

TAŞINMAZ GELİŞTİRMEDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Bülent Bostancı¹, Hülya Demir²

¹ EÜ, Erciyes Üniversitesi, Harita Müh. Bölümü, Melikgazi, Kayseri, bostanci@erciyes.edu.tr

² YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Müh. Bölümü, Esenler, İstanbul, hudemir@yildiz.edu.tr

ÖZET:

Bu çalışmada doğrusal programlama aşamaları kullanılarak, yıllık getiri oranları ve özellikleri farklı taşınmaz geliştirme projelerine hangi miktarda yatırım yapılabileceğinin belirlenmesi üzerine bir modelleme çalışması yapılmıştır. Bu modelleme çerçevesinde örnek yatırım projeleri incelenerek, taşınmaz geliştirme şirketinin yatırım politikası ve şirketin finansal durumu ile ilgili kısıtlar altında getirisinin en çoklanmasını sağlayan proje seçeneklerinin yatırım oranları belirlenmiştir. Doğrusal programlamanın Solver (çözücü) programında modellenmesi ve çözüm sonuçlarının elde edilmesi uygulamanın teknolojik altyapısını oluşturmaktadır.

Anahtar sözcükler: *Taşınmaz geliştirme, yöneylem araştırması, doğrusal programlama, modelleme, solver (çözücü) programı*

ABSTRACT:

LINEAR PROGRAMMING IN REAL ESTATE DEVELOPMENT

This paper presents a model on annual profit rates and determination of the investment amounts of different real estate development projects using linear programming stages. Sample investment projects have been examined in this modeling. The investment rates of the project choices that provide maximum profit have been determined considering the investment policy and financial situation disability of the real estate development corporations. Modeling of the linear programming in Solver program and then getting the results constitute the technological infrastructure of the case application.

Keywords: *Real estate development, operation research, linear programming, modeling, Solver program*

1. GİRİŞ

Tüm insanlar temelde karar vericilerdir. İnsan hayatında ortaya çıkan her şey bilinçli ya da bilinçsiz olarak alınan bazı kararların sonucudur. Ancak, toplanan bilgiler iyi kararlar vermek için insanlara yardımcı olur (Saaty, 2008). Bir karar verme eylemi, herhangi bir problemin çözümlenmesine ilişkin seçenekler arasında en iyi olanın seçilmesi biçiminde olabileceği gibi, bir problemle ilgili ardışık seçeneklerin türlü bileşimlerinden en iyi olanının seçilmesi biçiminde de olabilir (Sezen, 2007). Karar verme iş dünyasının çalışmasını sağlayan temel unsurlardan biridir. Tüm yöneticiler, buldukları faaliyet alanı ve kademelerinden bağımsız olarak stratejik düzeyden operasyonel düzeye kadar çeşitlenen geniş bir yelpazede kısa, orta ve uzun dönemli karar verirler (Ulucan, 2007). Doğru ve zamanında karar verme insanlar için birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Bu nedenle şirketlerin stratejik öneme sahip kararlarını oluştururken çeşitli sayısal karar verme yöntem ve yaklaşımlarını kullanmaları rakiplerine göre avantaj sağlamaları açısından önemlidir (Eroğlu ve Lorcu, 2007).

İşletmelerde karşılaşılan karar verme problemlerini sayısal çözüm yöntemleri kullanarak çözen bilime sayısal yöntemler denir. Sayısal yöntemlerin diğer bir adı da Yöneylem Araştırması (YA)'dır. YA, sınırlı kaynakların kullanımında karşılaşılan karar verme problemlerinde en iyi kararın verilmesini sağlar (Taha, 1982; Tekin, 2008). YA, disiplinler arası bir çaba olarak II. Dünya Savaşı sırasında Alman hava saldırılarına daha etkili karşı koyabilmek için İngilizler tarafından geliştirilmiştir. Savaş sonrası bir çok ekonomik, sosyal, çevre vb. sorunların çözümünde yaygın olarak kullanılan YA, endüstri adıyla yeni bir mühendislik alanının şekillenmesinde önemli bir rol üstlenmiştir (Sezen, 2007). Günümüzde işletme faaliyetlerinin karmaşık bir durum göstermesiyle birlikte işletme yönetiminde; doğru karar vermenin zorluğu, buna paralel olarak ta kullanılan matematiksel yöntemlerin önemi artmıştır. YA, işletmelerde karşılaşılan problemlerin çözümünde de başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Beazley, 1983; Tekin, 2008).

