



**ÜST YAPI PROJELERİNDE İMALAT İŞ PLANI TEMELLİ RİSK İLE
MALİYET ODAKLI İŞ GÜVENLİĞİ PLANI HAZIRLANMASI YAKLAŞIMI**

KAĞAN ERKEK

EYLÜL 2019

**ÜST YAPI PROJELERİNDE İMALAT İŞ PLANI TEMELLİ RİSK İLE
MALİYET ODAKLI İŞ GÜVENLİĞİ PLANI HAZIRLANMASI YAKLAŞIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

HAZIRLAYAN

KAĞAN ERKEK

İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

EYLÜL 2019

Tez Başlığı: Üst Yapı Projelerinde İmalat İş Planına Göre Risk ile Maliyet Odaklı Bir İş Güvenliği Planı Hazırlanması Yaklaşımı
Hazırlayan: Kağan ERKEK

Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı



Prof. Dr. Can ÇOĞUN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Doç. Dr. Aslı ER AKAN

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve bu tezin kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



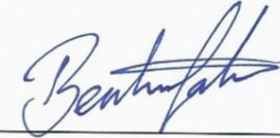
Dr. Öğr. Üyesi Behür SATIR

Tez Danışmanı

Tez Jüri Tarihi: 13.09.2019

Tez Jüri Üyeleri:

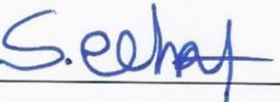
Dr. Öğr. Üyesi Behür SATIR (Çankaya Üniversitesi)



Doç. Dr. M. Alp ERTEM (Çankaya Üniversitesi)



Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ (Hacettepe Üniversitesi)



ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, tez çalışmamda bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları bilimsel etik kurallar gözeterek ifade ettiğimi ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

Adı, Soyadı: Kağan ERKEK

İmza: 

Tarih: 7.10.2019

ÖZET
ÜST YAPI PROJELERİNDE İMALAT İŞ PLANINA GÖRE RİSK İLE
MALİYET ODAKLI BİR İŞ GÜVENLİĞİ PLANI HAZIRLANMASI
YAKLAŞIMI

ERKEK, Kağan

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans, İş Sağlığı ve Güvenliği

Tez Yöneticisi: Dr. Öğr. Üyesi Behür SATIR

Eylül 2019, 156 sayfa

Türkiye’de inşaat sektörü ortalama 2 milyon çalışan istihdam etmektedir ve artan nüfus ve büyüyen ekonomi ile gelişmesini sürdürmektedir. Sosyal Güvenlik Kurumu’nun (SGK) iş kazaları istatistiklerinde inşaat sektörü maalesef yüksek oranlara sahiptir. Verilerin çoğunda basit ve öngörülebilir kaza sebeplerinin farklı projelerde tekrarlanmasından kaynaklandığı görülmektedir. Dikkatsizlik ve ilgisizlik kaynaklı iş kazası vakalarının sayılarındaki fazlalık asıl problemin planlama sürecinden kaynaklandığını göstermektedir.

İnşaat projeleri genellikle kazı çalışmaları başlar, betonarme imalatlar ile devam eder, cephe imatları yapılır ve daha sonra ince iş imatları ile tamamlanır. Bu sebeple üstyapı projelerinde genellikle önce kazı işleri ile ilgili tehlikeler; daha sonrasında ise betonarme, cephe ve ince işler ile ilgili tehlikeler oluşur. Mevcut İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) yöntemleri arasında ileriye dönük eylemlerden birisi olan risk değerlendirmesi ile çalışma ortamında oluşabilecek tehlikelerin belirlenmesi ve bunların gerçekleşmemesi için önlemler alınması sağlanır. Üstyapı projelerinin yapım aşamalarının birbirine çok benzer olması ve iş güvenliği risklerinin büyük bir kısmının neredeyse hepsinde ortak olması sebebiyle; iş aktivitelerini dikkate alan proje yönetimi

ile önlemleri dikkate alan risk değerlendirme yönteminin beraber kullanılması çeşitli faydaları beraberinde getirecektir. Projeye henüz başlamadan, üstyapı işleri ile alakalı tehlike ve risklerin belirlenmesi ve akabinde en doğru önlemlerin alınması için işverenin önlem üzerinde fiyat/performans değerlendirmesi yapabilmesi için yeterli zaman imkânı mevcuttur. Buna ek olarak, alınacak önlemin hangi zamanda alınacağını belirlenmesi işveren firma bütçesinin de daha öngörülebilir olmasını sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında risk değerlendirme yöntemi ve proje yönetimi birleştirilerek, öngörülen tehlike ve risklerin belirlenmesi ve ilgili önlemlerin hangilerinin ne zaman alınmasının söz konusu proje başlamadan önce eniyileme yöntemleri kullanılarak planlanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği, Üst Yapı Projeleri, Eniyileme, Risk Değerlendirmesi, Proje Yönetimi

ABSTRACT

CREATING HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT PLAN ACCORDING TO PROJECT SCHEDULE OF RESIDENTAL CONSTRUCTION PROJECTS, FOCUSING ON RISK AND COST

ERKEK, Kağan

Master Thesis

Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.A. Occupational Health and Safety

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Benhür SATIR

September 2019, 156 pages

The construction sector in Turkey has an average of 2 million employees each year. The need for the construction sector in our country is increasing in parallel with the expanding population and growing economy. Unfortunately, the statistics of occupational accidents and occupational diseases, provided by Social Security Institution (SSI), are so high. For construction industry. Majority of the data indicates that simple and predictable causes of accidents occur in different projects repeatedly. Negligence or apathy related occupational accidents hinder the process of solving problems which could have been easily prevented by cost and effort effective planning.

Construction projects generally start with excavation works, continue with reinforced concrete productions and facade productions and finally completed with fine work productions. For this reason, in construction projects, hazards related to excavation works are likely to take place first; then the hazards associated with reinforced concrete, facade and finishing works start to appear. Among the current

Occupational Health and Safety (OHS) methods, one of the most forward-looking actions is risk assessment. Risk assessment includes the process of identifying the hazards that may occur by conducting an audit in the work environment and taking measures to prevent the threats from taking place. Construction phases of construction projects are very similar and most of the occupational safety risks are common to almost all of them. Therefore, determining OHS risks related to fine works before starting the project enables the employer to make a price/performance assessment for the measure to be taken with sufficient time to take the most accurate measures for the project. In addition, determining when the precaution will be taken will make the employer firm's budget more predictable.

In this thesis, the risk assessment method and project management are combined to determine the foreseen hazards and to take the necessary precautions before the project starts

Keywords: Health and Safety, Construction Project, Optimization, Risk Assessment, Project Management

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmasının oluŐturulmasında, bilgisayar ortamında programlanmasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşıp desteklerini esirgemeyen, değerli tez danıŐmanım Dr. Öğr. Üy. Benhür SATIR'a çok teşekkür ederim.

ÇalıŐmam süresince yardımlarını benden bir an olsun esirgemeyen sevgili kardeŐim Elif ERKEK'e çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen sevgili eŐim Gamze KARAMAN ERKEK'e çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	vi
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	x
İÇİNDEKİLER	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xvii
BÖLÜM I.....	2
1. GİRİŞ.....	2
1.1. ÇALIŞMANIN KONUSU	2
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI	3
1.3. ÇALIŞMANIN ÖN KABULLERİ.....	4
1.4. BENZER ÇALIŞMALAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	4
BÖLÜM II	5
2. TÜRKİYEDE İNŞAAT SEKTÖRÜ	5
2.1. TÜRKİYEDE İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN DURUMU	5
2.2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI.....	7
2.2.1. İş Kazaları	7
2.2.2. Meslek Hastalıkları	9
2.3. İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ KANUNLAR VE UYGULAMALAR.....	9
2.3.1. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu.....	9
2.3.2. İş Güvenliği Uygulamaları, İSG firmaları, Denetimler	10
BÖLÜM III.....	12

3. KULLANILAN YÖNTEMLER VE TANIMLAMALAR.....	12
3.1. PROJE PLANLAMA YÖNTEMİ.....	12
3.1.1. Tanımlar	12
3.1.2. Proje Planlama Yöntemi ile İlgili Tanımlar	13
3.1.3. Proje Zaman Yönetimi	13
3.2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YÖNETİM SİSTEMLERİ VE RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ.....	17
3.2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi-ISO 45001	17
3.2.2. Risk değerlendirme yöntemi	18
3.3. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ	23
3.3.1. Tanımlar	23
3.3.2. Doğrusal Programlama Yöntemi.....	24
BÖLÜM IV	25
4. İSG PLANLAMASI MODELİ VE ÖRNEK ÇALIŞMA.....	25
4.1. TANIMLAR.....	25
4.1.1. Varlık-İlişki Veri Şeması	25
4.1.2. Aktiviteler	28
4.1.3. Aktivite Grupları	28
4.1.4. Tehlikeler	29
4.1.5. Riskler	29
4.1.6. Önlemler.....	29
4.1.7. Proje Risk Değeri	30
4.2. KULLANILAN YÖNTEMLER	31
4.2.1. Proje Planlaması Modelleri	32
4.2.1.1. Sürekli Zaman Proje Planlaması Modeli (SPM).....	32
4.2.1.2. Kesikli Zaman Proje Planlaması Modeli (KPM).....	35
4.2.2. Güvenlik ve Proje Planlaması Modeli (GPM).....	36
4.3. KÜÇÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI.....	41
4.3.1. Açıklamalar	41
4.3.2. Aktiviteler	41
4.3.3. Aktivite Grupları	43
4.3.4. Tehlikeler	43

4.3.5.	Riskler	44
4.3.6.	Önlemler.....	45
4.3.7.	Sonuçlar.....	49
4.4.	BÜYÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI.....	55
4.4.1.	Veriler	55
4.4.2.	Sonuçlar.....	56
BÖLÜM V.....		67
5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME		67
KAYNAKÇA		69
EKLER.....		71
EK 1: BÜYÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI VERİLERİ		71
EK 2: ÖZ GEÇMİŞ.....		156

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 Tanımlanan Örnek Aktiviteler	14
Tablo 2 Örnek Aktivitelere Göre Süre Tablosu.....	15
Tablo 3 Örnek Zaman Çizelgesi	16
Tablo 4 Terimlerin ISO 45001 ve 6331 Sayılı İSG Kanuna Göre Tanımı....	17
Tablo 5 Tehlikenin Gerçekleşme Olasılık Derecelendirmesi.....	19
Tablo 6 Tehlike Gerçekleşirse Oluşacak Zararın Şiddet Derecelendirmesi..	19
Tablo 7 Tehlikenin Risk Değeri	20
Tablo 8 Varlık İlişki Veri Şeması Şekil Tablosu.....	26
Tablo 9 Aktivite Tablosu	42
Tablo 10 Aktiviteler Bağlantı Tablosu	42
Tablo 11 Aktivite Grupları Tablosu	43
Tablo 12 Aktivite-Aktivite Grubu Tablosu	43
Tablo 13 Tehlikeler Tablosu.....	44
Tablo 14 Riskler Tablosu	44
Tablo 15 Aktivite Grubu-Tehlike-Risk Tablosu	45
Tablo 16 Önlemler Tablosu	46
Tablo 17 Aktivite Grubu-Tehlike-Önlem Tablosu	47
Tablo 18 Aktiviteye Grubu-Önlem-İlgi Tablosu.....	48
Tablo 19 Aktivite Grubu-Önlem-Etki Tablosu	48
Tablo 20 Aktivite Grubu-Önlem-Maliyet Tablosu.....	49
Tablo 21 Aktivite Zamanları Sonuç Tablosu	49
Tablo 22 Aktivite Grupları Zaman Sonuç Tablosu	50
Tablo 23 Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu	51
Tablo 24 Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu.....	52
Tablo 25 Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu	53
Tablo 26 Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu.....	54
Tablo 27 BUTCE-TRD Karşılaştırma Tablosu	57
Tablo 28 Alpha-TRD Karşılaştırma Tablosu	58

Tablo 29 GPMM’de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu.....	60
Tablo 30 GPMM’de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu.....	61
Tablo 31 GPMR’de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu.....	63
Tablo 32 GPMM’de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu.....	64



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Örnek Bir Aktivite Sıralaması	15
Şekil 2 Risk Değerlendirme Süreci	18
Şekil 3 Kontrol Önlemlerinin Belirlenmesinde İzlenecek Hiyerarşik Düzen	21
Şekil 4 PUKÖ Döngüsü	22
Şekil 5 İSG Planlamasında Veri-İlişki Şeması	27
Şekil 6 Kullanılan Yöntemler Akış Şeması	32



GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1 GSYH ve İnşaat Sektörü Büyüme Oranları (%).....	5
Grafik 2 İnşaat Sektörünün Toplam İstihdama Oranı (Intes, 2019).....	6
Grafik 3 İnşaat Sektöründe Çalışan Sayısının İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm Sayısına Oranı	7
Grafik 4 Türkiye’de Yıllara Göre İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Sonucu Ölüm Sayısı.....	8
Grafik 5 Türkiye’de Yıllara Göre Ölümle Sonuçlanan İş Kazası Sayısı	8
Grafik 6 Türkiye’de Yıllara Göre Yaşanan Meslek Hastalığı Sayısı.....	9
Grafik 7 Aktivite Zaman Çizelgesi	50
Grafik 8 Aktivite Grubu Zaman Çizelgesi	51
Grafik 9 GPMM için Risk Değeri - Zaman Grafiği	53
Grafik 10 GPMR için Risk Değeri - Zaman Grafiği.....	55
Grafik 11 TRD-Bütçe Kısıtı Grafiği	57
Grafik 12 TOM-Alpha (TRD/TBRD) Grafiği	59
Grafik 13 Farklı Alpha Değerlerinin RD-Zaman Grafiği	59
Grafik 14 GPMM’ye göre BRD,RD-Zaman Grafiği	63
Grafik 15 GPMR’ye göre BRD,RD-Zaman Grafiği	66

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMANIN KONUSU

Türkiye’de inşaat sektörü, üretim alanlarını etkileyen, ülkenin kalkınmasına önemli katkılar sağlayan sektörlerinden birisidir. Her yıl ortalama olarak 2 milyon çalışan direkt olarak istihdam edilmektedir. Bunun yanında ise, 2 milyon çalışan da yan sanayi tedariginde çalışmaktadır. Bununla birlikte Sosyal Güvenlik Kurumu’nun (SGK) her yıl yayınladığı iş kazaları ve melek hastalıkları istatistiklerine bakıldığında, kaza verilerinin her yıl artarak devam ettiği görülmektedir. Bu kadar çalışanın olduğu bir sektörde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önüne geçmek büyük önem arz etmektedir. (TMMOB, 2018). 2000’li yılların başından itibaren birçok İş Sağlığı ve Güvenliği Kanun Tasarı taslağı hazırlanmış fakat nihai kanun ancak 2012 yılında yasalaşmıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 30 Haziran 2012 tarihinde yürürlüğe girmiştir. (Kılış, 2013). Çalışanların büyük çoğunluğunu, vasıfsız sıradan işçiler, çok az kısmını ise yükseköğrenim görmüş kişiler oluşturmaktadır. Bu sebeple iş kazası istatistiklerini düşürmek sadece yasalar ve kurallar ile sağlanamayacaktır. İş güvenliğinde başarıya ulaşabilmek için soruna reaktif yaklaşmak, yani kaza olduktan sonra önlem almak yerine, proaktif yaklaşarak, yani iş güvenliği risklerine karşı önlem olarak yaklaşılması gerekmektedir. Ne yazık ki ülkemizde proaktif iş sağlığı ve güvenliği kültürü henüz oluşmamıştır.

Ülkemizde yeni başlayan projelerde planlama yapılırken iş güvenliği önlemleri kâğıt üzerinde üretim işleyişini değiştirmedinden genellikle bakılmaz. Bu sebeple maliyet hesaplaması yapılırken iş güvenliği önlemleri için toplam maliyet belirli bir oranda artırılarak bütçe ayrılır. Bu bütçe sadece en temel iş güvenliği önlemlerini kapsar. Çünkü projeler kâğıt üzerinde kusursuzdur ve herhangi bir iş kazası yaşanabileceği öngörölmez. Fakat iş güvenliği maliyetleri projenin üretim maliyetini büyük oranda etkileyebilir. Bunun en güzel örneği, Sinop’ta yapılması planlanan nükleer santral projesidir. 2023 yılında faaliyete geçmesi planlanan projenin

başlangıçta Mitsubishi firması tarafından hesaplanan maliyeti 18 milyar dolardır. Fakat 2011 yılında Japonya’da meydana gelen tsunami dalgalarının Fukushima Daiichi Nükleer Santraline verdiği zararlar yüksek standartlarda güvenlik önlemlerinin alınması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Yeni güvenlik maliyetleri de eklenince Mitsubishi firması maliyeti 18 milyar dolardan 44 milyar dolara revize etmiştir. (Habertürk, 2018)

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada, inşaat sektörü içerisindeki üst yapı projelerine başlamadan önce karşılaşılabilecek tehlikeler ve riskler ile ilgili bir program hazırlanacaktır. Bu program ile yapılacak yapının iş programına bağlı olarak, ne zaman hangi risklerle karşılaşılacağı, bu risklere karşı hangi önlemlerin alınacağı ve alınacak önlemlerin maliyetleri öngörülebilecektir. Ortaya çıkan risk öngörüsü, projenin en az maliyet ve işçilik ile en çok iş güvenliği önlemlerinin alınması için eniyileme yapılmasını sağlayacaktır. Ayrıca yine en az maliyet ile en çok iş güvenliği eniyilemesinin de yapılmasını sağlayacaktır.

İş güvenliği eniyileme programı referans olarak yapılacak olan yapının iş-akış planını almaktadır. Buradaki amaç yapılacak yapının sonucuna değil, yapım aşamasına odaklanmaktır. Çünkü iş güvenliği riskleri yapının kendisine değil, yapım sürecine göre oluşmaktadır. Örneğin aynı boyutlarda ve şekildeki iki bina farklı teknolojilerle inşa ediliyorsa, bu iki projede farklı iş güvenliği riskleri oluşmaktadır.

Daha sonra geçmiş projelerdeki risk değerlendirmelerinin analizleri ve gruplandırmaları yapılarak bu yeni projede hangi risklerle ne zaman karşılaşılacağı tahmini yapılacaktır. Yapılacak işlerdeki risk değerleri beraber düşünüldüğünde projenin bazı zamanlarında riskli işlerin aynı zamana denk geldiği görülecektir. Bu sonuç proje yöneticilerine ne zaman daha dikkatli olmaları gerektiğini ya da hangi zamanlarda ek tedbirler almaları gerektiğini söyleyecektir.

Ayrıca iş güvenliği eniyileme programının içerisine tanımlanacak olan önlemler tablosu ile de oluşacak risklere karşı hangi önlemlerin alınabileceği proje yöneticilerine sunulacaktır. Tanımlanan önlemler arasında risk değerini az düşüren fakat ucuz önlemler ile riski tamamen ortadan kaldıran fakat pahalı önlemler olacaktır. Proje yöneticilerinin tercihlerine göre iş güvenliği eniyileme programı ‘belirli bir

bütçeyi aşmayan en güvenli önlemleri' ya da 'belirli bir risk değerini aşmayan en ucuz önlemleri' gösterecektir.

1.3. ÇALIŞMANIN ÖN KABULLERİ

İş güvenliği eniyileme programı tamamen veri odaklı bir sistem olduğu için programa tanımlanan veriler ne kadar doğru ise sonuçların hata payları da o kadar düşük olacaktır. Ne yazık ki ülkemizde iş güvenliği verileri düzenli olarak tutulmamaktadır. Program kullanıldıkça geri bildirimler ile birlikte daha başarılı sonuçlara ulaşacaktır.

1.4. BENZER ÇALIŞMALAR VE DEĞERLENDİRMELER

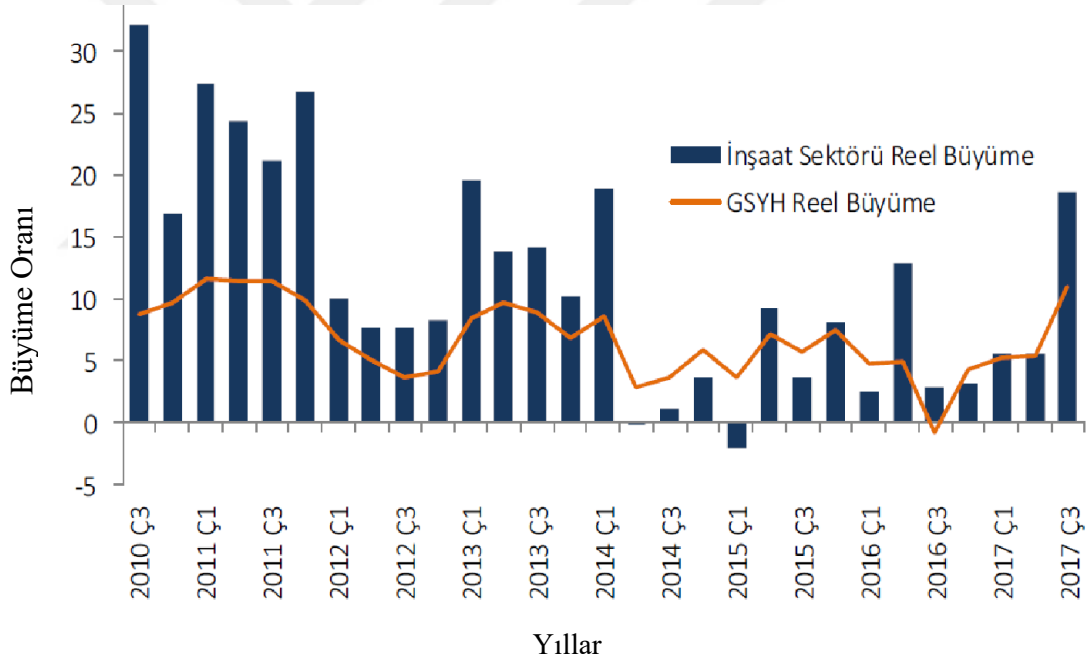
Ülkemizde iş güvenliği model planlaması konusunda yapılmış çok fazla kaynak bulunmamaktadır. Tespit edilen tek kaynak," İnşaat projelerinde süresel planlama ile bütünleşik aktivite tabanlı iş güvenliği risk değerlendirme yöntemi" MAHÇİÇEK (3)'in yayınladığı tez çalışmasıdır. Bu çalışmada maliyet çıkartılırken çeşitli projelerdeki harcamaların ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Fakat her projenin farklı riskler ve maliyetler doğurduğu göz önünde bulundurulmamıştır. Daha önce yapılmış projelerdeki iş güvenliği maliyetinin toplam maliyete oranı, yeni başlayan projelerde de kullanılarak iş güvenliği maliyeti hesaplanır. Bu nedenle bu yaklaşımda referans alınan projelerin sayısı ne kadar arttırılırsa arttırılsın sonuç belirli bir hata payının altına düşemez. Bu çalışmada ise, önceden yapılmış projelerde alınan her bir iş güvenliği önlemi maliyeti kişi sayısı, proje süresi ve proje büyüklüğü ile oranlanarak yeni başlayan projeye yansıtılır. Bu nedenle, toplu iş güvenliği maliyeti daha doğru olarak hesaplanır.

