

# **KONUT YAPI KOOPERATİFLERİNDE NAKİT AKIŞ YÖNETİMİ İÇİN GENELLEŞTİRİLMİŞ SERİM KULLANIMI VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÇÖZÜMLER**

**Osman AYTEKİN<sup>1</sup>, İlker ÖZDEMİR<sup>2</sup>**

## **SUMMARY**

In this study, it has been used a new network algorithm based on GN (Generalized Networks) for project planning. In addition, it is aimed to prepare optimum construction duration of building projects, monthly costs, paydays, cash flows and financial resources of the projects.

This derived algorithm has been coded in a computer program to solve the networks. Computer program was used to determine the optimum construction duration of construction projects and prepare the monthly schedules involving timetable of activities, cash flows and estimated costs of sample building project.

The optimum construction duration of construction projects and preparing the monthly schedules involving timetable of activities, cash flows and estimated costs are essential parts of the study. At the end of this study, an application has been made to compare duration of construction projects and preparing the monthly schedules involving timetable of activities, cash flows and estimated costs. Finally according to obtained results they have been suggested that some cash flows graphics, monthly payments, estimated costs and project planning algorithms to the building contractors.

## **ÖZET**

Bu çalışmada, Genelleştirilmiş Serimler GN (Generalized Networks) çözümü yöntemini içeren bir algoritma kullanılmış, gerekli imalat iş programı ve bu programlara göre konut kooperatifi üye aidatlarının belirlenmesinde nakit akış yönetimi üzerine uygulama yapılmıştır.

Genel bir bilgisayar programı hazırlanarak veriler programda değerlendirilmiştir. Örnek bir konut kooperatifi inşaatına ait imalat programı uygulamada da sayısal olarak denenmiştir.

Programın uygulanmasında verilerin belirlenmesine yönelik ardışık çalışmalarda sırasıyla projeler, metraj ve keşif, toplam maliyet, kooperatif inşaatında kullanılacak (ilgili yapım firmasına ait) kaynakların sayısal miktarların belirlenmesi ve proje teslim süresi hesaplanmıştır. Aylık çalışma dönemlerindeki nakit miktarlarının tespiti; ekip, işçilik, makine gereksinimlerinin rapor edilmesi ve bunların asıl kaynak olan üye aidatlarına yansıtılması da diğer konuları oluşturmaktadır. Algoritma içerisinde mühendislik ekonomisi çözüm yöntemlerinin formülasyonu, kooperatif üst yönetiminin grafik, tablo ve çizgisel hesap sonuçlarıyla bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi gibi hususlara kolaylık ve güven sağlaması yönünden yer verilmiştir.

---

1 Yrd. Doç. Dr. Osmangazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. İnş. Müh. Böl. Batı Meşelik 26480 ESKİŞEHİR

2 Prof. Dr. Osmangazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. İnş. Müh. Böl. Batı Meşelik 26480 ESKİŞEHİR

## GİRİŞ

Türkiye’de konut yapı kooperatiflerinin temel amacı, üyelerin en kısa sürede ve en az maliyetle konut sahibi olmalarını sağlamaktır. Kooperatif yönetimleri genel kurullarında yapım işinin tamamlanma süresini genelde ilk hedef olarak belirlemekte ve bu hedefe ulaşmak için gerekli finansmanı elde etmek amacıyla imalat iş programlarını hazırlamak durumunda olmaktadır. Düzenli bir imalat iş programına sahip olmayan kooperatiflerde bu hedefe genelde ulaşılamadığı ve bunun sebebi olarak parasal desteği karşılayacak olan üye aidatlarının yetersizliği gerekçe gösterilmektedir.

Bu çalışmada, yeni sayılabilecek bir planlama tekniği olan GN yöntemini içeren bir algoritma kullanılarak gerekli imalat iş programlarının hazırlanması ve bu programlara göre üye aidatlarının belirlenebilmesi için nakit akış yönetiminin sağlanması üzerinde bir uygulama örneği yapılmıştır

Sayısal uygulama açısından genel bir bilgisayar programı hazırlanmış ve veriler bu programda kullanılarak yöntem incelenmiştir. Örnek bir konut yapı kooperatifi inşaatına ait imalat programı düzenlenip uygulamada da denenmiştir. İki bloklu ve beşer katlı olarak yapılacak kooperatif binalarının inşası için yönetimce çalışılmayan dönemlerde göz önüne alınarak 40 aylık bir sürede bu işin tamamlanması hedeflenmiştir.

Programın verilerini oluşturmak amacıyla projeler üzerinden imalat metrajları çıkartılmış, kooperatif yönetimiyle yapılan görüşmelere göre de imalatta çalıştırılacak ekip sayısı belirlenmiştir. Belirlenen parametrelerle program çalıştırıldığında 24 aylık bir yapım dönemi ortaya çıkmış ve bu dönemler içerisinde gerçekleştirilecek imalatların malzeme, işçilik ve makine giderleri ayrıntılı raporlar halinde bu programdan alınmıştır. Sonuçta işin 40 ay gibi bir sürede bitirilmesi hedeflenmesine karşın gerçekte 36 ayda tamamlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca aylık çalışma dönemlerinde ne kadar finansmana ihtiyaç olduğunun, bunun ne kadarının malzeme, işçilik ve makine gideri olarak kullanılacağı ayrıntılı raporlar halinde alınabilmesi ve bu raporların kooperatif genel kurullarında belirlenecek olan üye aidatlarının belirlenmesinde kullanılması söz konusudur. Bu amaçla gerekli mühendislik ekonomisi hesaplamalarıyla sonuçlar kooperatif yönetimine nakit akışları, grafikler ve hesap tabloları halinde sunulmuştur. Sunulan bu grafik ve hesap tablolarının üye aidatlarının belirlenmesinde kooperatif yönetimi için büyük kolaylıklar sağladığı görülmüştür.