Taşınmaz geliştirme projesi; yer, proje düşüncesi ve sermaye faktörleri ile bireysel ekonomi açısından rekabet yeteneği olan, iş olanakları yaratan ve garanti eden, genel ekonomi açısından ise sosyal duruma ve çevreye uyumlu taşınmaz objelerinin oluşturulması ve bu faktörlerin sürekli karlı kullanılabilir şekilde birleştirilmesidir (Diederichs, 1996). Bu tanımla, geliştirme projesinin hem genel ekonomi hem de bireysel ekonomi içindeki etki alanı ifade edilmektedir. Sonuç olarak taşınmaz geliştirme projesinin; genel ekonomi açısından kamusal gereksinimlere cevap vermesi, bireysel ekonomi açısından ise rekabet gücünün olması ve sürekli kârlı olarak kullanılabilmesi istenmektedir. Taşınmaz

geliştirme projesi çerçevesinde yapılan araştırmalar; ekonomik, mali ve hukuki konular, inşaat projesinin planlama ve inşaat hazırlıklar konusundaki incelemeleri yanında ticari kararları da kapsamaktadır (Bostancı, 2008; Demir ve Bostancı, 2010).

Kullanıcıların sosyal ve ekonomik durumlarına, kentin gelişme potansiyeline ve imar koşullarına göre bir kentin farklı bölgelerinde taşınmaz yatırımları gerçekleştirilmektedir. Taşınmaz geliştirme sektöründe faaliyet gösteren firma ve şirket yönetim kademesi, yatırımlarını gerçekleştirirken farklı yatırımlar ya da kentin farklı bölgeleri arasında karar vermek zorunda kalmaktadır. Bu klasik bir seçim problemidir ve problemin özelliğine göre değişik YA teknikleri (doğrusal programlama, doğrusal olmayan programlama, ulaştırma modelleri, karar ağaçları, karar teknikleri, simülasyon vb.) kullanılarak çözülebilir.

Doğrusal programlama (DP), sınırlı kaynakların kullanımını en uygun kılmak için tasarlanmış bir matematiksel modelleme yöntemidir. DP değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı olarak amaç fonksiyonunu en uygun (maksimum veya minimum) kılmaya çalışır. Yirminci yüzyılın ortalarında görülen en önemli bilimsel gelişmeler içinde üst sırayı DP'deki gelişmeler almıştır (Öztürk, 2009). DP'nin amacı çok sayıda seçenek arasından en iyi seçeneği belirlemektir (Tekin, 2008). Mühendislik, askerlik, tarım, endüstri, ulaştırma, ekonomi, sağlık sistemleri, hatta davranış bilimleriyle sosyal bilimler gibi alanlarda başarılı DP uygulamaları vardır (Taha, 2000).

DP'nin harita mühendisliğindeki uygulaması iki yönlüdür. Birincisi, ekonomi ile ilişkili olan maliyet, süre ve kapasite planlamasını; ikincisi ise ölçüm inceliğine ilişkin çalışmaları içerir (Uzel, 1986). Çalışmada taşınmaz geliştirme açısından olaya bakıldığı için daha çok ekonomi ile ilişkili olan modelleme ve karar verme çalışmaları incelenecektir.