BÖLÜM II

TÜRKİYEDE İNŞAAT SEKTÖRÜ

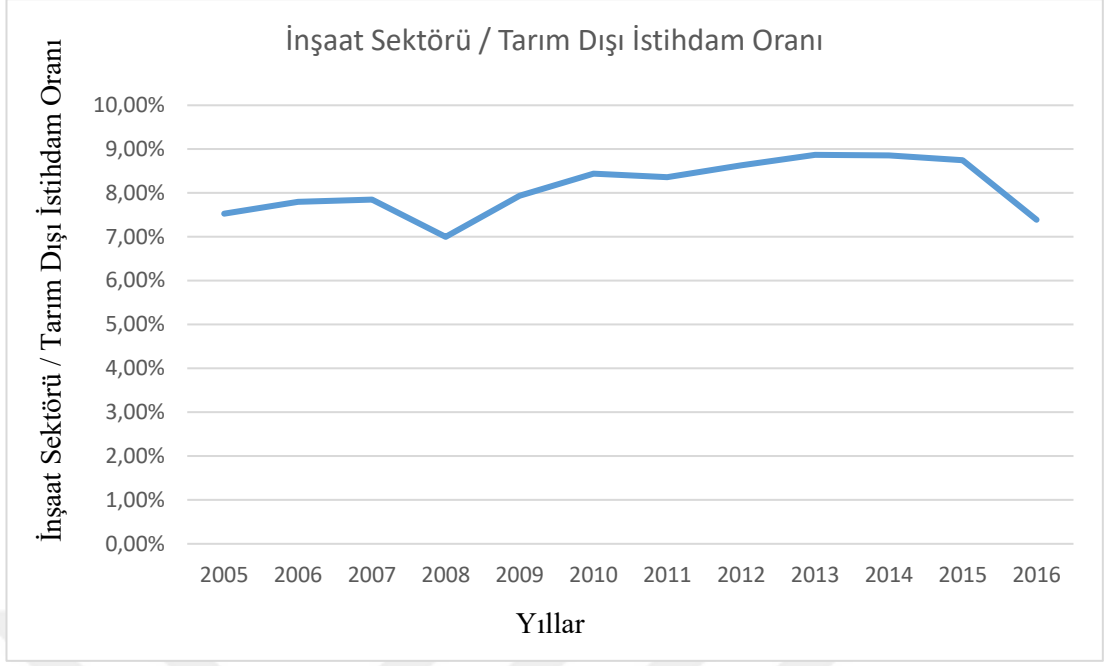
2.1. TÜRKİYEDE İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Dünyadaki diğer gelişmekte olan ülke ekonomilerinde de görüldüğü üzere inşaat sektörü, ekonominin en önemli itici güçlerinden biridir. Geçmiş yıllardaki büyüme verilerine bakıldığında, Türkiye’de de inşaat sektörü ekonominin büyümesine önemli katkılar sağlamıştır. Grafik 1’de de görüldüğü gibi inşaat sektöründeki büyüme ve Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla doğru orantılıdır. (Şat, 2018)



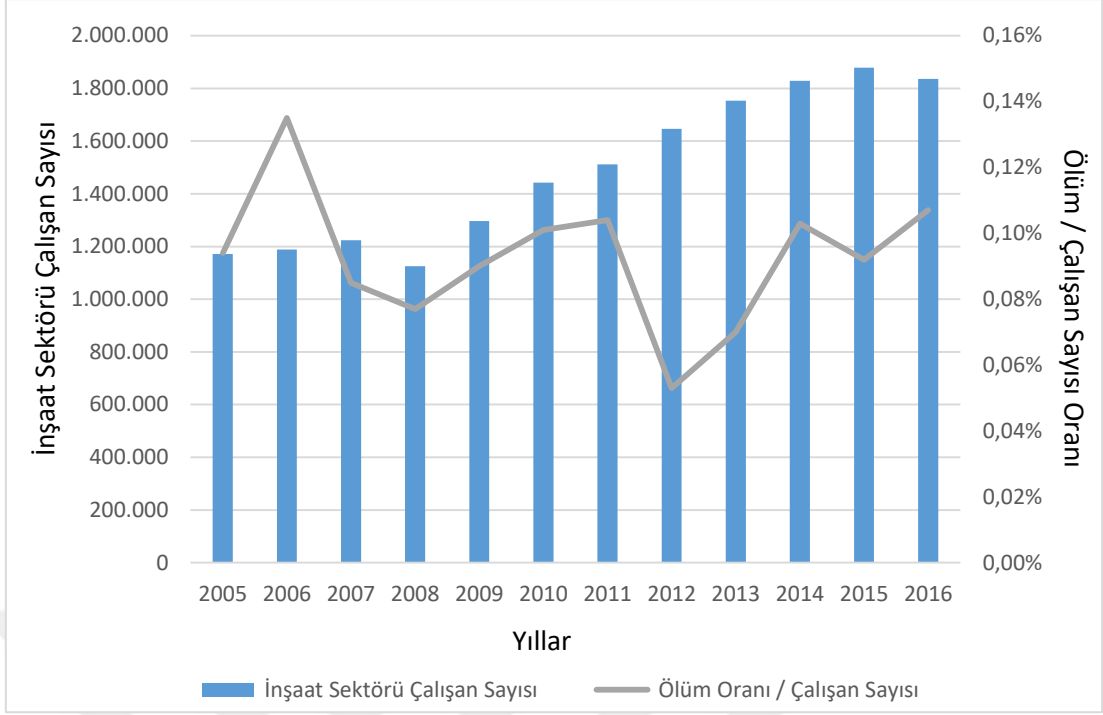
Grafik 1 GSYH ve İnşaat Sektörü Büyüme Oranları (%)

İnşaat sektörü ekonomideki büyümenin yanı sıra Türkiye’deki toplam iş gücünün ortalama %7,5’ünü oluşturmaktadır. Her ne kadar ekonomik yavaşlamadan dolayı 2018’den sonra istihdam sayısında azalma olmuş olsa da, 2012-2018 yılları arasındaki ortalama istihdam 2 milyon çalışandır. (Intes, 2019)



Grafik 2 İnşaat Sektörünün Toplam İstihdama Oranı (Intes, 2019)

Gelişmekte olan ülkelerde iş gücü genellikle kırsaldan kentlere doğru kaymaktadır. Kente göç eden işçiler daha çok niteliksiz eleman olarak iş aradıkları için bunların çok büyük bir çoğunluğu inşaat sektöründe çalışmaya başlamaktadır. Kente yeni göçmüş olan, düşük eğitim almış kişiler çalıştığı yerlerde uyum zorluğu çekmekte, buradaki iş kurallarına alışmakta sıkıntı yaşamaktadır. Bu uyumsuzluk problemi iş denetimlerinin de düşük olduğu yerlerde iş kazalarına sebebiyet vermektedir. (Songur, Songur, 2018)

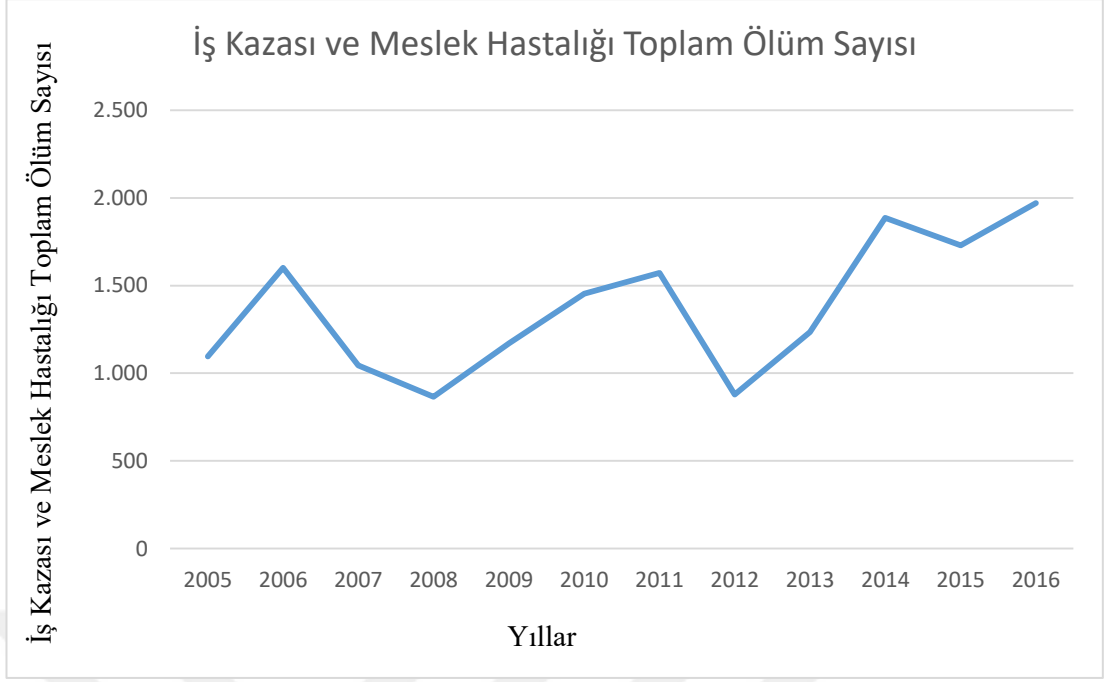


Grafik 3 İnşaat Sektöründe Çalışan Sayısının İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm Sayısına Oranı

2.2. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAŞANAN İŞ KAZALARI VE MESLEK HASTALIKLARI

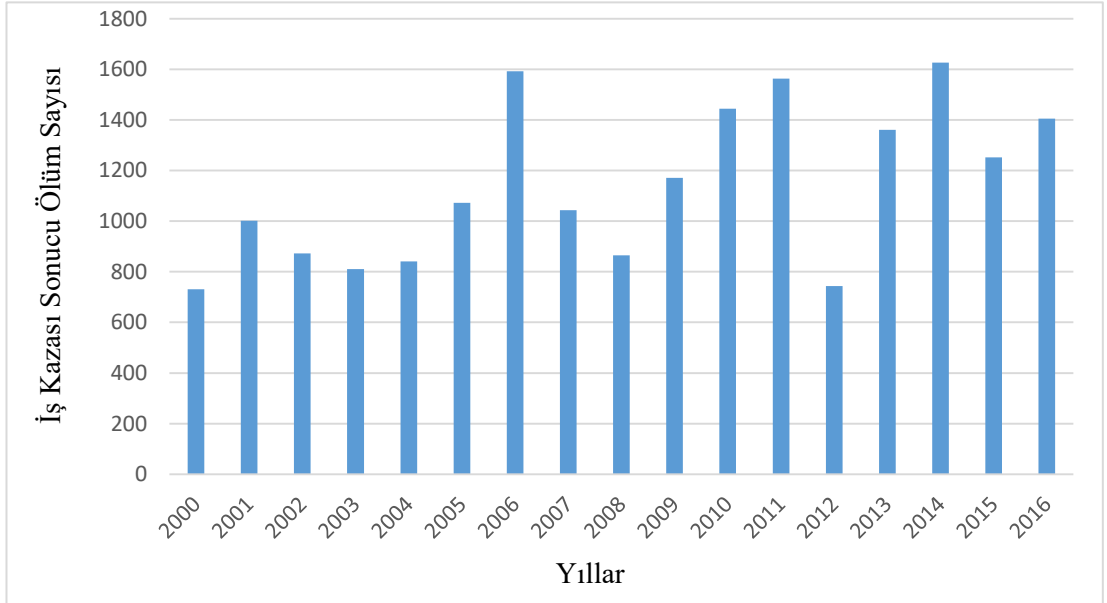
2.2.1. İş Kazaları

Ülkemizde 2012 yılında kabul edilen 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa göre iş kazası; “İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olayı, ifade eder”. İş kazalarının yıllara göre değişimi, SGK’nın 2016 yılına kadar yayınladığı istatistiklerden detaylı olarak görülmektedir. Bu tarihten sonra yayınlanmadığı için bu çalışmada en son yayınlanan istatistikler geçerli kabul edilecektir. Grafik 4’te de görüldüğü gibi iş kazası sayıları her geçen yıl artmaktadır.



Grafik 4 Türkiye’de Yıllara Göre İş Kazası ve Meslek Hastalıkları Sonucu Ölüm Sayısı

Ülkemiz, ölümlü iş kazaları sıralamasında Avrupa’da birinci, dünyada ise üçüncüdür. 2016 yılı verilerine bakıldığında ülkemizde her gün ortalama 4 işçi hayatını iş kazası nedeniyle kaybetmektedir. Veriler incelendiğinde en büyük kayıpların inşaat sektöründe yaşandığı da görülmektedir. (TMMOB, 2018). (ÇSGB, 2016).



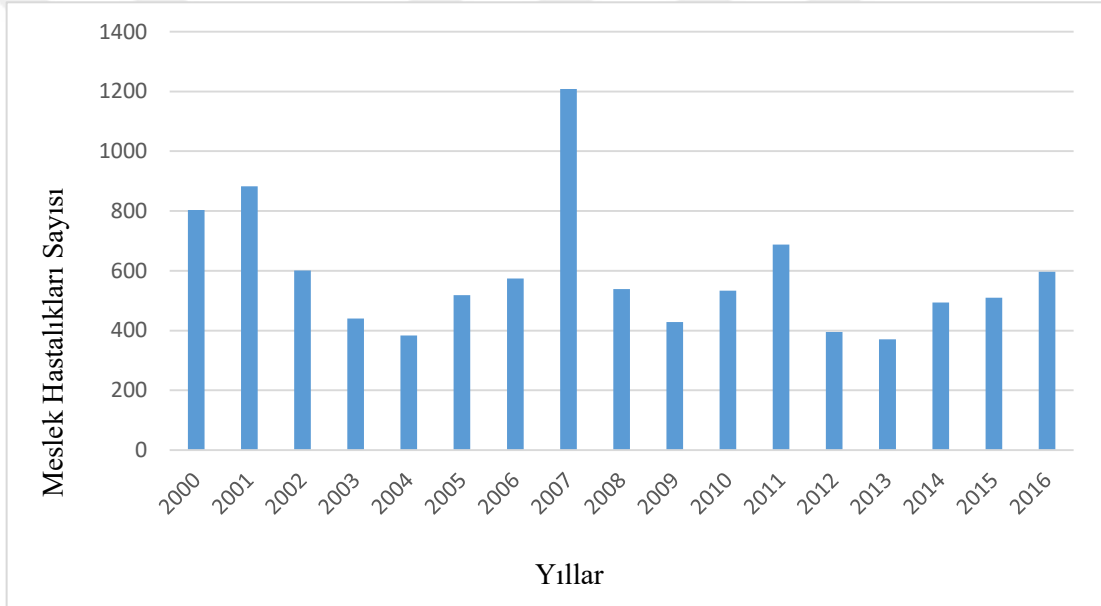
Grafik 5 Türkiye’de Yıllara Göre Ölümle Sonuçlanan İş Kazası Sayısı

Tüm bu istatistiklere ek olarak, ülkemizde halen çok sayıda sigortasız işçi çalışmaktadır. Kayıtsız çalışanların yaşadıkları iş kazalarının SGK’ya bildirilmemesi

istatistiklerin gerçek boyutlarının görülmesini engellemektedir. (Songur, Songur, 2018)

2.2.2. Meslek Hastalıkları

6331 sayılı iş kanununa göre meslek hastalığı: “Mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalığı, ifade eder”. (Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 2012). Bir hastalığı meslek hastalığı olarak değerlendirebilmek için çalışanın tekrarlanan bir duruma ya da sağlığını bozacak maddelere uzun süre maruz kalması gerekmektedir. SGK'nın en son 2016 yılında yayınladığı meslek hastalığı istatistikleri Grafik 6’te yer almaktadır. (Songur, Songur, 2018).



Grafik 6 Türkiye’de Yıllara Göre Yaşanan Meslek Hastalığı Sayısı

2.3. İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ İLE İLGİLİ KANUNLAR VE UYGULAMALAR

2.3.1. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

Ülkemizde 2000’li yılların başından itibaren İş Sağlığı ve Güvenliği alanındaki çalışmalara hız verilmiştir. Bu tarihten itibaren birçok kanun tasarı taslağı hazırlanmış fakat nihai kanun ancak 30 Haziran 2012 tarihinde yasalaşmıştır. (Kılış, 2013). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 5 bölümden ve 8’i geçici madde olmak üzere

toplam 39 maddeden oluşmaktadır. (Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 2012). Kanunun ikinci bölümünde “İşveren ile Çalışanların Görev, Yetki ve Yükümlülükleri” ayrıntılı olarak yer almaktadır. Bu bölüme göre İSG alanındaki tüm sorumluluğun işverene ait olduğu açıkça belirtilmektedir.

Bu kanunda belirtilen maddelerin tamamı uygulandığında oluşabilecek tehlike ve risklerin tamamen ortadan kaldıramayacak, fakat kabul edilebilir seviyeye çekilmesini sağlanacaktır. Gerekli tedbirler alındığında iş kazalarının %98’i meslek hastalıklarının ise tamamı önlenebilecektir.

2.3.2. İş Güvenliği Uygulamaları, İSG firmaları, Denetimler

İSG Kanunu Madde 6’ya göre; “İşveren çalışanları arasından çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak amacıyla, iş güvenliği uzmanını, iş yeri hekimini ve sağlık personelini görevlendirir. Belirtilen niteliklere sahip personel bulunmaması halinde, bu hizmetlerin tamamını veya bir kısmını ortak sağlık ve güvenlik birimlerinden hizmet olarak yerine getirebilir” ifadesi yer almaktadır. (Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 2012). İSG hizmetlerinin şirket içinden ya da dışından sağlanmasının hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır.

İşveren çalışanları arasında yeterli nitelikte iş yeri hekimi ve iş güvenliği uzmanı bulunması halinde onları görevlendirerek bu hizmetlerin yerine getirilmesini sağlayabilmektedir. İş güvenliği uzmanı ve iş yeri hekimi tespit ettiği eksiklikleri ve uygunsuzlukları işverene bildirmekle yükümlüdür. İşveren bu eksikleri gidermediği durumlarda, iş güvenliği uzmanı bu tespitlerini ÇSGB’ye bildirmek zorundadır. Fakat böyle bir durum gerçekleştiğinde iş güvenliği uzmanı ve iş yeri hekimleri iş kaybı riskiyle karşı karşıya kaldığından, görevlerini tam olarak yapmaları engellenebilmektedir. (Orhan, 2014).

Bakanlık işveren çalışanları arasında yeterli nitelikte personel bulunmaması halinde, İSG hizmetini bakanlıkça onaylı ortak sağlık ve güvenlik birimlerinden alınabilmesine olanak tanımıştır. Bu yöntem özellikle küçük işyerlerinin de bu hizmetlerden faydalanmasına bir alternatif oluşturmuştur. İş sağlığı ve güvenliği hizmetleri uzmanlık gerektiren işlerdendir. Küçük işyerleri bu şekilde, sürekli iş yeri hekimi veya iş güvenliği uzmanı bulundurmamakta, çalışan sayısına göre isg hizmet

satın almaktadır. Sonuç olarak maliyetlerinde tasarruf etmektedir. Fakat bu şekilde alınan isg hizmetinde sektörde rekabetin çok fazla artması sebebiyle kalite çok düşmekte, yeterli denetim yapılamadığından birçok işyerinde hizmet kâğıt üzerinde sunulmuş gibi gösterilerek yapılmaktadır. (Karabacak, 2016).

Tüm sorumluluğun işverende olmasına rağmen, Çalışma ve Sosyal Güvenlik bakanlığına bağlı teftiş ve denetlemeye yetkili iş müfettişleri devlet adına saha denetimleri yapabilmektedir. Fakat müfettiş sayısının inşaat projelerine oranla çok az olması yapılan denetimlerin yeterli etkiyi yaratamamasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak Ülkemizdeki 6331 sayılı kanun uygulandığında iş kazalarının büyük bir bölümünün önüne geçilebilecektir. Kanunun uygulanması için üç önemli nokta bulunmaktadır. Bunlar; denetim eksikliği, işyerinde iş güvenliği organizasyonunun yeterli olmaması ve eğitimsizlik. (Yılmaz, 2014). Bu tez çalışmasında işyerinde iş güvenliği organizasyonu için bir planlama programı ortaya çıkartılacaktır.

BÖLÜM III

KULLANILAN YÖNTEMLER VE TANIMLAMALAR

3.1. PROJE PLANLAMA YÖNTEMİ

3.1.1. Tanımlar

Ülkemizde ve dünyada proje yönetimi konusunda en kabul görmüş kuruluşlar birisi Proje Yönetimi Enstitüsü (PMI-Project Management Institute)'dür. PMI'a göre proje, özgün bir ürün, hizmet ya da sonuç yaratmak için yürütülen geçici bir girişimdir. Proje, hedeflerine ulaştığında ya da hedefe artık ulaşamayacağı düşünüldüğünde veya proje sahibinin isteği üzerine sonlandırıldığında bitişe ulaşmış kabul edilir. (Project Management Institute, 2013)

Projelerin en önemli özelliği her birinin kendine özgü olmasıdır. Projenin sonucu somut ya da somut olabilir. (Project Management Institute, 2013). Kendisinden daha önce yapılmış olan projelerle benzerlik gösterebilir fakat uygulanma zamanı, tekniği, çalışan personelleri, yüklenicileri vb. gibi değişkenlerle benzersizdir. Bu sebeple benzeri projelere ortak yaklaşım ile planlaması yapılabilir fakat her projenin kendisine özgü özellikleri ve koşulları göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapılacak olan projelerin büyüklüğü ve ekonomik şartları ne olursa olsun hiçbir zaman sahip olduğu kaynaklar sınırsız değildir. Örneğin yapılacak olan projenin sahibinin devlet olması, ekonomik olarak bir bütçe sınırının olmayacağı anlamına gelmez. Bir başka örnek, olağanüstü hallerde yapılan acil durum projelerinin bütçe kısıtlamaları olmayabilir. Fakat bu tip projelerde de süre çok önemli olduğu için yeterli proje zamanı bulunmamaktadır.

Projeler kesin bir başlangıç ve bitiş süresine sahip uygulamalardır. Projeler planlama aşamasında başlangıç tarihi belirlenir ve hedeflenen tarihte bitirilmesi planlanır. Hedef tarihlerinde bitirilemediğinde gecikme sebepleri sunularak ek süre talep edilebilir

Projeler içerisinde birbiri ile ilişkili birçok aktivite bulunur. Proje planında bu aktiviteler belirli bir sıraya konularak proje hedefine ulaşılır. Aktivitelerin özelliğine göre birbirinin ardı sıra ya da aynı anda uygulanabilirler (Erozan, 2006).

3.1.2. Proje Planlama Yöntemi ile İlgili Tanımlar

Aktivite (A): Proje hedefine ulaşmak için tanımlanan birim eylemlerdir. (ÇSGB, 2016).

Aktivite Süresi (AS): Bir aktiviteyi tamamlamak için gerekli olan zamanın gün olarak tanımlanmasıdır.

Aktivite Grubu (AG): Benzer iş güvenliği riskleri içeren aktivitelerin aynı grup içerisinde tanımlanmasıdır.

Birlikte Başlangıç (BB): İki farklı aktivitenin başlangıç zamanlarının aynı olmasıdır.

Birlikte Tamamlanma (TT): İki farklı aktivitenin tamamlanma zamanlarının aynı olmasıdır.

Ardıl Aktiviteler (TB): Bir aktivitenin tamamlanma zamanının diğer aktivitenin başlangıç zamanı olmasıdır.

Ağ Diyagramı: Proje içerisinde tanımlanan tüm aktivitelerin birbiri içerisinde BB, TT ve TB bağlantıları ile ilişkilendirilmesidir. Ağ diyagramı oluşturulurken tüm aktiviteler birbirine bağlanır, bağlantısız aktivite bırakılmaz.

Aktivite Başlangıç Tarihi: Tüm aktivite bağlantıları ve süreleri tanımlandıktan sonra ortaya çıkan proje planında her aktivitenin başlama zamanı ayrı ayrı belirlenmiş olur.

Aktivite Bitiş Tarihi: Tüm aktivite bağlantıları ve süreleri tanımlandıktan sonra ortaya çıkan proje planında her aktivitenin hedeflenen bitiş zamanı ayrı ayrı belirlenmiş olur.

Proje Takvimi: Tüm aktivite bağlantıları ve süreleri tanımlandıktan sonra her aktivitenin başlangıç ve bitiş tarihleri belirlenmiş olur. Bu tarihler içerisindeki en küçük tarih projenin başlangıcı, en büyük tarih ise projenin hedeflenen bitiş tarihidir.

3.1.3. Proje Zaman Yönetimi

PMI'a göre proje zaman yönetiminin aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. Zaman Çizelgesi Yönetiminin Planlanması: Kısaca proje planının

planlanmasıdır. Projenin hedeflenen başlangıç ve bitiş tarihleri, proje kaynaklarının kullanılabilirliği ve becerileri, performans ölçümü için kilometre taşı tarihleri belirlenir.

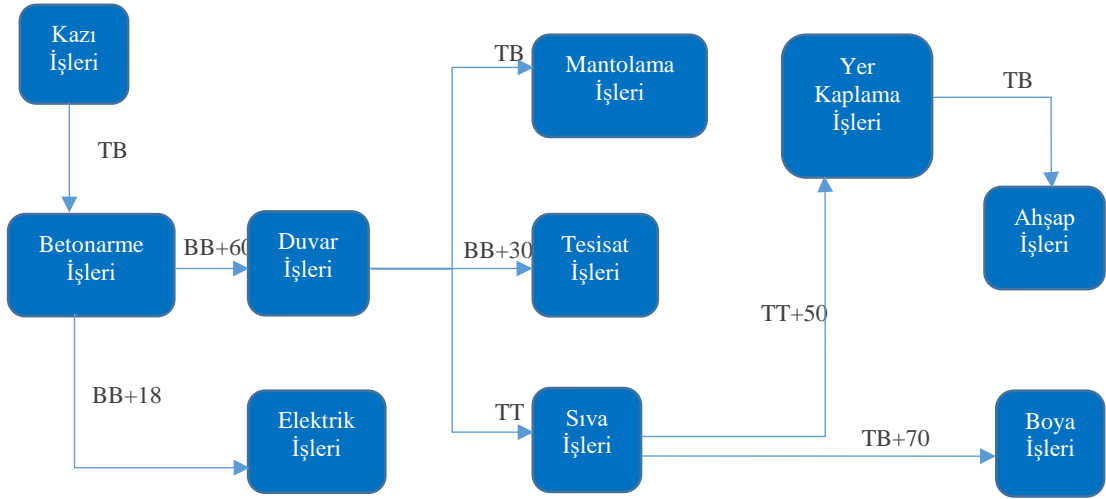
- 2. Aktivitelerin Tanımlanması:** Projenin hedeflenen ürün ya da hizmetini gerçekleştirmek için yerine getirilecek aktivitelerin tamamı tanımlanır.