## GN’İN UYGULAMA ALANLARI

GN, birçok problemin modelini kurmada basit serimlerle eşdeğer ölçüde başarılı olabilmektedir. GN’ler, işletmelerdeki talep ve stok durumlarını dikkate alarak stok planlaması yapılmasında ve seri üretim aşamasında kuyruk planlamasında [1,2]; viskoelastik akımlarda akım ve normal gerilmeler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve değerlendirilmesinde [3]; grafik planlama tekniklerinde en kısa yol problemlerinin çözüm algoritmaları oluşturulmasında [4]; havayolları ulaşımında hava trafiği yol güzergahlarının ve uçuş sırası planlamalarında [5]; katı atık işleme ve depolama işlemleri yapan işletmelerde katı atık giriş ve çıkışlarının kontrolü için program geliştirilmesinde [6]; elektronik mühendisliği alanında karmaşık devre analizleri için simülasyon geliştirmede [7]; su getirme ve dağıtım

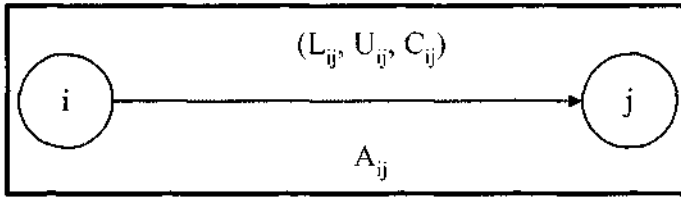
sistemlerinde kullanılan hazne suyu kayıp ve buharlaşma miktarlarının belirlenmesinde ve su dağıtım sistemlerinde optimizasyonun sağlanmasında [8, 9]; kaynak kısıtlı proje planlamalarında ayırıt-sınır değerlerinin kutu diyagramlara aktarılmasında bazı uygulama alanları bulabilmiştir [10].

Ayrıca, birbirine bağlı radyo istasyonlarında yapılan yayınların devamlılığı için istasyonlar arasında kaybolan yayın miktarlarının tespitinde [11]; elektrik dağıtım serimlerinde yerleşim ve iletim sistemlerine bağlı kayıpların tahmininde [12]; elektro-manyetik dalga dağılımlarının incelenmesinde [13]; karmaşık değişkenler ve kısıtlayıcılar içeren serimlerin çözümü için algoritmaların geliştirilmesinde [14]; gemi taşımacılığında kapasite planlamasında [15]; yönelem araştırmalarında karmaşık serimlere sahip modellerin çözümlenmesinde [16]; sigorta şirketlerinde nakit akışlarının yönetim modellemelerinde [17]; doğal gaz sıkıntısının olabileceği dönemlerde doğal gaz miktarının tahmini ve dağıtımının modellemesinde de başarıyla kullanılmıştır [18].

Yönelem araştırmalarında da başarı ile kullanılan GN, öngörülen yapım süreleri içerisinde imalat maliyetlerini oluşturan doğrudan veya dolaylı giderlerin de göz önüne alınarak, maliyet, optimum yapım süresi, ödeme ve harcama dönemleri, nakit akışları ve finans kaynaklarının en uygun düzeyde belirlenmesi, proje yönetimi ve denetimini sağlamak için bir serim modeli önerisinde [19], ulaştırma problemlerinde en kısa yol ve kapsar ağaçların oluşturulması [20]; bant tipi üretim gerçekleştirilen endüstrilerde düğüm noktalarından geçen maksimum akımların bulunması [21]; uluslararası taşımacılık sektöründe optimum güzergah ve yük miktarlarının hesaplanması gibi alanlarda çözüm algoritmaları oluşturmada da kullanılmıştır [22].

## UYGULAMADA KULLANILAN PROJE YÖNETİM VE DENETİM MODELİ GN SERİMLERİ

Uygulamada kullanılan GN'lerde kullanılan serim gösterimi normal GN serim gösterimiyle aynıdır. Şekil 3.1'de verilen ve örnek serim işleminde kullanılan parametrelerden biri olan  $A_{ij}$  ayırıt çarpanıdır ve indisli parametrelerin normal serim gösterimlerinden farklı olarak üç değişik tipte ( $A_{ij}=1$ ,  $A_{ij} \geq 1$  ve  $A_{ij} < 1$ ) kullanılmaktadır.



Şekil 3.1 Kazanç ve Kayıplı GN Ayırıt Parametreleri

Serimlerde işlemlerin ayırıtlar yoluyla birbirine mantıksal ve işlevsel olarak bağlı olması ve bir ayırıtın tanımladığı işlemden sonra diğer işlemin başlaması gibi koşullar göz önüne alınmaktadır. Bu özel durumdan dolayı ayırıtın tanımında kullanılan alt sınırın sıfır olması varsayımı burada geçerli olmamaktadır. Bu nedenle, oluşturulacak serimlerde ayırıtın alt sınırlarını tanımlamada (3.1) eşitliğinde önerilen sınır değerler varsayım olarak kabul edilmek durumundadır.

$$L_{ij} = \sum_{m=1}^n \left[ \sum_{k=1}^j \text{Min}(T_{ij})^k \right] , \quad \text{Min}(T_{ij})^k = \frac{MM}{BİG.GÇS.ES} \quad (3.1)$$

