

# Proje Yönetiminde Zaman ve Maliyet Odaklı Bütünleşik Planlama Yaklaşımı ve Bir Uygulama<sup>1</sup>

Aslı AKSOY\*, Mehmet AKANSEL\*\*, Canberk ATALAY\*\*\*, Atalay Meriç ÇAMLİBEL\*\*\*\*, Dilara YAŞAR\*\*\*\*\*, Duygu KESEROĞLU\*\*\*\*\* , Serdar VANLIOĞLU\*\*\*\*\*

## Öz

**Amaç:** Bu çalışmada, montaj sistemleri üreten bir otomotiv yan sanayi işletmesinde, öngörülen proje teslim süresi ve bütçe sapmalarının nedenlerinin belirlenmesi ve bu sapmaların en aza indirilmesi ile birlikte proje yönetiminde faaliyet sürelerini ve maliyetlerini eş zamanlı olarak dikkate alabilen bir yönetim aracının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Problemin çözümünde ve işletmenin proje yönetim sürecinde kullanacağı aracın geliştirilmesinde CPM ve PERT analizi, matematiksel modelleme ve kaynak kısıtlı proje çizelgeleme modeli için algoritma geliştirme ve kodlama yöntemleri uygulanmıştır.

**Bulgular:** Çalışma sonunda uygulama yapılan işletmenin projelendirme sürecinde ortaya çıkan sapmaların kök nedenleri belirlenmiş, tespit edilen nedenlerin ortadan kaldırılması için çözüm yöntemleri araştırılmış ve proje yönetim sürecinde işletmenin kullanabileceği bir proje yönetim aracı geliştirilerek projelendirme süreci standartlaştırılmıştır.

**Sonuç ve Öneriler:** Geliştirilen proje yönetim aracı sayesinde; işletmenin projelendirme sürecinde gözlenen sapmalar azaltılmış, zaman planı ve maliyet plan süreleri standartlaştırılmış ve proje teklifi hazırlama süreci kısaltılmıştır. Böylece mevcut projenin kritik süresinde %49'luk bir azalma ve projelendirme süreci kapasite kullanımında ise %60'lık verim artışı sağlanmıştır.

**Özgün Değer:** Bu çalışma kapsamında, ortaya çıkan proje yönetim aracı, hem işletmede hali hazırda dağınık halde bulunan çeşitli veriyi bir araya getiren bir veritabanı içermekte hem de projelendirme sürecinin zaman ve kaynak çizelgelemesinde kullanılabilen bir algoritmayı çalıştırmaktadır. Proje yönetim aracının alternatiflerine göre farkı, proje tanımlama aşamasında faaliyet sürelerini, öncelik ilişkilerini ve gerekli kaynakların doluluk oranını dikkate almaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak Kısıtlı Proje Yönetimi, CPM, PERT, Doğrusal Programlama.

**JEL Sınıflandırması:** C44, C61, M11

# Time and Cost Based Integrated Planning Approach in Project Management and An Application

## ABSTRACT

**Purpose:** In this work, with a special attention to an automotive supplier company which manufactures assembly lines on with turn-key contracts, we aimed to identify the reasons of deviations from the proposed project delivery dates and estimated project budgets and also minimize these deviations. Additionally, we developed a management tool that simultaneously considers activity times and costs in project management.

**Methodology:** We applied several industrial engineering techniques such as CPM and PERT analysis and mathematical programming when solving the general problem and developing the software tool to be utilized by the company in its project management process.

**Findings:** By the end of this study, the root causes for deviations in the project development process of the company were identified; the proper measures to completely remove the identified causes were delineated and finally a project management tool was generated to standardize the project development process of the company through its utilization.

**Practical Implications:** Through the use of the developed project management tool, the deviations observed in the project development process of the company were reduced; the project schedules and cost planning processes were standardized and its overall project development process were shortened. When the improved case is compared with the current case, there will be a 49% reduction in the length of the critical path and this means a 60% productivity increase in the use of process capacity.

**Originality:** The project management software tool, which is the outcome of this work, includes both a database that collects several related data scattered around earlier and an algorithm that can be used in time and resource planning phases of project management. The most significant difference of this project management tool with respect to its alternatives is its simultaneous consideration of the activity durations, their precedence relationships, and workloads of the required resources.

**Keywords:** Resource-Constrained Project Management, CPM, PERT, Linear Programming.

**JEL Codes:** C44, C61, M11

<sup>1</sup> 03-05 Mayıs 2018 tarihlerinde Bursa'da düzenlenen 7. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi'nde sunulan "Bir Endüstriyel Donanım Üreticisi İçin Bütünleşik Proje Teklif Hazırlama ve Yönetim Sistemi Geliştirilmesi" başlıklı tebliğin genişletilmiş halidir.

\* Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, asliaksoy@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2971-2701

\*\* Dr. Öğr. Üyesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, akansel@uludag.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4924-7587

\*\*\* Nestle Türkiye A.Ş., canberk2511@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6859-1677

\*\*\*\* Bosch Türkiye A.Ş., Atalaymeric.Camlibel@tr.bosch.com, ORCID: 0000-0002-8876-208X

\*\*\*\*\* ezgidilarayasar@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1799-9239

\*\*\*\*\* duygukeseroglu1@gmail.com, ORCID: 0000-0002-5926-3724

\*\*\*\*\* Bosch Türkiye A.Ş., Serdar. Vanlioglu@tr.bosch.com, ORCID: 0000-0002-1947-9141

## 1. Giriş

Organizasyonlardaki faaliyetlerin eşzamanlı olarak yönetilebilir hale gelmesi nedeniyle yönetimdeki hiyerarşik katman sayısı azalmaktadır. Özellikle üretim işletmelerinde proje temelli üretim yönetimi anlayışı yaygınlaşmakta ve proje organizasyonu, bütçeleme, çizelgeleme, proje takibi gibi işlevleri destekleyecek araçlara ihtiyaç artmaktadır. Proje yönetiminde, özellikle eşzamanlı faaliyetlerin çizelgelemesi sırasında kaynak kısıtlarının dikkate alınması, gerçek hayat problemlerine uygun çözümler bulunması için uygun bir yaklaşımdır.

Organizasyonun ana süreçlerinden biri olan proje, organizasyonun belirli dönemlerle gerçekleştirdiği süreçlerden oluşuyorsa ve proje yeniden planlanabiliyorsa, projeyi oluşturan süreçlerin iyileştirmeleri yapılabilir. Projenin işleyişini kısıtlayan, etkinlik ve verimliliği azaltan, katma değer yaratmayan, zaman kaybına ve maliyet artışına neden olan faaliyetler belirlenerek incelenir, ölçümler gerçekleştirilerek gerekli iyileştirmeler için düzenlemeler yapılabilir (Tecim ve Gülbin, 2009). Buna dayalı olarak günümüzde üretim işletmelerinde yürütülen projelerin karmaşıklığının, bu projelerin herhangi bir yazılım aracı olmadan yönetilmesini zorlaştırdığı ifade edilmektedir (Ng, 2018).

