900	0,860
27	0,890	0,864	0,582	0,797	0,867	0,900	0,789	0,890	0,815	0,891	0,890	0,867	0,900	0,867
28	1,000	0,995	0,592	0,889	1,000	1,000	0,927	0,980	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0,883	0,945	0,959	1,000	0,916	0,928	0,945	0,916	0,904	0,958	0,927	0,904	0,904	1,000
2	0,936	0,957	0,902	0,977	0,876	0,877	0,957	0,876	0,843	0,901	0,879	0,843	0,843	0,977
3	0,932	0,918	0,846	0,924	0,829	0,834	0,932	0,829	0,783	0,846	0,836	0,783	0,783	0,924
4	0,866	0,880	0,894	0,902	0,877	0,888	0,880	0,877	0,855	0,893	0,887	0,855	0,855	0,903
5	0,919	0,943	0,897	0,964	0,872	0,873	0,943	0,872	0,843	0,897	0,874	0,843	0,843	0,964
6	0,979	0,982	1,000	0,998	0,990	1,000	0,982	0,990	0,964	1,000	1,000	0,964	0,964	1,000
7	0,939	0,896	0,897	0,857	0,930	0,918	0,961	0,930	0,904	0,930	0,922	0,904	0,904	0,936
8	0,956	0,946	0,976	0,943	0,984	0,986	0,967	0,984	0,964	0,987	0,987	0,964	0,964	0,984
9	1,000	0,990	0,968	0,983	0,970	0,967	1,000	0,970	0,940	0,970	0,970	0,940	0,940	0,990
10	0,997	0,997	0,982	0,978	0,995	0,978	1,000	0,995	0,976	0,995	0,982	0,976	0,976	1,000
11	0,896	0,947	0,961	0,989	0,928	0,936	0,947	0,928	0,916	0,960	0,935	0,916	0,916	0,990
12	0,981	0,990	0,971	0,994	0,964	0,960	0,990	0,964	0,940	0,971	0,962	0,940	0,940	0,994
13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	1,000	1,000	0,976	1,000	1,000	0,976	0,976	1,000
14	0,913	0,958	0,907	0,995	0,869	0,871	0,958	0,869	0,843	0,907	0,872	0,843	0,843	0,995
15	0,866	0,862	0,842	0,856	0,843	0,838	0,866	0,843	0,819	0,843	0,841	0,819	0,819	0,862
16	0,929	0,936	0,926	0,936	0,925	0,919	0,936	0,925	0,904	0,926	0,922	0,904	0,904	0,936
17	0,941	0,958	0,971	0,965	0,967	0,964	0,959	0,967	0,952	0,971	0,965	0,952	0,952	0,971
18	0,836	0,888	0,864	0,921	0,833	0,831	0,888	0,833	0,819	0,864	0,833	0,819	0,819	0,921
19	0,909	0,931	0,946	0,931	0,948	0,938	0,937	0,948	0,940	0,948	0,940	0,940	0,940	0,948
20	0,824	0,825	0,941	0,825	0,961	0,965	0,917	0,961	0,964	0,965	0,964	0,964	0,964	0,964
21	1,000	1,000	0,966	0,973	0,982	0,958	1,000	0,982	0,964	0,982	0,963	0,964	0,964	1,000
22	0,826	0,828	0,851	0,826	0,857	0,854	0,841	0,857	0,843	0,857	0,856	0,843	0,843	0,857
23	0,755	0,755	0,857	0,752	0,877	0,878	0,840	0,877	0,880	0,880	0,878	0,880	0,880	0,880
24	0,899	0,927	1,000	0,942	1,000	1,000	0,964	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
25	0,908	0,922	0,987	0,928	0,993	0,993	0,961	0,993	0,988	0,994	0,994	0,988	0,988	0,993
26	0,817	0,852	0,898	0,860	0,900	0,890	0,880	0,900	0,904	0,904	0,891	0,904	0,904	0,904
27	0,815	0,856	0,900	0,867	0,899	0,888	0,879	0,899	0,904	0,904	0,890	0,904	0,904	0,904