Burada;

- $L_{ij}$**  : i düğümünden j düğümüne birleşen akım kapasite alt sınırı,  
 **$\text{Min}(T_{ij})^k$**  : i düğümünden j düğümüne birleşen ayrıtın tanımladığı işlem için verilen en küçük işlem süresini (gün),  
 **$l$**  : Ayrıtın tanımladığı işlemi oluşturan imalatların sayısını,  
 **$n$**  : Serimdeki i düğümünden son düğümüne kadar tüm (i, j) ayrıtlar zincirinin bulunduğu yolların toplamını,  
 **$MM$**  : Ayrıtı tanımlayan k işlemine ait toplam metraj miktarını (m2,m3, vs.),  
 **$BİG$**  : Bir saatte yapılan imalat miktarını (metraj birimi/saat),  
 **$GÇS$**  : Ön görülen günlük çalışma saatini (saat/gün),  
 **$ES$**  : İşlem için gerekli en fazla ekip/işçi sayısını ifade etmektedir.

Serimde kullanılan  $U_{ij}$  parametresinin belirlenmesinde (3.2) eşitliği kullanılması gerektiği öngörülmektedir.

$$U_{ij} = L_{ij} + \sum_{m=1}^n \left[ \sum_{k=1}^l \text{Max}(T_{ij})^k \right] , \quad \text{Max}(T_{ij})^k = \frac{MM}{BİGGÇS} \quad (3.2)$$

Burada;

- $U_{ij}$**  : i düğümünden j düğümüne birleşen akım kapasite ayrıtın üst sınırı,  
 **$\text{Max}(T_{ij})^k$**  : i düğümünden j düğümüne birleşen ayrıtın tanımladığı her bir işlem için verilen en büyük işlem süresini (gün),

GN serimlerindeki  $C_{ij}$  değerleri; ayrıtın içerdiği iş yada işlerin genel tanımlarında kullanılan imalat poz numaralarının uygulama yılı birim fiyatları kullanılarak hesaplanması zorunluluğundan ortaya çıkmıştır. Bu amaçla, hem parametrelerin kolay bulunabilmesi ve hem de çözüm algoritmasında çözüm sırasında gereksiz yere büyük sayılar kullanmaktan kaçınmak için uygulama yılı fiyatları  $C_{ij}$  değişkenlerinin değerini en küçükleyecek şekilde bir katsayıya bölünerek pozitif sayılar haline dönüştürülüp serimin oluşturulmasında ve çözüm algoritmasında kullanılması öngörülmüştür.  $C_{ij}$  değişkenlerinin belirlenmesinde, (3.3) eşitliğinin kullanılabileceği önerilmektedir.

$$C_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^l [C_{ij}^F]^k}{10^6} \quad (3.3)$$

Burada;

$[C_{ij}^F]^k$  : Ayrıtın tanımladığı işlemlerden her birine ait imalatın uygulama yılı birim fiyatını,  
 $C_{ij}$  : Ayrıtı ait toplam maliyeti ifade etmektedir.

## GN SERİM ÇÖZÜMLERİ İÇİN GELİŞTİRİLEN ALGORİTMA

### 4.1 Optimum Serim Akımı ve Maliyeti

Serime ait optimum akım başlangıç düğümünden bitiş düğümüne kadar iterasyon yapılarak bulunur ve bu akıma ait toplam maliyet ise (4.5) eşitliğiyle hesaplanabilmektedir.

$$F_{son}^t = \sum_{t=1}^n F_t \quad , \quad C_T = \sum_{t=1}^n F_t \cdot C_t \quad (4.5)$$

Burada;

$F_{son}$  : serimin çözümünden elde edilen optimum akımı,  
 $F_t$  : iterasyonlara ait zincir çevrim hesaplamalarından elde edilen kullanılmış akımı,  
 $n$  : serimin çözümünde yapılan iterasyon sayısını,  
 $C_T$  : serime ait optimum akımın maliyetini,  
 $C_t$  : iterasyonlara ait zincir çevrim hesaplamalarından elde edilen kullanılmış akımın maliyetini ifade etmektedir.

### 4.2 Optimum İşlem Süreleri

Başlangıç seriminde (i,j) ile tanımlanmış ayrıta ait işlemin optimum işlem süresi  $TE_{ij}$  değeri (4.6) şartlı eşitliğiyle ifade edilebilir.

$$T_{ij}^E = \sum_{k=1}^n [U_{ji}^k - L_{ij}^*] \quad eğer \quad U_{ji}^k < U_{ij}^* \quad (4.6)$$

Burada;

- TE<sub>ij</sub> : serimdeki herhangi bir (i,j) ayrıtın tanımladığı işleme ait optimum işlem süresini,  
 U<sup>k</sup><sub>ji</sub> : k nolu iterasyonda elde edilen zincir çevrimini oluşturan herhangi bir (i,j) ayrıtını tanımlayan (j, i) ayna ayrıtın üst sınırını,  
 U\*<sub>ij</sub> : başlangıç serimindeki herhangi bir (i,j) işleminin kapasite üst sınırını,  
 L\*<sub>ij</sub> : başlangıç serimindeki herhangi bir (i,j) işleminin kapasite alt sınırını,  
 n : serimin çözümündeki iterasyon sayısını ifade etmektedir.