2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA (DP)

Klasik optimizasyon metodlarının programlama problemlerinin çözümünde yetersiz kalması üzerine, 1930 yılında Leontief bugünkü DP modeline uygun olarak girdi-çıkıtı analizini geliştirmiştir. 1930 ve 1940 yıllarında Hitcock ve Koopsmans, ulaştırma problemlerini çözmek için bir DP modeli oluşturmuşlardır (Gaither, 1980; Tekin, 2008). Kantorovich 1940'da ve Dantzig 1947 yılında birbirinden habersiz DP problemleri için genel çözümler üretmişlerdir. DP yöneylem araştırmasının en yaygın kullanılan alanıdır (Öztürk, 2009).

DP'nin temel konusu, sınırlı kaynakların yarışan faaliyetler arasında en iyi biçimde dağıtımının sağlanması problemi ile ilgilidir. Bu bağlamda DP optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir teknik olmaktadır (Öztürk, 2009). Doğrusal programlama modeli; bir grup doğrusal sınırlılıklara bağlı olarak doğrusal amaç fonksiyonunun maksimize veya minimize edilmesini araştıran bir modeldir (Lawrence ve Pasternack, 1998; Paksoy, 2001).

DP modeli bir YA problemi olarak düşünüldüğünde üç temel elemanı olacaktır (Taha, 2000; Paksoy, 2001):

- Belirlenecek karar değişkenleri (kontrol edilebilen veya karar verici tarafından belirlenen),
- Optimum kılacağınız amaç (maksimize veya minimize edilen),
- İçinde bulunduğumuz kısıtlar.

Doğrusal programlamanın uygulanması için esas olarak aşağıda belirtilen 4 şartın önceden kabulü gerekir (Erkuş ve Demirci, 1996; Paksoy, 2001):

- Doğrusallık: Girdi-çıkıtı oranı üretim miktarına bağlı olarak değişmeyip sabittir.
- Bölünebilirlik (Süreklilik): Üretim kaynakları ve faaliyetleri bölünebilmelidir.
- Bağımsızlık (Toplanabilirlik): Bir üretim faaliyetinin seçimi diğer bir faaliyetin seçimini zorunlu kılmamalıdır.
- Sınırlılık: Üretim kaynakları ve bunlara bağlı olarak üretim faaliyetleri sınırlıdır.

DP modelinde iki farklı çözüm yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar (Tekin, 2008):

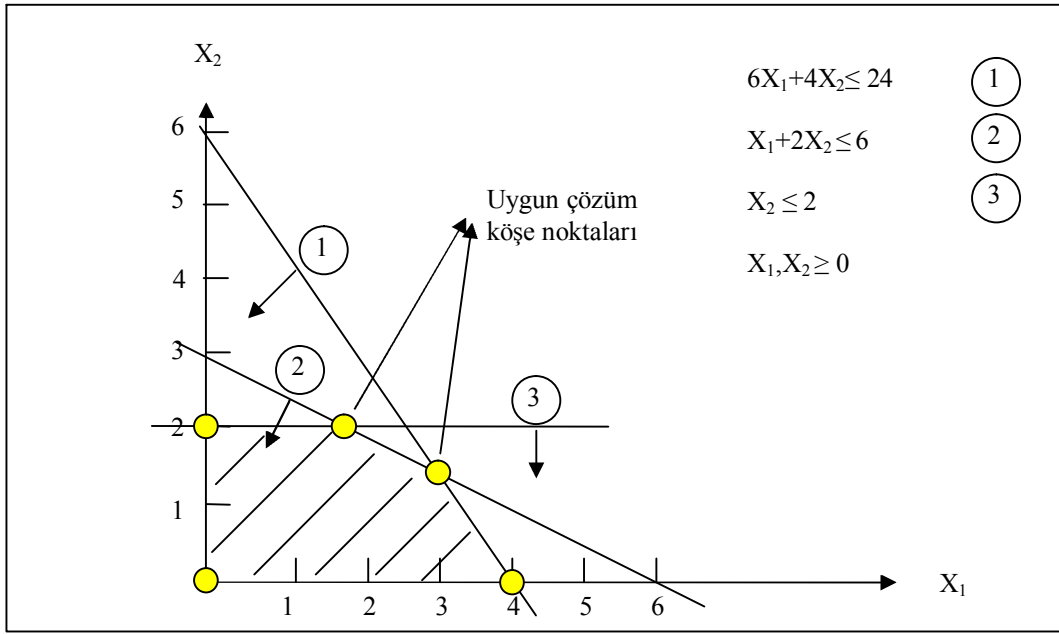
- 1) Grafikselsel çözüm yöntemi
- 2) Simpleks çözüm yöntemi