Tablo 1 Tanımlanan Örnek Aktiviteler

Aktivite İsmi
Kazı işleri
Betonarme işleri
Duvar işleri
Elektrik işleri
Tesisat İşleri
Sıva İşleri
Mantolama İşleri
Yer Kaplama işleri
Ahşap İşleri
Boya İşleri

- 3. Aktivitelerin Sıralanması:** Aktiviteler arasındaki ilişkileri belirleme sürecidir. Proje zaman yönetiminde eniyileme uygulaması bu aşamada başlamaktadır. Proje kaynakları göz önünde bulundurularak en büyük verim elde edilmeye çalışılmaktadır.

Şekil 1 Örnek Bir Aktivite Sıralaması



- 4. Aktivite Kaynaklarının Tahmin Edilmesi:** Her aktiviteyi yerine getirmek için gerekli malzeme, insan, araç ya da gereçlerin türü ve miktarı tahmin edilir. Kaynak seçimi yapılırken, maliyet tahminleri ve çevresel risk faktörleri göz önünde bulundurulur.
- 5. Aktivite Sürelerinin Tahmin Edilmesi:** Temin edilecek kaynaklara göre aktivitelerin gerekli çalışma sürelerinin hesaplanması sürecidir.

Tablo 2 Örnek Aktivitelere Göre Süre Tablosu

Aktivite İsmi	Süre (Gün)
Kazı işleri	50
Betonarme işleri	279
Duvar işleri	280
Elektrik işleri	160
Tesisat İşleri	155
Sıva İşleri	200
Mantolama İşleri	220
Yer Kaplama işleri	150
Ahşap İşleri	185
Boya İşleri	130

- 6. Zaman Çizelgesinin Geliştirilmesi:** Aktivite sıralamaları, aktivite kaynakları ve aktivite süreleri birlikte analiz etme sürecidir. Hedeflenen proje bitiş zamanına ulaşmak ve proje maliyetlerini düşürmek için eniyileme çalışmaları bu aşamada yapılır.

Tablo 3 Örnek Zaman Çizelgesi

Aktivite İsmi	Süre	Oca 19	Mar 19	Nis 19	May 19	May 19	Haz 19	Tem 19	Ağu 19	Eyl 19	Eki 19	Kas 19	Ara 19	Oca 20	Şub 20	Mar 20	Nis 20	May 20	Haz 20	Tem 20	Ağu 20	Eyl 20	Eki 20
Kazı işleri	50	■																					
Betonarme işleri	279	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
Duvar işleri	280			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Elektrik işleri	160		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Tesisat işleri	155				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Sıva işleri	200								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantolama işleri	220													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Yer Kaplama işleri	150										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ahşap işleri	185															■	■	■	■	■	■	■	■
Boya işleri	130																			■	■	■	■

7. Zaman Çizelgesinin Kontrolü: Proje ilerlemesinin güncellenmesi, zaman çizelgesindeki değişikliklerin idare edilmesi ve plandan sapmaların tespit edilerek düzeltici önlemler alınması sürecidir.

Ortaya çıkan proje takvimi istenilen proje bitiş hedef süresini geçiyorsa, proje planlamasında eniyilemeler yapılır. Bu eniyilemeler birbiri ile ilişkisi bulunmayan aktivitelerin aynı anda çalıştırılarak zamandan tasarruf etmeyi içerir. Eniyilemeler kâğıt üzerinde el ile yapılabileceği gibi bilgisayar programları ile de yapılabilir. Özellikle çok sayıda aktivitesi ve bağlantıları bulunan projelerde, bilgisayar programlarından yararlanmak en iyi sonuca ulaşmada çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Eniyileme, genellikle doğrusal programlama (Bölüm 3.3) yöntemi kullanılarak yapılmaktadır.

Aktivite başlangıçları geri çekilmesine rağmen yine de proje hedef süresine ulaşamıyorsa, aktivite işgücü artırılarak, proje süresi kısaltılmaya çalışılmalıdır. Bu işlemde sonuç vermez ise işverenden ek süre talep edilebilir.

3.2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE YÖNETİM SİSTEMLERİ VE RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

3.2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi-ISO 45001

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri, iş yerinde çalışanların sağlığını ve güvenliğini etkileyebilecek durumların oluşmaması için, sürekli ve sistematik bir şekilde denetlenerek ve önlem olarak kontrol altında tutulması yöntemleridir. Türkiye’de 2001 yılından 2018 yılına kadar, OHSAS 18001 Standardının (Occupational Health and Safety Standard) TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından Türkçeye çevrilerek yayınlanan TS-18001 standardını kullanmaktaydı. 12 Mart 2018 tarihinde yayınlanan ISO 45001 Uluslararası İş Sağlığı ve Yönetim Sistemi Standardı, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 62 katılımcı ve 12 gözlemciden oluşan bir komite ile oluşturulmuştur. Bu tarihten sonra artık ülkemizde geçerli kabul edilen standart ISO 45001’dir. TS-18001 belgeli kuruluşların ISO 45001’e geçiş yapmaları için 3 yıllık süresi bulunmaktadır. 11 Mart 2021’e kadar iki standart ta geçerlidir. Bu çalışma ileriye dönük olması için ISO 45001 dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Tablo 4’te risk değerlendirme yönteminde kullanılacak olan terimlerin ISO 45001 ve 6331 sayılı İSG Kanunundaki açıklamaları yer almaktadır.

Tablo 4 Terimlerin ISO 45001 ve 6331 Sayılı İSG Kanuna Göre Tanımı

Tanımlar	ISO 45001	6331 sayılı İSG Kanunu
Tehlike	Çalışanların fiziksel, zihinsel veya ruhsal durumunu olumsuz etkileyecek kaynaktır.	İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeline denir.
Risk	Belirsizlik etkisidir	Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalidir
Risk Değerlendirmesi	İşçilerin yaralanması veya sağlık bozulmalarının önlenmesi ile sağlıklı ve güvenli işyerlerinin sağlanmasının etkinliği ile ilgilidir.	İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılması gereken çalışmalardır.

ISO 45001 standardı, bütün dünyadaki kurum ve kuruluşların önemli sorunlarından biri olan iş kazaları ve meslek hastalıklarını önleme konusunda sistematik bir rehber niteliğindedir. Bu standart ile organizasyonun önceden önlemler alması İSG performansını artırır ve risklerinin yönetilmesi için bir çerçeve oluşturur. Burada belirtilen ‘önceden önlemler alma’ vurgusu bu çalışmanın da temelini oluşturmaktadır.

ISO 45001’e göre, organizasyon sürekli ve proaktif bir tehlike tanımla işlemi yapmalıdır. Bunun için süreçler oluşturmalı ve sistematik olarak kullanılmalıdır. Tanımlama işleminde öncelikle, projenin kendisine özgü riskleri göz önünde bulundurulmalıdır. Daha sonra bu riskleri önleme faaliyetleri belirlenir ve organizasyon bu faaliyetlerin uygulanmasını takip etmelidir.

3.2.2. Risk değerlendirme yöntemi

Risk değerlendirme süreci Şekil 2’deki gibidir:



Şekil 2 Risk Değerlendirme Süreci

- 1. Tehlikenin belirlenmesi:** Tehlikeler işyerlerinde gözlemler yapılarak, benzer işyerlerinde yaşanan kaza verileri incelenerek, iş analizleri yapılarak veya uzman kişilerden rehberlik hizmeti alınarak belirlenebilir. Tehlikelere örnek olarak, yüksekte çalışma, ıslak yüzey, sürekli aynı hareket, kimyasal maddeler verilebilir.
- 2. Risklerin Analizi:** Tespit edilen tehlikelerin analizi yapılır. ‘Kim nasıl

zarar görebilir? Zarar görecek kişi sadece çalışan mı, tehlikenin gerçekleştiği bölgedeki başka birisi mi, yoksa o bölgede bulunan tüm çalışanlar mı? Zararın boyutu ne derece olabilir? Kısa süreli sakatlık mı yoksa ölüme neden olabilir mi?’ sorularına cevap aranır.

3. **Risklerin Değerlendirilmesi:** Risk değerlendirmede kullanılan en temel yöntem L-tipi Matris yöntemidir. Bu yöntemin formülü sadece bir çarpma işlemidir.

$$\text{RİSK DEĞERİ} = \frac{\text{TEHLİKENİN GERÇEKLEŞME OLASILIĞI}}{\text{GERÇEKLEŞME OLASILIĞI}} \times \text{TEHLİKE GERÇEKLEŞİRSE OLUŞACAK ZARARIN ŞİDDETİ}$$

Tablo 5 Tehlikenin Gerçekleşme Olasılık Derecelendirmesi

Tehlikenin Gerçekleşme Olasılığı	
OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (Yılda 1 kez)
ORTA	Az (Yılda bir kaç kez)
YÜKSEK	Sıklıkla (Ayda bir kez)
ÇOK YÜKSEK	Çok Sıklıkla (Haftada bir kez / her gün)

Tablo 6 Tehlike Gerçekleşirse Oluşacak Zararın Şiddet Derecelendirmesi

Tehlike Gerçekleşirse Oluşacak Zararın Şiddeti	
ŞİDDET	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş saati kaybı yok, ilk yardım gerektirmeyen
HAFİF	İş günü kaybı yok, ilk yardım gerektiren
ORTA	Hafif yaralanma, tedavi gerektiren
CİDDİ	Ölüm, ciddi yaralanma, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Birden çok ölüm, sürekli iş göremezlik

Tablo 7 Tehlikenin Risk Değeri

Risk Değeri					
	ÇOK CİDDİ	CİDDİ	ORTA	HAFİF	ÇOK HAFİF.
	5	4	3	2	1
ÇOK YÜKSEK 5	Tolere edilemez 25	Yüksek 20	Yüksek 15	Orta 10	Düşük 5
YÜKSEK 4	Yüksek 20	Yüksek 16	Orta 12	Orta 8	Düşük 4
ORTA 3	Yüksek 15	Orta 12	Orta 9	Düşük 6	Düşük 3
KÜÇÜK 2	Orta 10	Orta 8	Düşük 6	Düşük 4	Düşük 2
ÇOK KÜÇÜK 1	Düşük 5	Düşük 4	Düşük 3	Düşük 2	Düşük 1

Elde edilen risk değeri, risk değeri tablosundan da görüleceği üzere 1 ile 25 arasında bir sayıdır. Elde edilen değer;

- Tolere Edilemez (25) ise, riskli aktivite önlem alınana kadar başlatılmamalıdır. Alınacak önlemler ile risk değeri kabul edilebilir seviyelere düşürülemezse aktivite değiştirilmelidir.
- Yüksek (15, 16, 20) ise, acilen önlem alınarak risk değeri kabul edilebilir seviyelere indirilmelidir. Önlem alınamıyorsa izolasyon veya ayırma yöntemleri ile aktivitenin etki değeri düşürülmeye çalışılmalıdır.
- Orta (12, 10, 9, 8) ise, işi durdurmaya gerek yoktur fakat bir an önce risk değerini düşürmek için önlemler alınmalıdır.
- Düşük (6, 5, 4, 3, 2, 1) ise tespit edilen riskler için önlem almaya gerek yoktur. Fakat proje gelişimi dolayısıyla, gerçekleşme olasılık değeri ve gerçekleştiğindeki zarar değerinde değişiklikler olabileceğinden dolayı sürekli takip edilmelidir.

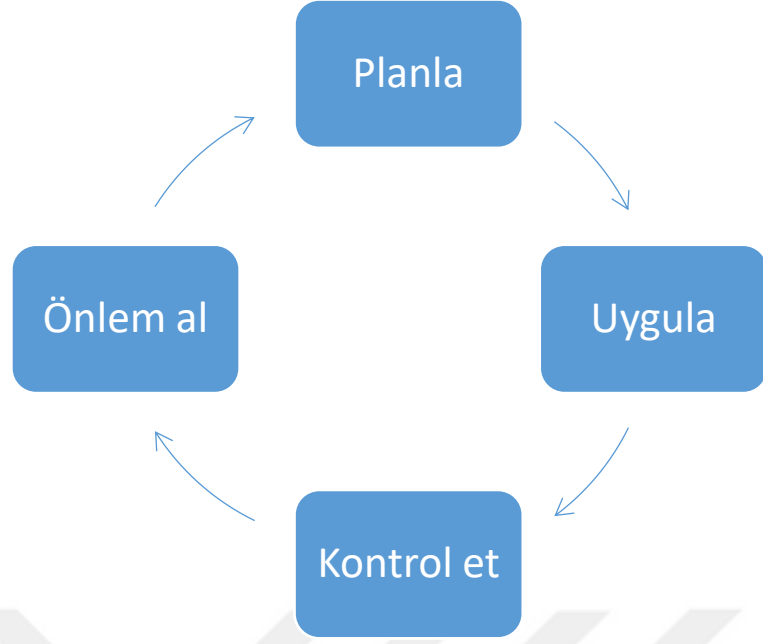
4. Kontrol Önlemlerinin Belirlenmesi: Riskleri kontrol etme önlemlerine karar verirken Şekil 3'teki hiyerarşik düzen göz önünde bulundurularak karar verilmelidir.



Şekil 3 Kontrol Önlemlerinin Belirlenmesinde İzlenecek Hiyerarşik Düzen

Alınan önlemin yukarıdaki etki değerine göre risk değerlendirmesi tekrar yapılmalıdır. Tespit edilen risklerin tamamının kabul edilebilir risk seviyelerine indirilmesi amaçlanmalıdır. Kişisel koruyucu donanımların kullanılması en son seçimdir. Çalışanların kişisel koruyucu donanımları kullanmaları, çalışanlar için hem rahatsızlık vericidir hem de kullanılıp kullanılmadığının denetiminin sürekli yapılması gerekmektedir.

- 5. Kontrol Önlemlerinin Yerine Getirilmesi:** Son adım tedbirlerin etkinliğinin izlenmesi ve tekrar gözden geçirilmesidir. Bu adım hem 6331 sayılı iş kanununda hem de ISO 45001’de **Planla- Uygula- Kontrol et- Önlem al (PUKÖ)** döngüsüne dayanmaktadır. PUKÖ döngüsü kalite Gurusu William Edwards Deming tarafından geliştirilmiştir. Bu kavram, kuruluşların sürekli iyileştirme yapmak için kullandıkları tekrarlı süreç sağlar.



Şekil 4 PUKÖ Döngüsü

- **Planla:** Önceki maddelerde tespit edilen, tehlikeler, riskler ve bunlara karşı belirlenen önlemler bir bütün olarak hesaplanarak İSG hedef ve süreçleri oluşturulur,
- **Uygula:** Planla kısmında belirlenen hedef ve süreçler eksiksiz olarak uygulanır.
- **Kontrol et:** Hedeflenen ve planlanan süreçlerin düzgün yapılıp yapılmadığı kontrol edilir. Uygulanan karşı önlemlerle hedeflenen risk değerine ulaşıp ulaşılmadığı araştırılır. Eğer istenilen risk değerlerine ulaşamıyorsa, alınan tedbirler tekrar gözden geçirilerek PUKÖ döngüsü baştan planlanır.
- **Önlem al:** Uygulanan karşı önlem istenilen risk değerlerine ulaşıyorsa, alınan tedbirlerin kalıcı olması için prosedürler oluşturulur. Burada belirtilen 'Önlem al' daha önce kullanılan 'Önlem' ile karıştırılmamalıdır. Burada ki başarılı olan faaliyetin kalıcı olması için yapılan uygulamalara 'önlem al' denilmektedir.

Risk değerlendirmeleri, işyerinde yapılan çalışmaya göre niceliksel ya da niteliksel olabilir. Niceliksel değerlendirmelerde sayısal yöntemlere başvurulur. Nitel değerlendirmelerde ise sayısal veri olmadığından,

değerlendirme öncesinde birtakım kriterler geliştirilerek nitel verilerden sayısal sonuç üretme yoluna gidilir.

3.3. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMİ

3.3.1. Tanımlar

Doğrusal Programlama Yöntemi, kısıtlı kaynakların en iyi şekilde kullanımını sağlamaya yarayan bir tekniktir. Bazı durumlarda maliyetleri en düşüğe indirmek, bazı durumlarda kârı en yükseğe çıkarmak, başka durumlarda karar vericinin hedefi olan bir amacı enbüyüklemek veya enküçüklemek amaç fonksiyonunu oluşturmaktadır. Eniyileme problemlerinin çözümünde kullanılan Doğrusal Programlama Yöntemi, günümüzde işletme, ekonomi ve proje yönetimi gibi birçok sektörde sıklıkla kullanılmaktadır.

Doğrusal programlama yöntemi, değişkenlere ve kısıtlara bağlı kalarak amaç fonksiyonunu en uygun (enbüyük ya da enküçük) kılmaya çalışır. Doğrusal programlama yönteminde kullanılan temel unsurlar aşağıdaki gibidir. (Hillier ve Lieberman, 1995).

- **Karar değişkenleri:** Modelin çözümlenmesi sürecinde değeri hesaplanacak olan karar unsurlarıdır.
- **Kısıtlar:** Modeldeki karar değişkenlerinin uymak zorunda olduğu kısıtlamalardır.
- **Parametreler:** Modelin sonucunu etkileyen sabit katsayılardır.
- **Amaç fonksiyonu:** Karar değişkenlerinin ve parametrelerin oluşturduğu, en iyi sonucu (enbüyük ya da enküçük) elde etmek için oluşturulan fonksiyondur.

Doğrusal programlama yönteminin altı temel varsayımı vardır. Bunlar:

- **Belirlilik:** Modelde yer alan parametrelerin sabit olduğu varsayılır.
- **Doğrusallık:** Kısıt ve amaç denklemleri birinci dereceden denklemlerdir.
- **Bölünebilirlik:** Karar değişkenlerinin, kısıtlamalar ile alabileceği en büyük ve en küçük değerler sınırlandırılabilir. Fakat karar değişkenleri bu kısıtlar arasında sürekli değerler alabileceği varsayılır.

- **Toplanabilirlik:** Kısıt ve amaç fonksiyonu denklemlerindeki karar değişkenlerinin etkileri, her bir işlem için ayrı ayrı kullanılan etki değerlerinin toplamına eşittir.
- **Orantısallık:** Kısıt ve amaç fonksiyonu denklemlerindeki karar değişkenlerinin etkileri, karar değişkenlerinin değeri ile orantılıdır.
- **Negatif olmama:** Karar değişkenleri sadece pozitif değerler ya da sıfır olabilir.

3.3.2. Doğrusal Programlama Yöntemi

Uygulama adımları:

1. Problemi doğrusal programla çözülebilecek hale dönüştürme
2. Matematiksel model kurma ve formüle etme
3. Modeli çözme

Doğrusal programlama yöntemi bu çalışmada İSG önlemlerinin karar verilmesinde kullanılacaktır.

BÖLÜM IV

İSG PLANLAMASI MODELİ VE ÖRNEK ÇALIŞMA

4.1. TANIMLAR








İSG Planlaması Modeli, önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi Proje yönetimi, Risk Değerlendirmesi ve Doğrusal Programlama yöntemlerini beraber kullanarak anlamlı bir sonuç üretmeye çalışır. Üç yöntemin beraber çalışabilmesi fikri, hepsinin de sayısal verileri kullanarak çalışabilmesinden çıkmıştır. Ortak veri kullanan, fakat farklı amaçlarda kullanılan yöntemlerin beraber kullanılması, projelere farklı bakış açılarını beraber çözebilme yeteneğini kazandıracaktır.

Modelin oluşturulma aşamasında, bu bölümde örnek olarak açıklanacağı gibi, gerçeğe göre çok daha az veri kullanılmıştır. Bunun sebebi modelin anlaşılmasının daha kolay olmasıdır. Model oluşturulduktan sonra gerçek projelere uygulanılmak istenildiğinde, çok fazla sayıdaki verinin işlenebilmesi için bilgisayar programlarından faydalanılması gerekmektedir. Bu çalışmada GAMS v 23.3 programı kullanılmıştır.

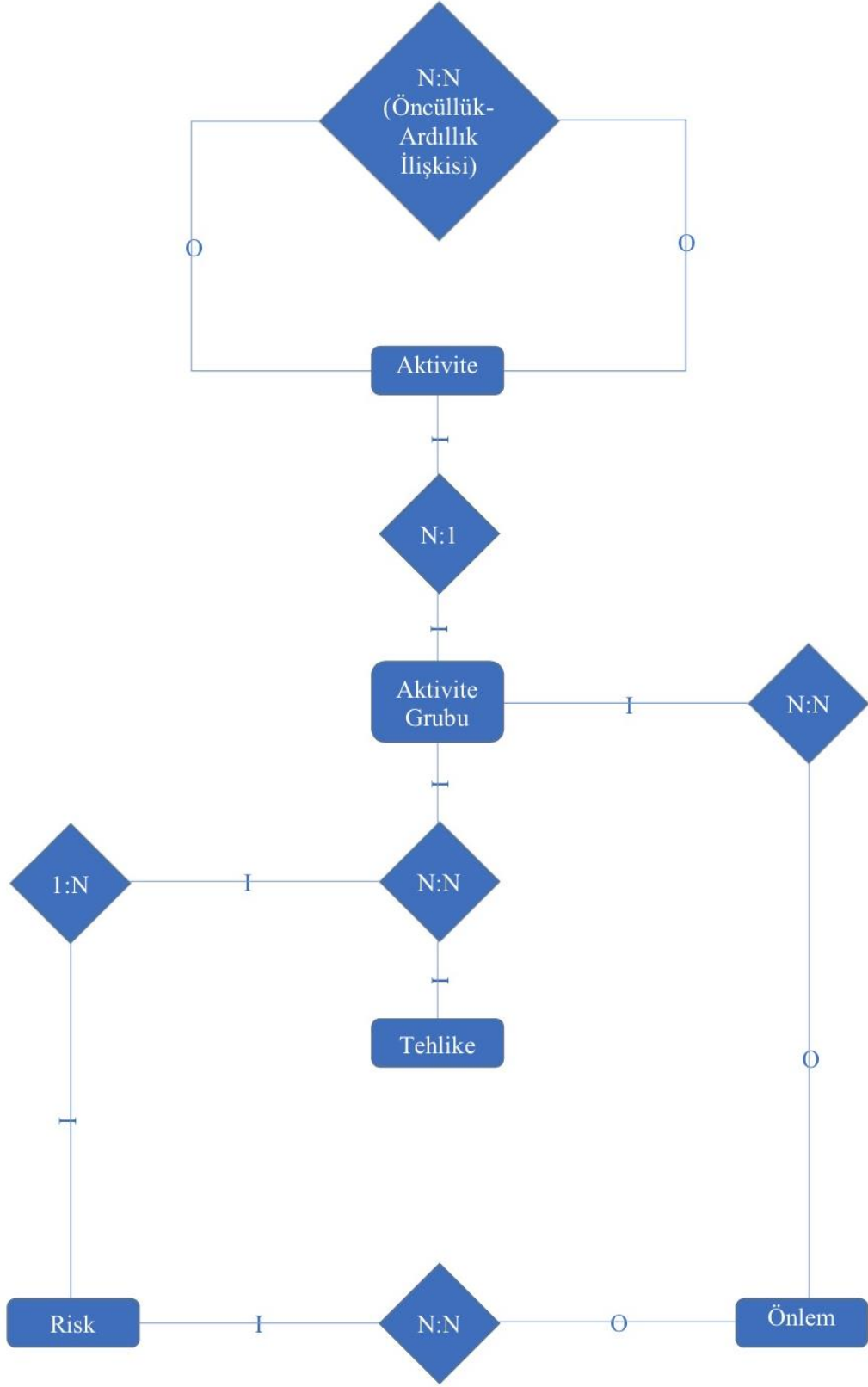
4.1.1. Varlık-İlişki Veri Şeması

İSG Planlama modeli Varlık-İlişki Veri Şemasında gösterilecektir. Şemada kullanılacak şekillerin açıklamaları Tablo 8 8'deki gibidir.

