



KRİTİK YOL METODU İLE KENTSEL DÖNÜŞÜM BİNA PROJELERİNİN PROGRAMLANMASI: İZMİR KARŞIYAKA ÖRNEĞİ

Ayça TÜMTÜRK¹
Erman TÜMTÜRK²

Öz

Kentsel dönüşüm Türkiye’de Mayıs 2012’de 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi hakkındaki kanun ile son şeklini almıştır. Bu kanun ile birlikte Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’na geniş yetkiler verilerek merkezi yönetimlere bu süreçte giderek artan bir rol verilmiştir. Ancak yasaların hazırladığı altyapı Türkiye’de inşaat sektörünün aktörleri ve belediyeler tarafından yeterince anlaşılammıştır. Bu çalışmada inşaat sektörünün önemli aktörlerinden biri olan inşaat müteahhitlerinin bakış açısına katkıda bulunabilecek bir kentsel dönüşüm inşaat projesinin proje programlanması ele alınmıştır. Bu projelerin en önemli özelliği devletten kira desteği alacak olan arsa sahiplerinin bu destek bittiği zaman evlerine yapı kullanma izin belgeleri hazır olarak taşınabilmeleridir. Dolayısıyla bu tür projelerin zamanında ve bütçesinde tamamlanması önemli bir iştir. İncelenen örnek olaya ait veriler, Türkiye’nin İzmir ili Karşıyaka ilçesinde bulunan bir inşaat müteahhitliği firmasının kentsel dönüşüm projesinden alınmıştır. Projenin analizi için CPM (kritik yol yöntemi) kullanılmıştır. Projenin tamamlanma süresi 84 hafta ve toplam maliyeti 2.196.000 TL’dir. Ancak eğer hızlandırma yapılmış olursa bu sürenin 15 hafta azalabileceği ancak bu hızlandırmanın projeye 102.000 TL ek masraf yükleyebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İnşaat Sektörü, Kentsel Dönüşüm, CPM (Kritik Yol Metodu), Proje Yönetimi

JEL Kodları: L74, O22

PROGRAMMING THE URBAN TRANSFORMATION OF BUILDING PROJECTS WITH CRITICAL PATH METHOD: AN EXAMPLE OF İZMİR KARSIYAKA

Abstract

Urban transformation in Turkey has taken its final shape with the law on Transformation of Disaster Risk Areas Under No. 6306 in May 2012. With this law, the Ministry of Environment and Urbanization has been given extensive powers in all construction processes. However, the law is not well understood by the actors of the construction sector in our country. In this study, the project programming of an urban transformation of a construction project is discussed. The most important feature of these projects is that the landowners who will receive rent support from the state can move to their houses as ready to use when this support ends. Therefore, timely and budgetary completion of such projects is an important task. Analyzing the data of the case of a construction contracting company located in Turkey's Izmir Karsiyaka district is taken from the urban transformation projects. CPM (critical path method) was used for the analysis of the project. The completion period of the project is 84 weeks and the total cost is 2.196.000 TL. However, if the crashing is done, this period may be reduced by 15 weeks but this crashing may add 102.000 TL additional cost to the project.

Keywords: Construction Sector, Urban Transformation, CPM (Critical Path Method), Project Management

JEL Codes: L74, O22

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, İİBF, ORCID 0000-0002-7576-2953.

Sorumlu Yazar (Corresponding Author): aycademirbilek@hotmail.com

² Dr., ORCID 0000-0003-4272-9353.

Başvuru Tarihi (Received): 29.09.2019 **Kabul Tarihi** (Accepted): 17.01.2020

Giriş

Türkiye coğrafi özellikleri bakımından dünyanın deprem kuşağı altındaki diğer ülkelerine göre birçok riskli kente sahiptir. Bu anlamda içinde bulunulan kentsel yerleşimlerin değişimi ve dönüşümü çok iyi planlanmadığı takdirde yerleşik yapıların arasındaki denge ve uyum kaybedilebilir ve öncelikler yapıların güvenilir olmasından çok ne kadar artı değer sağladığı ve kârlı olduğu olgularına kayabilir. 1980 yılından itibaren etkisini gösteren küreselleşmeyle beraber Türkiye'deki belli kentlerin ve mahallelerin doğrudan uluslar arası şirket yatırımlarına konu edildiği, gösterişli, denetimsiz ve yüksek maliyetli projelerin hayata geçmesi ile yaygınlaşan kentsel dönüşüm faaliyetleri, yapıların arasındaki uyum ve dengenin kaybolmasına neden olmuştur. Bu uyumun bozulmasının sonuçları olarak 1999 Marmara depreminde ve 2011 yılında yaşanan Van depreminde Türkiye büyük bedeller ödemiştir. Can kayıplarının yaşanmasının en büyük nedeni depreme karşı dayanıklı olmayan binaların inşa edilmesidir.

Kentsel dönüşüm en basit anlamda afet riski taşıyan bölge ve alanların belirlenip yenilenmesidir. Kentsel dönüşüm ile ilgili kanun Van depreminden sonraki yıl kabul edilmiştir. Mayıs 2012'de yasalaşan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi hakkındaki bu kanun ile riskli yapılar ve riskli alanların tespiti, yıktırılması, planlanması ve dönüştürmeye tabi olan taşınmazların tespiti ve hak sahipleri ile yapılacak olan anlaşmalar ve yapılacak yardımlar ile yeniden yapılacak olan yapı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kanun ile ülke çapında bir kentsel dönüşüm seferberliği başlatılmış ve depreme dayanıklı olmayan binaların tespit edilip ilgili süreçlerden geçirilerek yeniden oturulabilir sağlam konutların yapımının önü açılmıştır. Burada merkezi yönetim olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı önemli görevler yüklenmiş ve hem işin işleyişini hem de denetimini sağlamıştır. Ancak konu sadece devletin ve belediyelerin attığı adımlar ile kalamayacağı için inşaat müteahhitliği yapan işletmeler de hemen kentsel dönüşüm faaliyetlerine başlamışlardır. İnşaat müteahhitliğinin en büyük sorunlarından biri olan sertifikasyon ve pazara giriş gibi sorunlar, önceden çözülemediği için başlangıçta sermayesi olan ama inşaat hakkında geçmişi, referansı ve bilgi birikimi olmayan işletmeler kentsel dönüşüm projelerinde birçok mağduriyetlerin yaşanmasına sebep olmuşlardır. Bu mağduriyetlerin en önemlisi, arsa sahipleri ile yapılan sözleşmelerin tam olarak karşılanmaması olurken, diğerleri ise kentin dokusunu bozan dış cepheler, altyapısı sorunlu ve bitmeyen binalardır. Haziran 2019'da yeni bir yönetmelik ile firmalardan teminat mektubu talep edilse de projeyi tamamlamak için sadece sermaye yeterli değildir. Bu sorunları aşabilmek için müteahhitlerin doğru iş programları ile projeye başlayıp işin bitiş zamanını ve maliyetini projeye başlamadan önce görebilmeleri gerekmektedir. Proje programlama denilen bu süreçte faaliyetlerin görsel sunumunu veren Gantt şemalarından, bulanık mantıktan yararlanılan ağ programlarına kadar çeşitli metotlar bulunmaktadır. Bu çalışmada amaç kentsel dönüşüm uygulamalarından, yerinde dönüşüm alanında faaliyet gösteren müteahhitlik firmalarına, bir kentsel dönüşüm projesinin ne kadar sürede ve maliyette tamamlandığı, faaliyetlerin hızlandırılması gerektiğinde maliyetin hangi oranda artış gösterdiğini göstermektir. Ayrıca uygulaması yapılan kentsel dönüşüm projesinde bir işin sonunda ne ortaya çıkacağını ve bu çıktının hangi süreçlerden hangi maliyetlerde hangi zaman sürecinde geçtiğini görebilmek için kullanılan önemli tekniklerden biri olan CPM (kritik yol yöntemi) kullanılmıştır. Bu yöntem kritik faaliyetleri göstermeyen Gantt şemasına oranla daha çok bilgi içermesi ve proje programcıları tarafından kolay uygulanabilmesi açısından tercih edilmiştir. Ayrıca tamamlanan bir proje olduğu için faaliyetlerin kesin süreleri mevcut olduğundan faaliyet sürelerinin belirsiz olduğu durumlarda kullanılan PERT yöntemi tercih edilmemiştir.