2.1. Grafikselsel Çözüm Yöntemi

Grafik çözüm yönteminin kullanılabileceği doğrusal programlama modelleri sadece 2 karar değişkeni içerebilir (Ulucan, 2007; Tekin, 2008). Uygulamada iki değişkenli modellerle nadiren karşılaşılsa da (doğrusal programlama modeli binlerce kısıt ve değişken içerebilir) temel fikirlerin oluşması açısından grafik çözüm bir başlangıç oluşturacaktır. Grafik yöntemde iki temel adım vardır (Taha, 2000):

1. Modelin tüm kısıtlarının sağlandığı uygun çözümleri içeren çözüm uzayının belirlenmesi,

2. Belirlenen uygun çözüm uzayındaki bütün noktalar arasından en uygun çözümün bulunması (Şekil 1).



Şekil 1. Grafikselsel Çözüm Yöntemi

2.2. Simpleks Çözüm Yöntemi

Grafik yöntem, doğrusal programlama probleminin en uygun çözümünün daima çözüm uzayının köşe noktalarından biriyle ilişkili olduğunu gösterir. Bu sonuç, doğrusal programlama modelini çözmek için geliştirilmiş genel cebirsel çözüm yöntemi olan simpleks yönteminin anahtar kavramıdır. Geometrik en uç nokta çözümünden simpleks yöntemine geçişte başrol, en uç nokta düşüncesinin cebirsel tanımındadır. Bu tanımları yapabilmek için ilk olarak, modelde bulunan eşitsizlikler halindeki kısıtların gevşek değişkenler kullanılması ile eşitliklere dönüştürülerek modelin standart doğrusal programlama haline gelmesi sağlanmalıdır. Model standart hale geldikten sonra; doğrusal eşitlikler haline gelmiş olan kısıtların simule edilmiş temel çözümlerine geçilir (Uzel, 1986, Taha, 2000). Simülasyon işlemleri ise günümüzde bazı programlar ile çok kolay yapılabilir hale gelmiştir.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile doğrusal programlama modelleri paket programlar kullanılarak çözülebilmektedir. Doğrusal programlamada kullanılan paket programlar ile iki veya daha fazla değişkene sahip modeller kolaylıkla çözebilir. Herhangi bir paket programın girdisi aşağıdaki verileri içerir.

- Amaç fonksiyon özelliği (Max. veya min.)
- Kısıtlılığın özellikleri (\leq , $=$, \geq)
- Probleme ilişkin gerçek katsayılar.

3. TAŞINMAZ GELİŞTİRMEDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMANNIN MODELLENMESİ

Taşınmaz geliştirme işinde deneyimleri doğrultusunda karar alan profesyoneller, karar verme sürecinde iki faktörü öncelikle göz önünde bulundurmaktadırlar: Ya faydayı en yüksek değere çıkarmak (kar maksimizasyonu) ya da giderleri minimize etmek (maliyet minimizasyonu).

Herhangi bir YA tekniği kullanıldığında temel aşamaların takip edilmesi bir zorunluluktur. Taha'ya (2000) göre bu aşamalar:

- Problemin tanımlanması
- Modelin kurulması
- Modelin çözülmesi
- Modelin geçerliliğinin onaylanması
- Çözümün uygulanması