Eğer serimin çözümünde iterasyonların yapıldığı aşamada, başlangıç serimine ait (i,j) ayrıtı sadece (j,i) ayna ayrıtına dönüşmüşse burada başlangıç serimine ait (i,j) ayrıtının U<sub>ij</sub> üst sınırına eşit miktarda akım gönderildiğinden kapasitesini doldurmuş olmaktadır. O zaman, (4.7) şartlı eşitliği kullanılarak ayrıtın tanımladığı işlemin TE<sub>ij</sub> optimum işlem süresi hesaplanmalıdır.

$$T_{ij}^E = U_{ij}^* - L_{ij}^* \quad \text{eğer} \quad U_{ji}^k = U_{ij}^* \quad (4.7)$$

### Düğüm ve İşlem Zamanları

Serimlere ait ayrıtaların tanımladığı işlemlerin optimum sürelerinin hesaplanmasından sonra iş programının takvimsel olarak belirlenmesi ve bu takvimsel gösterimle uyumlu olan aylık çalışma dönemlerinin ve bu dönemlere ait imalat giderlerinin belirlenmesi için CPM çözümünde kullanılan düğüm ve işlem zaman kriterleri burada değişikliğe uğratılmadan kullanılabilen veya önerilen serimler için geliştirilen ve yukarıda çözüm sırası açıklanan algoritmada hesaplanan değerler kullanılarak da bulunabilmektedir. Düğüm noktalarına ait olan başlama ve bitiş zamanlarının CPM yönteminin temel esaslarında belirlendiği gibi model için önerilen çözüm algoritmasındaki işlemlerde gösterilen bazı hesaplamalar kullanılarak da bulunması mümkün olmaktadır. Buradaki işlemlerle düğüm noktalarına ait başlama ve bitiş zamanları daha kısa sürede ve kolayca hesaplanabilmektedir. Söz konusu bilgisayar programı kullanarak düğüm ve işlem zamanları kolayca hesaplanabilmektedir [18]. Bunun için düğümler arasındaki potansiyel farkları her iterasyon için ayrı ayrı hesaplanmakta; hesaplanan bu potansiyel farklarının toplamı, ilgili düğümün V<sub>Fi</sub> toplam potansiyel farkını vermektedir. Her düğüm noktası için, serimin çözümünden elde edilen CT toplam akım maliyetinin düğümün V<sub>Fi</sub> toplam potansiyeline bölünmesiyle elde edilen değer de o düğüme ait TE<sub>i</sub> en erken tamamlanma zamanını vermektedir. Bu varsayımın matemaüksel olarak ifadesi (4.8) eşitliği ile gösterilmiştir.

$$V_i^f = V_i - V_j, \quad V_i^F = \sum_{n=1}^m V_i^f, \quad T_i^E = \frac{C_T}{V_i^F = \sum_{n=1}^m V_i^f} \quad (4.8)$$

Burada;

V<sub>fi</sub> : Herhangi bir n.ci iterasyonda i düğümündeki potansiyel farkı,

- $V_i$  : Herhangi bir n.ci nolu iterasyonda  $i$  düğümündeki düğüm potansiyelini,  
 $V_{Fi}$  : iterasyon sırasında  $i$  düğümündeki potansiyel farkını,  
 $m$  : toplam iterasyon sayısını ifade etmektedir.

## UYGULAMA

Uygulamaya konu proje 40 üyeli bir konut yapı kooperatifinin nakit akışlarını planlama işini kapsamaktadır. Proje iki blok halinde ve 5'er katlı olarak tasarlanmıştır. Projenin 01.06.2004 tarihinde imalatlarına başlanmış ve kooperatif yönetim kurulu tarafından çalışılmayan dönemler de dahil 40 ay gibi bir sürede bitirilmesi hedeflenmiştir. Bu uygulamaya ait GN serimi oluşturulmuş ve bu serimde 304 işlem ve 214 düğüm noktası tanımlanmıştır. Bu uygulamada işlemleri tanımlamada kullanılacak metraj bilgileri proje üzerinden hesaplanmıştır. Kooperatif yönetim kurulu ile yapılan sözlü görüşmelere göre de çalıştırılacak ekip sayısı belirlenmiş ve bu belirlenen değerler programa girilmiştir. Programdan alınan sonuçlara göre; projenin 746 iş gününde bitirilebileceği ortaya çıkmıştır. Bu süreye göre hazırlanmış olan iş programına göre proje için 24 aylık çalışma dönemi belirlenmiş ve bu dönemlerde yapılması gereken imalatlar ve maliyetleri hesaplanarak raporlar halinde hazırlanmıştır. Program sonuçlarına göre çalışılmayan dönemler de dahil olarak 40 ay gibi bir sürede işin tamamlanması hedeflenmişken GN serimleriyle yapılan finansal planlamaya göre bu işin çalışılmayan dönemler de dahil toplam olarak 36 aylık bir sürede tamamlanabileceği belirlenmiştir. Aylık çalışma dönemlerinde ne kadar finansmana ihtiyaç olduğunun, bunun ne kadarının malzeme, işçilik veya makine gideri olarak kullanılacağına ayrıntılı olarak raporlar halinde alınmasından sonra kooperatif yönetimince üç değişik aidat ödeme planı önerilmiştir. Bunlar:

- Ödeme Planı: Yıl boyunca aylık sabit ödeme planı,
- Ödeme Planı: Yılda altı aylık dönemlerde iki farklı sabit ödeme planı,
- III. Ödeme Planı: Yıl boyunca aylık sabit ödeme ve dörder aylık dönemlerde ara ödeme planıdır.