Çalışmanın giriş bölümü olan bu bölüm, kentsel dönüşüm ile ilgili bilgiyi ve çalışmanın amaç ve önemini içermektedir. Birinci bölümde kullanılan CPM tekniği kısaca anlatılmış ve ardından CPM ile proje programlamasına ilişkin literatürden örnekler verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümü

uygulama bölümüdür. Bu bölümde İzmir ili Karşıyaka ilçesinde kentsel dönüşüm projeleri yapan bir inşaat firmasının 2168m² inşaat alanı ve 20 daireden oluşan projesi incelenmiştir. Projeye ait verilerle CPM tekniği kullanılarak süre ve maliyet analizi yapılmıştır. Hızlandırma yapılarak projenin ne kadar süre kısaltılabileceği ve bu hızlandırmanın projeye yükleyeceği ek maliyetler belirlenmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise sonuç yer almaktadır.

1.Kritik Yol Yöntemi (CPM)

Üretim yönetiminde, üretim tiplerinden biri de proje tipi üretim olarak geçer. Proje tipi üretim, ortaya konacak ürünün yerinin sabit olduğu, ürünü oluşturmayı sağlayacak işgücü, makine ve araçların ürünün olduğu yere taşındığı bir üretim şekli olduğundan diğer üretim çeşitlerinden ayrılmaktadır. Proje tipi üretime sıklıkla bina ve köprü inşaatları örnek verilir. CPM metodu konut projelerinin tamamlanma sürelerinin hesaplanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak CPM'in ilk ortaya çıkışı bir konut inşaatı projesi için değildir. 1957'de geliştirilen metot ilk olarak bir kimya fabrikasının inşaatında kullanılmıştır. Buradaki amaç projeyi en kısa sürede bitirmek ve kimya fabrikasındaki duruşları tahmin edebilmektir (Temiz ve Dursun, 2016: 5).

CPM en basit şekliyle olayları ve bunlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir tekniktir. Öncelikli olarak projenin tamamlanma süresini bulmasının yanı sıra, projenin planlanması ve yürütülmesi esnasında farklı şekilde hareket etme imkanı göstererek, hangi faaliyetlerin öncelikle ele alınması gerektiği konusunda bilgiler sağlar. Bunu projedeki kritik yollar ve kritik faaliyetleri bularak başarır. Bu şekilde kritik olmayan faaliyetler belirlenir ve hangi faaliyetlerden kaynak aktarımı yapılabileceği görülebilir (Russell ve Taylor, 2007: 224; Tümtürk, 2018: 172). CPM metodu ile ilgili bilinmesi gereken tanımlar aşağıdaki gibidir:

Şebeke (Ağ): Projedeki faaliyetler ve öncelik ilişkilerinin görsel sunumu,

Faaliyet: Projenin bitirilmesine katkı sağlayan, kaynak harcanan iş,

En erken başlama (Early Start-ES): Bir faaliyetin önceki faaliyetlerinin hepsinin tamamlandığı ve faaliyetin başlayabileceği en erken süre,

En erken bitirme (Early Finish-EF): Bir faaliyetin en erken başlama süresi ile faaliyetin süresinin toplamı ile elde edilen süre,

En geç bitirme (Late start-LS): Projenin toplam süresini arttırmadan bir faaliyetin tamamlanabileceği en geç süre,

En geç başlama (Late Finish-LF): Bir faaliyetin en geç bitirme süresinden faaliyetin süresinin çıkarılması ile elde edilen süre,

Gecikme süresi (Slack): Bir faaliyetin en erken başlama ve en geç başlama süreleri arasındaki fark (ya da en geç bitiş ve en erken bitiş süreleri arasındaki fark),

Kritik faaliyet (Critic activity): Boşluğu sıfır olan faaliyet,

Kritik Yol (Critic path): Kritik faaliyetlerin oluşturduğu yol

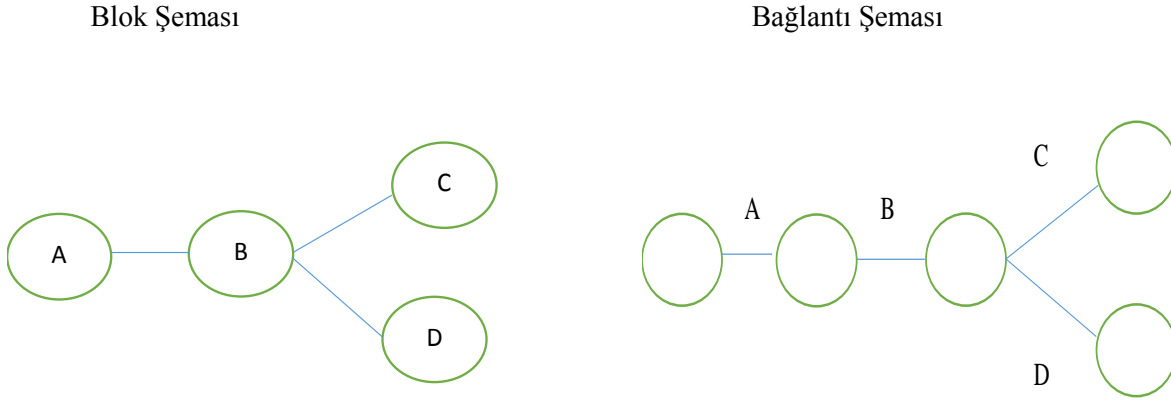
Bir CPM ağı projedeki faaliyetleri ve bu faaliyetler arasındaki ilişkilerin gösterimini içerir. Genel olarak faaliyetler arasındaki ilişki "arc" olarak kullanılan bağlantı veya ok şemaları veya "node" olarak kullanılan blok veya nokta faaliyet şemaları ile gösterilir.