Problemin tanımlanması aşamasında, ele alınan problemin incelenip izlenerek tanımlanması sağlanır. Araştırma ekibinin tamamı bu sürece katkıda bulunmalıdır. Büyük bir inşaat şirketinde veya gayrimenkul yatırım ortaklığında konut üretim planlaması yapan bir yönetici, problemler karşısında bazı kararlar vermek zorundadır. Bu problemler en düşük maliyetle arsa üretimi, en düşük maliyetle inşaatın yapımı, en yüksek kar sağlayacak şekilde arsa kullanımı, şirket yatırımların hangi projelere nasıl dağılacağı, şirket portföyünün nasıl değerlendirileceği gibi çok değişik şekillerde oluşabilir. İnceleme ve araştırmalar sonucunda karar probleminin 3 temel elemanı ortaya çıkar: (1) alternatif kararların neler olduğu, (2) çalışmanın amacı, (3) model kuruluş aşamasındaki kısıtlamaların belirlenmesi.

Model kurma aşamasında problem matematiksel ilişkiler halinde ifade edilir. Başka bir ifade ile, problem matematik diline dönüştürülür. Taşınmaz geliştirme yatırımlarında, eldeki veriler ışığında ya geliri maksimize edecek ya da maliyeti minimize edecek şekilde (şirket politikaları kısıtları çerçevesinde) matematiksel modeller oluşturulur.

Modelin çözümü YA aşamalarının en basit aşamasıdır. Oluşturulan bir model, çok iyi bilinen optimizasyon algoritmaları kullanılarak çözümlenir.

Modelin geçerliliği aşamasında geliştirilmiş olan modelle sitenin çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar karşılaştırılır ve modelin beklenen davranışlar sergileyip sergilemediği incelenir.

Çözümün uygulanması ise geçerliliği kanıtlanmış bir modelin sonuçlarının önerilen sistemi uygulayacak kişilere anlaşılır bir şekilde aktarılmasından ibarettir.

4. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA UYGULAMASI

Bölüm 3'te anlatılan aşamalar çerçevesinde uygulamanın temel problemi; rekabetin yoğun yaşandığı pazarda yatırımlarını daha rasyonel yapmak isteyen bir şirketin (Uygulamada TAÇ GYO olarak adlandırılmıştır.) elindeki fonun şirketin politikaları çerçevesinde en yüksek getiriye sağlayacak proje veya projelere yatırılmasıdır. Yatırım yapılabilecek beş projeye ilişkin veriler elde edilerek sonuçlar, YA analisti ile değerlendirilmiştir. DP kuralları çerçevesinde matematiksel model kurularak çözümler bulunmuş ve bulunan çözümlerin geçerliliği test edilmiştir. Sonuç olarak şirket politikaları çerçevesinde en uygun yatırım projeleri belirlenmiştir. Uygulama Excel paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Taç GYO yatırım uzmanları ve YA analisti, ortaklığın 50.000.000 TL'lik fonunun tamamını çeşitli yatırım projelerine dağıtmak istemektedir. Öncelikle, 5 farklı yatırım projesi incelenerek ilgili şirket ve YA analistinin bilgi ve deneyimleri doğrultusunda bu yatırımlara ilişkin özellikler sınıflandırılır (Tablo 1).

Tablo 1. Yatırım Projelerinin Verileri

Proje Adı	Beklenen Yıllık Getiri Oranı	İnşaat Maliyeti	Risk	Dış Kredi Desteği
Ayıışığı Evleri	0.35	Düşük	Yüksek	Var
Burgaz Konutları	0.27	Yüksek	Yüksek	Yok
Ceren Rezidans	0.23	Düşük	Düşük	Yok
Derbent Konutları	0.19	Yüksek	Düşük	Var
Elvan Evleri	0.15	Yüksek	Düşük	Yok

Taç GYO uzmanlarının ellerindeki fonun yatırım projelerine nasıl dağıtılacağı ile ilgili temel strateji aşağıdaki gibidir:

- Taç GYO elindeki fonun en fazla % 50'sini inşaat maliyeti yüksek olan projelere yatıracaktır.
- Taç GYO elindeki fonun en fazla % 40'ını riski yüksek projelere yatırmak istemektedir.
- Dış kredi desteği olan projelere elindeki fonun en az % 30'unu yatıracaktır.
- Yatırım sonucunda elde edilecek getirinin en az % 60'ı risksiz yatırım projelerinden elde edilecektir.