28	0,953	1,000	1,000	1,000	1,000	0,976	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980	1,000	1,000	1,000

Çizelge 3. C_{jk} matrisi (j projesinin k projesine üstünlük derecesi)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	*	0,750	0,857	0,929	0,893	0,393	0,750	0,393	0,393	0,429	0,429	0,429	0,393	0,821
2	0,250	*	0,893	0,714	1,000	0,000	0,500	0,286	0,036	0,107	0,214	0,071	0,000	0,464
3	0,143	0,107	*	0,607	0,179	0,000	0,429	0,107	0,107	0,071	0,143	0,036	0,036	0,143
4	0,071	0,357	0,393	*	0,321	0,000	0,321	0,036	0,000	0,071	0,036	0,036	0,000	0,321
5	0,107	0,107	0,821	0,679	*	0,000	0,500	0,250	0,000	0,071	0,107	0,000	0,000	0,429
6	0,893	1,000	1,000	1,000	1,000	*	1,000	1,000	0,821	0,643	1,000	0,857	0,500	1,000
7	0,321	0,500	0,571	0,679	0,536	0,000	*	0,071	0,000	0,036	0,250	0,000	0,000	0,500
8	0,607	0,714	0,893	0,964	0,750	0,107	0,964	*	0,321	0,214	0,536	0,429	0,000	0,571
9	0,679	0,964	0,893	1,000	1,000	0,250	1,000	0,679	*	0,500	0,714	0,607	0,250	0,714
10	0,643	0,893	0,929	0,929	0,929	0,429	0,964	0,786	0,571	*	0,643	0,643	0,286	0,679
11	0,571	0,786	0,857	0,964	0,893	0,000	0,750	0,464	0,321	0,357	*	0,071	0,036	0,500
12	0,607	0,929	0,964	0,964	1,000	0,143	1,000	0,607	0,536	0,357	0,929	*	0,000	0,714
13	0,929	1,000	0,964	1,000	1,000	0,857	1,000	1,000	0,929	0,964	0,964	1,000	*	0,964
14	0,179	0,643	0,857	0,679	0,679	0,000	0,500	0,429	0,286	0,321	0,571	0,357	0,036	*
15	0,036	0,036	0,321	0,107	0,036	0,000	0,071	0,000	0,036	0,036	0,071	0,036	0,000	0,036
16	0,321	0,429	0,750	0,929	0,036	0,000	0,643	0,036	0,000	0,036	0,143	0,000	0,000	0,500
17	0,571	0,571	0,857	0,964	0,929	0,000	0,893	0,321	0,214	0,071	0,571	0,357	0,000	0,607
18	0,000	0,000	0,321	0,429	0,000	0,000	0,286	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19	0,429	0,393	0,750	0,929	0,464	0,000	0,714	0,036	0,107	0,000	0,393	0,107	0,000	0,429
20	0,357	0,393	0,500	0,500	0,500	0,107	0,536	0,143	0,107	0,000	0,357	0,250	0,000	0,393
21	0,643	0,679	0,929	0,964	0,929	0,393	0,964	0,679	0,500	0,286	0,643	0,571	0,286	0,643
22	0,000	0,107	0,357	0,000	0,107	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,107
23	0,000	0,214	0,357	0,179	0,286	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286
24	0,607	0,607	0,821	0,929	0,643	0,500	0,857	0,607	0,500	0,571	0,607	0,500	0,464	0,571
25	0,536	0,571	0,821	0,929	0,571	0,179	0,893	0,607	0,393	0,321	0,643	0,464	0,107	0,500
26	0,107	0,321	0,429	0,464	0,393	0,000	0,500	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286
27	0,107	0,357	0,393	0,429	0,357	0,000	0,393	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286