Tablo 8 Varlık İlişki Veri Şeması Şekil Tablosu

Veri Gösterimi (Varlık Kümesi): Elde edilen tüm veriler bu şekilde gösterilmektedir.	
1:1 İlişki Gösterimi (İlişki Kümesi): Her varlık diğer varlık kümesinden en çok bir varlığa bağlıdır	
1:N veya N:1 İlişki Gösterimi (İlişki Kümesi): Bir kümedeki her varlık diğer kümedeki en çok bir varlığa bağlıdır.	
N:N İlişki Gösterimi (İlişki Kümesi): Bir kümede bulunan varlıkların her biri diğer kümede bulunan bir çok varlığa bağlı olabilir.	
I minimum İlişki Gösterimi (İlişki Kümesi): Bir kümede bulunan varlıklardan en az biri diğer kümeye bağlıdır.	
O minimum İlişki Gösterimi (İlişki Kümesi): Bir kümede bulunan varlıklar içinde hiç bağlı olmayan ilişki bulunabilir	
Küme İçinde Veriler: Belirli bir küme içinde bulunan veriler ancak beraber kullanılarak ilişki oluştururlar	

İSG Planlama Yönteminin, veri-ilişki şeması **Hata! Başvuru kaynağı**



bulunamadı.'deki gibidir.

Şekil 5 İSG Planlamasında Veri-İlişki Şeması

4.1.2. Aktiviteler

Aktiviteler, Veri-İlişki Şemasının, temel verisidir. Aktiviteler kendi içlerindeki iş programı ilişkilerine göre bağlantısı vardır. Tüm aktivitelerin, aktivite kümesi içerisinde bir ya da birden fazla ilişkisi vardır. İş programının ilk aktivitesinin öncül bağlantısı yoktur (O minimum ilişki). İş programının son aktivitesinin de ardıl bağlantısı yoktur (O minimum ilişki). Benzer şekilde her aktivite en az bir olmak üzere birden fazla tehlike içerebilir. Yani her aktivitenin en az bir tehlikesi vardır.

Aktiviteler, projenin tamamlanması için gerekli bireysel görevlerdir. Proje yönetiminde kullanılan en küçük zaman ve birim verilerdir. Aktiviteler birbirleri ile öncülleri ve ardılları tanımlanarak ilişkilendirilirler. (Erozan, 2006).

Risk yönetimine göre aktiviteler tehlike kaynaklarıdır. Tehlikelerin oluşmasını sağlayan etkenler aktivitelerdir. Aktivite olmazsa tehlike de olmaz.

Aktiviteler, doğrusal programlama modelinde parametreler ve karar değişkenleri olarak 2 parçada tanımlanırlar. Aktivitelerin süreleri, birbirleri ile öncüllük ve ardıllık ilişkileri amaç fonksiyonunu etkileyen sabit katsayılar olarak tanımlanırlar ve değiştirilemezler. Aktivitelerin başlama ve tamamlanma zamanları ise doğrusal programlama yönteminde amaç fonksiyonuna göre (en düşük risk, en düşük süre, en düşük maliyet) karar verilen zamanlardır.

4.1.3. Aktivite Grupları

Aktivite Grupları, Varlık-İlişki şemasının ana bağlantı ögesidir. Aktiviteler benzer İSG tehlikeleri içermelerine göre gruplandırılır. Bu gruplandırma normalde Proje Planlama Yönteminde ve Risk Değerlendirme Yönteminde bulunmaz. Fakat bu tezde bu yöntemleri beraber kullanabilmek amacıyla Aktivite Grupları oluşturulmuştur. Aktivite Grupları ayrıca büyük verili projelerde kullanılabilirliği kolaylaştırmayı da sağlar.

Aktivite Gruplarının, proje yönetimine göre içerdiği aktivite zamanlarına bağlı olarak başlangıç zamanı, tamamlanma zamanı ve geçerli olduğu süre vardır.

Risk değerlendirme yöntemine göre, aktivite gruplarının geçerli olduğu sürelerde, içerdiği tehlikelerin tamamı geçerlidir ve bu tehlikelerin oluşturduğu risk değerlerinin toplamı Proje Risk Değerini oluşturur.

Aktivite Grupları, doğrusal programlama modelinde parametreler ve karar değişkenleri olarak 2 parçada tanımlanırlar. Aktivite Gruplarının süresi, başlama ve

tamamlanma zamanı, içerdikleri aktivitelerin birbirleri ile öncüllük-ardıllık ilişkisine bağlı olarak, amaç fonksiyonunu (enküçük Proje Süresi) etkileyen karar değişkenleridir. Bu değişkenler, diğer amaç fonksiyonlarında (enküçük Proje Riski) parametre olarak kullanılır ve değiştirilemezler.

4.1.4. Tehlikeler

Tehlikeler, Varlık-İlişki şemasının ikinci temel ögesidir. Tehlikeleri aktiviteler oluşturur, şemada Aktivite Grupları ile ilişkilendirilerek gösterilir. Her aktivite grubu-tehlike ikilisinin bir risk değeri vardır. Aynı risk değerine birden fazla aktivite grubu-tehlike ikilisi bağlı olabilir.

Tehlikeler, proje yönetiminin verisi değildir.

Tehlikeler risk değerlendirme yöntemine göre zarar verme potansiyeli olan şeylerdir. Tehlike olmaz ise risk oluşmaz, dolayısı ile önlem almaya gerek kalmaz.

Tehlike tanımı doğrusal programlama yöntemi içerisinde tanımlanmamaktadır. Fakat doğrusal programlamadaki risk değerleri tehlikelerden oluştuğundan, dolaylı olarak bulunmaktadır.

4.1.5. Riskler

Riskler varlık-ilişki şemasında Aktivite-Tehlike ikilisinden oluşurlar. Her Aktivite-Tehlike ikilisi bir risk değerine bağlıdır. Aynı risk değerine sahip birden fazla Aktivite-Tehlike ikilisi bulunabilir.

Riskler, proje yönetiminin verisi değildir.

Risk değerlendirme yöntemine göre, tehlikenin olma olasılığı ve tehlikenin şiddetinin beraber oluşturduğu değere risk denir. Risk değerine göre önleme seçilir.

Risk değeri doğrusal programlama yönteminde parametreler içerisinde tanımlanırlar. Sabit katsayılardır, değiştirilemezler.

4.1.6. Önlemler

Önlemler varlık ilişki şemasında Aktivite Grubu-Tehlike ikilisinden risk düşürme faaliyeti olarak tanımlanırlar. Her aktivite-tehlike ikilisinin birden fazla önlemi olabileceği gibi hiç önlemi olmayan aktivite-tehlike ikilisi de olabilir.

Önlemler, proje yönetiminde aktivite gibi davranırlar. Doğrusal programlama yöntemi ile seçilen önlemler, bazı durumlarda proje yönetiminde aktivite gruplarının geçerli olduğu süre boyunca uygulanır ve maliyet hesaplamasında bu süre önlemin birim maliyeti ile çarpımından hesaplanır, bazı durumlarda ise aktivite gruplarının başlamasından önce alınır. İkinci durumdaki önlemlerden bazıları ise bir kez alındığı anda ilgili bütün aktivite gruplarına etki etmektedir. Bu çalışmada aktivite gruplarının başlamasından önce alınacak önlem süreleri, proje sürelerinin yanında çok kısa olmasından dolayı sonucu çok fazla etkilemeyeceğinden ihmal edilmiştir.

Önlemler, risk değerlendirme yönteminde hesaplanan risk değerine karşılık olarak seçilirler. Her önlemin bir risk düşürme değeri, süresi ve maliyeti vardır. En uygun önlem bunlara göre seçilir. Bu çalışmada önlemlerin uygulama şekli olarak 3 farklı tip belirlenmiştir. Bunlar:

1. Aktivite grupları ile birlikte alınacak önlemler kümesi
2. Aktivite gruplarından önce alınacak önlemler kümesi
3. Bir defa alındığında etki edebildiği tüm aktivite gruplarının risk değerini düşüren önlemler kümesi

Doğrusal programlama yönteminde önlemler hem parametreler, hem de karar değişkenleri içerisinde iki parça halinde bulunurlar. Önlemlerin risk düşürme değerleri sabit katsayılardır. Hangi önlemin kullanılıp kullanılmayacağı ise karar değişkenidir. Önlemin, süresi, maliyeti, risk düşürme değeri ve aynı anda birkaç aktivite riski değerine de etki edebilme durumuna göre en uygun önlemler doğrusal programlama yöntemi ile seçilir.

4.1.7. Proje Risk Değeri

Proje Risk Değeri, Varlık-İlişki Şemasında Risk Değeri ile Önlem Değerinin arasında oluşur. Risk değerlendirme yöntemi ile hesaplanan değer Proje Başlangıç Riskini oluşturur. Aktivitelere uygulanan önlemler sonucunda Proje riski düşer. Risk-Önlem ilişkisinde her önlemin uygulandığı bir risk değeri vardır. Fakat Önlemi olmayan riskler de olabilir.

Proje Risk Değeri, Proje Yönetiminin bir verisi değildir.

Proje Risk Değeri, Risk Değerlendirme Yönteminin bir verisi değildir. Bu tezde bu veri risk değerlendirme yöntemi ile elde edilen risk değerlerinin toplamı ile

bulunmaktadır. Birim zamanda oluşan risklerin değerlerinin (BRD_p) toplamı, Toplam Başlangıç Proje Risk Değerini (TBRD) verir. Birim zamanda oluşan risklere önlemler aldığımızda, risk değeri önlemin etki değeri kadar düşer ve birim zamanda oluşan Proje Risk Değerini (RD_p) verir. RD_p ile projenin hangi aşamasında ne kadar risk içerdiğinin hesaplaması yapılabilir. Ayrıca RD_p ile Risk-Zaman Grafiği projenin süreye göre risk değeri dağılımına bakılabilir. Proje süresi içerisinde en yüksek riske ulaşılacak zaman belirlenebilir, o süre içerisinde ek önlemler alınmasına olanak sağlar. Proje süresi boyunca oluşan tüm risk değerleri toplandığında Toplam Risk Değeri (TRD) bulunur. Önlemler ise aşağıdaki kategori grubuna göre risk değeri düşürür. Önlemlerin risk düşürme değerleri bu tezde 5-10-15 risk değeri olarak belirlenmiştir. Bu değerler farklı sayılar alınarak da uygulanabilir. Değiştirildiği takdirde İSG Modeli yeni değerlere göre eniyi sonuç bulacaktır.

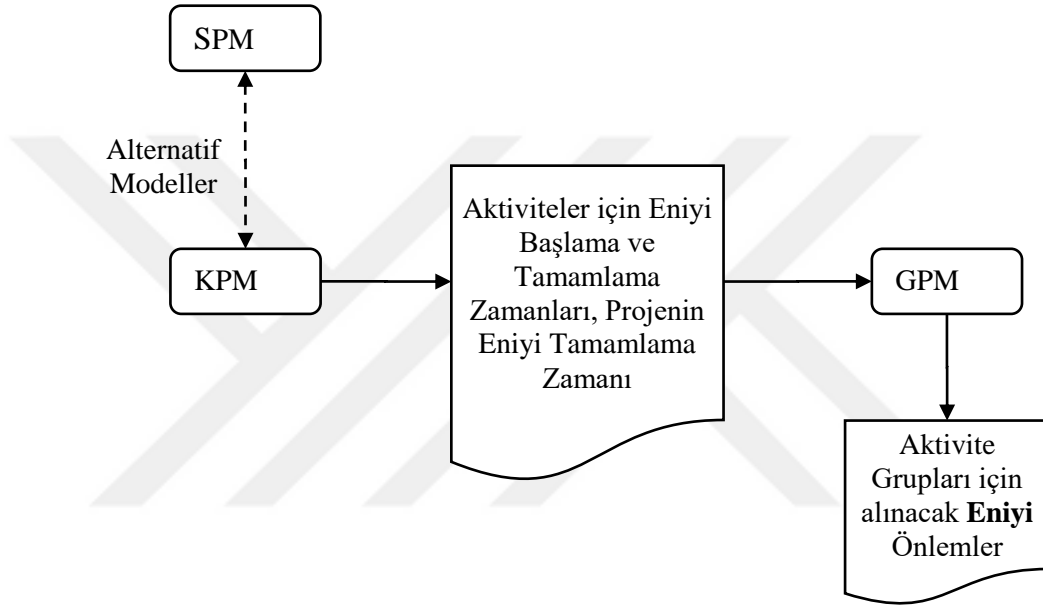
1. Tehlike veya tehlike kaynaklarının ortadan kaldırılması-15 risk değeri
2. Tehlikelinin, tehlikeli olmayanla veya daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi-10 risk değeri
3. Riskler ile kaynağında mücadele edilmesi-5 risk değeri

Proje Risk Değeri, Doğrusal Programlama yönteminde amaç fonksiyonunda bulunur. İSG modelinin asıl amacı belirli kısıtlar içerisinde Toplam Proje Risk Değerinin en aza indirmektir.

4.2. KULLANILAN YÖNTEMLER

İSG Planlama modeli içerisinde en iyi iş güvenliği önlemlere ulaşabilmek için iki farklı doğrusal programlama yöntemi kullanıyoruz. Bunlardan ilki Proje Planlama Modelidir. Bunun için aktivitelerin yapılacağı zamanları (başlangıç ve tamamlanma zamanlarını) veren modeller kullanılabilir. Bu tezde ilk olarak proje planlanmasında klasik olarak kullanılan ve zamanı sürekli bir değişken olarak alan Sürekli Zaman Proje Planlaması (SPM) modelini, ardından birim zamanı belli bir değer alan (ki çalışmamızda bu bir güne tekabül etmektedir) Kesikli Zaman Proje Planlaması (KPM) modelini anlatacağım. SPM ve KPM modelleri birbirleri yerlerine kullanılabilen modellerdir. Önlemleri seçmek ve zamanlarını belirlemek için ise Güvenlik ve Proje Planlaması (GPM) modelini kullanıyoruz. GPM girdi olarak KPM (veya SPM) modeli çıktısı olan aktivite zamanlamalarını kullanmaktadır. Bu yapı Şekil 6'da

görülmektedir. Çözümün iki aşamada yapılmasının sebebi, GPM ile KPM tek bir model içerisinde düşünüldüğünde, amaç fonksiyonu ve kısıtlar hesaplanırken birbiri ile çarpılan karar değişkenlerinin doğrusal olmayan fonksiyonlar oluşturmasıdır. Bu sebeple modelde ilk olarak KPM ile proje zamanının risklerden bağımsız tutularak eniyilemesi yapılır. Daha sonra KPM ile elde edilen sonuçlar GPM'nin sabit değerleri kabul edilerek iş güvenliği planlamasının eniyilemesi yapılır. Aktivite sürelerinin belirli olduğu projelerde bu değerler girilerek modele ikinci aşamadan da (yani KPM çözülmeden doğrudan GPM çözülmesine) başlanılabilir.



Şekil 6 Kullanılan Yöntemler Akış Şeması

4.2.1. Proje Planlaması Modelleri

4.2.1.1. Sürekli Zaman Proje Planlaması Modeli (SPM)

Kümeler

$K^A = \{1, 2, \dots, i, \dots, I\}$: Aktivite kümesi

Parametreler

AS_i : i aktivitesinin süresi

EB_i : i aktivitesinin en erken başlama zamanı (tanımsızsa $-\infty$)

GB_i : i aktivitesinin en geç başlama zamanı (tanımsızsa $+\infty$)

ET_i : i aktivitesinin en erken tamamlanma zamanı (tanımsızsa $-\infty$)

GT_i : i aktivitesinin en geç tamamlanma zamanı (tanımsızsa $+\infty$)

$$BBB_{i,j} = \begin{cases} 1 & j \text{ aktivitesinin başlangıç zamanının } i \text{ aktivitesinin başlangıç} \\ & \text{zamanından sonra olması gerekiyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$BBS_{i,j}$: j aktivitesinin başlangıç zamanının i aktivitesinin başlangıç zamanından en az ne kadar süre sonra olması gerektiği (eğer $BBB_{i,j}$ 1 ise sonlu bir rakam, değil ise ∞)

$$TTB_{i,j} = \begin{cases} 1 & j \text{ aktivitesinin tamamlanma zamanının } i \text{ aktivitesinin} \\ & \text{tamamlanma zamanından sonra olması gerekiyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$TTS_{i,j}$: j aktivitesinin tamamlanma zamanının i aktivitesinin tamamlanma zamanından en az ne kadar süre sonra olması gerektiği (eğer $TTB_{i,j}$ 1 ise sonlu bir rakam, değil ise ∞)

$$BTB_{i,j} = \begin{cases} 1 & j \text{ aktivitesinin tamamlanma zamanının } i \text{ aktivitesinin başlangıç} \\ & \text{zamanından sonra olması gerekiyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$BTS_{i,j}$: j aktivitesinin tamamlanma zamanının i aktivitesinin başlangıç zamanından en az ne kadar süre sonra olması gerektiği (eğer $BTB_{i,j}$ 1 ise sonlu bir rakam, değil ise ∞)

$$TBB_{i,j} = \begin{cases} 1 & j \text{ aktivitesinin başlangıç zamanının } i \text{ aktivitesinin tamamlanma} \\ & \text{zamanından sonra olması gerekiyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$TBS_{i,j}$: j aktivitesinin başlangıç zamanının i aktivitesinin tamamlanma zamanından en az ne kadar süre sonra olması gerektiği (eğer $TBB_{i,j}$ 1 ise sonlu bir rakam, değil ise ∞)

M: Büyük bir sayı

Karar Değişkenleri

B_i : i aktivitesinin başlama zamanı

T_i : i aktivitesinin tamamlanma zamanı

Z : projenin tamamlanma zamanı

Kısıtlar

$$B_j \geq B_i + (2 \times BBB_{i,j} - 1) \times BBS_{i,j} \quad \forall i, j \quad (1)$$

$$T_j \geq T_i + (2 \times TTB_{i,j} - 1) \times TTS_{i,j} \quad \forall i, j \quad (2)$$

$$T_j \geq B_i + (2 \times BTB_{i,j} - 1) \times BTS_{i,j} \quad \forall i, j \quad (3)$$

$$B_j \geq T_i + (2 \times TBB_{i,j} - 1) \times TBS_{i,j} \quad \forall i, j \quad (4)$$

$$T_i = B_i + AS_i \quad \forall i, j \quad (5)$$

$$B_i \geq EB_i \quad \forall i, j \quad (6)$$

$$B_i \leq GB_i \quad \forall i, j \quad (7)$$

$$T_i \geq ET_i \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$T_i \leq GT_i \quad \forall i, j \quad (9)$$

$$Z \geq T_i \quad \forall i \quad (10)$$

$$B_i, T_i \geq 0 \quad \forall i \quad (11)$$

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enküçük } Z \quad (12)$$

(1) nolu kısıtta şunlar zorlanılmaktadır: Eğer j aktivitesi i'den sonra olacak ise $BBB_{i,j}$ 1 olur ve j aktivitesinin başlangıcı $B_i + BBS_{i,j}$ 'den büyük olmak zorunda kalır. Eğer j aktivitesi i'den sonra olmak zorunda değil ise $BBB_{i,j}$ 0 olur ve j aktivitesinin başlangıcı $B_i - M$, yani $-\infty$ 'dan büyük olacağından kısıt oluşmaz. (2) nolu kısıt sayesinde, eğer j aktivitesinin tamamlanma zamanı (T_j) i aktivitesinin tamamlanma zamanından (T_i) sonra olacak ise, $TTB_{i,j}$ 1 değeri almıştır ve T_j değeri T_i değerinden en az $TTS_{i,j}$ kadar büyük olmak durumundadır. Eğer j ve i aktiviteleri arasında böyle bir ilişki yoksa $TTB_{i,j}$ 0 olacak, eşitsizliğin sağ tarafı $T_i - TTS_{i,j}$ olacak, $TTS_{i,j}$ tanım gereği ∞ olacağından $T_j \geq -\infty$ olarak kısıt herhangi bir zorlama yaptırmayacaktır. (3) ve (4) benzer şekilde çalışacaktır. (5) eşitsizliği gereği bir aktivitenin tamamlanma zamanı, başlangıç zamanına aktivite süresinin eklenmesine eşittir. (6) eşitsizliği ile bir aktivitenin başlama zamanının, aktivitenin en erken başlama zamanından büyük (veya eşit) olması sağlanmaktadır. (7), (8) ve (9) benzer şekilde çalışarak sırası ile şunları sağlamaktadır. Bir aktivitenin başlama zamanı, en geç başlama zamanından küçüktür veya eşittir. Bir aktivitenin tamamlanma zamanı, en erken tamamlanma zamanından büyüktür veya eşittir. Bir aktivitenin tamamlanma zamanı, en geç tamamlanma

zamanından küçüktür veya eşittir. (10) eşitsizliği ile proje tamamlanma zamanı olan Z değerinin bütün aktivitelerin tamamlanma zamanından büyük (veya eşit) olması sağlanır. (11) karar değişkenlerinin işaret kısıtıdır. (12) amaç fonksiyonudur.

4.2.1.2. Kesikli Zaman Proje Planlaması Modeli (KPM)

Kümeler

SPM modelinde tanımlanan kümelere ek olarak aşağıdakiler tanımlanır

$K^P = \{1, 2, \dots, p, \dots, P\}$: Günler kümesi (P yeterince büyük bir sayı)

$K^G = \{1, 2, \dots, g, \dots, G\}$: Aktivite grupları kümesi

$K^{AG} = \{(i, g)\}$: i aktivitesi g aktivite grubunda ise (i, g) tanımlı

Parametreler

SPM modelinde olan parametrelerin tamamı aynı şekilde KPM modelinde de geçerlidir.

Karar Değişkenleri

SPM modelinde olan karar değişkenlerinin tamamı aynı şekilde KPM modelinde de geçerlidir. Bunlara ek aşağıdaki tanımlamalar yapılmaktadır.

$$Y_{i,p} = \begin{cases} 1 & i \text{ aktivitesi } p \text{ gününde oluyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

BAG_g : g aktivite grubunun başlama zamanı

TAG_g : g aktivite grubunun tamamlanma zamanı

SAG_g : g aktivite grubunun süresi

$$U_{g,p} = \begin{cases} 1 & g \text{ aktivite grubu } p \text{ gününde oluyor ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

Kısıtlar

SPM modelinde olan kısıtların tamamı aynı şekilde KPM modelinde de geçerlidir. Bunlara ek aşağıdaki tanımlamalar yapılmaktadır.

$$T_i - 1 \geq p \times Y_{i,p} \quad \forall i, p \quad (13)$$

$$\sum_{p=1}^P Y_{i,p} = AS_i \quad \forall i \quad (14)$$

$$B_i \leq p + (1 - Y_{i,p}) \times M \quad \forall i, p \quad (15)$$

$$BAG_g \leq B_i \quad \forall i, g, (i, g) \in K^{AG} \quad (16)$$

$$TAG_g \geq T_i \quad \forall i, g, (i, g) \in K^{AG} \quad (17)$$

$$SAG_g = TAG_g - BAG_g \quad \forall g \quad (18)$$

$$U_{g,p} \times M \geq \sum_{(i,g) \in K^{AG}} Y_{i,p} \quad \forall g, p \quad (19)$$

$$U_{g,p} \leq M \times \sum_{(i,g) \in K^{AG}} Y_{i,p} \quad \forall g, p \quad (20)$$

$$BAG_g, TAG_g, SAG_g \geq 0 \quad \forall g \quad (21)$$

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Enküçük } Z \quad (22)$$

(13) eşitsizliği ile bir aktivitenin tamamlanma zamanı ve sonraki günler için $Y_{i,p}$ sıfır olmak zorundadır. (14) ile bir aktivitenin olduğu günler toplamı aktivite süresine eşit olmak zorundadır. (15) eşitsizliği, bir aktivitenin başlangıç zamanından önceki günler için $Y_{i,p}$ değişkenini sıfır olmak zorunda bırakır. (16) ile bir aktivite grubunun başlama zamanı, içerdiği aktivitelerden en erken başlayan aktivite başlama gününden büyük olamaz. (17) sayesinde bir aktivite grubunun tamamlanma zamanı, içerdiği aktivitelerden en geç tamamlanan aktivite tamamlanma gününden küçük olamaz. (18) eşitsizliği bir aktivite grubunun süresini, aktivite grubunun tamamlanma zamanı ile başlama zamanı arasındaki fark kadar olmasını sağlar. (19) ile g aktivite grubunda p gününde g aktivite grubuna ait herhangi bir aktivite oluyorsa ilgili ikili değişken 1 değeri alması sağlanır. (20) sayesinde g aktivite grubunda p gününde g aktivite grubuna ait herhangi bir aktivite olmuyorsa ilgili ikili değişken 0 değeri alır. (21) karar değişkenlerinin işaret kısıtıdır ve (22) amaç fonksiyonudur.