Problemin amacı çeşitli yatırım projelerine dağıtılacak miktarlarla belirlenen stratejiler (kısıtlar) çerçevesinde elde edilecek yıllık getirinin en çok olmasını sağlamaktır. Bu yüzden karar değişkenleri ile o karar değişkenlerine karşılık gelen yıllık getiri oranları dikkate alınarak amaç fonksiyonu elde edilir.

Karar değişkenleri:

- A = Ayışığı Evleri projesine yatırılacak miktar
- B = Burgaz Konutları projesine yatırılacak miktar
- C = Ceren Rezidans projesine yatırılacak miktar
- D = Derbent Konutları projesine yatırılacak miktar
- E = Elvan Evleri projesine yatırılacak miktar

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Maksimum } Z = 0.35A + 0.27B + 0.23C + 0.19D + 0.15E$$

Problemin Kısıtları:

- a) Problemdaki ilk kısıt toplam yatırılacak fonun 50.000.000 TL. olmasını sağlayan kısıttır.
 $A+B+C+D+E = 50.000.000 \text{ TL.}$
- b) Yatırım yapılacak fonun en fazla % 50'sinin yani en fazla 25.000.000 TL'nin inşaat maliyeti yüksek olan projelere dağıtılması,
 $B+D+E \leq 25.000.000 \text{ TL.}$
- c) Yatırım yapılacak fonun en fazla % 40'mın yani en fazla 20.000.000 TL'nin riski yüksek projelere dağıtılması,
 $A+B \leq 20.000.000 \text{ TL.}$
- d) Yatırım yapılacak fonun en az % 30'unun yani en az 15.000.000 TL'nin dış kredi desteği olan projelere dağıtılması,
 $A+D \geq 15.000.000 \text{ TL.}$
- e) Elde edilecek getirinin en az % 60'mın risksiz yatırım projelerinden elde edilmesi,
 $0.23C + 0.19D + 0.15E \geq 0.60 \times (0.35A + 0.27B + 0.23C + 0.19D + 0.15E)$
- f) Tüm kısıtların pozitif olma koşulu,
 $A, B, C, D, E \geq 0$

Excel'de Veri Girişi ve Modelin Çözümlemesi:

Excel'de veri girişlerinin yapılabilmesi için öncelikle çalışma tablosu üzerinde matematiksel modelin oluşturulması gerekir. Bunun için hücrelere değişken isimleri, değerleri, kısıtlar girilerek çözüm tablosu oluşturulur. Çözüm tablosu oluşturulduktan sonra "Araçlar" menüsünden "Çözücü" seçeneği seçilir (Şekil 2).



Şekil 2. Çözücü Penceresi

Burada "Hedef Hücre" alanına çözüm tablomuzda amaç fonksiyonunun bulunduğu alan girilir. Amaç fonksiyonu maksimum ise en büyük, minimum ise en küçük seçilir. Belli bir değere eşitlenecekse değer sayısal olarak girilmelidir. "Değişen Hücreler" bölümüne karar değişkenlerinin tanımlandığı hücreler girilir. Kısıtlamalar bölümünde ise problemin kısıtları sıra ile "Ekle" bölümünden oluşturulur.

Taşınmaz Geliştirmede Doğrusal Programlama

Taşınmaz geliştirmede doğrusal programlama uygulamasına ilişkin verilerden yararlanarak oluşturulan Excel matematiksel model tablosu Şekil 3’de görülmektedir. İnşaat maliyeti, risk ve dış kredi desteği gibi nitel veriler kukla değişken (1,0) kullanılarak modele dahil edilmiştir.