28	0,893	0,929	0,857	0,929	0,929	0,679	0,893	0,714	0,821	0,714	0,929	0,821	0,679	0,929

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	0,964	0,786	0,429	1,000	0,571	0,643	0,429	1,000	1,000	0,500	0,464	1,000	1,000	0,429
2	0,964	0,571	0,429	1,000	0,607	0,607	0,321	1,000	0,786	0,429	0,429	0,679	0,643	0,071
3	0,679	0,250	0,143	0,679	0,250	0,500	0,107	0,643	0,643	0,179	0,179	0,571	0,607	0,143
4	0,929	0,071	0,036	0,571	0,071	0,500	0,036	1,000	0,893	0,071	0,071	0,571	0,607	0,071
5	0,964	0,500	0,107	1,000	0,536	0,536	0,071	1,000	0,714	0,357	0,429	0,607	0,643	0,071
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,821	1,000	1,000	0,786	0,821	1,000	1,000	0,607
7	0,929	0,571	0,107	0,714	0,286	0,464	0,036	1,000	1,000	0,143	0,179	0,643	0,714	0,107
8	1,000	0,964	0,679	0,964	0,964	0,964	0,464	1,000	1,000	0,393	0,393	0,964	0,964	0,286
9	0,964	1,000	0,786	1,000	1,000	0,893	0,679	1,000	1,000	0,571	0,607	1,000	1,000	0,286
10	1,000	0,964	0,929	1,000	1,000	1,000	0,857	1,000	1,000	0,571	0,679	1,000	1,000	0,393
11	0,929	0,893	0,429	1,000	0,607	0,643	0,357	1,000	1,000	0,393	0,357	1,000	1,000	0,071
12	1,000	1,000	0,714	1,000	1,000	0,750	0,429	1,000	1,000	0,500	0,607	1,000	1,000	0,179
13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,964	1,000	1,000	0,857	0,893	1,000	1,000	0,857
14	1,000	0,500	0,429	1,000	0,571	0,607	0,357	1,000	0,714	0,429	0,536	0,714	0,714	0,071
15	*	0,036	0,036	0,500	0,071	0,393	0,071	0,607	0,500	0,071	0,036	0,250	0,250	0,036
16	0,250	*	0,000	1,000	0,393	0,464	0,071	1,000	1,000	0,179	0,393	1,000	1,000	0,071
17	0,964	1,000	*	1,000	1,000	0,857	0,286	1,000	1,000	0,393	0,464	1,000	1,000	0,107
18	0,643	0,000	0,000	*	0,071	0,357	0,071	0,643	0,643	0,000	0,000	0,607	0,893	0,036
19	0,929	0,607	0,000	0,929	*	0,536	0,036	1,000	1,000	0,143	0,250	1,000	1,000	0,036
20	0,607	0,536	0,143	0,643	0,464	*	0,250	0,679	1,000	0,000	0,000	0,786	0,679	0,036
21	0,929	0,929	0,714	0,929	0,964	0,857	*	0,964	1,000	0,464	0,500	0,964	1,000	0,321
22	0,393	0,000	0,000	0,357	0,000	0,321	0,036	*	0,500	0,000	0,000	0,179	0,143	0,036
23	0,500	0,000	0,000	0,357	0,000	0,000	0,000	0,500	*	0,000	0,000	0,036	0,036	0,000
24	0,964	0,821	0,607	1,000	0,857	1,000	0,607	1,000	1,000	*	0,857	1,000	1,000	0,536
25	0,964	0,607	0,536	1,000	0,750	1,000	0,500	1,000	1,000	0,143	*	1,000	1,000	0,179
26	0,750	0,000	0,000	0,393	0,000	0,286	0,036	0,857	0,964	0,000	0,000	*	0,607	0,000
27	0,750	0,000	0,000	0,107	0,000	0,321	0,000	0,857	0,964	0,000	0,000	0,607	*	0,000
28	0,964	0,929	0,929	0,964	0,964	0,964	0,857	0,964	1,000	0,750	0,821	1,000	1,000	*