Kooperatif genel kurulunda alınan karar gereği ilk katılım bedeli olarak (bu günkü geçerli para değeriyle) 5000 YTL , arsa payı olarak da 5000 YTL katılım bedeli alınmıştır. Çizelge 5.1'de İnşaatın planlanan süre içerisinde bitirilebilmesi için programdan alınan değerlere göre, gerekli aylık finansman miktarları gösterilmiştir.

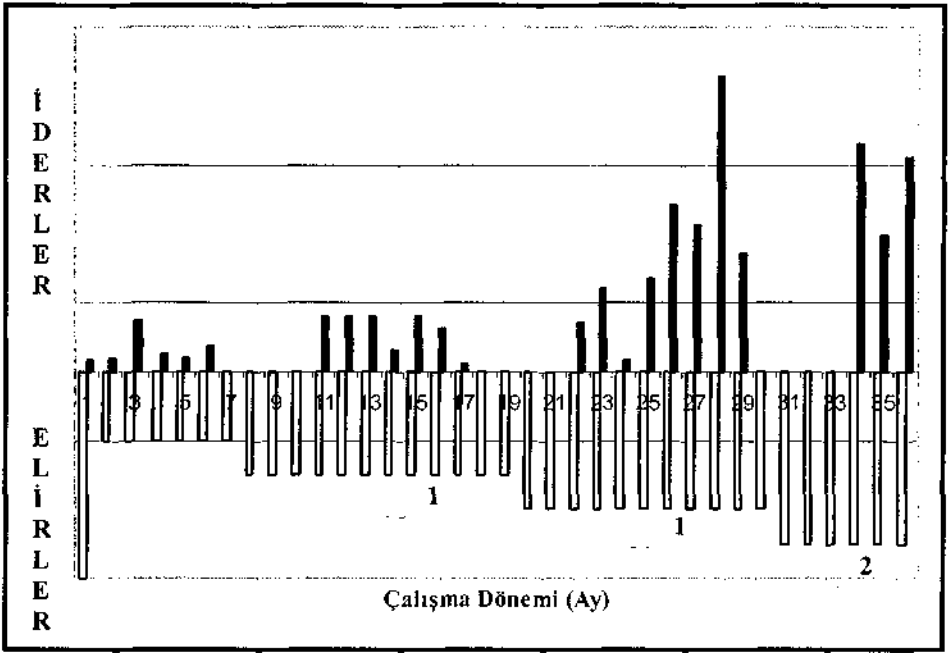
Çizelge 5.1 İmalat Dönemlerine Ait Finansman Miktarları

Çalışma Dönemi	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	İmalat Cinsi	Toplam (YTL)
1	01.06.2004	30.06.2004	Kazı Yapılması	7627
2	01.07.2004	19.07.2004	Kum-Çakıl Serilmesi-Temel Altı Grobeton-Temel Kalıp	10408
3	20.07.2004	22.08.2004	Temel Demir-Temel Beton	37587
4	23.08.2004	26.09.2004	Su Tecriti Yapılması-Top. Dolgu ve Sık.-Ocak Taşı İle Blokaj-Grobeton Yapılması	12419
5	27.09.2004	23.10.2004	Bodrum Kalıp	9932
6	24.10.2004	13.11.2004	Bodrum Demir-Bodrum Beton	18431
7	16.03.2005	22.04.2005	Zemin Kalıp-Zemin Demir-Zemin Beton	40129
8	23.04.2005	30.05.2005	1. Kat Kalıp-1. Kat Demir-1. Kat Beton	40129
9	31.05.2005	27.06.2005	2. Kat Kalıp-2. Kat Demir-2. Kat Beton	40129
10	28.6.2005	24.07.2005	3. Kat Kalıp	14898
11	25.07.2005	31.08.2005	3. Kat Demir-3. Kat Beton-4. Kat Kalıp	40129
12	01.09.2005	21.09.2005	4. Kat Demir-4. Kat Beton-Bodrum Kat Duvar	30643
13	22.09.2005	11.10.2005	Zemin Kat Duvar-Bodrum Kat Elektrik Tesisat-Bodrum Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı	5412
14	12.10.2005	17.11.2005	Bodrum Kat Kapı-Pencere Kasa-Zemin Kat Elektrik Tesisat-Zemin Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı	35008
15	27.03.2006	25.04.2006	1. Kat Duvar-Zemin Kat Kapı-Pencere Kasa-1. Kat Elektrik Tesisat 1. Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı	60630
16	26.04.2006	22.05.2006	2. Kat Duvar-2. Kat Elektrik Tesisat	8119
17	23.05.2006	28.06.2006	Bodrum Kat Demir İmalat-Bodrum Kat Denizlik-Parapet-1.Kat Kapı-Pencere Kasa-3. Kat Duvar-2. Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı-3. Kat Elektrik Tesisat	67263
18	29.06.2006	05.08.2006	Bodrum Kat İç-Tav.Sıva-Bodrum Kat Döş.Duv.Kap.-Zemin Kat Demir İmalat-Zemin Kat Denizlik-Parapet Zemin Kat İç-Tav.Sıva-1.Kat Demir İmalat-1.Kat Denizlik-Parapet-2. Kat Kapı-Pencere Kasa-4. Kat Duvar 3. Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı	119924