4.2.2. Güvenlik ve Proje Planlaması Modeli (GPM)

Kümeler

$K^A = \{1, 2, \dots, i, \dots, I\}$: Aktivite kümesi

$K^P = \{1, 2, \dots, p, \dots, P\}$: Günler kümesi (P yeterince büyük bir sayı)

$K^G = \{1, 2, \dots, g, \dots, G\}$: Aktivite grupları kümesi

$K^{AG} = \{(i, g)\}$: i aktivitesi g aktivite grubunda ise (i, g) tanımlı

$K^H = \{1, 2, \dots, h, \dots, H\}$: Tehlikeler kümesi

$K^R = \{1, 2, \dots, r, \dots, R\}$: Riskler kümesi

$K^0 = \{1,2, \dots, o, \dots, O\}$: Önlemler kümesi

$OK^0 = \{1,2, \dots, o, \dots, O\}$: Aktivite gruplarından önce alınacak önlemlerin alt kümesi

$BK^0 = \{1,2, \dots, o, \dots, O\}$: Aktivite grupları ile birlikte alınacak önlemlerin alt kümesi

$TK^0 = \{1,2, \dots, o, \dots, O\}$: Bir defa alındığında belli aktivite gruplarının hepsine etki eden önlemlerin alt kümesi

Parametreler

B_i^* : i aktivitesinin en iyi başlama zamanı (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

T_i^* : i aktivitesinin en iyi tamamlanma zamanı (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

Z^* : projenin eniyi tamamlanma zamanı (KPM'den eniyilenmiş değer geliyor)

$Y_{i,p}^*$: i aktivitesinin p gününde olup olmadığını belirten 0-1 parametresi (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

BAG_i^* : g aktivite grubunun eniyi başlama zamanı (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

TAG_i^* : g aktivite grubunun eniyi tamamlanma zamanı (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

SAG_i^* : g aktivite grubunun eniyi süresi (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

$U_{g,p}^*$: g aktivite grubunun p gününde olup olmadığını belirten 0-1 parametresi (KPM'den eniyilenmiş değerler geliyor)

$$ILGI_{o,g} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } o \text{ önlemi } g \text{ aktivite grubu ile ilgili ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

($o \in OK^0$ ise 1 olduğu durumda ilgili aktivite gruplarından önce alınabilir, $o \in BK^0$ ise 1 olduğu durumda ilgili aktivite grupları ile birlikte alınabilir, $o \in TK^0$ ise 1 olduğu durumda tek olarak o aktivite grubu öncesinde alınabilir anlamı taşımakta. $o \in TK^0$ durumunda sadece bir g aktivite grubu için $ILGI_{o,g} = 1$ değeri alır.)

$$ETKI_{o,g} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } o \text{ önlemi } g \text{ aktivite grubuna etki ediyorsa} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

($o \in OK^0$ ve $o \in BK^0$ için $ETKI_{o,g} = ILGI_{o,g}$, $o \in TK^0$ durumunda $ILGI_{o,g} = 1$ olan g aktivite grubu için $ETKI_{o,g} = 1$ olur, ancak başka aktivite grupları için etkisi varsa yine 1 değeri alır.)

$AGTR_{g,h}$: g aktivite grubundaki h tehlikesinin risk değeri (tehlike var ise sonlu bir rakam, yok ise sıfır)

$$UYG_{o,g,h} = \begin{cases} 1 & \text{o önlemi } g \text{ aktivite grubundaki } h \text{ tehlikesine uygulanabiliyorsa} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$$ORD_o = \begin{cases} 15 & \text{o önleminin risk düşürme değeri} \\ 10 & \text{o önleminin risk düşürme değeri} \\ 0 & \text{o önleminin risk düşürme değeri} \end{cases}$$

$NAGTR_{o,g,h}$: o önlemi uygulandığında g aktivite grubundaki h tehlikesinin nihai risk değeri

$$NAGTR_{o,g,h} = \max\{0, AGTR_{g,h} - ORD_o \times UYG_{o,g,h}\}$$

Eğer önlem uygulanamıyorsa risk değeri aynı kalır, uygulanabiliyorsa risk düşürme değeri kadar azaltma yapar (azaltma nihai riski negatif yapar ise bunun yerine 0 değeri alınır).

$DAGTR_{o,g,h}$: o önlemi uygulandığında g aktivite grubundaki h tehlikesinin düşen risk değeri miktarı. $DAGTR_{o,g,h}$ şu şekilde hesaplanır:

$$DAGTR_{o,g,h} = AGTR_{g,h} - NAGTR_{o,g,h}$$

$ML_{o,g}$: o önleminin g aktivite grubu için maliyeti. (Aktivite ile birlikte uygulanıyorsa birim maliyet ve aktivite grubu süresi kullanılarak hesaplanır. Önlem her aktiviteden önce uygulanıyorsa sabit önlem maliyeti ve uygulanacak aktivite sayısı kullanılarak hesaplanır. Önlem tek defa yapılan tipte ise sadece öncesinde yapılacağı aktivite grubu için tanımlanır.)

BUTCE: Uygulanan önlemler ile oluşacak maliyet bedeli için belirlenen bütçe sınırı

α : Uygulanan önlemler ile oluşacak nihai risk değerinin başlangıçtaki risk değerini en fazla kaç katı olacağını tanımlayan parametre. ($0 < \alpha < 1$)

BRD_p : Başlangıçta p günündeki toplam risk değeri (önlem uygulanmadığındaki risk değeri). BRD_p şu şekilde hesaplanır:

$$BRD_p = \sum_{\forall g} \left(\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h} \right) \quad \forall p$$

Karar Değişkenleri

$$X_{o,g} = \begin{cases} 1 & \text{eğer o önlemi g aktivite grubu için alınacak ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

$$W_{o,g} = \begin{cases} 1 & \text{eğer o önlemi g aktivite grubunda etkili ise} \\ 0 & \text{değilse} \end{cases}$$

RD_p : p günündeki toplam risk değeri

TRD : toplam risk değeri

TOM : toplam önlemler maliyeti

Kısıtlar

$$X_{o,g} \leq ILGI_{o,g} \quad \forall g, o \quad (23)$$

$$W_{o,g} = X_{o,g} \quad \forall g, o \in OK^0, o \in BK^0 \quad (24)$$

$$W_{o,g} = (\sum_{\forall g} X_{o,g}) \times ETKI_{o,g} \quad \forall g, o \in TK^0 \quad (25)$$

$$\sum_{\forall g} \{ \sum_{\forall o} (\sum_{\forall h} W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h}) \} \quad (26)$$

$$\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h} \quad (27)$$

$$\sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) \quad (28)$$

$$\sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times \sum_{\forall o} \{ W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h} \}) \quad (29)$$

$$RD_p = \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) - \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times \sum_{\forall o} \{ W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h} \}) \quad \forall p \quad (30)$$

$$TRD = \sum_{\forall p} RD_p \quad (31)$$

$$TOM = \sum_{\forall g} \sum_{\forall o} X_{o,g} \times ML_{o,g} \quad (32)$$

$$TRD \leq \alpha \sum_{\forall p} \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) \quad \text{öyleki } 0 < \alpha < 1 \quad (33)$$

$$TOM \leq BUTCE \quad (34)$$

$$X_{o,g} \leq ILGI_{o,g} \quad \forall g, o \quad (23)$$

$$W_{o,g} = X_{o,g} \quad \forall g, o \in OK^0, o \in BK^0 \quad (24)$$

$$W_{o,g} = (\sum_{\forall g} X_{o,g}) \times ETKI_{o,g} \quad \forall g, o \in TK^0 \quad (25)$$

$$\sum_{\forall g} \{ \sum_{\forall o} (\sum_{\forall h} W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h}) \} \quad (26)$$

$$\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h} \quad (27)$$

$$\sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) \quad (28)$$

$$\sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times \sum_{\forall o} \{W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h}\}) \quad (29)$$

$$RD_p = \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) - \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times \sum_{\forall o} \{W_{o,g} \times DAGTR_{o,g,h}\}) \quad \forall p \quad (30)$$

$$TRD = \sum_{\forall p} RD_p \quad (31)$$

$$TOM = \sum_{\forall g} \sum_{\forall o} X_{o,g} \times ML_{o,g} \quad (32)$$

$$X_{o,g} \text{ ve } W_{o,g} 0 \text{ veya } 1 \quad \forall o, g \quad (33)$$

$$RD_p \geq 0 \quad \forall p \quad (34)$$

(23) ile o önlemi sadece ilgili olduğu g aktivite grubunda uygulanabilir. (24) sayesinde $o \in OK^0$ veya $o \in BK^0$ olan o önlemi g aktivite grubu için alındığında, g aktivite grubuna etkilidir. (25) ile $o \in TK^0$ olan o önlemi herhangi bir g aktivite grubu için alındığında, etki ettiği tüm aktivite gruplarında etkilidir. (26) ile o önlemi uygulandı ve g aktivite grubunda etkili olduğunda bütün tehlikeler için düşen risk değeri miktarı toplamları, önlemler ve aktivite grupları üzerinde toplanarak toplam düşen risk miktarı hesaplanır. (27) p günündeki g aktivite grubunun toplam risk değerini, (28) p günündeki toplam risk değerini, (29) uygulanan önlemler ile p günündeki düşen risk değerini, (30) uygulanan önlemler ile p günündeki toplam nihai risk değerini hesaplar. Toplam risk değeri (31) ile, toplam maliyet (32) ile hesaplanır. (33) ve (34) karar değişkenlerinin kısıtlarıdır.

GPM üzerinden iki farklı model tanımlamaktayız. İlki GPMM (Güvenlik ve Proje Planlaması Maliyet) modelidir. Belirli bir risk kısıtı içerisinde en düşük toplam önlem maliyet bedelini bulmak için kullanılır. GPMM Modelinde GPM kısıtlarına ek olarak aşağıdaki kısıt kullanılmaktadır:

$$TRD \leq \alpha \sum_{\forall p} \sum_{\forall g} (\sum_{\forall h} U_{g,p}^* \times AGTR_{g,h}) \quad (35)$$

öyleki $0 < \alpha < 1$

(35) sayesinde, uygulanan önlemler ile nihai risk değerinin, başlangıçtaki risk değerini en fazla α kadarı olması sağlanır. GPMM çözümü için amaç fonksiyonu toplam maliyeti en küçükmektir ve (36)da verilmiştir.

$$\text{en küçük TOM} \quad (36)$$

GPMR (Güvenlik ve Proje Planlaması Risk) Modeli ise belirli bir maliyet kısıtı içerisinde minimum toplam proje risk değerini bulmak içindir. GPM modeline ek olarak aşağıdaki (37) kısıtı kullanılmakta ve uygulanan önlemler ile oluşan toplam maliyet bedelinin en fazla belirlenen bütçe kadar olması sağlanmaktadır.

$$TOM \leq BUTCE \quad (37)$$

GPMR modeli için amaç fonksiyonu (38)deki gibidir ve toplam risk değeri en azlanmaktadır.

$$\text{en küçük TRD} \quad (38)$$

4.3. KÜÇÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI

4.3.1. Açıklamalar

Bu kısımda yazılan İş Güvenliği Planlaması Modelinin daha kolay anlaşılabilmesi için gerçek üstyapı projelerine göre daha az veri ile incelenerek sonuçlar değerlendirilecektir. Bu örnekte 10 adet aktivite, 8 adet tehlike, 7 adet önlem yer almaktadır. Ayrıca proje hedefi olarak belirlenen değerler aşağıdaki gibidir:

Bütçe Limiti: 530.000,00 ₺

Risk Düşme oranı Alpha (α): %60

4.3.2. Aktiviteler

Modelin örnek olarak uygulanacağı projenin iş programındaki aktivite süreleri ve aktivitelerin birbirleri ile öncüllük-ardıllık ilişkisi

Tablo 9'daki gibidir.



Tablo 9 Aktivite Tablosu

K^A	Aktivite_İsmi	AS_i
A1	Kazı işleri	50
A2	Betonarme işleri	279
A3	Duvar işleri	280
A4	Elektrik işleri	160
A5	Tesisat İşleri	155
A6	Sıva İşleri	200
A7	Mantolama İşleri	220
A8	Yer Kaplama işleri	150
A9	Ahşap İşleri	185
A10	Boya İşleri	130

Tablo 10 Aktiviteler Bağlantı Tablosu

K^A	$BBB_{i,j}$ ve $BBS_{i,j}$	$TTB_{i,j}$ ve $TTS_{i,j}$	$TBB_{i,j}$ ve $TBS_{i,j}$
A1			
A2			A1
A3	A2+60		
A4	A2+18		
A5	A3+30		
A6		A3	
A7			A3
A8	A6+50	A6+50	
A9			A8
A10			A6+70

4.3.3. Aktivite Grupları

Aktiviteler içerdikleri isg risklerine göre Aktivite Gruplarına ayrılır.

Tablo 11 Aktivite Grupları Tablosu

K ^G	Aktivite_Grubu_İsmi
AG1	Betonarme İmalatlar
AG2	Cephe İşleri
AG3	Elektrik ve Tesisat İşleri
AG4	Kazı İşleri
AG5	Kesici Aletlerle Yapılan İşler
AG6	Sıva ve Boya İşleri

Tablo 12 Aktivite-Aktivite Grubu Tablosu

K ^A	Aktivite_İsmi	K ^G	Aktivite_Grubu_İsmi
A1	Kazı işleri	AG4	Kazı İşleri
A2	Betonarme işleri	AG1	Betonarme İmalatlar
A3	Duvar işleri	AG5	Kesici Aletlerle Yapılan İşler
A4	Elektrik işleri	AG3	Elektrik ve Tesisat İşleri
A5	Tesisat İşleri	AG3	Elektrik ve Tesisat İşleri
A6	Sıva İşleri	AG6	Sıva ve Boya İşleri
A7	Mantolama İşleri	AG2	Cephe İşleri
A8	Yer Kaplama işleri	AG5	Kesici Aletlerle Yapılan İşler
A9	Ahşap İşleri	AG5	Kesici Aletlerle Yapılan İşler
A10	Boya İşleri	AG6	Sıva ve Boya İşleri

4.3.4. Tehlikeler

Proje içerisinde uygulanacak olan Aktivitelerin içerdikleri tehlikeler belirlenir. Bu kısım İSG Modelinin gerçeğe yakın sonuç üretebilmesi için büyük önem içermektedir. Tehlike sayısı ne kadar çok olursa İSG Modeli de o kadar doğru sonuç verecektir. Ayrıca yine tehlike tanımlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken benzer tehlike tanımlamalarının yapılmasından kaçınılmalıdır. Aynı durumu anlatan birden fazla tehlike tanımlaması, o tehlikeyi olması gerekenden daha riskli gösterebilir.

Tablo 13 Tehlikeler Tablosu

K^H	Tehlike_İsmi
T1	Yüksekten Düşme
T2	Kalıp devrilmesi
T3	Aşağıda çalışanların üzerine malzeme düşmesi
T4	Kontrolsüz çalışma sonucu elektrik çarpması
T5	Kaynak yapılırken kıvılcım sıçraması
T6	Göçük oluşması
T7	Kesici aletlerle koruma olmadan çalışılması sonucu iş kazası meydana gelmesi

4.3.5. Riskler

İSG Modelinde, tehlikelerin şiddeti ve gerçekleşme olasılıklarından üretilen risk değerleri belirlenmiştir. Bu modelde 5 risk değeri kullanılmıştır. Detaylı sonuç istenilen projelerde risk değeri sayısı 1'den 25'e kadar çoğaltılarak daha hassas risk değeri verileri elde edilebilir.

Tablo 14 Riskler Tablosu

K^R	Risk_İsmi	Risk_Değeri
R1	Yaralanma, İş gücü kaybı	9
R2	Yaralanma, Sakat Kalma	12
R3	Yaralanma, Sakat Kalma, Ölüm	16
R4	Ölüm	20
R5	Toplu ölüm	25

Belirlenen aktivite grupları ve tehlikeler arasında içerdikleri isg risklerine göre eşleştirme yapılır. Bu eşleştirmelerde aynı tehlike birden fazla aktivite grubu için geçerli olabileceği gibi, bir aktivite grubu da birden fazla tehlike de içerebilir. Ayrıca bu eşleştirme sonucunda aktivite grubunun geçerli olduğu süreler içerisinde eşleştirilen tehlikelerin geçerli olduğu kabul edilir.

Tablo 15 Aktivite Grubu-Tehlike-Risk Tablosu

AGTR_{gh}	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
AG1	20	25	20				16	
AG2	20		20				16	
AG3				20	12		16	
AG4	20					25		
AG5					12		16	
AG6								12

4.3.6. Önlemler

Proje Risklerini düşürebilmek amacıyla önlem listesi oluşturulur. Önlemler daha önce eşleştirilen Aktivite Grubu-Tehlike ikililerine bağlı olarak belirlenir. Önlemler oluşturulurken hangi Aktivite Gruplarına etki edebileceği, risk düşürme değeri, maliyet hesaplama yöntemi ve maliyet değerleri de belirlenir.

Tablo 16 Önlemler Tablosu

K⁰	Önlem_İsmi	Zamanı	Maliyet
O1	Sürekli denetim	Aktivite grupları ile birlikte alınacak önlem	100 TL/gün
O2	Yüksekten düşme bölgeleri demir bariyerler ile koruma altına alınır	Tek olarak (yani bir defa) alındığında belli aktivite gruplarına etki eden önlem	Bina kat sayısı * bina çevre uzunluğu * proje süresi günlük/30 * 10 TL / m
O3	Yüksekten düşme bölgeleri güvenlik şeridi ile işaretlenir	Tek olarak (yani bir defa) alındığında belli aktivite gruplarına etki eden önlem	Bina kat sayısı * bina çevre uzunluğu * 10 TL / m
O4	Bina dış cephesi güvenlik ağı ile kapatılır	Tek olarak (yani bir defa) alındığında belli aktivite gruplarına etki eden önlem	Bina yüksekliği * bina çevre uzunluğu * 100 TL / m ²
O5	Güvenlik uyarı levhaları asımı	Tek olarak (yani bir defa) alındığında belli aktivite gruplarına etki eden önlem	2000 TL
O6	Güvenlik tüpü yerleştirilmesi	Tek olarak (yani bir defa) alındığında belli aktivite gruplarına etki eden önlem	Bina kat sayısı * 200 TL
O7	Kazı yan yüzeylerine destek yapmak	Aktivite gruplarından önce alınacak önlem	-

Tablo 17 Aktivite Grubu-Tehlike-Önlem Tablosu

UYG _{o,gh}		O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
AG1	T1	1	1					
AG1	T7	1				1		
AG1	T3				1			
AG1	T2	1						
AG2	T1	1	1					
AG2	T3	1			1			
AG2	T7	1				1		
AG3	T4	1				1		
AG3	T5	1				1		
AG3	T7	1				1		
AG4	T1	1	1	1				1
AG4	T6	1						
AG5	T5	1				1		
AG5	T7	1				1		
AG6	T8	1				1		

Modelin düzgün çalışabilmesi için önlemlerin uygulanabildiği aktivite grupları için iki kategori oluşturulur.

1. $ILGI_{o,g}$: Önlem tek seferde yapıldığında tüm aktivite grupları için geçerli ise o önlem ilk önce başlayan aktivite grubu ile ilgilidir.
2. $ETKI_{o, g}$: Bir önlem uygulandığında risk değerini düşürdüğü tüm aktivite grupları ile etkilidir.

Tablo 18 Aktiviteye Grubu-Önlem-İlgi Tablosu

ILGI _{o,g}	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	1	1	1
O2	1					
O3	1					
O4	1					
O5	1					
O6				1		
O7				1		

Tablo 19 Aktivite Grubu-Önlem-Etki Tablosu

ETKI _{o,g}	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	1	1	1
O2	1	1	1			1
O3	1	1	1			1
O4	1	1				1
O5	1	1	1	1	1	1
O6	1	1	1	1	1	1
O7				1		

Önlem maliyetleri hesaplanırken kullanılan proje üstyapı verileri aşağıdaki gibidir:

- Bina kat sayısı 30 kat
- Bina çevre uzunluğu 147 m
- Bina yüksekliği 68 m

İnşaat boyut bilgisi model içerisinde kullanılmamaktadır. Boyut bilgisi maliyet değerlerini hesaplamak için kullanılmıştır.

Tablo 20 Aktivite Grubu-Önlem-Maliyet Tablosu

ML_{o,g}	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	100 ₺	100 ₺	100 ₺	100 ₺	100 ₺	100 ₺
O2	918750 ₺	918750 ₺	918750 ₺			918750 ₺
O3	44100 ₺	44100 ₺	44100 ₺			44100 ₺
O4	999600 ₺	999600 ₺				999600 ₺
O5	2000 ₺	2000 ₺	2000 ₺	2000 ₺	2000 ₺	2000 ₺
O6	6000 ₺	6000 ₺	6000 ₺	6000 ₺	6000 ₺	6000 ₺
O7				0		

Proje için hedeflenen risk düşürme oranı (alpha) ve hedeflenen en yüksek isg maliyeti (Bütçe) değerleri de girildikten sonra İSG Modelinin ihtiyaç duyduğu tüm veri girişleri yapılmış olur.

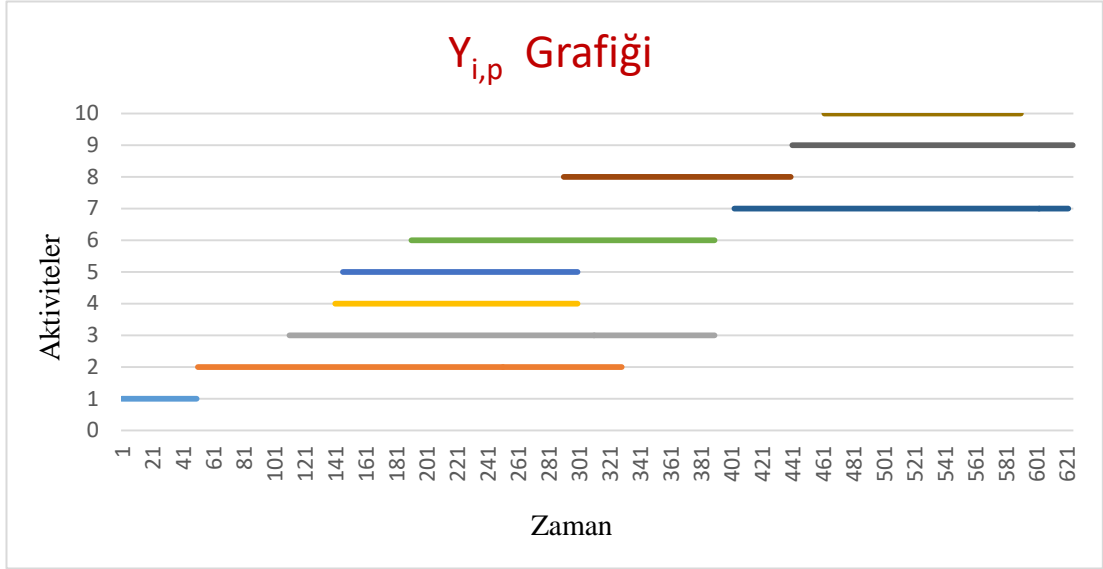
4.3.7. Sonuçlar

İSG Modeline göre aktivite başlama ve tamamlanma zamanları Tablo 21'deki gibidir. Projenin en iyi tamamlanma zamanı hesaplanmıştır.