Yatırım Projesi	Miktar	Beklenen yıllık getiri oranı	İnşaat maliyeti	Risk	Dış Kredi	Getiri	
A		0.35	0.00	1.00	1.00	0.00	
B		0.27	1.00	1.00	0.00	0.00	
C		0.23	0.00	0.00	0.00	0.23	
D		0.19	1.00	0.00	1.00	0.19	
E		0.15	1.00	0.00	0.00	0.15	
	- TL	- TL	- TL	- TL	- TL	- TL	
			25,000,000.00 TL	20,000,000.00 TL	15,000,000.00 TL	- TL	
Eldeki Fon	50,000,000.00 TL			0.5	0.4	0.3	0.60
Ortalama Getiri Oranı		0					

Şekil 3. Uygulamanın Matematiksel Model Tablosu

Matematiksel model tablosu oluşturulduktan sonra “Araçlar” menüsünden “Çözücü” seçeneği çalıştırılarak gelen çözücü penceresinde gerekli olan hücre tanımlamaları gerçekleştirilir (Şekil 4).

Çözücü Parametreleri

Hedef Hücre:

Eşittir: En Büyük En Küçük Değer:

Değişen Hücreler:

Kısıtlamalar:

-
-
-
-
-
-

Çöz Kapat Tahmin Seçenekler Ekle Değiştir Sil Tümünü Sıfırla Yardım

Şekil 4. Matematiksel Model Parametrelerinin Girilmesi

Çözücü parametreleri bölümünde “Hedef Hücre” alanına amaç fonksiyonu hücresi girilmelidir. “Değişen Hücreler” bölümünde ise karar değişkenleri tanımlanmaktadır. “Kısıtlamalar” bölümü ise sırası ile yatırım stratejilerimize ilişkin kısıtların girildiği bölümdür. Veriler hatasız olarak girildikten sonra “Çöz” seçeneği ile yıllık getiri oranı maksimum olacak şekilde karar değişkenlerinin değerleri Excel matematiksel model üzerinde hesaplanacaktır (Şekil 5).

Yatırım Projesi	Miktar	Beklenen yıllık getiri oranı	İnşaat maliyeti	Risk	Dış Kredi	Getiri
A	13907284.77	0.35	0.00	1.00	1.00	0.00
B	0.00	0.27	1.00	1.00	0.00	0.00
C	11092715.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.23
D	25000000.00	0.19	1.00	0.00	1.00	0.19
E	0.00	0.15	1.00	0.00	0.00	0.15
	50,000,000.00 TL	12,168,874.17 TL	25,000,000.00 TL	13,907,284.77 TL	38,907,284.77 TL	7,301,324.50 TL
			25,000,000.00 TL	20,000,000.00 TL	15,000,000.00 TL	7,301,324.50 TL
Eldeki Fon	50,000,000.00 TL			0.5	0.4	0.3
Ortalama Getiri Oranı	0.243377483					0.60

Şekil 5. Çözüm Tablosu

Çözüm tablosuna göre amaç fonksiyonu ve kısıtlar çerçevesinde Ayışığı Evleri (A), Ceren Rezidans (C) ve Derbent Konutları (D) projelerine yatırım yapmak en yüksek getiriyi sağlamaktadır. Taç GYO yatırım uzmanları ellerindeki 50.000.000 TL'lik fonu en yüksek yıllık getiriyi sağlamak için A projesine 13.907.284,77 TL., C projesine 11.092.715,23 TL. ve D projesine 25.000.000 TL. olacak şekilde dağıtmalıdır. Fon, projelere bu miktarlarda dağıtıldığında yılsonunda elde edilecek getiri 12.168.874,17 TL olacaktır. Bu getirinin fona göre ortalama yıllık getiri oranı ise % 24 olarak gerçekleşecektir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Karar verme sürecinde açıklanan tüm araştırma ve analizler bir ekip işi olarak görülmeli, uzmanlar şirket verilerini ve politikalarını sunmalı; YA analisti ise bu verilere dayalı matematiksel modeli ortaya koymalıdır.

Matematiksel model kurma son derece önemli ve dikkat isteyen bir konudur. Yanlış modelin yanlış yatırımlara yol açacağı ve şirketin geleceğini tehlikeye atacağı unutulmamalıdır. Oluşturulan modelin elde edilen sonuçlarının kısıtları sağlayıp sağlamadığı mutlaka kontrol edilmelidir.