Proje yönetimi; üretim, ticaret ya da hizmet sektöründeki bir organizasyonun yürüttüğü bir projenin amaçlarına erişebilmesi için proje faaliyetlerini planlama, organizasyon, yönetme, koordinasyon ve kontrol fonksiyonlarının bütünü olarak tanımlanmaktadır (Barutçugil, 2008:157). Proje faaliyetlerini planlama ve çizelgeleme, proje performansının kontrolünde önemli bir role sahiptir (Luu vd., 2009). Proje bütçesinin etkin biçimde kullanılması amacıyla uygulanan yaklaşımlardan biri olan faaliyet temelli maliyetlendirme (FTM) yönteminde bir ürünün ya da hizmetin maliyeti, hammaddenin maliyeti ile mamul ya da hizmeti üretmek için gerekli olan tüm faaliyetlerin maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır (Büyüksalvarcı, 2006). Proje maliyet yönetimi, projenin kabul edilebilir süresi içinde çıktılarının hem kapsamını hem de kalite düzeyini koruyarak projenin maliyetini azaltma sürecidir (Rad, 2002). Proje maliyet yönetimi ile maliyetlerin düşürülmesi, kalitenin artırılması, iş zaman planının etkin olarak gerçekleştirilmesi, ürünün hedeflenen bütçe sınırları içerisinde gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Proje yönetim sistemleri; süreçlerin, araçların, kaynakların ve yöntemlerin projeyi yönetmek için bir araya getirilmesinden oluşur (PMI, 2013: 581).

Süreçler belirli bir girdiyi, belirlenen bir çıktıya dönüştüren yapılar iken projeler de belirli zaman, maliyet ve kapsam çerçevesinde girdileri çıktılara dönüştürür.

Bu açıdan bakıldığında projeler, süreçlerin ve faaliyetlerin mantıksal bir sırayla planlanarak bir araya getirilmiş halidir. Bu özellikleri ile projeler kapsamında bir organizasyonun ana sürecini içeren alt süreçler ve faaliyetler belirlenip, bu faaliyetler hakkında bilgi toplanarak süreç akış şemaları oluşturulabilir (Tecim ve Gülbin, 2009).

Proje odaklı çalışan işletmelerin mevcut proje yönetimi süreçlerindeki aksaklıkları ortadan kaldırabilmesi için geçmiş deneyimlerini gözden geçirerek kalıcı önlemler alması gereklidir. Proje yönetimi süreçlerindeki temel adımların standartlaştırılması sürecin sağlıklı biçimde yürütülmesine olanak verecek, ancak bundan sonra proje süresi ve proje maliyeti üzerinde tutarlı öngörülerin yapılabilmesi mümkün olacaktır. Bu çalışma Bursa'da otomotiv yan sanayi sektöründe yer alan bir sanayi işletmesinde, özel makine tasarım ve imalat projelerinin gerçekleştirildiği bölümde yapılmıştır. İlgili bölüm işletme bünyesinde özel makine imalatı, test teknolojileri, satış sonrası hizmetler gibi süreçleri gerçekleştirmektedir. İşletmede montaj hattı üretimi, toplam üretimin %45'ini kapsadığı için çalışmalar montaj hattı üretim süreçlerinde yapılmıştır. İşletmede montaj hattı üretimi proje yönetim süreçlerinde, proje teklif aşamasında belirlenen değerler ile projenin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkan değerler arasında farklar gözlenmektedir. Bu çalışma, pilot olarak seçilen montaj hatlarının projelendirme süreçleri, maliyet hesaplamaları ve mühendislik süreçlerindeki sapmaların incelenmesi, en aza indirilmesi ve standartlaştırılması aşamalarını kapsamaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde ilk olarak konu ile ilgili literatür araştırılması yapılmış ve ardından çalışmada kullanılan yöntemler kısaca açıklanmıştır. Uygulamanın ortaya konduğu bölümde ise öncelikle işletmede mevcut projelendirme sürecinin analizi yapılmış, yaşanan problemler saptanarak iyileştirme önerileri sunulmuştur. Projelendirme sürecine özgü bir matematiksel model geliştirilerek sürecin optimum tamamlanma süresi hesaplanmış, geliştirilen karar destek sistemi ile projelendirme süreç yönetiminde yenilikçi bir araç sunulmuştur. Son bölümde ise çalışma sonunda elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

## 2. Literatür Araştırması

Proje yönetimi, proje faaliyetlerinin en kısa sürede, en düşük maliyetle, en yüksek kalitede tamamlanması için gerekli olan insan, ekipman, makine, bilgi,

yetenek ve diğer kaynakların etkin yönetilmesi için geliştirilen bir yönetim metodolojisidir. Proje yönetimi işletmelerde projelerin başarı ile tamamlanma olasılığının, farklı kaynakların kullanım etkinliğinin ve işletme içi iletişimin artmasına yardımcı olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında literatürde proje yönetimi ile ilgili pek çok araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Martens vd. (2015) proje yönetim süreçleri ile kurum içi girişimcilik ilişkisini araştırmışlar ve çalışmalarında özellikle stratejik açıdan organizasyonel performansı etkileyen dinamikleri belirlemişlerdir. Yu (2012) stratejik proje yönetiminin işletmelerde çevikliğinin ve fonksiyonelliğinin artmasına destek olduğunu belirtmiştir. Proje yönetim sistemleri ve kurumsal girişimcilik arasındaki ilişkinin ispatlarından biri de her ikisinin de organizasyonel çevreyi hem etkileyip hem de etkilenmesidir (Belfort vd., 2016). Fonrouge vd. (2018), girişimciliğinin ve proje yönetiminin sürdürülebilirlik, çevresel kaygılar, kaynak verimliliği, inovasyon, bilgi işlem ve teknolojik yönetim ile ilgili benzer sorunları ve uygulamaları içerdiğini belirtmişlerdir. Zdanytė ve Neverauskas (2012) başarılı bir proje yönetim aracının, işletmelerin inovasyon yeteneğini geliştireceğini belirtmişlerdir. Kostalova ve Tetrevova (2017), proje başarısının proje yönetiminde kullanılan araçlar ve yöntemlerle arttığını belirtmiştir.

Proje planlama ve programlama tekniklerinin geliştirilmesiyle ilgili ilk çalışmalar 1950'li yılların sonlarına rastlamaktadır. Bu konuda geliştirilen temel yöntemler, Gantt diyagramları, PERT ve CPM'dir (Kutlu, 2001). PERT'te önemli olan projenin ne kadar sürede bitirilebileceğini tespit etmek iken, PERT'in farklı bir biçimi olan PERT/Maliyet'te ise önemli olan, projenin maliyetiyle ilgili bilgileri ortaya koymaktır. Bu teknikte, her faaliyet için maliyetin minimum olması durumunda süre tahminleri ve sürenin minimum olması durumunda maliyet tahminleri yapılır (Turan, 1995).

PERT'in tarihsel gelişimi incelendiğinde, Gantt diyagramlarının PERT'e temel oluşturduğu görülmektedir. Ancak Gantt diyagramı, yapılacak işin safhaları arasındaki ilişkiyi kısıtlı düzeyde gösterebilen bir yöntemdir (Levin ve Kirkpatrick, 1966). Bu nedenle PERT'e Gantt diyagramlarının daha gelişmiş bir biçimi de denilebilir (Turan, 1995). PERT ve CPM gibi yöntemler sınırsız kaynak durumunda çözüm gerçekleştirdiklerinden, pek çok gerçek problem çözümünde kullanımları sınırlı olmaktadır (Lawler, 1976).