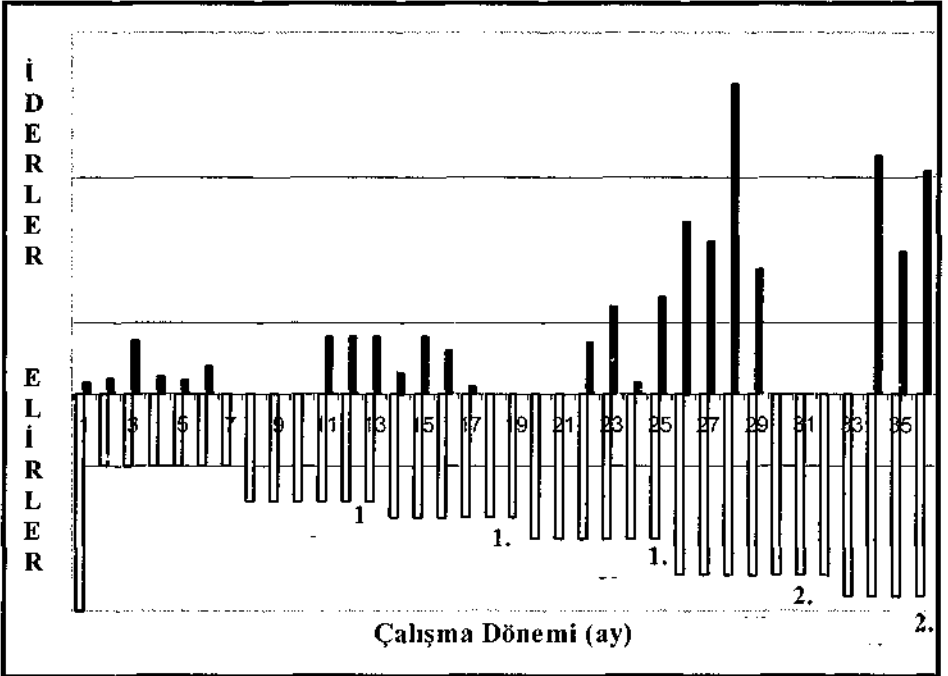


Çizelge 5.1 (Devamı) İmalat Dönemlerine Ait Finansman Miktarları

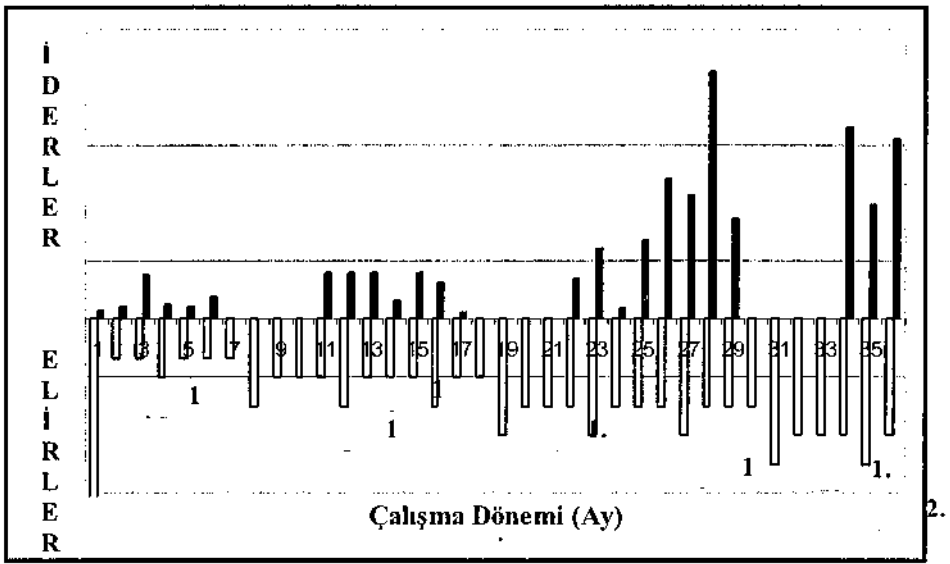
Çalışma Dönemi	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	İmalat Cinsi	Toplam (YTL)
19	06.08.2006	28.08.2006	Bodrum Kat.Boy.Badana-Zemin Kat Döş.Duv.Kap.-1.Kat İç-Tav.Sıva-2. Kat Demir İmalat-2. Kat Denizlik-Parapet 3. Kat Kapı-Pencere Kasa-4. Kat Elektrik Tesisatı-4. Kat Sıhhi ve Isıtma Tesisatı-Çatı Duvarı ve Harpuşa	106319
20	29.08.2006	21.09.2006	Bodrum Kat Kapı-Pencere Kanat-Zemin Kat.Boy.Badana-1.Kat Döş.Duv.Kap.-2. Kat İç-Tav.Sıva 2.Kat Döş.Duv.Kap.-3. Kat Demir İmalat-3. Kat Denizlik-Parapet-3. Kat İç-Tav.Sıva-4. Kat Kapı-Pencere Kasa-4. Kat Demir İmalat-4. Kat Denizlik-Parapet-Ahşap Oturtma Çatı Tenekecilik İşleri-Rüboroit ve Çatı Kaplaması	213830
21	22.09.2006	19.10.2006	Bodrum Kat Madeni Aksam-Zemin Kat Kapı-Pencere Kanat-Zemin Kat Madeni Aksam-1.Kat.Boy.Badana 1.Kat Kapı-Pencere Kanat-2. Kat.Boy.Badana-3. Kat -Döş.Duv.Kap.-4. Kat İç Sıva ve Tavan Sıva	85832
22	20.10.2006	20.11.2006	Bodrum Kat Cam İşleri-Bodrum Kat Radyatör Elektrik Aksamı-Zemin Kat Cam İşleri-1. Kat Madeni Aksam 1.Kat Cam İşleri-2. Kat Kapı-Pencere Kanat-2. Kat Madeni Aksam-3. Kat.Boy.Badana-3. Kat Kapı-Pencere Kanat-4. Kat Döş.Duv.Kap.-4. Kat.Boy.Badana-Dış Sıva Yapılması Yağmur Olukları-Boruları ve Pikdf.	164839
23	12.04.2007	24.04.2007	Bodrum Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-Bodrum Kat Ahşap Parke ve Cilası-Zemin Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-1.Kat Radyatör Elektrik Aksam-1.Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-2. Kat Cam İşleri 2. Kat Radyatör Elektrik Aksam-2. Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-3. Kat Madeni Aksam-3. Kat Cam İşleri 3. Kat Radyatör Elektrik Aksam-4. Kat Kapı-Pencere Kanat-4.Kat Madeni Aksam Takılması-4. Kat Cam İşleri	99110
24	25.04.2007	15.05.2007	Zemin Kat Ahşap Parke ve Cilası-1. Kat Ahşap Parke ve Cilası-2. Kat Ahşap Parke ve Cilası-3. Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-3. Kat Ahşap Parke ve Cilası-4. Kat Radyatör ve Elektrik Aksamı-4. Kat Ahş.Dem.Yağ.Boy.-Dış Cephe Duvar Boya ve Kaplaması-Cam Yünü Serilmesi-4. Kat Ahşap Parke ve Cilası-Çevre Düzenlemesi	154335