Örneğin, bir projede 4 faaliyet olsun ve faaliyetler arasındaki ilişki şu şekilde olsun:

- A faaliyeti B faaliyetinden önce yapılmalıdır.
- B faaliyeti C ve D faaliyetlerinden önce yapılmalıdır.

Yukarıdaki bilgilere göre CPM ağının, blok şeması ve bağlantı şeması olarak gösterimi aşağıdaki Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: CPM Ağının Blok ve Bağlantı Şeması Olarak Gösterimi



CPM’in esas amacı projenin en kısa sürede tamamlanma zamanını ortaya koymaktır. Ayrıca bu teknik ile projenin minimum maliyette gerçekleşmesi için faaliyet süresi ve maliyetlerin kontrolü ve takibi yapılarak, insan gücü ve diğer kaynakların verimli şekilde kullanılması sağlanmış olur. Böylece CPM ağı sayesinde projenin yapılan plan ve programlara uygun gidip gitmediğinin de tespiti yapılır (Karahan ve Ezin, 2014: 76). İnşaat sektöründe CPM ve PERT tekniklerini kullanan bazı çalışmalar aşağıdaki gibidir:

Temiz Kutlu (2001: 1-36), yaptığı çalışmada CPM ve PERT teknikleri anlatılmış ve bir örnek olay üzerinde PERT tekniğini uygulamayı amaçlamıştır. Bu amaçla bir hastane projesi seçilmiştir. Toplam 3 katlı olan 260 yatak kapasiteli hastane projesinin tamamlanma süresi 30 ay olarak belirlenmiş iken PERT kullanılarak bu süre 24,86 aya indirilmiştir. Bu süre indirgenirken hızlandırma yapılmış ve yeni maliyetler ortaya çıkmıştır. Çalışmada bu ek maliyetler de belirtilmiştir.

Baraz’ın (2008: 60-72) yüksek lisans tezinde CPM ve PERT analiz teknikleri incelenerek, bir meslek yüksekokulu inşaatının proje programlamasında PERT yöntemi kullanılmıştır. İncelenen projede yüklenici inşaat firması Gantt şeması benzeri bir yöntem kullanmaktadır. Ancak bu yöntemin CPM, PERT kadar çok bilgi içermemesi ve sürelerin deterministik olmaması nedeni ile PERT yöntemi tercih edilmiştir. 17000m² inşaat alanına sahip projenin tamamlanma süresi 42,5 hafta olarak belirtilmişken PERT ile projenin 34,51 haftada bitirilebileceği görülmüştür.

Temel’in (2011: 13-70) yüksek lisans tezinde CPM ve PERT teknikleri ile ilgili bilgi verilmiş ve kara salyangozu çiftliği projesinde CPM yöntemi kullanılmıştır. MS Project ile yapılan CPM sonucuna göre 121 günde tamamlanabileceği görülen projenin kaynak aktarımı yapılabilecek faaliyetleri de çalışmada belirtilmiştir.

Özbilge vd. (2014: 319-328), araştırmalarında proje yönetimi kavramını, bu alanda en çok kullanılan yöntemler olan Gantt şeması ve CPM-PERT yöntemlerini kullanarak vinç üretimi yapan bir fabrikanın işlemlerini incelemişlerdir. İncelemeleri sonucunda temel faaliyetlerden yola çıkarak, 73 adet alt faaliyet oluşturmuşlardır. Elde ettikleri faaliyet bilgileriyle MS-Project ile PERT yöntemini uygulamışlardır. Çalışmaları sonucunda 60 gün olarak planlanan çalışmanın %18-%20 oranında daha erken bitebildiği saptanmış ve bulgular firmaya sunulmuştur.

Karahan ve Ezin (2014: 73-88), yaptığı çalışmada bir inşaatın yapım süresi ve maliyetlerinin optimizasyonunu Adıyaman Üniversitesi'nde kantin ve internet salonu yapım işine ait inşaat projesinde PERT ve CPM yöntemlerini kullanarak bulmuşlardır. Ayrıca çalışmada kritik yollar bulunmuş ve projenin toplam maliyeti de hesaplanmıştır.

Agyei (2015: 222-227), yaptığı çalışmada PERT ve CPM tekniklerini kullanarak Gana'da Ashanti bölgesindeki bir inşaat işletmesinin bina yapım projesini incelemiştir. Analizlerinde binayı yapmak için en kısa süreyi ve maliyeti hesaplamıştır. Aynı zamanda hızlandırma yapılırsa projenin süresinin ne olacağı ve maliyetlerin ne şekilde artacağı yönünde analiz yapıp maliyetleri karşılaştırmıştır.

Şenol (2016: 12-82), yüksek lisans tez çalışmasında orta gerilim elektrik dağıtım sektöründe projelerin gerçekleştirilmesine yönelik teknik bilgi ve proje aşamalarının zaman bilgileri, öncelikleri ve maliyetlerine ilişkin ayrıntılı bilgiler vermiş; (CPM), Program Değerlendirme ve İnceleme Yöntemi (PERT) ve hızlandırma yöntemlerini açıklamıştır. Rüzgar santralinin tamamlanmasına yönelik zamana ve proje maliyetlerine ilişkin veriler PERT ve hızlandırma yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Sonuçlarda projenin en kısa zamanda tamamlanma süresi ve maliyeti belirlenmiş, projenin hızlandırılması neticesinde kısaltılmış zaman ve hızlandırma maliyeti belirlenerek maliyet kâr karşılaştırılma yöntemi ile şirket karar sürecine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Gül vd. (2017: 41-50), proje yönetimi kavramının uygulanmasını sağlık sektöründe incelemişlerdir. Çalışmadaki amaçları, proje yönetimi metodlarını kullanarak sağlık tesislerinin hizmet ve kalitelerini standardize etmek, maliyetleri düşürmek, etkinliklerini artırmak ve uzun bekleme sürelerini azaltmaktır. Bunun için çalışmalarında Bulanık Kritik Yol Yöntemi (FCPM) ve Bulanık Program Değerlendirme ve İnceleme Yöntemi (FPERT) kullanarak bir üniversite hastanesindeki hasta akışını değerlendirmişlerdir. Her bir faaliyete ait süreler için acil servisten 1500 hasta verisi toplamışlardır. FCPM ve FPERT uygulanması sonucunda projenin muhtemel tamamlanma zamanı, kritik yol ve gevşeklik değerlerini elde etmişlerdir.