Kaynak Kısıtlı Proje Çizelgeleme Problemi (KKPÇP), kısıtlı kaynaklar kullanılarak bir projeyi oluşturan faaliyetlerin, öncelik ilişkilerini ihlal etmeden amaç fonksi-

yonunu eniyileyecek biçimde çizelgelenmesidir (Ulusoy, 2002). Kaynak kısıtlı proje çizelgeleme modelinde kaynakların kullanılabilir olma zamanları farklı olabilir ve her etkinliğin gerçekleşmesi için belirli kaynağa belirli miktarda ihtiyaç duyar ve faaliyetler arasında öncüllük ilişkisi bulunabilir. Modelin amacı, faaliyetlerin, faaliyetler arası öncüllük ve kaynak kullanım kısıtları altında, proje tamamlanma süresini en azlayacak uygun çizelgeyi veren başlama ve bitiş sürelerinin belirlenmesidir (Valls vd., 2003). Klasik kaynak kısıtlı proje çizelgeleme modelinde kaynak kapasiteleri sabittir ve faaliyetlerin bölünmediği kabul edilir (Cheng vd., 2015).

KKPÇP literatürde yoğun olarak incelenmekte olan bir problemdir. Bu konuda yayınlanmış tarama makaleleri olarak, Oğuz ve Bala (1994), Özdamar ve Ulusoy (1995), Kolisch ve Padman (1997), Vals vd. (2003), Cheng vd. (2015) gösterilebilir. Kaynak kısıtlı proje çizelgeleme probleminin proje yönetimi için ifade ettiği pratik değer yanında, teorik açıdan da araştırmacılar için bir çekiciliği vardır. Proje süresinin enazlandığı kaynak kısıtlı proje çizelgeleme probleminin etkin bir en iyi çözüm algoritması geliştirilmesinin güç olduğu Blazewicz vd. (1983) tarafından gösterilmiştir. Nasseri ve Aulin (2016), proje yönetiminde kaynak kısıtlı çizelgeleme araçlarının bulunmamasının ve çizelgeleme için yeni teknolojilerin, yazılımların kullanılmamasının proje yönetimini zorlaştırdığını belirtmişlerdir.

Doskocil (2016), proje yönetiminde modelleme tekniklerinin kullanımının pratikte çok yaygın olmadığını, bunun temel nedeninin de proje yöneticilerinin parametre tanımında zorlanması ve modelleme tekniklerinin kullanımı için uygun bir araç bulunmaması olduğunu belirtmiştir.

Genel olarak proje yönetim sistemlerinde projelerin tamamlanma sürelerinin en küçüklenmesi her zaman istenen bir hedeftir. Yapılan literatür araştırması sonucu tek modlu kaynak kısıtlı proje çizelgeleme formülasyonunun üzerinde çalışılan proje yönetim sistemi için en uygun model olduğu saptanmıştır. Tek modlu kaynak kısıtlı proje çizelgeleme probleminin optimum çözümünü elde etmek için kurulan matematiksel model öngörülen proje süresinin en küçüklenmesi için kullanılacaktır. Projede belirli zaman aralığında yapılması gereken işlerde kullanılan işçi sayısı, projede görevli toplam işçi sayısı tarafından kısıtlanır. Herhangi bir etkinliğin başlayabilmesi için bu etkinliğin öncülü olan faaliyetlerin bitmesi ve gerekli olan kaynağın ilgili zaman aralığında kullanılabilir durumda olması gereklidir. Kaynak kısıtları ve faaliyet öncelikleri gibi projeye ait özellikler proje süresi boyunca uyulması gereken kısıtları tanımlar.

Bu çalışmada bir otomotiv yan sanayi işletmesinde gerçek bir problem olan projelendirme sürecinde yaşanan problemlerin azaltılması için, literatür araştırmasında yer alan çalışmalarda uygulanan yöntemler kullanılarak çözüm geliştirilmiştir. Bu nedenle yapılan çalışmanın, proje yönetimi alanında geliştirilen bilimsel yöntemlerin gerçek hayatta uygulanması ile ilgili hem literatüre hem de gerçek hayatta benzer problemi yaşayan proje yöneticilerine katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

### 3. Yöntem

Bu çalışmada otomotiv yan sanayi alanında faaliyet gösteren bir işletmenin projelendirme süreci analiz edilmiş, yaşanan problemler belirlenerek bu problemleri azaltmak için çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Ayrıca çalışma sonunda projelendirme sürecinin etkin yönetilmesini sağlayacak bir proje yönetim aracı da ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan proje yönetim adımları Şekil 1’de gösterilmiştir.



**Şekil 1. Çalışmada kullanılan proje yönetim adımları ve yöntemleri**

Bu adımlara ilişkin bilgiler ise aşağıda verilmiştir.

- 1) *Mevcut Durum Analizi*: İşletmenin projelendirme sürecinin analizi yapılmış, yaşanan problemlerin ortaya çıkarılması için Pareto analizi ve kök-neden analizi yöntemleri uygulanmıştır.

- 2) *Süreç İyileştirme*: Mevcut durum analizinden tespit edilen problemlerin azaltılması için, proje adımlarındaki görev ve sorumluluklar gözden geçirilerek, iş tanımları ve iş bölümleri yeniden düzenlenmiştir.
- 3) *Proje Çizelgeleme*: Projenin tamamlanması için gerekli faaliyetler belirlenmiş, proje faaliyetleri arasındaki öncelik sırası ve kaynak gereksinimleri dikkate alınarak, proje faaliyetlerinin projenin en kısa sürede tamamlanmasını sağlayacak şekilde çizelgelenmesi için matematiksel model oluşturulmuştur.
- 4) *Proje Yönetim Destek Sistemi*: Projelendirme sürecinin etkin yönetimi için, gelecekteki projelerin olası en kısa sürede ve en düşük maliyetle tamamlanmasını sağlayacak bir proje yönetim aracı geliştirilmiş, bu araç sayesinde tüm proje kayıtlarının tutulması sağlanmıştır.

#### 4. Uygulama

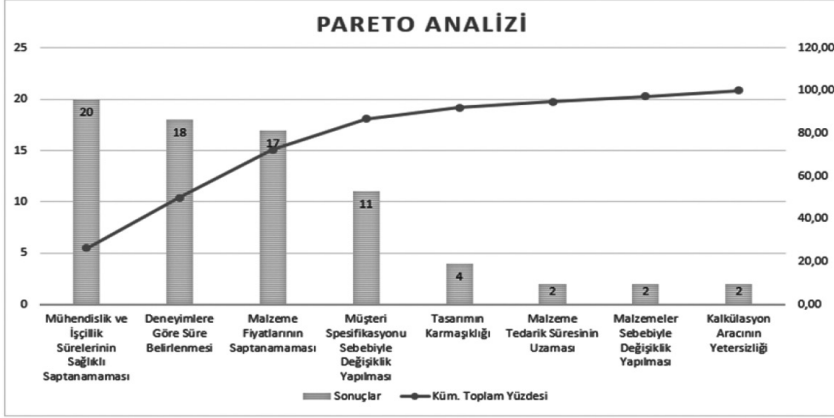
Üçüncü bölümde belirtilen yöntem kapsamında otomotiv yan sanayisinde faaliyet gösteren bir işletmede uygulama gerçekleştirilmiştir. Söz konusu işletmede daha önce proje yönetim süreçleri ile ilgili herhangi bir iyileştirme çalışması yapılmamış olduğu için yukarıda açıklanan sürecin dört adımı ardışık olarak uygulanmıştır.