Şekil 5.1 I. Ödeme Planına Göre Nakit Akışları



Şekil 5.2 II. Ödeme Planına Göre Nakit Akışları



Şekil 5.3 III. Ödeme Planına Göre Nakit Akışları

Çizelge 5.2 Ödeme Planlarına Göre Üye Aidat Miktarları

ÖDEME PLANI	GİDERLER TOPLAMI (YTL)	GELİRLER TOPLAMI (YTL)	ÖDEMELER MİKTARI (YTL)
	15.07.2007 Tarihi İtibariyle	15.07.2007 Tarihi İtibariyle	
I. Ödeme Planı	1678486	1687987	2004 yılında aylık 450 2005 yılında aylık 600 2006 yılında aylık 850 2007 yılında aylık 1200
II. Ödeme Planı	1678486	1679259	2004 yılında aylık 450 2005 yılı ilk altı ayda aylık 540 2005 yılı ikinci altı ayda aylık 650 2006 yılı ilk altı ayda aylık 780 2006 yılı ikinci altı ayda aylık 940 2007 yılında aylık 1150
III. Ödeme Planı	1678486	1685125	2004 yılında aylık 400 Ara Ödeme 500 2005 yılında aylık 550 Ara Ödeme 675 2006 yılında aylık 750 Ara Ödeme 950 2007 yılında aylık 1000 Ara Ödeme 1250

Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3' de verilen nakit akışlarına kullanılarak yapılan mühendislik ekonomisi hesapları, genel kurulda alınan kararlar doğrultusunda ve bankaların aylık mevduata uyguladığı faiz oranına göre yapılmış ve sonuçlar tek bilinmeyenli denklemler haline getirilmiştir. Denklemlerden elde edilen gelir ve giderler birbirine eşitlenerek elde edilen aidat miktarları (yapılması planlanan ödeme miktarları) Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

Kooperatif yönetimince benimsenen kararlar doğrultusunda, hesaplamalarda I. Ödeme planında yıllık aidat artış oranı bir önceki yıla göre artan oranda kooperatif yönetimince % 35 olarak, II. Ödeme planında altı aylık aidat artışı da bir önceki altı aya göre artan oranda % 20 olarak alınmıştır. III. Ödeme planında ise yıllık artış oranları bir önceki yıla göre artan oranda % 20 olacağı, ara ödemelerin ise normal aidatlardan % 25 fazla olabileceğine karar verilmiştir. Kooperatif Yönetimine önerilen bu üç ödeme planına göre yapılan genel kurul sonunda I. Ödeme planı kabul edilerek inşaatın imalatlarına başlanmıştır.