Maulana ve Kurniawan (2019: 58-66) çalışmalarında bir sosyal hizmet binası inşaatının projesinin planlanmasında CPM, PERT ve PDM (Precedence Diagram Method) kullanıp hangi yönteme göre hesaplamada projenin en kısa sürede tamamlanacağı kıstasına göre en iyi yöntemi seçmişlerdir. Buna göre CPM 57 hafta, PERT'e göre %99,87 olasılıkla 78+7.5 hafta iken PDM 30 haftada projenin tamamlanacağını göstermiştir. PDM'e göre yeni bir faaliyet başlarken öncel faaliyetin bitmesinin gerekmemesi özelliği proje programlaması zamanının bu kadar kısa çıkmasında etkili olmuştur.

2.Kentsel Dönüşüm Projesi Uygulaması

Bu bölümde kentsel dönüşüm bina projesi ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca kentsel dönüşüm projelerinde yer alan faaliyetler belirtilmiştir. Bu faaliyetlerin adı diğer bina yapım projelerindekine benzer olarak seçilmiştir. Ancak özellikle ilk faaliyet olan inşaata hazırlık aşaması kentsel dönüşüm ile ilgili alt işleri içerdiğinden ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Sonrasında faaliyetlerin öncül ve sonraki faaliyetleri de belirlenerek CPM ağı verilmiştir. Proje süresinin ve maliyetinin hesaplanmasının ardından projeye hızlandırma işlemi yapılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

2.1.Kentsel Dönüşüm İnşaat Proje Uygulaması Hakkında Genel Bilgi

Makalenin uygulamasının yapıldığı kentsel dönüşüm projesi, İzmir ili, Karşıyaka ilçesi, Örnekköy mahallesinde 20 daire ve 2168m² inşaat alanına sahip bir konut projesidir. CPM yönteminin kullanıldığı bu çalışmada analizlerin gerçekleştirilmesinde QM for Windows yazılımı tercih edilmiştir. Projedeki süreler, hafta olarak ele alınmış olup yapılan hesaplamalara göre toplam proje süresinin 84 hafta ve projenin toplam maliyetinin 2.196.000 TL olduğu görülmüştür.

2.2.Kentsel Dönüşüm Projesiyle ilgili Faaliyetlerin Tanımı, Faaliyetlerin Süreleri ve Maliyetler

Projedeki faaliyetlerin tümü işlerin türüne göre toplamda 28 ayrı işten oluşmaktadır. Projede yapılması gereken bu faaliyetlere ait bilgiler, İzmir'in Karşıyaka ilçesinde 30 yıldır inşaat sektöründe bulunan bir müteahhitlik firmasından alınan verilere göre düzenlenmiştir.

Kentsel dönüşüm projelerinde en önemli aşamalardan bir tanesi; bu çalışmanın da ilk faaliyeti olan inşaata hazırlık aşamasıdır. Bu aşama arsa sahipleriyle sözleşme imzalayıp onlardan işlerin takibi için vekâletname alınması ile başlamaktadır. Sonraki aşamalarda sırasıyla inşaat projelerinin hazırlanması ve kentsel dönüşüm muafiyet yazısının alınması gelmektedir. Kentsel dönüşüm projelerindeki en ciddi aşamalardan biri olan muafiyet yazısını alabilmek için öncelikle binanın riskli yapı olup olmadığını öğrenebilmek için binadan numune alımı yapılır ve alınan numuneler laboratuvar ortamında incelenirler. Laboratuvar sonuçlarına göre bina riskli ise o zaman ilgili taraflara bu bilgilendirme yazısı bakanlık tarafından iletilir ve süreç resmi olarak başlar. Süreç resmi olarak başladıktan sonra muafiyet yazısı beklenir. Muafiyet yazısı geldikten sonra sırasıyla noter sözleşmelerinin yapılması, zemin etüdünün yapılması, tapu ve kadastrodaki işlemlerin tamamlanması ve belediyeye inşaat ruhsatı için başvurulması ve belediyenin bütün gerekli incelemeleri yaptıktan sonra eski binanın yıkılıp yeni inşaat için ruhsat alınmasıyla inşaata hazırlık aşaması tamamlanmaktadır.

İnşaata yapım aşamasına geçildiğinde önce 2. faaliyet olarak tanımlanan kaba inşaat faaliyeti gelmektedir. Bu faaliyet aşaması arsanın temel betonunun atılması için gerekli hazırlıkların yapılması ile başlamaktadır. Sırasıyla, grobeton atılması, temel duvarının örülmesi, izolasyon yapılması, tekrar grobeton uygulaması, demirlerin döşenmesi, elektrik tesisat altyapı işlemleri ve suyun bağlanmasının ardından temel betonu atılması gelmektedir. Sonraki işlemlerde ardıl faaliyet olarak beton kalıbının hazırlanması, elektrik tesisat altyapısı hazırlığı ve beton dökümü gelmektedir. Bu ardıl faaliyetler, kat sayısı kadar sürmektedir ve 2. kattan itibaren duvarların örülmesi işlemi gelmektedir. Kaba inşaat faaliyeti, beton atılması ve duvarların örülmesinden sonra tamamlanmaktadır.

Kaba inşaat tamamlandıktan sonra tesisat işlemleri gelmektedir. Tesisat işlemlerinde, elektrik işlemleri, sıhhi tesisat işlemleri, klima altyapısı işlemleri ve panjur kutularının yerleştirilmesi işlemleri gelmektedir.

Kaba inşaat faaliyeti bittikten sonra tesisat işlemlerine ilave olarak sıva ve teras işlemleri faaliyetindeki dış cephe sıva işlemleri başlamaktadır. Dış cephe sıva işlemleri devam ederken aynı zamanda mermer denizlikler faaliyeti başlatılır. Dış cephe sıva işlemleri bittikten sonra teras ve iç cephe sıva işlemleri başlamaktadır. Bu aşamada aynı zamanda asansör kaba inşaat işlemleri yapılmaktadır ve asansör kapılarının takılması ile asansör kaba inşaat işlemleri tamamlanmaktadır. İç cephe sıva işlemleri tamamlandıktan sonra banyo ve fayans işlemleri başlamaktadır. Banyo ve fayans işlemleri, teras şapı, izolasyonu ve ters fayanslarının yapılması ile başlar, banyo fayanslarının döşenmesinin tamamlanması ile biter. Aynı zamanda dış cephe boya işlemleri başlar ve içerilerde de alçıpan uygulaması başlar. Bu işlemler tamamlandıktan sonra katların tesviye şaplarının atılması faaliyeti gelir. Tesviye şaplarının atılması herhangi bir inşaat yapımındaki en önemli kilometre taşlarından biridir. Şaplar atıldıktan sonra sırasıyla saten alçıların çekilmesi, iç cephe boyalarının yapılması, dairelerin fayanslarının yapılması, kapı eşik ve merdiven mermerlerinin döşenmesi, garaj düzenlemesi ve tesviyesi işlemlerine geçilir.

Kapı eşik ve merdiven mermerlerinden sonraki aşamada eş zamanlı olarak merdiven korkuluklarının takılması, dış doğramaların takılması ve asansöre ait ince işlemler başlatılır. Bu aşamalar tamamlandıktan sonra inşaatın tamamlanmasına yönelik bir diğer kilometre taşı olan dairelerin mutfaklarının takılması faaliyeti başlatılır. Banyo hiltonlarının takılması ile eş anlı yürütülür ve tamamlanır.