##### 4.1. Mevcut Durum Analizi

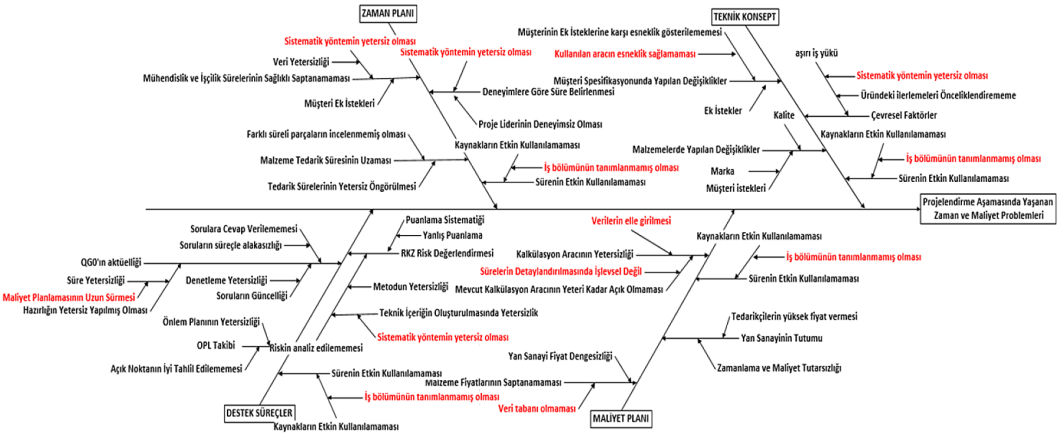
İlk olarak proje yönetim sürecinin mevcut durumu analiz edilmiştir. İşletmenin mevcut montaj istasyonu proje planlama süreci; talep toplama, gereksinimleri gözden geçirme, teknik konseptin hazırlanması, maliyet planlamasının yapılması, zaman planının oluşturulması, risk değerlendirme, teklif formunun hazırlanması ve iletilmesi ve müşteri görüşmeleri adımlarından oluşmaktadır.

Mevcut projelendirme sürecini analiz etmek amacıyla geçmişte yapılan 47 önemli montaj hattı projesi seçilmiş, bu 47 proje ile ilgili problemlerin kaynağını bulmak için bu projeleri yöneten sekiz farklı proje yöneticisi ile anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçları incelendiğinde, projelendirme sürecindeki sapmaların temel nedenlerinin; organizasyonel yapıdaki sorunlar, zaman planının doğru yapılamaması ve maliyet planlama aracının yetersiz olması ile ilgili olduğu tespit edilmiştir.

Anket çalışmasından elde edilen verilere dayalı olarak Pareto Analizi yöntemi ile projelendirme sürecinde gözlenen sorunların nedenleri belirlenmiştir. Şekil 2’de yer alan Pareto analizi sonuçları incelendiğinde mühendislik ve işçilik sürelerinin sağlıklı saptanamaması, deneyimlere göre süre belirlenmesi ve malzeme fiyatlarının saptanamaması ilk incelenmesi gereken sorunlar olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Pareto analizi sonuçları

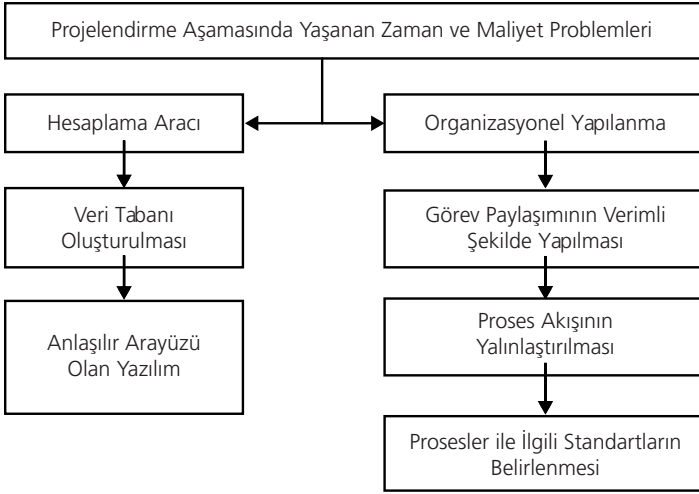


Şekil 3. Kök-neden analizi sonuçları



En sık rastlanan sorunların kök nedenlerini belirlemek amacıyla balık kılıçığı (Şekil 3) yönteminden faydalanılmıştır. Balık kılıçığı diyagramında, Pareto analizinde belirlenen problemler için tekrarlı biçimde “neden?” sorularının yanıtları aranmıştır. Balık kılıçığı yönteminde incelenen problemlerin kök nedenleri “hesaplama aracı” ve “organizasyonel yapılanma” olarak iki ana başlıkta yoğunlaşmıştır.

İşletmede yer alan bir makine mühendisi ve beş endüstri mühendisi ünvanına sahip süreç yöneticisi ve sistem analistleri tarafından gerçekleştirilen beyin fırtınası çalışması sonucunda bu ana başlıklar altında önem derecesine göre Şekil 4’te yer alan alt unsurlar belirlenmiştir.



**Şekil 4. Projelendirme sürecinde yaşanan sorunlar**

Mevcut durum analizi çalışmalarının ardından işletmede gözlenen problemlerin nedenlerinin; işletmede iş bölümünün yetersiz tanımlanmış olması, maliyet planlamasının uzun sürmesi, maliyet planlamasında kullanılan aracın esnek olmaması, hesaplama aracının işlevsizliği, veri tabanının olmaması ve verilerin elle girilmesi olabileceği belirlenmiştir.

#### 4.2. Süreç İyileştirme

Mevcut durum analizinin ardından, gözlenen sorunların çözümüne yönelik literatürde (Ulusoy, 2002; Barutçugil, 2008; Tecim ve Sinan, 2009) yer alan önlemler incelenmiştir. Ardından işletmede yer alan süreç yöneticisi ve sistem analistleri ile beyin fırtınası çalışması gerçekleştirilmiş ve süreç iyileştirme amacıyla işletmenin mevcut proje yönetim süreci üzerinde aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmiştir:

- Proje liderinin içinde bulunmasının zorunlu olmadığı süreç adımlarının ayıklanması.
- Proje liderinin bizzat yürüttüğü iş adımlarının sayısının azaltılması.
- Çalışanlar arasında dengeli bir iş bölümünün oluşturulması.
- Aralarında öncelik ilişkileri bulunmayan süreç adımlarının paralel olarak yürütülmeye başlanması.

#### 4.3. Proje Çizelgeleme

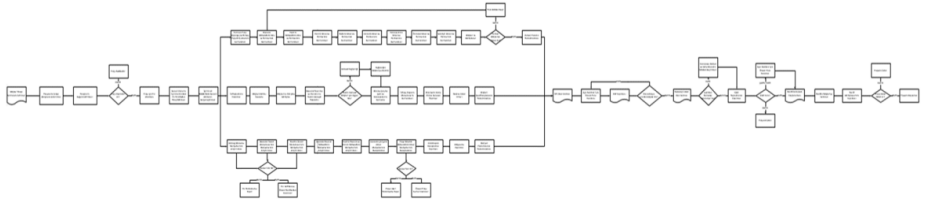
Kaynak kısıtları altında yürütülen proje planlama süresini daha gerçekçi olarak belirlemek için tek modlu kaynak kısıtlı proje çizelgeleme modelinden yararlanılmıştır. Kaynak kısıtlı proje çizelgeleme problemi, bir projeyi oluşturan faaliyetlerin, öncelik ilişkilerine uygun biçimde kısıtlı kaynakların kullanımıyla olası en kısa sürede tamamlanmasını sağlamaya çalışır. Mevcut durumda Tablo 1’de verilen faaliyet bilgilerine göre CPM yöntemi kullanılarak proje planlama sürecinin (proje ile ilgili talebin gelmesi ve proje teklifinin sunulması arasında geçen zamanının) ortalama 47 gün sürdüğü belirlenmiştir.