Şirket stratejileri ve yatırım projelerinin verileri doğrultusunda en çok getiriyi sağlayan yatırım projeleri doğrusal programlama ile kolaylıkla belirlenebilir.

Özellikle riskli yatırımlarda risk derecesi iyi belirlenmeli (risk simülasyonu ile belirlenebilir) ve eldeki fonun belirli bir kısmının riski yüksek projelere yatırılması bir kısmının da riski düşük projelerde değerlendirilmesi daha sağlıklı bir yol olarak görülmelidir.

Doğrusal programlama, taşınmaz geliştirmede minimum inşaat maliyetinin sağlanması, en yüksek karı veren ev tiplerinin oluşturulması ve yatırımların en uygun şekilde dağıtılması gibi çok farklı alanlarda uygulanabilir. Çalışmanın ekonomik anlamda harita mühendisliğine yeni bir vizyon kazandırması ve ekonomi ile ilgili uğraşı alanlarımızın genişlemesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR:

- Akpınar, H., (1996), Excel'de Fonksiyonlar Veri Analizleri ve Problem Çözme. Alfa Basın Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Beazley, M. (1983), Operational Research- Quantative Decision Analysis, Core Business Studies.
- Bostancı, B., (2008). Taşınmaz Geliştirmede Değer Kestirim Analizleri ve İstanbul Konut Alanı Örneğinde Bir Uygulama, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Demir, H. and Bostancı, B.(2010), "Decision-Support Analysis for Risk Management", African Journal of Business Management Vol. 4(8), pp. 1586-1604
- Diederichs, C.-J., (1996) Grundkonzeption der Projektentwicklung, In: Schulte, Karl-Werner (Hrsg), Handbuch der Immobilien-Projektentwicklung. Rudolf Müller Verlag, Karlsruhe.
- Erkuş, A., Demirci, R., (1996), Tarımsal İşletmecilik ve Planlama, Genişletilmiş ve Gözden Geçirilmiş II. Baskı. Ankara Üniv. Yayın No:1435, Ders Kitabı:417, Ankara.
- Eroğlu, E. ve Lorcu, F., (2007), Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (Vzahp) İle Sayısal Karar Verme İ.Ü. İşletme Fakültesi İşletme Dergisi, C:36 Sayı:2, Sayfa: 30-53 30
- Gaither, N. (1980), Production and Operations Management a Problem-Solving and Decision Making Approach, The Dryden Press,
- Lawrence, J.A., Pasternack, B.A., (1998), Applied Management Science. A Computer-Integrated Approach for Decision Making. JohnWiley & Sons Inc.USA.
- Öztürk, A., (2009) Yöneylem Araştırması, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Paksoy, M., (2001), Tarım İşletmelerinin Doğrusal Programlama Yöntemiyle Planlanmasında Bilgisayar Paket Programlarının Kullanılması, Tarımda Bilşim Teknolojileri, 4. Sempozyumu, 20-22 Eylül 2001, Kahramanmaraş.
- Saaty, T.L., 2008. Decision Making With the Analytic Hierarchy Process, International Journal of. Services Sciences, Vol. 1, No. 1.
- Sezen, H.K., (2007) Yöneylem Araştırması, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Taha, H.A., (1982) Operations Research- An Introduction, Macmillan Publishing Co. New York.
- Taha, H.A., (2000) Yöneylem Araştırması, (Çeviri: Baray Ş. A. ve Esnaf Ş.), Literatür Yayınevi, İstanbul.
- Tekin, M. (2008), Sayısal Yöntemler, Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Konya
- Ulucan, A., (2007) Yöneylem Araştırması- İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli Modelleme, Siyasal Kitabevi, Ankara.
- Uzel, T. (1986), Harita Mühendisliğinde Yöneylem Araştırması, Yıldız Üniversitesi Yayınları, İstanbul.