Z : projenin tamamlanma zamanı = 626 gün

Tablo 21 Aktivite Zamanları Sonuç Tablosu

K^A	Aktivite_İsmi	B_i	T_i
A1	Kazı işleri	1	51
A2	Betonarme işleri	51	330
A3	Duvar işleri	111	391
A4	Elektrik işleri	141	301
A5	Tesisat İşleri	146	301
A6	Sıva İşleri	191	391
A7	Mantolama İşleri	403	623
A8	Yer Kaplama işleri	291	441
A9	Ahşap İşleri	441	626
A10	Boya İşleri	462	592



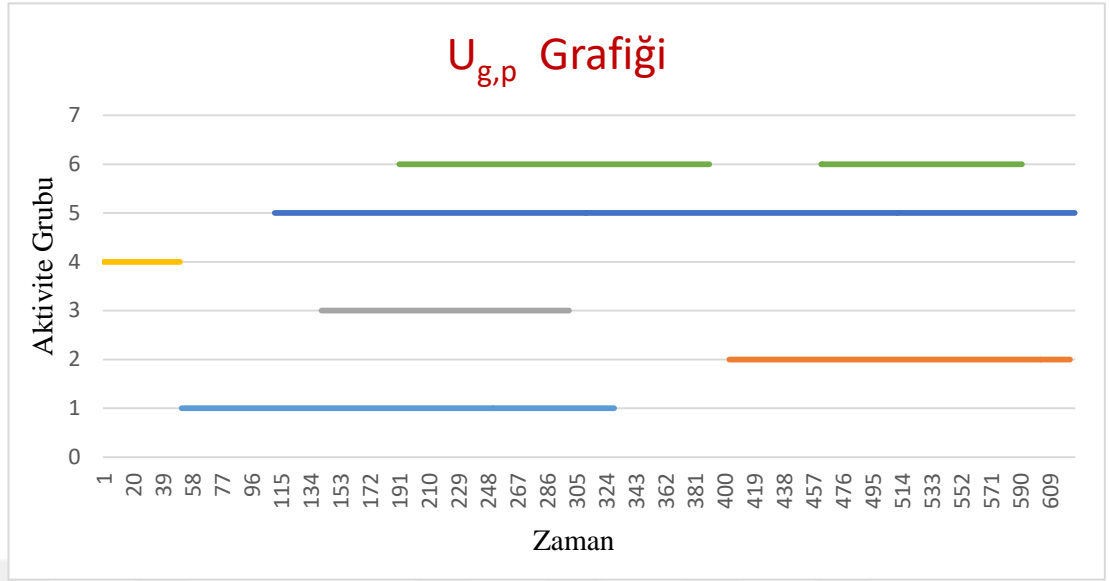
Grafik 7 Aktivite Zaman Çizelgesi

Aktivite zamanlarına göre aktivite grubu başlama zamanı, süresi ve tamamlanma zamanları Tablo 22’teki gibidir. Ayrıca aktivite grubu-zaman çizelgesi de hesaplanmıştır.

Tablo 22 Aktivite Grupları Zaman Sonuç Tablosu

K ^G	Aktivite_Grubu_İsmi	BAG _g	SAG _g	TAG _g
AG1	Betonarme İmalatlar	51	279	330
AG2	Cephe İşleri	403	220	623
AG3	Elektrik ve Tesisat İşleri	141	160	301
AG4	Kazı İşleri	1	50	51
AG5	Kesici Aletlerle Yapılan İşler	111	515	626
AG6	Sıva ve Boya İşleri	191	401	592

Tablo 22'e göre Aktivite Grubu-Zaman çizelgesi Grafik 8'deki gibidir.



Grafik 8 Aktivite Grubu Zaman Çizelgesi

Proje zaman çizelgesi başka bir bilgisayar programı ile de çıkartılabilir. Önemli olan, modelin bundan sonraki kısımlarında ihtiyaç duyduğu verilerin düzgün ve eksiksiz olarak girilmesidir.

- GPMM'e göre sonuçlar:

Belirlenen maliyet kısıtına göre modelin belirlediği eniyi önlemler Tablo 23'teki gibidir.

Tablo 23 Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu

$X_{o,g}$	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	0	1	0
O2	1	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0
O5	1	0	0	0	0	0
O6	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	1	0	0

Tablo 24 Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu

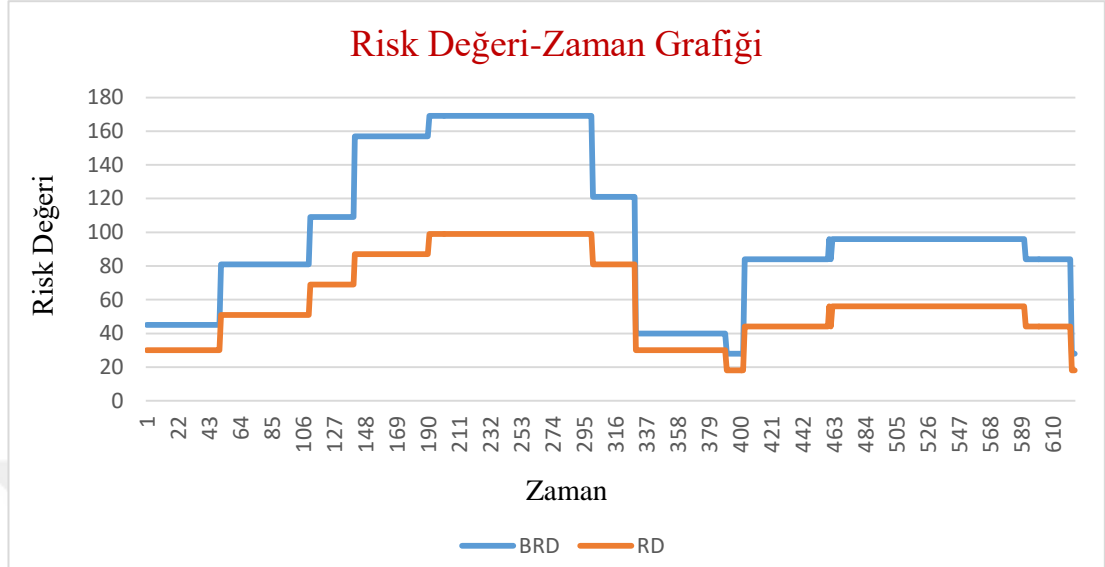
<i>W_{o,g}</i>	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	0	1	0
O2	1	1	1	0	0	1
O3	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0
O5	1	1	1	1	1	1
O6	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	1	0	0

Seçilen önlemler incelendiğinde;

- O1: Sürekli Denetim: AG1, AG2, AG3 ve AG5 aktivite grupları için alınmıştır. Aktiviteler ile beraber alınan önlem olduğu için ILGI ve ETKİ değerleri aynı sonucu vermiştir.
- O2: Yüksekten düşme bölgeleri demir bariyerler ile koruma altına alınır: AG1 aktivite grubu için önlem alınmıştır (etki ettiği aktivite grupları içerisinde ilk önce gerçekleşen AG1 olduğu için). AG2, AG3 ve AG6 aktivite gruplarına da etki etmiştir.
- O3: Yüksekten düşme bölgeleri güvenlik şeridi ile işaretlenir: ISG modeli O3'ün alınmasını önermemiştir.
- O4: Bina dış cephesi güvenlik ağı ile kapatılır: ISG modeli O4'ün alınmasını önermemiştir.
- O5: Güvenlik uyarı levhaları asımı: AG1 aktivite grubu için önlem alınmıştır (etki ettiği aktivite grupları içerisinde ilk önce gerçekleşen AG1 olduğu için). AG2, AG3, AG4, AG5 ve AG6 aktivite gruplarına da etki etmiştir.
- O6: Güvenlik tüpü yerleştirilmesi: ISG modeli O6'ün alınmasını önermemiştir.
- O7: Kazı yan yüzeylerine destek yapmak: O7 önlemi etki edebildiği tek aktivite grubu AG4 için alınmıştır.

Başlangıç Proje Risk Değeri ile önlemler uygulandıktan sonraki proje risk değerinin zamana bağlı değişimi Grafik 9'daki gibidir.

Kısıtlara göre hesaplanan en iyi toplam maliyet ve en iyi toplam proje risk



Grafik 9 GPM için Risk Değeri - Zaman Grafiği

değeri aşağıdaki gibidir.

TOM: 1.038.150,00 ₺

TRD: 37.571

- GPMR'e göre sonuçlar:

Tablo 25 Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu

$X_{o,g}$	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	1	1	0
O2	0	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0
O5	1	0	0	0	0	0
O6	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	1	0	0

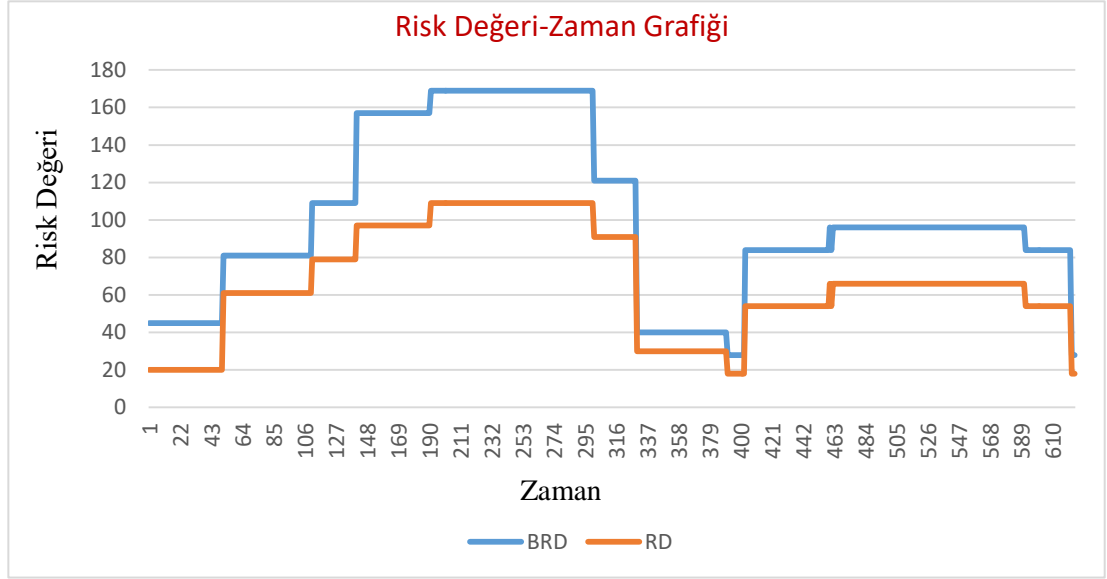
Tablo 26 Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu

$W_{o,g}$	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6
O1	1	1	1	1	1	0
O2	0	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0
O5	1	1	1	1	1	1
O6	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	1	0	0

Seçilen önlemler incelendiğinde;

- O1: Sürekli Denetim: AG1, AG2, AG3, AG4 ve AG5 aktivite grupları için alınmıştır. Aktiviteler ile beraber alınan önlem olduğu için ILGI ve ETKI değerleri aynı sonucu vermiştir. GPMR’de amaç fonksiyonu en düşük proje riski olduğu için GPMM’den farklı olarak AG4 aktivite grubuna da uygulanması önerilmiştir.
- O2: Yüksekten düşme bölgeleri demir bariyerler ile koruma altına alınır: GPMM’den farklı olarak O2 önleminin alınması önerilmemiştir.
- O3: Yüksekten düşme bölgeleri güvenlik şeridi ile işaretlenir: ISG modeli O3’ün alınmasını önermemiştir.
- O4: Bina dış cephesi güvenlik ağı ile kapatılır: ISG modeli O4’ün alınmasını önermemiştir.
- O5: Güvenlik uyarı levhaları asımı: AG1 aktivite grubu için önlem alınmıştır (etki ettiği aktivite grupları içerisinde ilk önce gerçekleşen AG1 olduğu için). AG2, AG3, AG4, AG5 ve AG6 aktivite gruplarına da etki etmiştir.
- O6: Güvenlik tüpü yerleştirilmesi: ISG modeli O6’ün alınmasını önermemiştir.
- O7: Kazı yan yüzeylerine destek yapmak: O7 önlemi etki edebildiği tek aktivite grubu AG4 için alınmıştır.

Başlangıç Proje Risk Değeri ile önlemler uygulandıktan sonraki proje risk değerinin zamana bağlı değişimi Grafik 10’daki gibidir.



Grafik 10 GPMR için Risk Değeri - Zaman Grafiği

Kısıtlara göre hesaplanan en iyi Toplam Maliyet ve en iyi Toplam Proje Risk değeri aşağıdaki gibidir.

TOM: 124.400,00 ₺

TRD: 42.061

4.4. BÜYÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI

Bu kısımda basit verilere göre oluşturulan İş Güvenliği Planlaması Modeli, gerçek veriler ile çözdürülerek elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir.

4.4.1. Veriler

Proje örneği Ankara Büyükşehir Projesi Güneypark Kentsel Dönüşüm Projesi-H Blok iş programı aktiviteleri, aktivite süreleri ve aktivite bağlantıları kullanılmıştır. Bu projede toplam 140 adet aktivite tanımlanmıştır. Bu örnekte, iş programı zamanları belirli olduğu için sadece Güvenlik ve Proje Planlaması Modeli (GPM) ile çözüm yapılacaktır.

Tanımlanan aktiviteler içerdikleri benzer iş sağlığı ve güvenliği risklerine göre 13 adet Aktivite Grubunda gruplara ayrılmıştır.

Büyük örnek çalışmasında tehlike verilerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının yayınladığı Yapı Sektörü İş Güvenliği El kitabı içerisinde tanımlanan her uyarı için bir tehlike olarak tanımlanmıştır. (ÇSGB, 2016). Benzer uyarılar aynı

tehlikeyi doğurduğu gibi tek bir uyarı birkaç tehlikeyi de işaret ettiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda toplam 58 adet tehlike tanımlaması yapılmıştır. Bu tehlikelerin hangi aktivite gruplarına etki edebileceği tespit edilmiştir.

Belirlenen aktivite grubu-tehlike ikililerine atanan risk değerleri 4 farklı üstyapı projesindeki risk değerlendirmeleri incelenerek yazılmıştır. Aktivite grubu-tehlike ikilisinin tehlike tanımı, risk değerlendirme formlarında bulunarak bunun karşılığındaki risk değerleri alınmıştır.

Önlemler, ÇSGB'nin yayınladığı Yapı Sektörü İş Güvenliği El Kitabı'ndaki tehlikelerin oluşturulduğu uyarılar ve risk değerleri için yararlanılan 4 farklı üstyapı projesindeki risk değerlendirmelerinden faydalanılarak yazılmıştır. Bu çalışma sonunda 35 farklı önlem tanımlaması yapılmıştır. Tanımlanan her önlemin aktivite grupları ile $ILGI_{o,g}$ ve $ETKI_{o,g}$ ilişkileri girilmiştir. Her önlemin tehlikeye etkisine göre risk düşürme değeri verileri ve piyasa araştırması yapılarak maliyet değerleri belirlenmiştir.

Büyük örnek çalışmasında asıl hedefi belirlemeden önce farklı bütçe limitleri ve risk düşürme oranlarında modelin nasıl sonuç verdiği incelenmiştir. Bunun için 25 farklı parametre içerisinde GPMR ve GPMM'nin ürettiği sonuçlar bir grafik üzerinde gösterilmiştir. Daha sonra bu grafiklerden en en iyi bütçe limiti ve risk düşürme oranı alpha seçilmiştir.

Detaylı büyük örnek modelinin verilerine EK-2'de yer verilmiştir.

4.4.2. Sonuçlar

Öncelikle model sonuçlarını incelenmesi için sınır değerler belirlenmiştir.

Proje Başlangıç Risk Değeri (BRD) = 1.355.153

GPMR alt sınır: Bütçe Limiti =0,00 ₺

GPMR üst sınır: Bütçe Limiti =6.000.000,00 ₺ (GPMR için üst sınır tüm önlemler uygulandığında proje isg maliyetinin 5.379.576 ₺ olduğu hesaplanmıştır. Bu değerler içerisinde olduğu bir değer seçilmiştir.)

GPMR modeli çalıştırma aralığı: 500.000,00 ₺

GPMM alt sınır: Risk Düşürme Oranı Alpha (α)= 0%

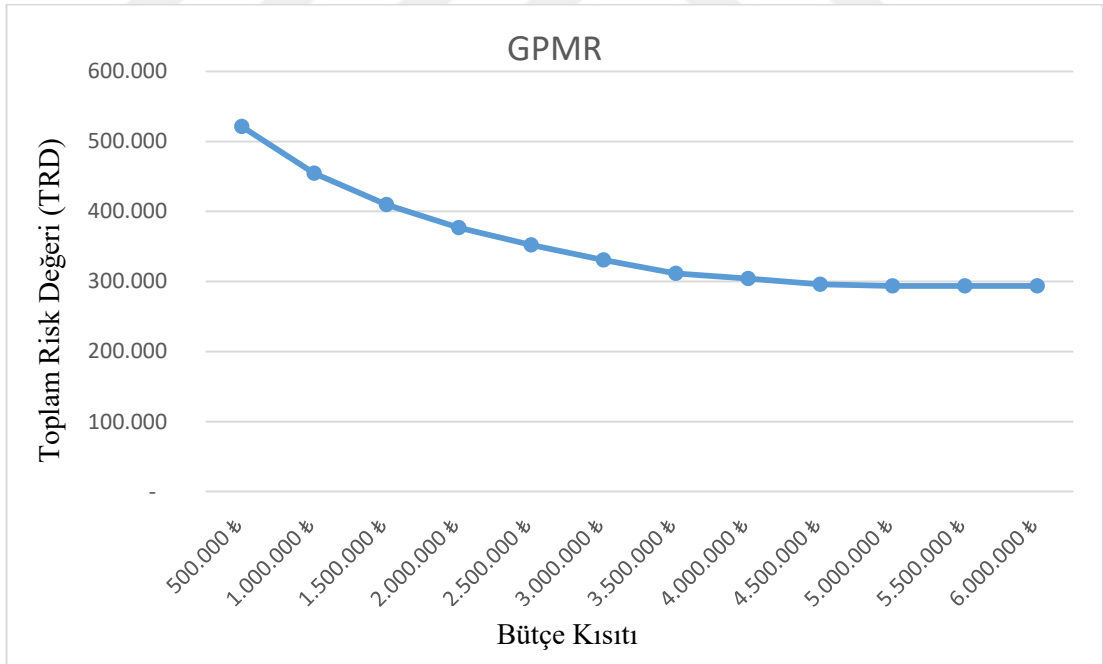
GPMM üst sınır: Risk Düşürme Oranı Alpha (α)= 100%

GPMM modeli çalıştırma aralığı: 10%

- GPMR çözümü:

Tablo 27 BUTCE-TRD Karşılaştırma Tablosu

GPMR	Açıklama: Bütçe limiti altında en düşük risk değerini bul			
NO	BUTCE	TRD	TRD / TBRD	TOM
D1	500.000 ₺	521.235	38%	499.726 ₺
D2	1.000.000 ₺	454.665	34%	988.302 ₺
D3	1.500.000 ₺	409.795	30%	1.490.704 ₺
D4	2.000.000 ₺	376.860	28%	1.998.679 ₺
D5	2.500.000 ₺	352.370	26%	2.488.423 ₺
D6	3.000.000 ₺	330.840	24%	2.998.946 ₺
D7	3.500.000 ₺	311.530	23%	3.497.426 ₺
D8	4.000.000 ₺	304.040	22%	3.911.709 ₺
D9	4.500.000 ₺	296.095	22%	4.465.611 ₺
D10	5.000.000 ₺	293.920	22%	4.933.762 ₺
D11	5.500.000 ₺	293.470	22%	5.044.341 ₺
D12	6.000.000 ₺	293.470	22%	5.044.341 ₺



Grafik 11 TRD-Bütçe Kısıtı Grafiği

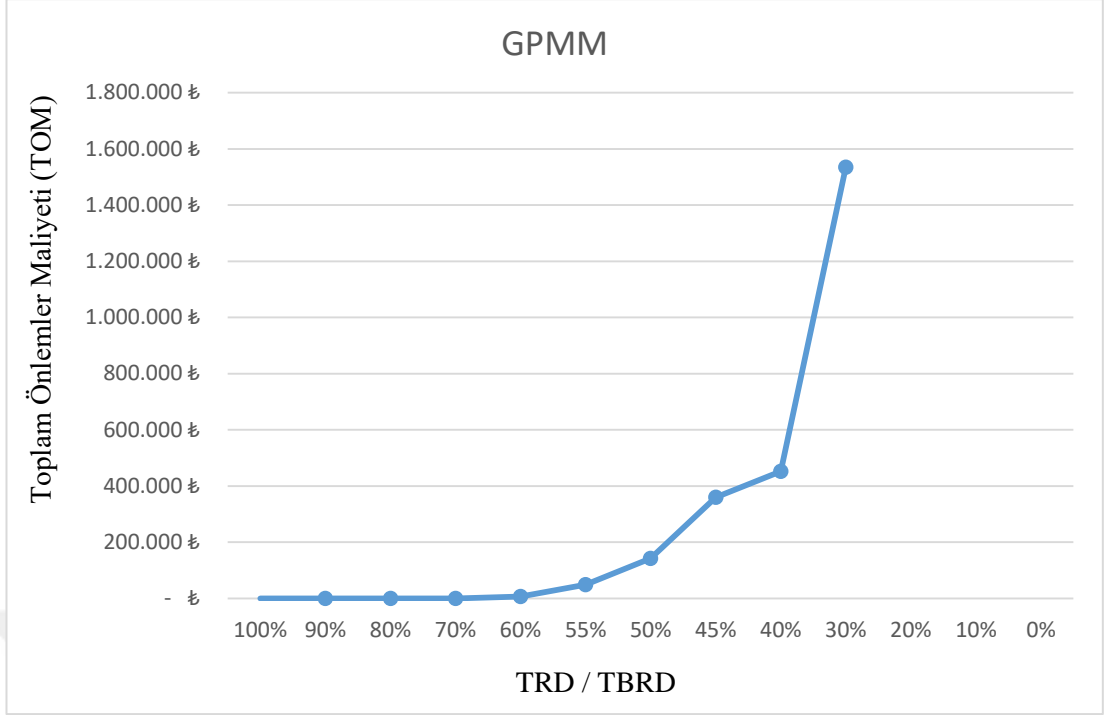
Tablo 27 ve Grafik 11'den görüleceği gibi modelin ilk seçtiği önlemler TRD'leri çok fazla düşürürken 1.500.000,00 ₺'den sonra seçilen önlemlerin etkilerinin sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca 5.000.000,00 ₺'den sonra artırılan bütçenin

TRD'yi hiç düşürmediği bu alınabilecek tüm önlemlerin alınmış olduğunu göstermektedir. Projedeki verilere göre TRD/BRD oranının %22'nin altına düşürülemediği Grafik 11'den görülmektedir.

- GPMM çözümü

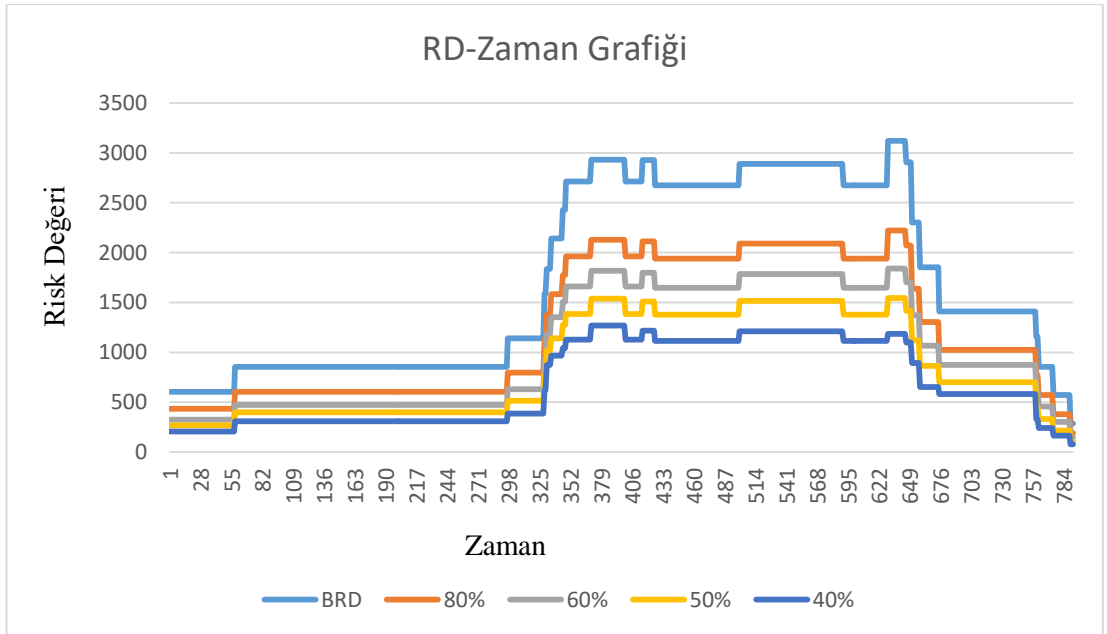
Tablo 28 Alpha-TRD Karşılaştırma Tablosu

GPMM	Açıklama: Risk limiti altında en düşük maliyet değerini bul			
NO	GPMM	TRD	TOM	LIMIT
D13	100%	1.355.153	- ₺	1.355.153
D14	90%	974.758	- ₺	1.219.638
D15	80%	974.758	- ₺	1.084.122
D16	70%	941.470	150 ₺	948.607
D17	60%	812.688	6.381 ₺	813.092
D18	55%	744.963	48.796 ₺	745.334
D19	50%	677.549	142.139 ₺	677.577
D20	45%	609.784	360.329 ₺	609.819
D21	40%	542.027	452.497 ₺	542.061
D22	30%	406.285	1.534.806 ₺	406.546
D23	20%	çözüksüz	çözüksüz	271.031
D24	10%	çözüksüz	çözüksüz	135.515
D25	0%	çözüksüz	çözüksüz	-



Grafik 12 TOM-Alpha (TRD/TBRD) Grafiği

Tablo 28 ve Grafik 12'deki sonuçlara göre proje başlangıç risklerini %50 oranında düşürmenin maliyeti 200.000,00 ₺'nin de altında. GPMR çözümündeki gibi modelin ilk seçtiği önlemlerin etkisi son alınan önlemlere göre çok daha fazladır. Ayrıca 22%'nin altındaki TRD/TBRD oranının bu projede mümkün olmadığı GPMR'deki gibi GPM M çözümünde de görölmektedir.