Tablo 1’de yer alan faaliyetler proje ile ilgili talebin gelmesi ve teklifin sunulması arasında geçen sürenin, 47 proje için en iyimser, en kötümser sürelerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. İşletmenin projelendirme sürecinde yaşadığı problemler ile ilgili analizler yapılırken projelendirme sürecinde yer alan faaliyetlerin bir kısmının eş zamanlı yürütülebilecek faaliyetler olduğu belirlenmiş, bu durumda da projelendirme süreci için mevcut durumda hesaplanan ortalama 47 günlük proje teklifi hazırlama süresinin rekabetçi bir değer olmadığı gözlenmiştir.

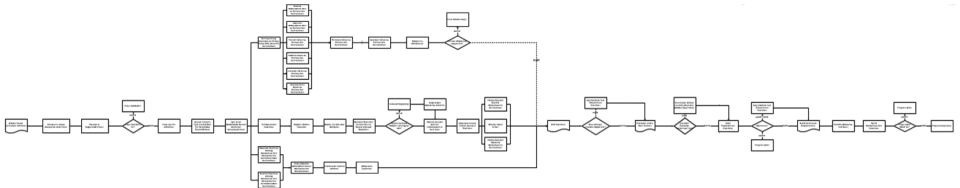
**Tablo 1. Faaliyetlerin öncülleri, başlangıç ve bitiş süreleri**

	Faaliyetler	Öncüller	Süre	Başlangıç	Bitiş
<b>A</b>	Talep toplama	-	1	0	1
<b>B</b>	Gözden geçirme	A	3	1	4
<b>C</b>	Teknik konsept	B	26	4	30
<b>D</b>	Zaman planı	B	11	4	15
<b>E</b>	Maliyet planı	B	27	4	31
<b>F</b>	Risk değerlendirme	C, D	2	30	32
<b>G</b>	Teklif formu	D, E	7	31	38
<b>H</b>	Değerlendirme toplantısı	F	4	32	36
<b>J</b>	Teklifin iletilmesi	G, J	6	38	44
<b>K</b>	Pazarlık	J	3	44	47

Yapılan organizasyonel düzenleme ile mevcut durumda ardışık olarak gerçekleştirilen farklı mühendislik adımları eşzamanlı hale getirilmiş, proje liderinin önceden doğrudan dâhil olduğu maliyet, zaman ve teknik konsept (projenin araç, ekipman, yöntem içeriği) planlarında sadece son kontrolcü görevini icra etmesi sağlanmıştır. İşletmenin projelendirme sürecinde yer alan faaliyetlerin mevcut süreç akış şeması Şekil 5(a)'da verilmiştir. Şekil 5(b)'de yer alan süreç akış şeması ise proje yönetiminde bazı faaliyetlerin yapılan organizasyonel düzenleme ile eş zamanlı hale getirilmesi sonucunda oluşturulan yeni süreç akışını göstermektedir.



(a) Eski duruma ait süreç akış şeması



(b) Yapılan düzenlemeler sonrası yeni süreç akış şeması

**Şekil 5. İşletmenin projelendirme süreci süreç akış şeması**

Şekil 5(b)'de yer alan yeni süreç akış şemasının getirdiği avantajları görmek amacıyla yeni PERT analizi yapılmıştır. Yeni PERT analizi için Tablo 1 de yer alan proje faaliyetlerinin alt kırılımları da kullanılarak daha ayrıntılı 38 proje faaliyetini içeren projenin PERT analizine ait ayrıntılar Tablo 2'de verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucu yeni kritik yolun toplam süresi 23,96 gün olarak hesaplanmıştır. Mevcut durum ve önerilen durum karşılaştırıldığında kritik yolun süresinde %49,02'lik azalma görülmektedir.

**Tablo 2. Faaliyetlerin süre, varyans ve standart sapma bilgileri**

Faaliyet Adı	Tahmini Süreler (gün)						Standart Sapma
	Öncül	İyimsers	Olası	Kötümsers	Ortalama	Varyans Beklenen	
1 Taleplerin dosyaya aktarılması	-	0,08	0,08	0,5	0,22	0,00482 0,15	0,07
2 Taleplerin değerlendirilmesi	1	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
3 Proje lideri (PJL) atanması	2	0,08	0,08	0,5	0,22	0,00482 0,15	0,07
4 PJL nin gerekli kişileri talep etmesi	3	0,08	0,08	0,5	0,22	0,00482 0,15	0,07
5 Kısım müdürlerinin gerekli atamaları gerçekleştirilmesi	4	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
6 Proje başlangıç ve bitişlerinin belirlenmesi	5	0,08	0,08	0,5	0,22	0,00482 0,15	0,07
7 Elektrik mühendislik sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
8 Mekanik mühendislik sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
9 Yazılım sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
10 Tedarik sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
11 Kurulum sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
12 Devreye alma sürelerinin belirlenmesi	6	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
13 Ön kabul süresinin belirlenmesi	12	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
14 Sevkiyat sürelerinin belirlenmesi	13	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
15 Tarih ve sürelerin müşteriye uygunluğu	14	1	2	4	2,33	0,25000 2,17	0,50
16 Müşteri ile ilk toplantının yapılması	5	1	1	2	1,33	0,02778 1,17	0,17
17 Mekanik tasarımcı ve yazılımcı ile teknik toplantı	16	2	3	4	3,00	0,11111 3,00	0,33
18 Teknik konseptin müşteriye uygunluğu	17	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
19 Makine çalışma şekli ve fonksiyonlarını belirleme	18	1	2	4	2,33	0,25000 2,17	0,50
20 Makinenin sahip olması gereken özellikler	19	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
21 Makine kabul kriterlerinin doğrulanması	20	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
22 İhtiyaç mekanik malzemelerin belirlenmesi	20	1	2	3	2,00	0,11111 2,00	0,33
23 İhtiyaç elektrik malzemelerin belirlenmesi	20	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
24 Mekanik malzeme maliyetinin veritabanından çekilmesi	5	1	1	3	1,67	0,11111 1,33	0,33
25 Elektrik malzeme maliyetinin veritabanından çekilmesi	5	0,5	0,5	2	1,00	0,06250 0,75	0,25
26 Proje yönetim mühendislik süresi maliyet hesaplaması	25	1	1,5	2	1,50	0,02778 1,50	0,17
27 Hesaplamaların kontrol edilmesi	26	1	2	3	2,00	0,11111 2,00	0,33
28 Bütçeleme yapılması	27	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
29 Açık noktalar için önlem planı yazılması	-	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
30 Risk ölçümü yapılması	29	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
31 Risk katsayısı kontrolü	30	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
32 Teknoloji listesi hazırlanması	31	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
33 Çekirdek teknoloji kullanım kontrolü	32	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
34 Proje talep değerlendirme toplantısı	33	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
35 Toplantı kararının değerlendirilmesi	34	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
36 Teklif formunun oluşturulması	35	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
37 Teklifin müşteriye iletilmesi	36	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25
38 Projenin başlaması	37	0,5	1	2	1,17	0,06250 1,08	0,25