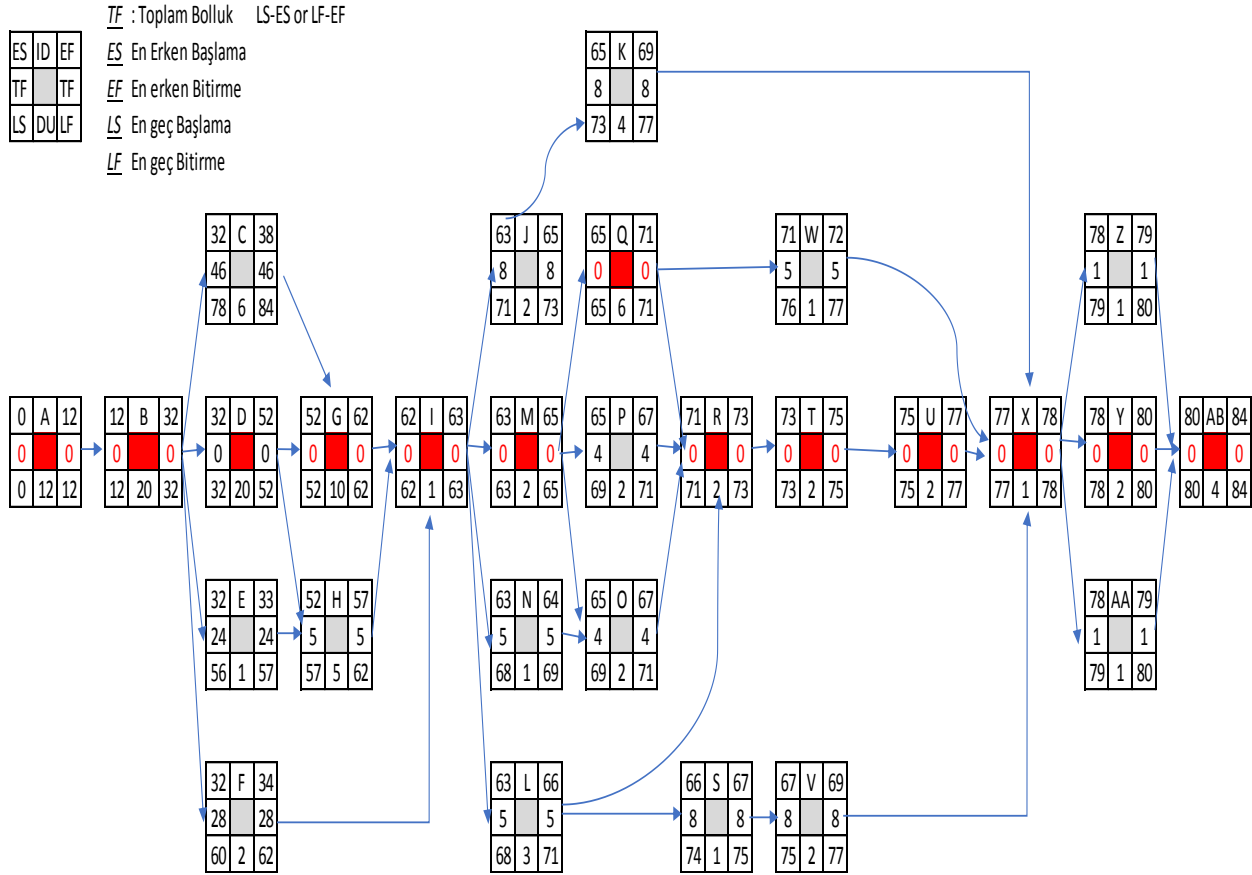
Mutfak tezgâhlarının ve evyelerinin montajı tamamlandığında sırasıyla elektrik ince işlemleri ve sıhhi tesisat vitrifiyelerin ve duş kabinlerin takılması aşamasına geçilir. Sonraki faaliyetler sırasıyla çelik kapıların montajı, iç kapıların montajı, balkon korkuluklarının takılması, parkelerin montajı ve ankastrelerin takılmasıdır. Ankastrelerin takılmasıyla beraber inşaat üretim süreci noktalanır. Bu aşamadan sonra ilgili belediyeye başvurularak yapı kullanma izni belgesi talep edilir. Belediye resmi süreçleri uygulayarak ve yerinde keşif yaparak binanın projesine uygun olarak imal edildiğine ve kullanılmaya başlanabileceğine onay verdiğinde ise binada yaşam başlar duruma gelir. Aşağıdaki tabloda projeye ait faaliyetler, öncül faaliyetler, süreler ve maliyetler gösterilmiştir.

Tablo 1 : Faaliyetlerin İşlem Sırası

FAALİYET KODU	FAALİYET TANIMI	MALİYET	ÖNCÜL FAALİYETLER	SÜRE (HAFTA)
A	İnşaat'a hazırlık	120.000	--	12
B	Kaba inşaat	600.000	A	20
C	Tesisat İşlemleri	160.000	B	6
D	Sıva ve Teras İşlemleri	300.000	B	20
E	Mermerler Denizlikler	17.000	B	1
F	Asansör İşlemleri Kaba	35.000	B	2
G	Banyo ve Fayans işlemleri	35.000	D,C	10
H	Dış Cephe Boya ve alçıpan işlemleri	50.000	D,E	5
I	Katların tesviye şaplarının atılması	15.000	F,G,H	1
J	Saten alçıların çekilmesi	10.000	I	2
K	İç Cephe Boyaların yapılması	40.000	J	4
L	Dairelerin fayanslarının yapılması	25.000	I	3
M	Kapı eşik ve merdiven mermerleri	18.000	I	2
N	Garaj düzenlemesi ve tesviyesi	10.000	I	1
O	Merdiven korkulukları	10.000	M,N	2
P	Dış doğramaların takılması	220.000	M	2
Q	Asansör işlemleri İnce	36.000	M	6
R	Dairelerin mutfaklarının takılması	90.000	L,O,P,Q	2
S	Banyo hiltonlarının takılması	40.000	L	1
T	Mutfak tezgâhlarının ve evyelerinin montajı	50.000	R	2
U	Elektrik ince işlemleri	20.000	T	2
V	Sihhi Tesisat vitrifyelerin ve duşkabinlerin takılması	60.000	S	2
W	Çelik Kapıların montajı	25.000	Q	1
X	İç Kapıların Montajı	60.000	U,V,W,K	1
Y	Balkon korkulukları	30.000	X	2
Z	Parkelerin montajı	40.000	X	1
AA	Ankastrelerin takılması	40.000	X	1
AB	Belediye Yapı Kullanma İzni İşlemleri	40.000	AA,Y,Z	4

Tablo 1’de inşaat projesinde belirtilen 28 ayrı faaliyetin işlem sırası ve bu faaliyetler için gerekli süreler gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi en çok zaman alan faaliyetler: İnşaata hazırlık, kaba inşaat ve sıva ve teras işlemleridir. Tablodaki bilgiler doğrultusunda Şekil 2’deki CPM şeması oluşturulmuştur.