Grafik 13 Farklı Alpha Değerlerinin RD-Zaman Grafiği

Grafik 13 'de GPMM'nin farklı risk düşürme değeri limitlerindeki TRD-zaman grafiği görülmektedir. %20 ve %0 limitleri uygulanabilir olmadığından grafikte 0 olarak gösterilmektedir.

Bu grafik verilerine göre proje hedefi olarak GPMM ve GPMM'nin artış hızının arttığı değerler proje hedef kısıtları olarak belirlenmiştir. Bu hedefler:

Bütçe Limiti: 450.000,00 ₺

Risk Düşme oranı Alpha (α): %40

Bu değerlere göre proje sonuçları aşağıdaki gibidir:

- GPMM'e göre sonuçlar:

Belirlenen maliyet kısıtına göre modelin belirlediği eniyi önlemler Tablo 29'daki gibidir.

Tablo 29 GPMM'de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu

$X_{o,g}$	AG 1	AG 2	AG 3	AG 4	AG 5	AG 6	AG 7	AG 8	AG 9	AG1 0	AG1 1	AG1 2	AG1 3
O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
O10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 29'un devamıdır.

O20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O25	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O29	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O35	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0

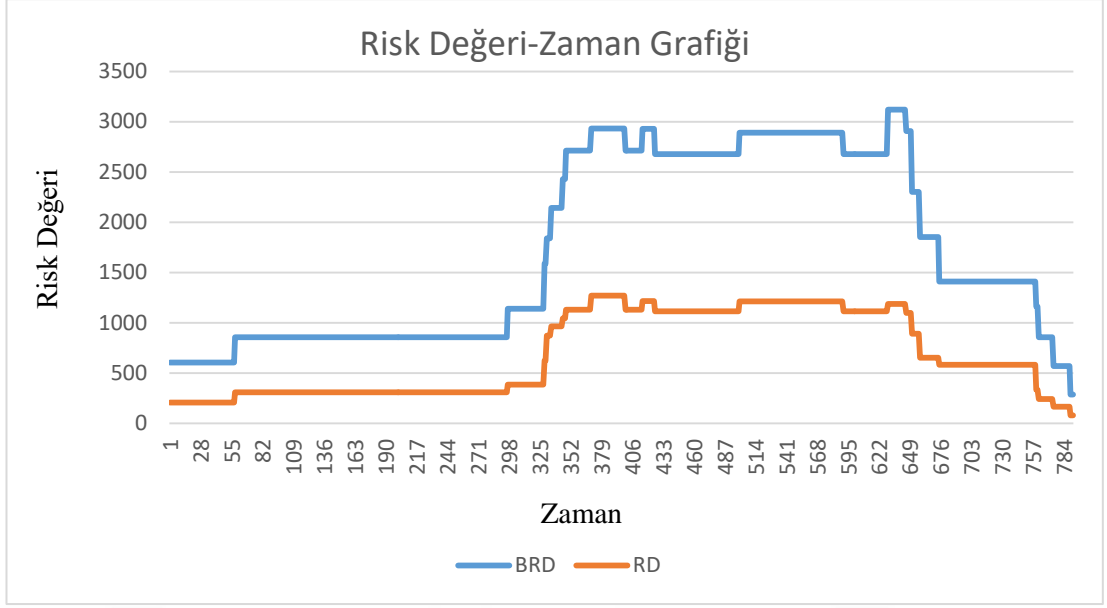
Tablo 30 GPMM'de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Etkili Alınan Önlemler Tablosu

$W_{o,g}$	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG1	AG1	AG1	AG1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	
O1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
O2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
O3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
O7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
O8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O9	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
O10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
O11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
O12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	

Tablo 30'un devamıdır.

O14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O23	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O24	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
O25	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O29	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O30	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O35	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0

Seçilen önlemler incelendiğinde modelin düşük maliyetli / yüksek etki değerli önlemleri seçtiği görülmektedir. GPMM'nin proje risk değerinin zamana bağlı değişimi Grafik 14'teki gibidir.



Grafik 14 GPMM'ye göre BRD,RD-Zaman Grafiği

GPMM çözümünün en iyi toplam maliyet ve en iyi toplam proje risk değeri aşağıdaki gibidir.

TOM: 452.497,00 ₺

TRD: 542.027

- GPMM'e göre sonuçlar:

Belirlenen maliyet kısıtına göre modelin belirlediği eniyi önlemler Tablo 31'deki gibidir.

Tablo 31 GPMM'de Büyük Örnek için Aktivite Grubu-Alınan Önlemler Tablosu

$X_{o,g}$	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG	AG1	AG1	AG1	AG1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O9	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
O10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

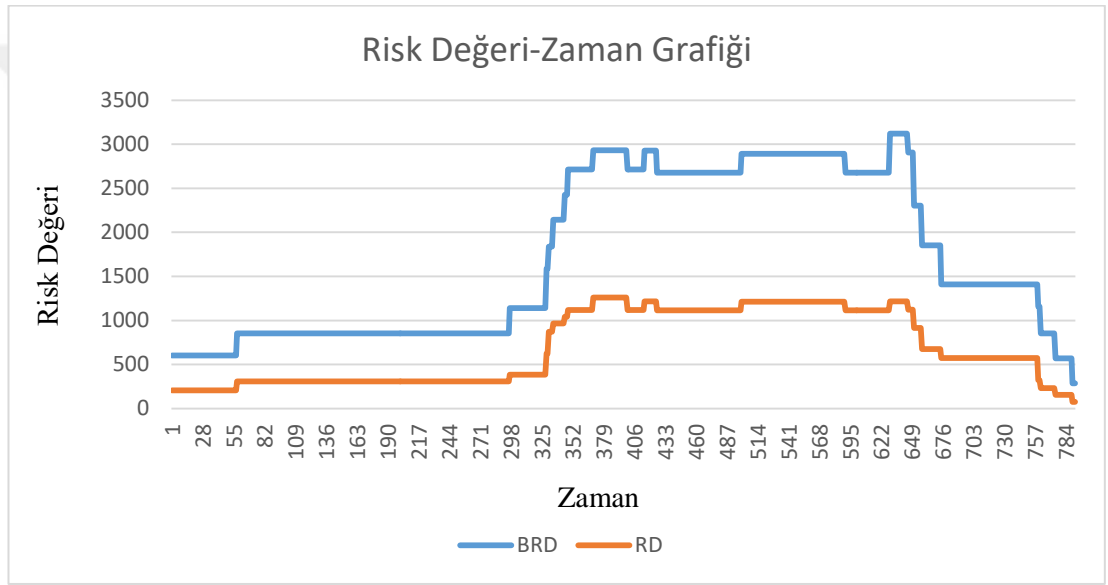
Tablo 32'nin devamıdır.

O5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
O7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O9	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
O10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O21	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
O22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O23	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O24	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
O25	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O29	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O30	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
O31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O35	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0

Bu sonuçlara göre GPMR ve GPMM'nin kısıtlarını model sonuçlarının eniyisine göre seçtiğimizden, model çözümleride birbirine çok benzemektedir. GPMR'nin GPMM'den farklı önlem seçimleri aşağıdaki gibidir:

- AG6 için O9 önlemi GPMR'de alınmamıştır.
- AG6 için O12 önlemi GPMR'de alınmıştır.
- AG6 için O19 önlemi GPMR'de alınmamıştır.
- AG8 için O35 önlemi GPMR'de alınmıştır.
- AG9 için O35 önlemi GPMR'de alınmamıştır.

GPMR'nin proje risk değerinin zamana bağlı değişimi Grafik 15'teki gibidir.



Grafik 15 GPMR'ye göre BRD,RD-Zaman Grafiği

GPMR çözümünün en iyi toplam maliyet ve en iyi toplam proje risk değeri aşağıdaki gibidir.

TOM: 449.941,00 ₺

TRD: 541.568

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Türkiye'deki üst yapı inşaat projelerinde yaşanan iş kazaları ve tespit edilen meslek hastalıkları, çıkartılan birçok yasaya ve yönetmeliklere rağmen, halen çok yüksek miktarlardadır. İş kazası istatistiklerinin aşağıya düşürülebilmesi için daha öngörülebilir yöntemler geliştirerek, İSG kültürünün oluşturulması çok önemlidir. Bu çalışmada, öngörülebilir iş güvenliği risklerini tespit edebilmek ve öngörülebilir iş güvenliği maliyetler tablosunu çıkartabilmek için İSG Planlama Modeli oluşturulmuştur.

İSG Modelinde, yapılacak üst yapı projesinin iş programı verileri (aktiviteler, aktivite süreleri, aktivite bağlantıları) ile geçmiş projelerden elde edilen risk değerlendirme raporu verileri (tehlike, risk, önlem) birleştirilerek doğrusal programlama yöntemi ile en iyi sonuç bulunmaya çalışılmıştır.

Projelerin risk değerlendirmesinde, tehlikelerin risk değerinin yanı sıra projede bu risk değerine ne kadar süre maruz kalındığına da dikkat edilmiştir. Klasik risk değerlendirmesi yöntemlerinde zaman göz önünde bulundurulmadığından orta şiddette fakat uzun süren bir durumun, yüksek şiddette fakat kısa süren bir duruma göre tehlikesinin gerçekleşme olasılığının daha fazla olduğu görülemez.

Bu çalışmada çözülen küçük ve büyük iki proje örneğinde de görüldüğü üzere üstyapı projelerinde İSG riskleri tam anlamıyla yok edilemezler. Fakat projelerde alınacak önlemlerin doğru seçimi, hem proje risklerini büyük oranda düşürecek, hem de işverenin İSG maliyetlerinin düşük ve öngörülebilir olmasını sağlayacaktır.

İSG Modeli projelerde sadece başlangıçta değil, proje süresince de düzenli takip edildiğinde risk değerlerinin yüksek olduğu zamanlarda daha dikkatli olunması gerektiğini gösterecektir. Bu zamanlarda iş güvenliği toplantılarının sıklığı artırılarak çalışan personellerinin dikkatlerinin artırılması sağlanabilir.

İSG Modelini tanımlama aşamasında kullanılan tanımlamalar ve eşleştirmeler ne kadar geçmiş verilerden alınır ise model sonucu o kadar gerçeğe yakın sonuç verecektir. Aynı anda birden fazla proje yönetimini üstlenebilen ya da geçmişinde çok sayıda proje gerçekleştirmesi yapmış büyük şirketler, bu projelerdeki risk değerlendirme raporlarını birleştirerek yeni projeler için çok kullanışlı bir veri bankası oluşturabilirler. Bu şirketlerin projelerdeki iş güvenliği yaklaşımları yeni projelerinde de aynı olacağı için kendisinin daha önceden tamamlanan projelerinden oluşturulan bir İSG veri bankası, dışarıdan alınan İSG veri bankasına göre çok daha yararlı olacaktır. Ayrıca benzer ve geniş çapta bir veri bankası ÇSGB ve SGK'dan alınan veriler birleştirilerek de oluşturulabilir. Bakanlık tarafından oluşturulan veri bankasının çok sayıda verisi olacağından benzer tanımlamaların sürekli ayrıştırılması ve güncellenmesi önemlidir. Bu şekilde hazırlanan bir veri bankası küçük şirketlerin İSG risklerini ve İSG maliyetlerini öngörebilmelerini sağlayacaktır.

Büyük bir veri bankasına sahip ve doğru uygulanan bir İSG Modelinin faydaları aşikârdır. İSG Modelini kullanarak iş kazası ve meslek hastalığı sayılarını düşürmek isteyen kurumlar, sadece bu modelin oluşturulmasından, sürekli geliştirilmesinden ve uygulamasının takip edilmesinden sorumlu teknik birimler oluşturmalıdır. Bu teknik birimler, projelerin takibinden sorumlu proje ofisinin içerisinde bir bölüm de olabilir. Önemli olan proje yönetim ekibi ile birlikte hareket edebilmeleridir. Kurumlar için fazladan bir personel maliyeti olarak görülebilir fakat yapılacak iş sonunda elde edilecek faydalar tartışılmaz derecede fazladır.

KAYNAKÇA

1. TMMOB (2018) *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği*, yayın no.MMO/689 Ankamat Matbaacılık San. Limited Şirketi, Ankara.
2. **KILKIŞ, İ.** (2013) İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Dönem: 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (İSGK), *İş Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, Cilt 15 Sayı 1, (17-41)
3. Bilir Mahçiçek, S. (2015). *İnşaat Projelerinde Süresel Planlama ile Bütünleşik Aktivite Tabanlı İş Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. INTES (2019). *İnşaat Sektörü Raporu*
5. TÜİK (2018). *İş Gücü İstatistikleri, Ocak 2018*. Sayı:27693.
6. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, (2012). *İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*. Sayı: 28339
7. **Songur L., Songur G.** (2018) Ekonomik Büyümede İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önemi ve Sosyal Tarafların Sorumlulukları, *Akademik Bakış Dergisi*, ISSN: 1694-528X, Celalabat.
8. <https://www.trthaber.com/haber/saglik/is-kazalarinin-yuzde-98i-onlenebilir-130424.html>(05.06.2014)
9. **Karabacak E .** (2016). İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Dışarıdan Temini. *Journal of Istanbul University Law Faculty*, 74 (), 501-527.
10. **Orhan S.** (2014). İş Güvenliği Uzmanlarının İş Güvencesi Sorunu. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi* Cilt 3 Sayı 6 (70-89)
11. **Yılmaz F.** (2014, Kasım 15) İş Güvenliğinde Temel Sorun Uygulamada ve Denetim Eksikliğinde. *Aljazeera Turk*.
12. **Erozan A.** Proje Yönetim Sözlüğü.
<http://www.alginerozan.com/proje-yonetimi-sozlugu/> (11/2006)
13. ÇSGB (2016). Yapı Sektörü İş Güvenliği El Kitabı, yayın no. 44, Ankara.

14. **Behm, M.** (2005). Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety science*, 43(8), 589-611.
15. **Aminbakhsh, S., Gunduz, M., & Sonmez, R.** (2013). Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning *and* budgeting of construction projects. *Journal of safety research*, 46, 99-105.
16. **Tok, G.** (2018). *Kamu Kurumlarında Risk Değerlendirme Rehberi*. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
17. **Şat, A.** (2018). İnşaat Sektörü. *Türkiye İş Bankası İktisadi Araştırma Bölümü*
18. **Şişman, Y.** (2017). Eğitim Faktörünün İş Kazaları Üzerinde Etkisi.
<https://www.calismamevzuati.com/2017/12/egitim-faktorunun-is-kazalari-uzerinde-etkisi/>
19. Project Management Institute (2013), *Proje Yönetimi Bilgi Birikimi Kılavuzu*, yayın no. 5, ISBN: 978-605-88947-2-3, İstanbul.
20. Hillier, F.S., Lieberman, G.J. (1995), *Introduction to Mathematical Programming*, McGraw- Hill Publishing Company
21. <https://www.birgun.net/haber/japonya-650-bin-agacin-kesildigi-sinop-nukleer-santralinden-vazgeciyor-238962> (04.12.2018)
22. <https://www.haberturk.com/sinop-nukleer-santrali-mitsubishi-cekilmedik-diyor-tereddutler-neler-2252671> (08.12.2018)

EKLER

EK 1: BÜYÜK ÖRNEK ÇALIŞMASI VERİLERİ

Aktivite_BA	Aktivite_İsmi
A1	SACAK VE CATI KAPLAMA ISLARI
A2	CATI KAPLAMA ALTI SU IZOLASYONU
A3	TERAS SU IZOLASYON VE DERE ÇAKILI KAPLAMA ISLARI
A4	CEPHE ISKELESİ SOKULMESİ
A5	CEPHE ISKELESİ KURULMASI
A6	ASANSOR ÇELİK KONSTRUKSIYON MONTAJI
A7	ASANSOR KAPI MONTAJI
A8	ASANSOR KABIN MONTAJI VE TEST ISLARI
A9	ASANSOR MAKINA VE TESİSAT ISLARI
A10	ASANSOR RAY MONTAJI
A11	ALIMAK KURULUM
A12	ASANSOR KUYUSU VE ASANSOR KOVASI TESLİMİ
A13	ALIMAK SOKUM

A14	BETONARME İMALATLAR
A15	TEMEL ÜSTÜ BLOKAJ BETONU
A16	DIS CEPHE MANTOLAMA İMALATI
A17	DIŞ CEPHE EPS/TAŞYÜNÜ SONRASI MANTOLAMA Sıva ve Boya SI
A18	DIS DENİZLİK MONTAJI
A19	CAM MONTAJI
A20	HARPUSTA İMALATI
A21	DIŞ CEPHE EPS/TAŞYÜNÜ SONRASI 2. KAT MANTOLAMA Sıva ve Boya SI
A22	DIS CEPHE BOYA İSLERİ
A23	PVC DOGRAMA MONTAJI
A24	DIS CEPHE TAMAMLAYICI İSLER
A25	DIŞ CEPHE MANTOLAMA SONRASI MİNERAL Sıva ve Boya
A26	ATIKSU YAGMUR SUYU İMALATLARI
A27	DUVAR İMALATLARI
A28	ASANSOR ÇELİK KONSTRUKSIYON ÜZERİ DUVAR İMALATI
A29	DEKORASYONLU DAİRE BANYO SU İZOLASYON İMALATLARI
A30	PVC DOGRAMA SU İZOLASYON İSLERİ
A31	BALKON-TERAS SU İZOLASYON İSLERİ

A32	TOPRAK BASAN YUZEYLERDE B.A.P. IZOLASYONU YAPILMASI
A33	BINA GENEL TEMIZLIK
A34	YANGIN VE ENDUSTRIYEL KAPI MONTAJI
A35	DEKORASYONLU DAIRE ICI KAPI MONTAJ ISLERI
A36	DAIRE GIRIS KAPISI MONTAJI
A37	DEKORASYONLU DAIRE DUS TEKNESI MONTAJI
A38	DEKORASYONLU DAIRE DUSA KABIN MONTAJI
A39	CEVRE DUZENLEME
A40	BINA ICI TAMAMLAYACI IMALATLAR
A41	AKRILIK TEZGAH MONTAJ ISLERI
A42	SAFT KAPAKLARI MONTAJI
A43	BINA GIRIS KAPISI MONTAJI
A44	BALKON-TERAS SAP ISLERI
A45	DAIRE ICI SAP ISLERI
A46	KAT HOLU SAP IMALATLARI
A47	DOSEMEDE SES IZOLASYONU YAPILMASI
A48	KAT HOLU DUVAR ALCI Sıva ve Boya ISLERI
A49	DAIRE ICI DUVAR ALCI Sıva ve Boya ISLERI

A50	DAIRE İCİ TAVAN ALCI Sıva ve Boya İSLERİ
A51	KAT HOLU TAVAN ALCI Sıva ve Boya İSLERİ
A52	BANYO KARA Sıva ve Boya İSLERİ
A53	DEKORASYONLU DAİRE KARTONPIYER İMALATLARI
A54	DEKORASYONLU DAİRE DUVAR SATEN ALCI İMALATI
A55	KAT HOLU DUVAR SATEN ALCI İSLERİ
A56	YANGIN MERDİVENİ DUVAR ALCI Sıva ve Boya İSLERİ
A57	DEKORASYONLU DAİRE TAVAN SATEN ALCI İMALATI
A58	KAT HOLU TAVAN SATEN ALCI İSLERİ
A59	DEKORASYONLU DAİRE DUVAR İLK KAT BOYA YAPILMASI
A60	DEKORASYONLU DAİRE DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI
A61	YANGIN MERDİVENİ TAVAN ALCI Sıva ve Boya İSLERİ
A62	DEKORASYONLU DAİRE TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI
A63	KAT HOLU TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI
A64	KAT HOLU DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI
A65	YANGIN MERDİVENİ DUVAR SATEN ALCI İSLERİ
A66	DEKORASYONLU DAİRE TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI
A67	YANGIN MERDİVENİ DUVAR İLK KAT BOYA YAPILMASI

A68	YANGIN MERDİVENİ TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI
A69	KAT HOLU TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI
A70	YANGIN MERDİVENİ TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI
A71	YANGIN MERDİVENİ DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI
A72	KAT HOLU DUVAR İLK KAT BOYA YAPILMASI
A73	YANGIN MERDİVENİ TAVAN SATEN ALCI İSLERİ
A74	SAFT İCİ Sıva ve Boya VE BOYA İMALATLARI
A75	ASANSOR KUYUSU Sıva ve Boya VE BOYA İSLERİ
A76	TEKNİK MAHALLERDE SES İZOLASYONU YAPILMASI
A77	BLOK GİRİŞ SATEN YAPILMASI
A78	BLOK GİRİŞ BOYA İMALATLARI
A79	KOR KASA MONTAJ İSLERİ
A80	BİNA İCİ KORKULUK MONTAJI
A81	İSLAK HACİMLER ASMA TAVAN İMALATI
A82	DİS CEPHE KORKULUK MONTAJI
A83	KAT HOLU ASMA TAVAN ALTI KONSTRUKSIYON İSLERİ
A84	KAT HOLU ASMA TAVAN İSLERİ
A85	GERİ DOLGU

A86	PARSEL BACASI VE ALTYAPI BINA BAGLANTILARI
A87	YANGIN MERDIVEN VE SAHANLIK KAPLAMA
A88	IC DENIZLIK MONTAJI
A89	DEKORASYONLU DAIRE SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI
A90	DEKORASYONLU DAIRE SERAMİK İLE DUVAR KAPLAMA YAPILMASI
A91	KAT HOLU SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI
A92	DEKORASYONLU DAIRE MOBİLYA MONTAJI
A93	DEKORASYONLU DAIRE PARKE KAPLAMA İSLERİ
A94	BALKON-TERAS SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI
A95	ASANSOR SOVESİ YAPILMASI
A96	YOL KENARI BORDUR İMALATI
A97	DESENLİ KARO KAPLAMA
A98	BINA GİRİŞ SACAGI YAPILMASI
A99	BLOK GİRİŞ SERAMİK VE MERMER KAPLAMA
A100	BLOK GİRİŞ DUVAR SERAMİK VE POSTA KUTUSU
A101	YANGIN TESİSATI BRANSMAN VE SPRINGER MONTAJI
A102	DOGALGAZ TESİSAT MONTAJI
A103	DAIRE ONU İSTASYON VE SAYAC MONTAJI

A104	PIS SU TESISATI
A105	YERDEN ISITMA TESISAT MONTAJI
A106	TEMİZ SU TESISATI
A107	BALKON SUZGEC MONTAJI
A108	ISLAK HACIMLER SUZGEC MONTAJI
A109	DEKORASYONLU DAIRE VITRIFIYE MONTAJI
A110	TESISAT SAFTI ISITMA ANA KOLON HATTI
A111	TESISAT SAFTI PIS SU ANA KOLON HATTI
A112	TESISAT SAFTI YANGIN ANA KOLON HATTI
A113	KALORIFER KAZANI, HIDROFOR, BOYLER MONTAJI
A114	TEMİZ SU ALTYAPI IMALATLARI
A115	DOGALGAZ ALTYAPI IMALATLARI
A116	RADYATOR MONTAJI
A117	HAVALANDIRMA KANAL MONTAJI
A118	MENFEZ YAPILMASI
A119	TESISAT SAFTI TEMİZ SU ANA KOLON HATTI
A120	TESISAT SAFTI DOGALGAZ ANA KOLON HATTI
A121	ASPRATÖR HAVALANDIRMA KANALI (FLEX) MONTAJI