Organizasyonel yapılanma kapsamında proje yönetiminde proje teslim süresinin en küçüklenmesini amaçlayan modeller üzerinde durulmuş ve kaynak kısıtlı proje çizelgeleme yaklaşımının proje yönetim sistemi için en uygun model olduğu saptanmıştır. Bu doğrultuda oluşturulan matematiksel model aşağıda açıklanmıştır:

*İndisler:*

$i, k$ : Faaliyet indisi ( $i, k = 1, \dots, I$ )

$t$ : Zaman indisi ( $j = 1, \dots, T$ )

$j$ : Kaynak indisi ( $j = 1, \dots, J$ )

*Parametreler:*

$D_i$ :  $i$  etkinliğinin süresi,

$S_{it}$ :  $i$  etkinliğinin  $t$  zamanında başlaması halinde 1, aksi halde 0,

$q[i, j]$ :  $j$  kaynağının  $i$  etkinliğinde kullanılması halinde 1, aksi halde 0.

*Karar Değişkenleri:*

$E_{it}$ :  $i$  etkinliğinin  $t$  zamanında bitmesi halinde 1, aksi halde 0.

$prec[i, k]$ :  $i$  etkinliğinin  $k$  etkinliğinin öncülü olması halinde 1, aksi halde 0.

*Matematiksel Model*

$$\min z = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T t * E_{it} \quad (1)$$

$$\sum_{t=1}^T t * S_{it} + D_i = \sum_{t=1}^T t * E_{it} \quad \forall i \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^T E_{it} = 1 \quad \forall i \quad (3a)$$

$$\sum_{t=1}^T S_{it} = 1 \quad \forall i \quad (3b)$$

$$\sum_{t=1}^T t * S_{it} + D_i \leq \sum_{t=1}^T t * S_{kt} \quad prec[i, k] = 1 \quad (4a)$$

$$\sum_{t=1}^T t * S_{it} + D_i \leq \sum_{t=1}^T t * S_{kt} \quad q[i, j] = 1, q[k, j] = 1 \quad (4b)$$

$$E_{it}, S_{it} = \{1, 0\} \quad \forall i, t \quad (5)$$

Matematiksel modelde yer alan (1) numaralı eşitlikte projelendirme süreci tamamlanma süresini en azlayan amaç fonksiyonu yer almaktadır. (2) numaralı eşitlik faaliyet süresi kısıtını göstermektedir ve faaliyet  $i$ 'nin,  $S_{it}$  zamanında başladıktan sonra  $D_i$  süresi boyunca devam ederek ve  $E_{it}$  zamanında sona erdiği göstermektedir. (3a) ve (3b) eşitlikleri faaliyet  $i$ 'nin yalnızca bir başlangıç ( $S_{it}$ ) ve bir bitiş ( $E_{it}$ ) zamanına sahip olmasını garanti eder. (4a) ve (4b) eşitlikleri öncelik kısıtlarıdır ve faaliyet  $k$ , faaliyet  $i$ 'den hemen sonra geliyorsa, faaliyet  $i$ 'nin başlangıç zamanı  $S_{it}$ 'nin, faaliyet  $k$ 'nin başlangıç zamanından  $D_i$  zaman birimi önce olmasını sağlamaktadır (4a). Eşitlik (4b), kaynak  $j$ 'nin faaliyetlerdeki kullanımının öncelik matrisine uygun biçimde olmasını sağlamaktadır. Eşitlik (5) modelde kullanılan karar değişkenlerinin ikili tamsayı değişken olmasını göstermektedir.

Doğrusal programlama modeline kaynak kısıtı da eklendiğinde projelendirme süreci için en iyi tamamlanma süresi 33 gün olarak hesaplanmıştır (Şekil 6). Doğrusal programlama modeli MPL Gurobi Solver ile çözülmüştür.

```

TITLE
BST:
IMDS:
I:=1..10;
J:=1..3;
E:=0..50;
M:=1;
N:=1;

DATA
DEJ:=(1,2,10,5,6,3,1,4,1,3);
QEJ:J:=((1,0,0,0,
1,1,1,1,1,
0,1,1,1,1,
0,1,1,0,1,
1,0,0,0,0,
1,0,0,0,0,
1,1,1,1,1,
1,0,0,0,0,
1,0,0,0,0);

proc[E,i,k]:=(0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1);

MEMORY VARIABLE
$E,I,K;
$E,I,K;

MODEL
MIN M-SUM(E,I)+M*(E,I,K);

SUBJECT TO
KTEJ:J: SUM(E,I,K)+1;
KIEJ:J: SUM(E,I,K)+1;
KQJ:J: SUM(E,I,K)+QEJ-J)-SUM(E,I,K)+1;
KTEJ,K where (proc[E,I,K]=1);
KQJ,K where (proc[E,I,K]=1 and QEJ-J)=1);
KQJ,K where (proc[E,I,K]=1 and QEJ-J)=1);
KQJ,K where (proc[E,I,K]=1 and QEJ-J)=1);
END

```

(a) Modelin gösterimi

VARIABLE E[i,t] :			
i	t	Activity	Reduced Cost
1	1	1.0000	0.0000
2	4	1.0000	0.0000
3	14	1.0000	0.0000
4	19	1.0000	0.0000
5	25	1.0000	0.0000
6	17	1.0000	0.0000
7	26	1.0000	0.0000
8	29	1.0000	0.0000
9	30	1.0000	0.0000
10	33	1.0000	0.0000

(b) Modelin çözümü

Şekil 6. Matematiksel modelin MPL ortamında çözümü

#### 4.4. Proje Yönetim Destek Sistemi

Mevcut durumda kullanılan hesaplama aracının yetersizlikleri sistem analizi aşamasında tespit edilmiştir. Bu yetersizlikler, mevcut hesaplama aracı ara yüzü-

nün karmaşık olması ve veri tabanı eksikliği nedeniyle kullanıcı kaynaklı hatalara yol açmaktadır. Bu nedenle, oluşturulan veri tabanı ile bağlantılı bir yazılım geliştirilmiştir. MS Access tabanlı olarak geliştirilen yazılım ile maliyet hesabı yapılırken ihtiyaç duyulan tüm bilgilerin kolay elde edilebilir olmasına önem verilmiştir. Oluşturulan tablolar yardımıyla verilerin kolay ve standart biçimde girişi sağlanmış ve proje teklifi hazırlamak için dinamik bir yapı oluşturulmuştur.

İşletmenin projelendirme faaliyetlerinde yaşadıkları problemlere ve zaman kaybına çözüm bulabilmek amacıyla oluşturulan matematiksel modelin firmada uygulanabilmesi amacıyla MS Excel üzerinde VBA tabanlı bir sezgisel algoritma yazılmıştır.