Şekil 2 : CPM Ağının Blok Şeması Olarak Gösterimi



Verilen bilgiler doğrultusunda şekilden elde edilen bilgiye göre kritik yol kırmızı ile gösterilen faaliyetler üzerinde bulunmaktadır. Şekilde kırmızı olarak belirtilen işlemler: A-B-D-G-I-M-Q-R-T-U-X-Y-AB kritik yol faaliyetleridir. Bu duruma göre proje süresi 84 haftadır ve toplam proje maliyeti 2.196.000 TL’dir. Kritik yol üzerinde bulunan faaliyetlerin süresi toplam süreyi verir. Kritik yol üzerinde olmayan faaliyetlerde belli boşluklar vardır. Bu nedenle bu tür faaliyetlerde gecikmeler boşlukları kadar yaşanabilir. Ancak kritik faaliyetlerde oluşacak gecikmeler proje bitiş zamanını ileri bir tarihe atacaktır. Kentsel dönüşüm projelerinde ev sahiplerini mağdur etmemek için zamanında teslim önem taşımaktadır. Ayrıca böyle bir gecikme sadece bitiş zamanını etkilememekte aynı zamanda proje maliyetini de arttırmaktadır.

Bir bina inşaatı projesinde işler ve projedeki payları sırasıyla şu şekildedir (Karahana ve Ezin, 2014: 82): kaba inşaat %40 (kalıp, demir beton tuğla eşit oranlarla), çatı %3 (çatı konstrüksiyonu %75 ve kaplaması %25), kasalar, iç sıva : %7 (pencere kapı %60 iç sıva %40), tesisat %10 (temiz ve pis su %65 ve elektrik %35), döşeme kaplaması % 6, dış sıva, demir işleri, denizlik % 6 (dış sıva %50 balkon merdiven korkulukları vb. %30 denizlik %20), doğrama %8 (kapılar %60, pencere kanatları %30, madeni aksam %10), badana, cam yağlı, boya fayans %10, kalorifer kazanı %2, radyatör ve borular % 6, çevre düzenlemesi % 2. Sadece kaba inşaatın oranının tek başına %40

olduğu dikkate alındığında, özellikle bu işlerde ne kadar planlı olunursa projenin zamanında ve planlanan maliyette teslimi o kadar yüksek olası olur.

Tablo 1’de görülen proje faaliyetlerine ait işlemler ve süreleri ile Şekil 1’de görülen faaliyetler üzerindeki en erken başlama süresi, en erken bitirme süresi, en geç başlama süresi, en geç bitirme süresi ve gecikme süreleri Tablo 2’de bir arada verilmiştir.

Tablo 2: *ES, EF, LS, LF ve Gecikme Sürelerinin Hesaplanması*

No	Activity	Activity time	Early Start (ES)	Early Finish (EF)	Late Start (LS)	Late Finish (LF)	Gecikme Süresi(S)
	Project	84					
1	A	12	0	12	0	12	0
2	B	20	12	32	12	32	0
3	C	6	32	38	78	84	46
4	D	20	32	52	32	52	0
5	E	1	32	33	56	57	24
6	F	2	32	34	60	62	28
7	G	10	52	62	52	62	0
8	H	5	52	57	57	62	5
9	I	1	62	63	62	63	0
10	J	2	63	65	71	73	8
11	K	4	65	69	73	77	8
12	L	3	63	66	68	71	5
13	M	2	63	65	63	65	0
14	N	1	63	64	68	69	5
15	O	2	65	67	69	71	4
16	P	2	65	67	69	71	4
17	Q	6	65	71	65	71	0
18	R	2	71	73	71	73	0
19	S	1	66	67	74	75	8
20	T	2	73	75	73	75	0
21	U	2	75	77	75	77	0
22	V	2	67	69	75	77	8
23	W	1	71	72	76	77	5
24	X	1	77	78	77	78	0
25	Y	2	78	80	78	80	0
26	Z	1	78	79	79	80	1
27	AA	1	78	79	79	80	1
28	AB	4	80	84	80	84	0

Tablo 2’de mavi ile belirtilen faaliyetler kritik faaliyetlerdir. CPM tekniğine göre düzenlenen Tablo 2’de belirtilen tüm faaliyetlerin gecikme süreleri, aşağıdaki formüllerden biri kullanılarak hesaplanabilir. İki formül de aynı sonucu vermektedir.

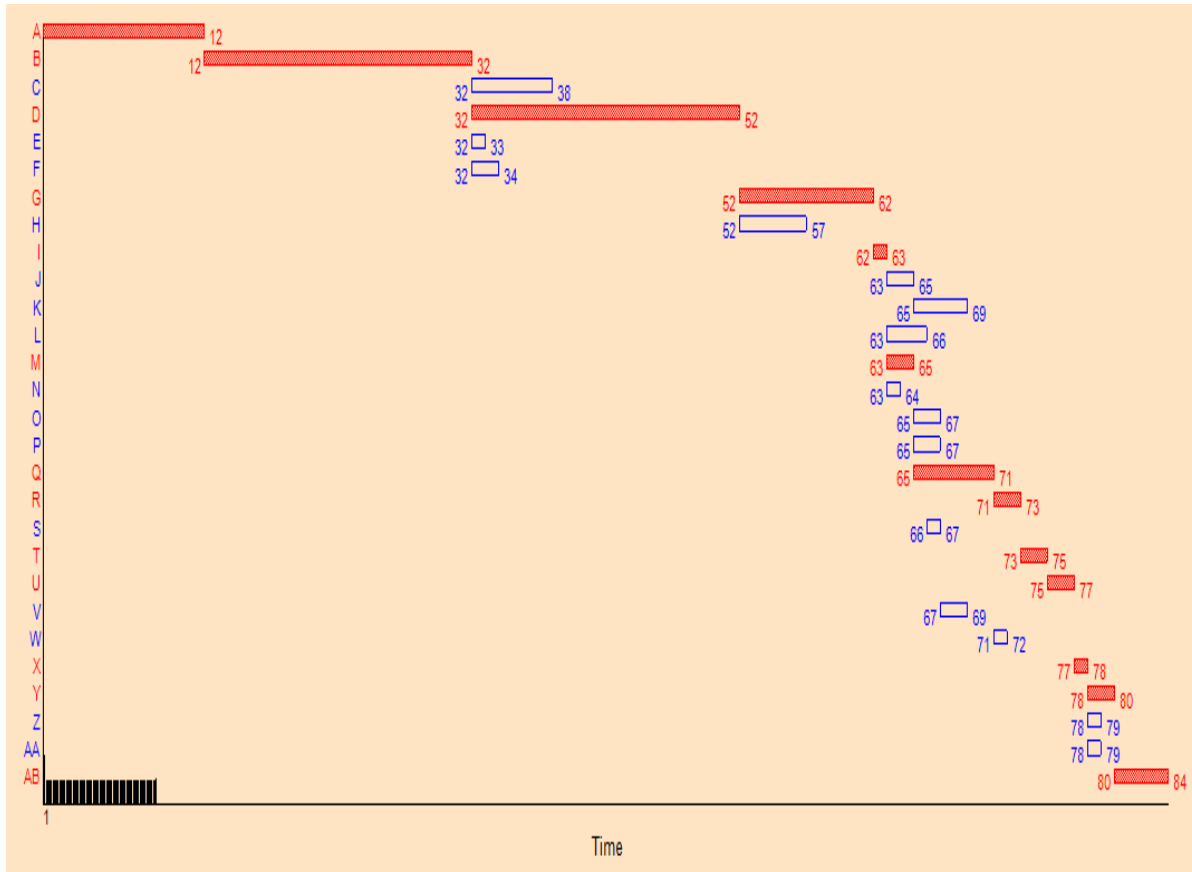
Gecikme süresi (S): En geç başlama (LS)-En erken başlama (ES) (1)