A122	YAGMUR INIS MONTAJI
A123	BASINCLI HAVALANDIRMA KANAL MONTAJI
A124	KAT HOLU ASMA TAVAN ICI MEKANIK IMALATLARI
A125	BOS BORU VE KASA MONTAJI
A126	PANO, TABLO, ELEKTRONIK SAYAC MONTAJI
A127	DESANT VE KABLOLAMA
A128	YANGIN IHBAR VE ALARM TESISATI
A129	DAIRE ICI ANAHTAR-PRIZ ARMATUR MONTAJI
A130	INTERCOM TESISATI
A131	ORTAK ALAN ANAHTAR-PRIZ-ARMATUR MONTAJI
A132	TV VE TELEFON TESISATI
A133	SAFT ICI ELEKTRIK TAVA VE KABLO MONTAJI
A134	ELEKTRIK TESISATI ISLETME TECRUBESI (TEST)
A135	ELEKTRIK ALTYAPI IMALATLARI
A136	BLOK SAYAC PANOSU MONTAJI
A137	YANGIN TESISAT ISLETME TECRUBESI (TEST)
A138	TEMEL TOPRAKLAMA ISLERI
A139	KAT HOLU ASMA TAVAN ICI ELEKTRIK IMALATLARI

A140

BLOK GİRİŞ APLİK VE SARKIT MONTAJI

Aktivite_Grubu_BA	Aktivite_Grubu_İsmi
AG1	Betonarme İmalatlar
AG2	Cephe İşleri
AG3	Çatı ve teraslarda yapılan özel işler
AG4	Duvar İşleri
AG5	Elektrik İşleri
AG6	Kazı İşleri
AG7	Kesici Aletlerle ve Kaynak Makinası İle Yapılan İşleri
AG8	Kesici Aletlerle Yapılan İşler
AG9	Kimyasal maddelerle yapılan çalışmalar
AG10	Özel İşler
AG11	Şap İşleri
AG12	Tesisat işleri
AG13	Sıva ve Boya İşleri

Tehlike_B	Tehlike_İsmi
A	
T1	Çalışanların veya kazı bölgesinden geçen insanların kaza sonucu kazı alanına düşmesi
T2	Kazı işleri sırasında elektrik, doğalgaz, su hatlarının belirlenememesi sonucu, iş makinası veya insanların çarpması ve iş kazalarının yaşanması
T3	Kazı Sırasında Toprak Kayması; çalışanların toprak altında kalması
T4	Kazı alanına iniş çıkışlarda düşme
T5	İş makinası ve kamyonun kayması ve çalışanları ezmesi veya çalışanın kaygan zeminde düşmesi
T6	Kazı sırasında su baskını yaşanması
T7	Kazı sırasında araç devrilmesi
T8	Yükleme yerleri ve rampaların uygun tasarlanmaması
T9	Kazı Sırasında Toprak Kayması; çalışanların ve çevredeki insanların toprak altında kalması
T10	Toprak kayması
T11	Yaya yolları kullanımı sırasında tertipsizlik, düzensizlik (takılma, düşme)
T12	Yaya yolu üzerinde yükseklik bulunması sonucu düşme, yaralanma
T13	Derin kazılan yerlerin kenarlarına önlem alınmaması
T14	Sağlık ve güvenlik işaretlerinin eksik olması
T15	Yetersiz aydınlatma

T16	Acil çıkış güzergahlarının uuygun olmaması
T17	Acil çıkış kapılarının ve güzergahlarının önünde malzeme biriktirilmemeli, acil durum noktaları işaretlenmeli, üzergahlar ve toplanma bölgeleri belirlenmelidir
T18	Ulaşım yollarının planlanmaması, yaya yolları oluşturulmaması
T19	Acil çıkış kapılarının ve güzergahlarının önünde malzeme biriktirilmesi, acil durum noktaları işaretlenmemesi, düzergahlar ve toplanma bölgeleri belirlenmemesi
T20	Şantiye yollarında sağlık ve güvenlik işaretlerinin eksik olması
T21	Merdivenlerde yüksekten düşme
T22	Ulaşım yollarının planlanmaması.
T23	Yüksekten düşme
T24	Merdiven kullanımı sırasında kayma veya düşme
T25	Hareketli iskelenin yıkılması
T26	Hareketli iskele üzerinde çalışanların düşmesi / Hareketli iskele çevresinde çalışanlar üzerinde malzeme düşmesi
T27	Cephe iskelesi dayanıklılık ve uuygunluk raporunda belirtilen azami yüklere uyulmaması
T28	Cephe iskelesi kurum ve sökülme işlemini uzman kişiler tarafından yapılmaması
T29	Cephe iskelesinin yıkılması ve kurulum sonrası stabilize kontrollerinin yapılmaması
T30	Cephe iskelesine çıkış ve inişlerde merdiven kullanılmaması sonucu, binaya geçişlerde çalışanların düşmesi
T31	Konsol iskelenin kurum ve sökülme işlemini uzman kişiler tarafından yapılmaması

T32	Konsol iskele dayanıklılık ve uygunluk raporunda belirtilen azami yüklere uyulmaması
T33	Konsol iskelenin yıkılması, çalışanların üzerinden düşmesi veya aşağıya malzeme düşürülmesi
T34	Asma iskelenin kurum ve söküm işlemini uzman kişiler tarafından yapılmaması
T35	Asma iskeleyi işletme talimatlarına uygun şekilde kullanmama
T36	Asma iskeleye aşırı yük yüklenmesi
T37	Güvenlik halatı kullanılmaması sonucu, yüksekten düşme
T38	Yükseltilebilir çalışma platformlarını işletme talimatlarına uygun şekilde kullanmama
T39	Tırmanma merdivenini kullanan çalışanların yaşam halatı ve paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmaması
T40	Tırmanma merdivenlerinde düşmeyi önleyici tedbirlerin alınmaması
T41	Beton pompalarının kullanım amacı dışında kullanılması ya da kullanım talimatları dışında kullanılması
T42	Yüksekten düşmeye karşı toplu koruma önlemi alınmaması
T43	Gırgır vinç kullanım talimatlarına göre kurulmaması veya kullanılmaması.
T44	Asansörlerin kullanım talimatlarına göre kurulmaması veya kullanılmaması.
T45	Kalıp kurulumunu bunun uzmanına yapılmaması, kurulum planındaki talimatlara, iş sırasına veya azami yüklere uyulmaması
T46	Kalıp imalatı sırasında, diğer çalışanların üzerine malzeme düşmesi
T47	Moloz kaydırak kurulumunun uzman kişiler tarafından kurulmaması. Moloz kaydırak bağlantılarının düzenli olarak kontrol edilmemesi
T48	Çalışanın kkd kullanmaması ve kkd kullanımının denetlenmemesi
T49	İşe giriş muayenesi yapılmaması

T50	Isıtma, soğutma vb. elektriksel ve mekaniksel sistemlerin ilk çalıştırılması sırasında tüm teknik birimlerden onay alınmaması sonucu iş kazası yaşanması
T51	Yangın ve patlama riski olan bölgelerde önlem alınmaması, sürekli denetlemenin yapılmaması
T52	Elektri nakil hatları yakınlarında önlem alınmadan çalışılması
T53	Çatı ve teraslarda çalışırken toplu koruma ve kişisel koruma önlemlerinin alınmaması
T54	Elle kırım / tadilat işlerinde kontrolsüz çalışılması
T55	Kaynakla yapılan çalışmalarda kişisel koruyucu maske ve yangın söndürücülerin hazır bulunmaması
T56	Gürültülü işlerde kulakları korumamak
T57	Sabitleme noktalarının kontrollerinin yapılmaması
T58	İş sağlığı güvenlik kurullarının toplanmaması. İşçi sağlığı ve güvenliği hakkında kararlar alamaması

Risk_BA	Risk_İsmi
R1	Yaralanma, İş gücü kaybı
R2	Yaralanma, Sakat Kalma
R3	Yaralanma, Sakat Kalma, Ölüm
R4	Ölüm
R5	Toplu ölüm

Önlem_	Önlem_İsmi
BA	Önlem_İsmi
O1	Belirtilen alanın düşmeye karşı dayanıklı koruma sistemi ile çevrilmesi
O2	Belirtilen alanın güvenlik şeridi ile çevrilmesi
O3	Bu imalat boyunca sürekli gözlemci bulundurulması
O4	-
O5	Tüm iş gruplarının (elektrik, mekanik, harita, vs.) aktivite öncesi yaşanabilecek iş kazalarının önlenmesi konusunda iş sırası belirlemek için toplantı yapması. Sorumluların atanması yapılması
O6	Sürekli denetim
O7	Kazı yan yüzeylere destek ya da iksa yapmak
O8	Gemici tip merdiven yaptırılmalı
O9	Seyyar merdiven bulundurulmalı
O10	Yağışlı havalarda iş makineleri çalışmasının ve toprak kaymasının olabileceği bölgelerde çalışma yapılmaması
O11	Zemin Etütü Yapılmalı
O12	Kazı kenarında sürekli gözlemci bulundurulması
O13	Kazı bölgesinde araçlar için uygun rampa eğimi oluşturulmalıdır
O14	Yükleme yerleri ve rampaların; taşınacak yükün boyutlarına uygun olarak tasarlanması, çalışanların düşmesini önleyecek şekilde güvenli olması ve en az bir çıkış yerine sahip olması sağlanmalıdır

O15	Kazının uygun şev verilerek yapılması
O16	Zemin etüt ve statik çalışmalarının yapılıp, uzman kuruluşlara kontrol ettirilip onaylatılması.
O17	Yaya yolu kenarları güvenlik şeridi ile çevrilmesi
O18	Korkuluklu geçit yapılması
O19	Aydınlatılması gereken acil çıkış yolları ve kapılarında elektrik kesilmesi halinde yeterli aydınlatmayı sağlayacak sistem bulundurulmalıdır
O20	Acil çıkış yolları ve kapıları Sağlık ve Güvenlik İşaretlerine göre işaretlenir. İşaretlerin uygun yerlere konulması ve kalıcı olması sağlanır
O21	Yol kenarları güvenlik şeridi ile çevrilmesi
O22	Ahşap kalaslardan geçici merdiven korkuluğu yapılır
O23	İsg şeritleri ile merdivenden düşme riskine karşı güvenlik şeridi çekilir.
O24	İskelenin orjinal platform ve korkuluklarının kullanılması gerekmektedir
O25	teknik normlara ve standartlara uygun sehpa - sıpa iskele temini
O26	Kenar koruma iskelesi kullanılmalıdır.
O27	İskele montajı / sökümü işinde uzman çalışanlar kullanın
O28	Asma iskele montajı / sökümü işinde uzman çalışanlar kullanın
O29	Cephe işlerinde çalışan sayısı kadar emniyet kemeri ve yaşam halatı bulundurulması
O30	Tırmanma merdivenine düşmeyi önleyici koruma çemberi yaptırılması
O31	Bina çevresini kapsayacak şekilde güvenlik ağı temini ve kullanılması
O32	Çalışan sayısı kadar KKD temini

O33	Tüm çalışanların işe girmeden önce muayenelerinin yapılması
O34	Kişisel koruyucu kaynak maskesi ve yangın söndürücü bulundurulması
O35	Çalışan sayısı kadar ses önleyici kulaklık kullanılması

Aktivite_İsmi	Başlangıç	Süre	Bitiş
K ^A	Bi	AS _i	Ti
SACAK VE CATI KAPLAMA ISLARI	379	20	399
CATI KAPLAMA ALTI SU IZOLASYONU	369	9	378
TERAS SU IZOLASYON VE DERE ÇAKILI KAPLAMA ISLARI	384	0	384
CEPHE ISKELESİ SOKULMESİ	578	44	622
CEPHE ISKELESİ KURULMASI	328	29	357
ASANSOR ÇELİK KONSTRUKSIYON MONTAJI	360	64	424
ASANSOR KAPI MONTAJI	488	22	510
ASANSOR KABİN MONTAJI VE TEST ISLARI	467	20	487
ASANSOR MAKİNA VE TESİSAT ISLARI	452	14	466
ASANSOR RAY MONTAJI	442	10	452

ALIMAK KURULUM	334	6	340
ASANSOR KUYUSU VE ASANSOR KOVASI TESLİMİ	435	7	442
ALIMAK SOKUM	509	5	514
BETONARME İMALATLAR	-	338	338
TEMEL ÜSTÜ BLOKAJ BETONU	636	14	650
DIS CEPHE MANTOLAMA İMALATI	343	74	417
DIŞ CEPHE EPS/TAŞYÜNÜ SONRASI MANTOLAMA Sıva ve Boya SI	404	119	523
DIS DENİZLİK MONTAJI	495	38	533
CAM MONTAJI	590	47	637
HARPUSTA İMALATI	510	34	544
DIŞ CEPHE EPS/TAŞYÜNÜ SONRASI 2. KAT MANTOLAMA Sıva ve Boya SI	531	34	565
DIS CEPHE BOYA İSLERİ	557	34	591
PVC DOGRAMA MONTAJI	585	42	627
DIS CEPHE TAMAMLAYICI İSLER	578	39	617
DIŞ CEPHE MANTOLAMA SONRASI MİNERAL Sıva ve Boya	552	28	580
ATIKSU YAĞMUR SUYU İMALATLARI	638	19	657
DUVAR İMALATLARI	57	346	403
ASANSOR ÇELİK KONSTRUKSIYON ÜZERİ DUVAR İMALATI	362	63	425

DEKORASYONLU DAİRE BANYO SU İZOLASYON İMALATLARI	519	73	592
PVC DOGRAMA SU İZOLASYON İSLERİ	414	114	528
BALKON-TERAS SU İZOLASYON İSLERİ	616	29	645
TOPRAK BASAN YUZEYLERDE B.A.P. İZOLASYONU YAPILMASI	623	5	628
BİNA GENEL TEMİZLİK	675	86	761
YANGIN VE ENDUSTRIYEL KAPI MONTAJI	631	70	701
DEKORASYONLU DAİRE DAİRE İCİ KAPI MONTAJ İSLERİ	650	70	720
DAİRE GİRİS KAPISI MONTAJI	634	67	701
DEKORASYONLU DAİRE DUŞ TEKNESİ MONTAJI	635	66	701
DEKORASYONLU DAİRE DUŞA KABİN MONTAJI	636	66	702
CEVRE DÜZENLEME	708	29	737
BİNA İCİ TAMAMLAYACI İMALATLAR	760	29	789
AKRİLİK TEZGAH MONTAJ İSLERİ	703	29	732
SAFT KAPAKLARI MONTAJI	698	10	708
BİNA GİRİS KAPISI MONTAJI	679	7	686
BALKON-TERAS SAP İSLERİ	499	91	590
DAİRE İCİ SAP İSLERİ	499	91	590
KAT HOLU SAP İMALATLARI	499	91	590

DOSEMEDE SES IZOLASYONU YAPILMASI	499	90	589
KAT HOLU DUVAR ALCI Sıva ve Boya ISLARI	334	231	565
DAIRE ICI DUVAR ALCI Sıva ve Boya ISLARI	334	235	569
DAIRE ICI TAVAN ALCI Sıva ve Boya ISLARI	330	203	533
KAT HOLU TAVAN ALCI Sıva ve Boya ISLARI	330	203	533
BANYO KARA Sıva ve Boya ISLARI	337	195	532
DEKORASYONLU DAIRE KARTONPIYER IMALATLARI	384	195	579
DEKORASYONLU DAIRE DUVAR SATEN ALCI IMALATI	501	129	630
KAT HOLU DUVAR SATEN ALCI ISLARI	505	126	631
YANGIN MERDIVENI DUVAR ALCI Sıva ve Boya ISLARI	339	172	511
DEKORASYONLU DAIRE TAVAN SATEN ALCI IMALATI	494	91	585
KAT HOLU TAVAN SATEN ALCI ISLARI	495	90	585
DEKORASYONLU DAIRE DUVAR ILK KAT BOYA YAPILMASI	563	99	662
DEKORASYONLU DAIRE DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI	660	99	759
YANGIN MERDIVENI TAVAN ALCI Sıva ve Boya ISLARI	337	164	501
DEKORASYONLU DAIRE TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI	566	108	674
KAT HOLU TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI	567	107	674
KAT HOLU DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI	675	84	759

YANGIN MERDİVENİ DUVAR SATEN ALCI İSLERİ	540	73	613
DEKORASYONLU DAİRE TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI	561	71	632
YANGIN MERDİVENİ DUVAR İLK KAT BOYA YAPILMASI	579	72	651
YANGIN MERDİVENİ TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI	563	71	634
KAT HOLU TAVAN İLK KAT BOYA YAPILMASI	563	70	633
YANGIN MERDİVENİ TAVAN SON KAT BOYA YAPILMASI	564	70	634
YANGIN MERDİVENİ DUVAR SON KAT BOYA YAPILMASI	632	70	702
KAT HOLU DUVAR İLK KAT BOYA YAPILMASI	623	52	675
YANGIN MERDİVENİ TAVAN SATEN ALCI İSLERİ	494	32	526
SAFT İCİ Sıva ve Boya VE BOYA İMALATLARI	339	31	370
ASANSOR KUYUSU Sıva ve Boya VE BOYA İSLERİ	339	22	361
TEKNİK MAHALLERDE SES İZOLASYONU YAPILMASI	560	20	580
BLOK GİRİŞ SATEN YAPILMASI	650	7	657
BLOK GİRİŞ BOYA İMALATLARI	686	5	691
KOR KASA MONTAJ İSLERİ	344	95	439
BİNA İCİ KORKULUK MONTAJI	495	95	590
İSLAK HACİMLER ASMA TAVAN İMALATI	541	99	640
DİS CEPHE KORKULUK MONTAJI	585	44	629

KAT HOLU ASMA TAVAN ALTI KONSTRUKSIYON ISLERI	633	4	637
KAT HOLU ASMA TAVAN ISLERI	647	3	650
GERİ DOLGU	629	6	635
PARSEL BACASI VE ALTYAPI BINA BAGLANTILARI	658	16	674
YANGIN MERDİVEN VE SAHANLIK KAPLAMA	364	151	515
IC DENİZLİK MONTAJI	347	226	573
DEKORASYONLU DAİRE SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI	589	109	698
DEKORASYONLU DAİRE SERAMİK İLE DUVAR KAPLAMA YAPILMASI	521	73	594
KAT HOLU SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI	630	70	700
DEKORASYONLU DAİRE MOBİLYA MONTAJI	635	70	705
DEKORASYONLU DAİRE PARKE KAPLAMA ISLERI	635	70	705
BALKON-TERAS SERAMİK İLE DOSEME KAPLAMA YAPILMASI	618	28	646
ASANSOR SOVESI YAPILMASI	697	21	718
YOL KENARI BORDUR İMALATI	708	14	722
DESENLİ KARO KAPLAMA	651	9	660
BİNA GİRİŞ SACAGI YAPILMASI	674	10	684
BLOK GİRİŞ SERAMİK VE MERMER KAPLAMA	657	17	674
BLOK GİRİŞ DUVAR SERAMİK VE POSTA KUTUSU	674	5	679

YANGIN TESISATI BRANSMAN VE SPRINGER MONTAJI	409	165	574
DOGALGAZ TESISAT MONTAJI	505	127	632
DAIRE ONU ISTASYON VE SAYAC MONTAJI	506	127	633
PIS SU TESISATI	296	109	405
YERDEN ISITMA TESISAT MONTAJI	496	91	587
TEMIZ SU TESISATI	498	90	588
BALKON SUZGEC MONTAJI	498	91	589
ISLAK HACIMLER SUZGEC MONTAJI	592	107	699
DEKORASYONLU DAIRE VITRIFIYE MONTAJI	652	69	721
TESISAT SAFTI ISITMA ANA KOLON HATTI	370	24	394
TESISAT SAFTI PIS SU ANA KOLON HATTI	339	19	358
TESISAT SAFTI YANGIN ANA KOLON HATTI	370	19	389
KALORIFER KAZANI, HIDROFOR, BOYLER MONTAJI	585	29	614
TEMIZ SU ALTYAPI IMALATLARI	658	29	687
DOGALGAZ ALTYAPI IMALATLARI	688	19	707
RADYATOR MONTAJI	757	17	774
HAVALANDIRMA KANAL MONTAJI	379	14	393
MENFEZ YAPILMASI	663	24	687

TESISAT SAFTI TEMİZ SU ANA KOLON HATTI	395	11	406
TESISAT SAFTI DOĞALGAZ ANA KOLON HATTI	630	10	640
ASPRATÖR HAVALANDIRMA KANALI (FLEX) MONTAJI	703	11	714
YAGMUR INIS MONTAJI	578	9	587
BASINCLI HAVALANDIRMA KANAL MONTAJI	388	5	393
KAT HOLU ASMA TAVAN İCİ MEKANİK İMALATLARI	637	5	642
BOS BORU VE KASA MONTAJI	26	313	339
PANO, TABLO, ELEKTRONİK SAYAC MONTAJI	339	233	572
DESANT VE KABLOLAMA	267	204	471
YANGIN İHBAR VE ALARM TESİSATI	429	127	556
DAİRE İCİ ANAHTAR-PRİZ ARMATÜR MONTAJI	679	82	761
INTERCOM TESİSATI	681	81	762
ORTAK ALAN ANAHTAR-PRİZ-ARMATÜR MONTAJI	663	73	736
TV VE TELEFON TESİSATI	674	63	737
SAFT İCİ ELEKTRİK TAVA VE KABLO MONTAJI	369	59	428
ELEKTRİK TESİSATI İŞLETME TECRUBESİ (TEST)	763	29	792
ELEKTRİK ALTYAPI İMALATLARI	638	19	657
BLOK SAYAC PANOSU MONTAJI	573	14	587

YANGIN TESİSAT İŞLETME TECRUBESİ (TEST)	615	9	624
TEMEL TOPRAKLAMA İŞLERİ	-	6	6
KAT HOLU ASMA TAVAN İÇİ ELEKTRİK İMALATLARI	642	5	647
BLOK GİRİŞ APLİK VE SARKIT MONTAJI	708	4	712

AGTR _{gl}	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	AG7	AG8	AG9	AG10	AG11	AG12	AG13
T1						12							
T2						9							
T3						12							
T4						9							
T5						16							
T6						9							
T7						16							
T8						16							
T9						16							
T10						12							
T11						9							

T30		16											
T31		12											
T32		12											
T33		16											
T34		20											
T35		20											
T36		12											
T37	16	20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
T38		12			12		12	12		12		12	
T39		12			12		12	12		12		12	
T40		12			12		12	12		12		12	
T41	16												
T42	25	25											
T43				12									
T44										20			
T45	25	25											
T46	20												
T47	12	12	12	12	12		12	12	12	12	12	12	12

O6	5
O7	10
O8	15
O9	10
O10	15
O11	10
O12	5
O13	10
O14	10
O15	10
O16	10
O17	10
O18	15
O19	15
O20	10
O21	10
O22	10
O23	5

O24	10
O25	10
O26	10
O27	10
O28	10
O29	10
O30	15
O31	10
O32	10
O33	15
O34	10
O35	15

ILGlo,g eğer o önlemi g aktivite grubu ile ilgili ise 1, değilse 0													
	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	AG7	AG8	AG9	AG10	AG11	AG12	AG13
O1	1												
O2	1					1							
O3						1							

O4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O5	1												
O6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O7						1							
O8						1							
O9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O10						1							
O11						1							
O12						1							
O13						1							
O14						1							
O15						1							
O16						1							
O17						1							
O18	1												
O19						1							
O20						1							
O21						1							

O2	1					1							
O3						1							
O4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O7						1							
O8						1							
O9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O10						1							
O11						1							
O12						1							
O13						1							
O14						1							
O15						1							
O16						1							
O17						1							
O18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O19						1							

O20						1								
O21						1								
O22						1								
O23				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O24				1	1		1	1	1	1	1	1	1	1
O25				1	1		1	1		1		1		
O26				1	1		1	1		1		1	1	
O27		1												
O28		1												
O29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O30		1			1		1	1		1		1		
O31	1	1												
O32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
O35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ML_{o,g} : o önleminin g aktivite grubu için maliyeti

	AG1	AG2	AG3	AG4	AG5	AG6	AG7	AG8	AG9	AG10	AG11	AG12	AG13
O1	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738	285738
O2	176	0	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	0
O3	0	0	0	0	0	3837	0	0	0	0	0	0	0
O4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O6	722	366	33	409	851	50	340	491	257	474	101	531	477
O7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O8	0	0	0	0	0	1980	0	0	0	0	0	0	0
O9	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342	342
O10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O12	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0
O13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O17	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0

EK 2: ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyisim, İsim: Kağan Erkek

Uyruğu: T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri: 4.6.1989 - Ankara

Medeni Durumu: Evli

Telefon Numarası: 0555 777 1989

E-Posta: kaganerkek@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi (İnşaat Mühendisliği)	2013
Lise	Ankara Sıhhiye Atatürk Anadolu Lisesi	2007

İŞ DENEYİMİ

Kurum	Yıl
Sinpaş Yapı Endüstrisi Ve Tic. A.Ş (İnce İşler Şefi)	2016
Sinpaş Yapı Endüstrisi Ve Tic. A.Ş (Saha Mühendisi)	2013