Algoritma her çalıştığında iki durum için çizelgeleme yapmaktadır. Bunlardan ilki çalışanların %100 performans ile çalıştıkları varsayılarak yapılan çizelgedir. Bu çizelgede, öncülü bulunmayan faaliyetlerin belirlenip çizelgelenebilmesi için faaliyetler öncelik matrisinden okutularak seçilir. Seçilen bu faaliyetler çalışan bakımından bir kısıt taşımıyorsa aynı anda çizelgelenebilmeye başlanır. Eğer bu faaliyetlerde ortak kullanılan bir çalışan mevcut ise önce ilk sıradaki faaliyet daha sonra diğer faaliyetler çizelgelenebilir. Çizelgelenen ilk etkinliğin ardından bir sonraki faaliyet için öncelik matrisi tekrar okutularak bu ilk etkinliğin öncülü olduğu tüm faaliyetlerin başlangıç zamanı, çizelgelenen etkinliğin bitiş zamanı olarak alınır. Başlangıcı ve öncülü aynı olan tüm faaliyetler için o faaliyette görev alan kişilerin oluşturduğu matris okutularak çalışan kısıtına dikkat edilir. Bir çalışan birden fazla faaliyette aynı anda görev alamayacağı için çalışana ait paralel faaliyetlerin biri ilk faaliyet olarak seçilir. Algoritma son faaliyet süresini okuyana kadar ilk üç adımı tekrarlar ve son etkinliğin çizelgelenebilmesi ile son bulur.

İkinci çizelge ise çalışanların birden fazla farklı projelerde görev aldıklarını varsayarak ve çalışanların doluluk oranlarının hesaba katıldığı durumda yapılan çizelgelemedir. Doluluk oranları, ilgili satıra yüzde cinsinden girilmektedir. Doluluk oranlarının dikkate alındığı çizelgede bir öncekinden farklı olarak algoritmanın en başında o faaliyette görev alan çalışanların doluluk oranlarına bakılarak en yüksek doluluk oranı seçilmektedir. Seçilen bu oran faaliyet süresi ile çarpılıp tekrar faaliyet süresinin üzerine eklenmektedir. Buradaki amaç çizelgeleme işleminin en yoğun çalışana göre yapılarak gerçekçi sonuçların alınmasını sağlamaktır. Sonraki adımlar ilk çizelgede anlatılan algoritma adımlarını içermektedir. Temel faaliyet sürelerine ait bilgiler ve çalışanların faaliyetlerdeki görevleri Tablo 3'de yer almak-

tadır. Tablo 3’de yer alan proje kaynakları (proje lideri, elektrik tasarımcı, mekanik tasarımcı, üretim, satın alma) ilgili faaliyette kullanılıyorsa “1”, kullanılmıyorsa “0” değerini almaktadır.

**Tablo 3. Yeni durumda faaliyetlerin süresi ve kaynakların faaliyetlerde kullanımı**

Faaliyet	Süre	Öncül	Proje Lideri	Elektrik Tasarımcı	Mekanik Tasarımcı	Üretim	Satın Alma
Talep Toplama	1	-	1	0	0	0	0
Gözden Geçirme	3	A	1	1	1	1	1
Teknik Konsept	10	B	0	1	1	0	1
Zaman Planı	5	B	0	1	1	0	1
Maliyet Planı	6	B	0	1	1	1	0
Risk Değerlendirme	3	C, D	1	0	0	0	0
Teklif Formu	1	D, E	1	0	0	0	0
Değerlendirme Toplantısı	4	F	0	1	1	1	1
Teklifin İletilmesi	1	G, H	1	0	0	0	0
Pazarlık	3	J	1	0	0	0	0

Veri tabanı oluşturulurken güncel bilgiler göz önünde bulundurularak standart bir çalışma düzenli sağlanmaktadır. Bu veri tabanı MS Access ile programlanan kullanıcı ara yüzüne bağlanmıştır. Aynı zamanda geliştirilmiş olan kaynak kısıtlı proje çizelgeleme algoritması da yazılıma eklenmiştir. Sonuç olarak, kaynak doluluk oranlarının görülebileceği, teklif çalışması yapılabilen, yönetim ve müşteri için rapor oluşturulabilen ve projelendirmenin kaç gün süreceğinin öngörülebileceği bir proje yönetim aracı elde edilmiştir.

Uygulama planına göre hayata geçirilen önlemlerin geçerliliğini sürdürmesi ve benzer sorunların gelecekte yaşanmaması için veri tabanının belirli aralıklarla güncellenmesi ve gerçekleşen proje planlama sürelerinin ölçülmesi, gerektiğinde önlem tanımlanması öngörülmüştür. Genel olarak projelendirme sürecindeki kapasite kullanımında %60’lık verimlilik artışı sağlanarak proje hedefine ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4’te özetlenmektedir.



**Tablo 4. Azalan mühendislik kullanımının çalışma saatlerine etkisi**

	Proje Lideri	Mekanik Tasarım	Elektrik Tasarım	Satın Alma	Mavi Yaka	Toplam
<b>Mevcut durum (saat)</b>	387	252	252	54	162	<b>1107</b>
<b>Geliştirilen durum (saat)</b>	162	108	117	27	27	<b>441</b>
<b>Tasarruf miktarı (saat)</b>	225	144	135	27	135	<b>666</b>
<b>Tasarruf miktarı (%)</b>	58,14	57,14	53,57	50	83,33	<b>60,16</b>

## 5. Sonuç ve Öneriler

İşletmede, projelendirme sürecinin mevcut iş akışı incelendiğinde uygulanan PERT tekniği sonucu projelendirme sürecinin tamamlanma süresi 47 gün olarak belirlenmiştir. Teklifin müşterilere geç iletilmesi zaman planını aksatmakta ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olmaktadır. Eşzamanlı yürütülebilecek faaliyetler belirlenerek yeni bir organizasyonel yapı oluşturulmuştur. Yeni organizasyonel yapı dikkate alınarak PERT tekniği ile projelendirme süreci incelenmiş ve sürenin 24 güne düştüğü tespit edilmiştir. Oluşturulan yeni organizasyonel yapıyla projelendirme süreci gün bazında yaklaşık %49 oranında azaltılmıştır.

Günümüzde işletmeler inovasyon yoluyla da değer yaratabilmektedir. Modern bilgi toplumunda; insanın ekonomik değer yaratma gücü fiziksel emekten dünsünel emeğe kaymaktadır. Sürece yönelik inovatif yapılanmalar, radikal bir bakış açısıyla; işletmelerin süreç görüşünü benimseyerek, yeni araçlar ve iş tasarımlarının kullanımı aracılığıyla temel işletme süreçlerinin, radikal olarak iyileştirilmesi konularını içermektedir. Üretim süreçlerinde yapılan her türlü maliyet düşürücü yenilikler, işletme performansını artırma konusundaki çabalar, ürün ve hizmetlerin maliyetlerini düşürmeye yönelik inovatif çabalar olarak tanımlanmaktadır (Önal, 2009: 26). Günümüzde, işletmeler rekabet avantajını sadece maliyet ile sağlayamamaktadır. İşletmelerin piyasa gereksinimlerine cevap verme süresi, üretilen ürünün yaşam çevrim süresi, niteliği, özel ürün /hizmet geliştirme yeteneği, organizasyonel yapısı gibi faktörler de rekabet avantajını etkilemektedir. İşletmelerin inovasyondan beklediği en önemli hedeflerden biri gelecekte işletmenin hayatta kalmasını sağlayacak rekabet üstünlüğünü sağlamasıdır. Dolayısıyla günümüzde işletmelerin fark yaratabilme ve üstünlük sağlama yeteneğine sahip olmaları beklenmektedir.