Gecikme süresi (S): En geç bitirme (LF)-En erken bitirme (EF) (2)

Mavi ile gösterilen tüm faaliyetlerin gecikme süreleri yukarıda da belirtildiği gibi 0’dır. Tabloya göre Z ve AA faaliyetlerinde 1, O ve P faaliyetlerinde 4, H,L,N,W faaliyetlerinde 5, J,K,S ve V faaliyetlerinde ise 8, E faaliyetinde 24, F faaliyetinde 28, C faaliyetinde 46 haftalık gecikme durumu vardır. Kritik yol üzerinde bulunan A-B-D-G-I-M-Q-R-T-U-X-Y-AB faaliyetlerinde ise gecikme süreleri sıfır olduğundan dolayı bu faaliyetlerde bir esneklik söz konusu değildir.

Projedeki faaliyetlerin uzunluklarını zaman ekseninde görmeye imkan veren Gantt şeması da Şekil 3’te verilmiştir. Gantt şeması sayesinde projede bulunan faaliyetler ile programlanan başlama ve bitiş tarihleri görülebilir. Gantt şemasında faaliyetler dikey eksende zaman ise yatay eksende gösterilir (Özbilge vd., 2014: 320).

Şekil 3: Kentsel Dönüşüm Proje Faaliyetlerinin Gantt Şeması Üzerinde Görünümü



Şekil 3’te görüldüğü gibi kentsel dönüşüm projesinde yer alan 84 haftada tamamlanan 28 faaliyetin her birinin faaliyet süreleri ayrı çubuklar şeklinde gösterilmiştir. Gantt şemasına bakıldığında en uzun zaman dilimi gerektiren faaliyetlerin A (inşaata hazırlık), B (kaba inşaat) ve D (sıva ve teras işlemleri) faaliyetleri olduğu görülebilir.

2.3. Kentsel Dönüşüm Proje Süresinin Hızlandırılması

Proje programlamada hızlandırma işlemi projelere ek bir maliyet yüklemektedir. Ancak proje süresinin uzun olduğu durumlarda hızlandırmaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Hızlandırma yapılacak faaliyetler, kritik yol üzerinde bulunan faaliyetler içerisinde en düşük maliyetli olanlar üzerinde durularak yapılabilir. Bir hızlandırma programının yapılabilmesi için hızlandırma maliyetlerinin bilgisine de ihtiyaç duyulur. Proje hızlandırma aşağıdaki formül yardımı ile yapılır:

$$\text{Maliyetteki artış} = \frac{(\text{hızlandırılmış maliyet}) - (\text{normal maliyet})}{(\text{normal süre}) - (\text{hızlandırılmış süre})} \quad (3)$$

İnşaat projesinde belirlenen kritik yol; A-B-D-G-I-M-Q-R-T-U-X-Y-AB faaliyetleri üzerinde yapılan hızlandırma çalışmaları, projeye zaman kazandıracığından bir avantaj olarak değerlendirilebilir. O zaman proje hızlandırmasındaki temel olan esasa göre en düşük maliyetli faaliyetleri arttırdığımız kadar arttırarak projenin verimliliğini sarsmadan proje süresini kısaltabiliriz. Bu çalışmada konu edinilen kentsel dönüşüm inşaat projesinde de 100.000 TL'nin üstünde maliyeti olan faaliyetleri en az sürede arttırarak diğer faaliyetleri de kritik yolu bozmayacak şekilde en yüksek düzeyde arttırarak hızlandırma yapılmıştır. Tablo 3'te söz konusu faaliyetler, süreleri ve maliyetleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 3: Faaliyetlere Ait Normal ve Hızlandırma Süreleri ve Maliyetler

FAALİYETLER	NORMAL SÜRE	HIZLANDIRMA SÜRESİ	NORMAL MALİYET (BİN TL)	HIZLANDIRMA MALİYETİ (BİN TL)	HIZLANDIRMA MALİYETİ/HAFTA	HIZLANDIRILMIŞ SÜRE	FARK (BİN TL)
PROJE	84	15					
A	12	1	120 TL	130 TL	0,91 TL	11	10 TL
B	20	1	600 TL	630 TL	1,58 TL	19	30 TL
C	6	0	160 TL	160 TL	0,00 TL	5	0 TL
D	20	1	300 TL	315 TL	0,79 TL	19	15 TL
E	1	0	17 TL	17 TL	0,00 TL	0	0 TL
F	2	0	35 TL	35 TL	0,00 TL	0	0 TL
G	10	4	35 TL	49 TL	2,33 TL	6	14 TL
H	5	0	50 TL	50 TL	0,00 TL	1	0 TL
I	1	0	15 TL	15 TL	0,00 TL	1	0 TL
J	2	0	10 TL	10 TL	0,00 TL	2	0 TL
K	4	0	40 TL	40 TL	0,00 TL	0	0 TL
L	3	0	25 TL	25 TL	0,00 TL	0	0 TL

M	2	0	18 TL	18 TL	0,00 TL	2	0 TL
N	1	0	10 TL	10 TL	0,00 TL	0	0 TL
O	2	0	10 TL	10 TL	0,00 TL	0	0 TL
P	2	0	220 TL	220 TL	0,00 TL	0	0 TL
Q	6	3	36 TL	54 TL	6,00 TL	3	18 TL
R	2	0	90 TL	90 TL	0,00 TL	2	0 TL
S	1	0	40 TL	40 TL	0,00 TL	1	0 TL
T	2	0	50 TL	50 TL	0,00 TL	2	0 TL
U	2	1	20 TL	30 TL	10,00 TL	1	10 TL
V	2	0	60 TL	60 TL	0,00 TL	1	0 TL
W	1	0	25 TL	25 TL	0,00 TL	0	0 TL
X	1	0	60 TL	60 TL	0,00 TL	1	0 TL
Y	2	1	30 TL	45 TL	15,00 TL	1	15 TL
Z	1	0	40 TL	40 TL	0,00 TL	0	0 TL
AA	1	0	40 TL	40 TL	0,00 TL	0	0 TL
AB	4	0	40 TL	40 TL	0,00 TL	1	0 TL
TOPLAM			2.196 TL				102TL