## SONUÇ

Önerilen model ve bunun çözümü için geliştirilen algoritmanın bina projelerinde uygulanabilirliğini göstermek amacıyla uygulama örneğine de yer verilen çalışmada; alınan sonuçlara göre önerilen model ve bu model için geliştirilen algoritmayla diğer planlama tekniklerine kıyasla daha başarılı bir planlamanın yapılabileceği ve optimum sonuçların alınabileceği gözlenmiştir. Sözleşmesine göre çubuk diyagramlarla ve CPM ile planlaması yapılmış uygulama örneğini oluşturan proje 40 ayda tamamlanabilmesi planlanmasına rağmen önerilen modele göre yapılan planlamada bu projenin 36 ay gibi bir sürede tamamlanabileceği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada aylık çalışma dönemlerinde ne kadar finansmana ihtiyaç olduğunun, bunun ne kadarının malzeme, işçilik veya makine gideri olarak kullanılacağına ayrıntılı olarak raporlar halinde verilebilmesinin, kooperatif yönetimince genel kurul toplantıları sonunda belirlenecek üye aidatlarının tespitinde önemli ölçüde yardımcı olduğu belirlenmiş ve örnek gösterilmiştir.. Bu örnek model ve algoritmayla gerek kamu gerekse özel işletmelerde yatırım amaçlı bina projelerinin optimum sürelerinin, bu sürelere göre aylık çalışma dönemlerinin ve yapılacak işlerin belirlenmesi gerçekleştirilmekte, bu dönemlere ait nakit akışları ve olası maliyetler hesaplanabilmektedir. Çalışma dönemleri içerisinde yapılacak işler takvimlere dönüştürülerek, işlemlerin zaman ve maliyetle ilgili bulguları raporlar halinde alınabilmektedir. Bina projelerinin en uygun yatırım süresinin süre-maliyet kriterine bağlı olarak bulunması, uygulama safhasında meydana gelebilecek finansman sıkıntısını planlama aşamasında hafifletme, daha düzenli ve takvimsel olarak gösterilebilen iş programlarının hazırlanması, hazırlanacak olan iş programları yardımıyla aylık çalışma dönemlerine ait finansman miktarlarının belirlemesi gibi planlama kolaylıklarının sağlandığı da gözlenmiştir. Alınan sonuçların diğer planlama ve yönetim teknikleri ile karşılaştırılması yapıldığında, önerilen yeni modelin yapım yönetimi ve planlanması alanlarında çok daha başarılı yeni bir teknik olarak kullanılması mümkün olmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Fourneau, J. M., Kloul, L., and Verchere, D., (2000), "Multiple Class G-Network with List-Oriented Deletions", *European Journal of Operation Research*, Vol.126, pp. 250-272.
2. Fourneau, J. M., Kloul, L., and Quesette, F., (2000), "Multiple Class G\_Network with Iterated Deletions", *Performance Evaluation*, Vol.42, pp. 1-20.
3. [3] Chan Man Fong, C. F. And De Kee D., (1995), "Generalized Network Type Constitutive Equations", *Physica A*, Vol.218, pp. 56-68.
4. Klingman, D. D., Armstrong, R. D., Partow-Navid, P., (1985), "Implementation and Analysis of Alternative Algorithms for Generalized Shortest Path Problems", *Computers and Operations Research*, Vol. 12 (1), pp. 39-50
5. Thengvall, B. G., Gang, Y., and Bard, J. F., (2001), "Multiple Fleet aircraft Schedule Recovery Following Hub Closures", *Transportation Research Part A*, Vol.35, pp. 289-308
6. Karagiannidis, A., and Moussiopoulos, N.,(1998), " A Model Generating Framework for Regional Waste Management Taking Local Peculiarities Explicitly into Account", *Location Science*, Vol.6, pp. 281-305.
7. Hirasawa, K., Xiaofeng, W., Murata, J., Hu, J., and Jin, C., (2000), "Universal Learning Network and its Application to Chaos Control", *Neural Networks*, Vol.13, pp. 239-253
8. Yung-Hsin, S., Shu-Li, Yeh, W. W. G., and Peter, W. F., (1996), "Modelling Reservoir Evaporation Losses by Generalized Networks", *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 122 (3), pp. 222-226
9. Yung-Hsin, S., Shu-Li, Yeh, W. W. G., Hsu, N. S., and Peter, W. F., (1996), "Generalized Network Algorithm for Water-Supply System Optimization", *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 121 (5), pp. 392-398.
10. Demeulemeester, E. L., and Herroelen, W. S., (1997), "A Branch-and-Bound Procedure for the Generalized Resource-Constrained Project Scheduling Problem", *Operations Research*, Vol.45 (2), pp. 201-212
11. Wang, S. C., Chin, Y. H., and Yan, K. Q., (1995), Byzantine Agreement in a Generalized Connected Network", *IEEE Transaction on Parallel and Distributed Systems*, Vol.6 (4), pp. 420-427
12. Kandil, M. S., El-Debeiky, S. M., and Hasanien, N. E., (2000), "Rule Based System for Determining Unit Location of a Developed Expansion Plan for

- Transmission Planning”, IEE Proceeding, Vol.147 (1), pp. 62-68
13. Lu, C. C., and Chew, W. C., (1997), “Near-Resonance Decoupling Approach (NRDA) for Scattering Solution of Near-Resonant Structures”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.45 (12), pp. 1857-1862
  14. McBride, R. D., (1985), “Solving Embedded Generalized Network Problems”, European Journal of Operations Research, Vol.(21 (1), pp. 82-93
  15. Brown, G. G., and McBride, R. D., (1984), “Solving Generalized Networks”, Management Science, Vol.30 (12), pp. 1497-1524
  16. Radzik, T., (1998), “Faster Algorithms for the Generalized Network Flow Problem”, Mathematics of Operations Research, Vol.23 (1), pp. 69-100
  17. Crum, R. L., and David, J. N., (1981), “A Network Model of Insurance Company Cash Flow Management”, Mathematical Programming Study, Vol.15, pp. 86-101
  18. Brooks, R. E., (1981), “Using Generalized Networks to Forecast Natural Gas Distribution and Allocation During Periods of Shortage”, Mathematical Programming Study, Vol.15, pp. 23-42
  19. Aytekin, O.,(2001), “Bina Yapım Projelerinin Genelleştirilmiş Serim Çözümleriyle Finansal Yönetim Modellemesi”, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 78 s.
  20. Ahuja, R. K., Mehlhorn, K., Orlin, J. B., and Tarjan, R. E., (1990), “Faster Algorithms for Shortest Path Problems”, Journal of ACM, Vol.37, pp. 213-22
  21. Ahuja, R. K., and Orlin, J. B., (1989), “A Fast and Simple Algorithm For The Maximum Flow”, Operations Research, Vol.37, pp. 748-759
  22. Carraresi, P., and Gallo, G., (1984), “Network Models For Vehicles and Crew Scheduling”, European Journal of Operational Research, Vol.16, pp. 139-151