İşletmelerde proje yönetimi kavramı, teknolojik gelişimin hızlanması ve inovasyonun önem kazanması ile birlikte giderek daha fazla önem verilen bir konu

olmuştur. Günümüzde işletmeler aynı anda birden fazla proje gerçekleştirme yeteneğine sahip olmak istemektedirler ancak bu durum işletmelerin geleneksel proje yönetimi teknikleri dışında inovatif proje yönetim yeteneklerine sahip olmalarını gerektirmektedir. Girişimcilik kavramının modern işletmelerde inovasyon anlayışının sürekliliğinin sağlanması olarak tanımlanabilir.

Bu çalışmada yenilikçi bir proje yönetim aracı geliştirilmiş ve gerçek bir işletmede uygulanarak sağladığı faydalar gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda montaj hattı projelendirme sürecinin kritik yol hesaplamasında % 49'luk kazanım sağlanmış, projelendirme süreci kapasite kullanımında % 60'lık verimlilik artışı sağlanmıştır. Elde edilen kazanımlar işletmenin rekabetçi gücünü arttıracak niteliktedir. Uzun vadede, projelendirme sürecinde elde edilen kazanımlar sayesinde işletme kaynaklarının kullanım verimlilikleri artacaktır. Geliştirilen proje yönetim aracında oluşturulan veritabanı sayesinde malzeme grupları ve bileşenleri standartlaştırılmış olup bu bilgilere erişim kolaylığı sağlanmıştır.

Proje yönetim aracı içinde yer alan proje çizelgeleme modelinde kaynak kısıtı olarak sadece çalışan kısıtı dikkate alınmıştır. Gelecek çalışmalarda zaman, ekipman gibi farklı kaynakların kısıtlı olduğu durumlar da modele entegre edilebilir. Bu proje kapsamında geliştirilmiş olan yazılım ile hem proje teklif süreci kısaltılmış, hem de proje teklifi tüm kullanıcılar tarafından ortak tek bir araç tarafından ortaya çıkarılacağından, projenin maliyet ve zaman planlaması ile ilgili bilgilerin doğruluğu ve kesinliği artmıştır. Oluşturulan proje yönetim aracı, projelendirme süreci içerisinde zaman planı ve maliyet hesaplama adımlarını standartlaştırarak, ortaya çıkabilecek hataların ve sapmaların en aza inmesini sağlamıştır.

## Kaynakça

- Barutçugil, İ.S. (2008), "Proje Yönetiminde Örgütlenme Sorunu ve Proje Örgütü", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(2), 157-175.
- Belfort, A.C., Martens C.D.P. ve Freitas, H.M.R. (2016), "Entrepreneurship in project management systems: proposal of a model and preliminary empirical evidence", *Journal of Information Systems and Technology Management*, 13(3), 405-422
- Blazewicz, J., Lenstra, J.K. ve Kan, R. (1983), "Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity", *Discrete Applied Mathematics*, 5(1), 11-24.
- Büyükşalvarcı, A. (2006), "Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Bankalarda Bir Uygulama", *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi*, Sayı 10, 160-180.
- Cheng, J., Fowler, J., Kempf, K. ve Mason S. (2015), "Multi-mode resource-constrained project scheduling problems with non-preemptive activity splitting", *Computers and Operations Research*, 53, 275-287.
- Doskocil, R. (2016), "The level of use of project management methods, techniques and tools and their impact on project success - selected region of Czech Republic", *Periodica Polytechnica.Social and Management Sciences*, 24(1), 14-24.
- Fonrouge, C., Bredillet, C. ve Fouché, C. (2018) "Entrepreneurship and project management relationships: So far so good? Dialogic conversation and Luhmannian perspective", *International Journal of Managing Projects in Business*, <https://doi.org/10.1108/IJMPB-01-2018-0013>
- Kolisch, R., ve Padman, R. (2001), "An integrated survey of deterministic project scheduling", *Omega*, 29(3), 249-272.
- Kostalova, J., ve Tetreova, L. (2018). "Proposal of project management methods and tools oriented maturity model". *Revista De Gestão e Projetos*, 9(1), 1-23.
- Kutlu, N.T. (2001), "Proje planlama teknikleri ve PERT tekniğinin inşaat sektöründe uygulanması üzerine bir çalışma", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 16
- Lawler, E.L. (1976) *Combinatorial Optimization: Networks and Matroids*, Holt, Rinehart and Winston, New York, N.Y.
- Luu, V.T., Kim, S.Y., Nguyen V.T. ve Ogunlana, S.O. (2009), "Quantifying schedule risk in construction projects using Bayesian belief networks", *International Journal of Project Management*, 27(1), 39-50.
- Martens, C.D.P., Carneiro, K.D.A., Martens, M.L. ve Silva, D. (2015), "Relationship between entrepreneurial orientation and project management maturity in Brazilian software firms", *Iberoamerican Journal of Strategic Management*, 14(2), 72-91.

Nasseri, H.A., ve Aulin, R. (2016), "Enablers and barriers to project planning and scheduling based on construction projects in Oman", *Journal of Construction in Developing Countries*, 21(2), 1–20, doi: 10.271315/jcdc2016.21.2.1.

Ng, J.J. (2018), "A Deeper Look Into a Project Management Tool: The Change Register", *IEEE Engineering Management Review*, 46 (1), 24-26.

Oğuz, O. ve Bala, H. (1994), "A comparative study of computational procedures for the resource constrained project scheduling problem", *European Journal of Operational Research*, 72(2), 406-416.

Önal, G. (2009), "Yeniliğe karşı tüketici tepkisi ve tüketicilerin yenilikleri benimseme düzeyleri ile ilgili Isparta iline yönelik bir uygulama", Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar: Yüksek Lisans Tezi

Özdamar, L. ve Ulusoy, G. (1996), "An iterative local constraints based analysis for solving the resource constrained project scheduling problem", *Journal of Operations Management*, 14(3), 193-208.

PMI. (2013), "A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)", United States: Project Management Institute, Inc.

Rad, P.F. ve Levin, G. (2002), *The Advanced Project Management Office: A Comprehensive Look at Function and Implementation*, Boca Raton, FL: CRC Press.

Tecim, V. ve Sinan, G. (2009), "Süreç Odaklı Proje Planlama: Bir Uygulama", *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 165-180.

Turan, A.P. (1995), *Proje Planlama ve Kullanılan Teknikler*, Ankara: MPM

Ulusoy, G. (2002), "Proje planlamada kaynak kısıtlı çizelgeleme", [https://www.academia.edu/17348163/Proje\\_planlamada\\_kaynak\\_kısıtlı\\_çizelgeleme](https://www.academia.edu/17348163/Proje_planlamada_kaynak_kısıtlı_çizelgeleme), Erişim Tarihi: 17.08.2018

Valls, V., Quintanilla, S. ve Ballestín, F. (2003), "Resource-constrained project scheduling: A critical activity reordering heuristic", *European Journal of Operational Research*, 149(2), 282-301.

Yu, F. (2012), "Strategic flexibility, entrepreneurial orientation and firm performance: evidence from small and medium-sized business (SMB) in China", *African Journal of Business Management*, 6(4), 1711-1720.

Zdanytė, K. ve Neverauskas, B. (2012), "Selection Appropriate Project Management Tool for Advanced Organization", *Economics and Management*, 17(2), 782-787.