Tablo 3'ten görüldüğü gibi G, Boya ve Fayans işlemleri, Q, Asansör işlemleri, U, Elektrik ince işlemleri, Y, Balkon Korkulukları, faaliyetleri en fazla 36.000 TL maliyete sahiptirler. Dolayısıyla bu faaliyetlerin süreleri kritik yolu değiştirmeyecek şekilde maksimum düzeyde artırılmıştır. Kritik yol üzerinde bulunan, maliyeti 40.000 TL olan AB faaliyeti ise hızlandırmanın dışında tutulmuştur. Çünkü yapı kullanma izni alınması süreci belediye ile ilgili olan bir durum olduğu için bu sürede herhangi bir hızlandırmaya gidilmemiştir. Ayrıca 100.000 TL'nin üstünde olup aynı zamanda kritik yol üzerinde bulunan A, inşaata hazırlık, B, kaba inşaat, D, sıva ve teras işlemleri faaliyetleri de maliyetlerine katlanılarak 1'er hafta kısaltıldığında normal süresi 84 hafta ve maliyeti 2.196.000 TL olan kentsel dönüşüm bina yapımı projesinin, normal süresi kritik yol faaliyetleri değişmeden ve en verimli olabilecek şekilde 15 hafta kısaltılabilmektedir. Ancak bu hızlandırmanın projeye ek olarak 102.000 TL maliyet yükleyeceği görülmektedir.

3.Sonuç

Kentsel dönüşüm Türkiye için çok büyük bir öneme sahiptir. Bu konuda bütün taraflar üzerine düşeni yaparken inşaat müteahhitleri de en önemli rolü üstlenmektedir. Ancak müteahhit işletmelerinin kentsel dönüşüm projelerini uygularken projenin kârlılığını en ön plana alırken aynı zamanda göz ardı etmemesi gereken diğer bir konu da projenin programlanmasıdır. İşletmeler bu projeleri hayata geçirirken geleneksel yöntemlerden ziyade modern planlama teknikleri kullanarak hem projelerinin verimliliğini takip edebilir hem de karşılıklı anlaşma yaptıkları arsa sahiplerini

mağdur etmeden projelerini tamamlama ihtimallerini arttırabilirler. Bu açıdan bu projelerde CPM metodunu kullanmak faydalı olmaktadır.

CPM metodu birçok çalışmaya konu olmuştur, iş planı ve programı yapma konusunda bu alanda çalışanlara önemli kolaylıklar sağlamaktadır. CPM ile birbiri içine girmiş, karmaşık faaliyetler basit olarak ifade edilebilir ve işlerin belli bir programda ilerlemesi sağlanabilir. Proje yöneticileri böylece ilerledikleri kilometre taşlarından projenin ne kadarının bittiğini ve de ne kadarının daha kaldığını takip edebilirler.

Bu çalışmada basit gibi gözükse ancak işin içine girildiğinde farklılıkların ve karmaşıklıkların görülebildiği 20 daire ve 2168m² inşaat alanından oluşan kentsel dönüşüm inşaat projesi konu edinilmiştir. Projenin tahmini bitiş süresinin 84 hafta ve maliyetinin 2.196.000 TL olduğu görülmüştür. Ancak hızlandırma ile birlikte bu sürenin 15 hafta kısaltılabileceği ve bu kısaltmanın da projeye ek olarak 102.000 TL yük getireceği görülmüştür.

İnşaat müteahhitleri döngüsel olarak kentsel dönüşüm projeleri uyguladıkları için bir projenin ne kadar sürede biteceği ve bu proje biterken yenisine ne zaman başlanabileceği, yaptıkları yatırımın getirisinin ne kadar süre içinde kendilerine döneceğini ön görmek isterler. Burada anahtar süreç planlamadır. Chin ve Hamid'in (2015: 32) Malezya'da gerçekleştirdikleri çalışmada proje müdürünün en çok zamanı planlamaya ayırdığı belirlenmiştir. Ancak Türkiye'de ne yazık ki inşaatın yapımı için ayrılan süreden planlamaya yüzde 5 gibi bir süre bile ayrılmamaktadır. Oysa ki iyi bir planlama yapıldığı takdirde hem nakit akışının yönetimi daha rahat olacaktır hem de projenin teslim süresi kısalabilecektir. İleri ki çalışmalar için müteahhit işletmelerinde projelerin kârlılıklarının analizi ve birkaç kentsel dönüşüm konut inşaatı projesinin programlarının kıyaslanması bu konudaki anlayışı arttırabilir.

Kaynakça

- Agyei, W. (2015). Project planning and scheduling using PERT and CPM techniques with linear programming: Case study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(8), 222-227.
- Baraz, E. H. (2008). *Şebeke analizi ve proje yönetimi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Chin, L. S., & Hamid, A. R. A. (2015). The practice of time management on construction project. *Procedia Engineering*, 125, 32-39.
- Gül, M., Güneri, A. F., & Güneş, G. (2017). Project management in healthcare: A case study for patient flow evaluation in an emergency room using fuzzy cpm and fuzzy pert. *Sigma*, 8(1), 41-51.
- Karahan, M., & Ezin, Y. (2014). PERT-CPM tekniğiyle bir inşaatın yapım süresi ve maliyetlerinin optimizasyonu. *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 5(10), 73-89.
- Maulana, A., & Kurniawan, F. (2019). Time optimization using CPM, PERT and PDM methods in the social and department of Kelautan building development project Gresik district. *International Journal Of Transportation And Infrastructure*, 2(2), 58-67.
- Özbilge, Ş., Düğenci, M., & Konuşkan, Ö. (2014, Haziran). Proje yönetimi ve vinç üretiminde uygulaması. *Akademik Platform*, 319-328.
- Şenol, Y. (2016). *Orta gerilim elektrik dağıtım sektöründe proje tamamlanma zamanlarının belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi, Ankara.
- Russell, R., & Taylor, B. (2007). *Operations management*. Prentice Hall.

- Temel, M. (2011). *Proje yönetim teknikleri ve kara salyangozu üretim çiftliği projesi üzerine bir uygulama*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Temiz Kutlu, N. (2001). Proje planlama teknikleri ve PERT tekniğinin inşaat sektöründe uygulanması üzerine bir çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 1-38.
- Temiz, N., & Dursun, E. (2016). PERT tekniği'nin liman deniz hizmetleri otomasyonu projesine uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-30.
- Tümtürk, E. (2018). Proje yönetimi. E. Güven & S. Çavuşoğlu (Ed.), *Yeni nesil işletmelerde güncel eğilimler* içinde (ss.163-185). İstanbul: Beta Yayıncılık.