



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMI İLE PROJE
ÇİZELGELEME VE KIYMETLİ METAL VE MÜCEVHER
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

**End.Müh. Emrah İŞÇİGİL
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Endüstri Müh. Programı**

**Danışman
Doç. Dr. Şakir ESNAF**

Temmuz, 2008

İSTANBUL

Bu çalışma 08/09/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Şakir ESNAF (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Necmettin AKTEN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Yrd. Doç. Dr. Murat AKAD
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Yrd. Doç. Dr. Alp BARAY
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Yrd. Doç. Dr. Numan ÇELEBİ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

numan 31

ÖNSÖZ

Giderek artan bir rekabetçi global bir pazarda projelerin yönetimi, özellikle de ürün geliştirme çabaları firmalar için gitgide güçlü ve rekabetçi sonuçlar üreten alanlardan birisi olmaktadır. Pazara ürünlerini daha hızlı sürerek daha yüksek miktarda başlangıç kar paylarına sahip olabilen firmalar müşterilerine karşı daha duyarlı olabilmektedirler ve daha uzun satış ömürleri olan ürünlere sahip olacaklardır.

Kritik Zincir eş zamanlı olarak kaynakların daha etkin kullanılması sağlanırken, proje yönetiminin daha hızlı ve daha yüksek tahmin edilebilirlik ile tamamlanması amacıyla Eli Goldratt' ın Kısıtlar Teorisinin proje yönetimine uygulanması metodolojisi dir. Kritik Zincir metodu bunu proje diyagramlarının ortalama faaliyet süreleri ile oluşturulmasıyla, planlanmayan tekrarların ve diğer gecikmelerin absorbe edilmesi için emniyet tamponlarının projelerin sonlarında toplanmasıyla gerçekleştirmektedir.

Kritik Zincir ile proje süresi ile eş zamanlı olarak çizelgeleme riskinin de minimize edildiği ve çalışan işgücünü ve iletişimi geliştirecek bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Tezimin hazırlanması sırasında bana destek olan, çalışmam süresince bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren danışman hocam Doç. Dr. Şakir Esnaf'a, katkılarından dolayı uygulamanın yapıldığı Sezer Hediyelik Eşya Ltd. Şti'nin sahibi Z. Hakkı Sezer'e , çalışma boyunca beni destekleyen ve üzerimdeki iş yoğunluğunu hafifletip benim tez üzerinde yoğunlaşmamı sağlayan çalışma arkadaşım Erhan Yazıcı'ya ve eşime desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Temmuz,2008

Emrah İŞÇİGİL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	İ
İÇİNDEKİLER	İİ
ŞEKİL LİSTESİ.....	V
TABLO LİSTESİ	VI
KISALTMALAR	Vİİ
ÖZET.....	1
Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı İle Proje Çizelgeleme ve Kıymetli Metal ve Mücevher Sektöründe Bir Uygulama	1
SUMMARY	2
Project Scheduling With Theory of Constraints Approach and An Application in Precious Metal and Jewellery Sector.....	2
1.KRİTİK ZİNCİR PROJE YÖNETİMİNE GİRİŞ	3
1.1. Giriş	3
1.2.Kısıtlar Teorisi ve Kritik Zincir Yaklaşımı	4
1.2.1.Kritik Zincir Proje Çevrim Süresi Üzerine Odaklanır	5
1.2.2.Adanmış Gayret	5
1.3.Kritik Zincir, Kritik yolu Nasıl Geliştirir?	6
1.4. Neden yeni bir yaklaşıma ihtiyaç duyuluyor?	8
1.5.Büyük bir buluş mudur yoksa yeni bir şey değil midir?	10
1.5.1.Optimal Çizelgenin Tanımlanması.....	12
2.KRİTİK ZİNCİR METODOLOJİSİNİN ÖZETİ.....	13
2.1.Kritik Zincir Teorisi	13
2.2.Kritik Yol Çizelgesini Kritik Zincir Çizelgesine Çevirmek	17
2.3.Kaynak Hazır Olma Uyarıları (RRA).....	22
2.4.Tek Projeye Karşı Çoklu Proje Uyarlaması	25
2.5.Temel Proje Çizelgeleme	26
2.6.Kritik Zincir Özeti	26

2.7.Kritik Başarı Faktörleri	27
2.7.1.Liderlik Katılımı	27
2.7.2.Uyarılama Planlaması.....	28
2.7.3.Sonuçlar	29
2.8. Kritik Zincir Proje Yönetimi Kritiği.....	30
2.8.1.Faaliyet Süreleri ve Güvenlik Marjları.....	30
2.8.2.Emniyet Tamponlarının Planlama ve Kontrolde Kullanılması.....	30
2.8.3.Çoklu Proje Planlama.....	32
2.8.4.CCPM in Kapsamı	32
2.8.5.CCPM'in Adaptasyonu	33
3. PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİNİN UYGULANMASI.....	34
3.1 Proje Yönetim Sisteminin Sistemsel Tanımı ve Tasarlanmayan Sonuçlar...	34
3.1.2 Parkinson Kanunu	37
3.1.3 Öğrenci Sendromu	38
3.1.4 Çoklu Görevlendirme	39
3.3.5 Temel İkilem	40
3.2 İstenen Sonuçlar	41
3.2.1 Temel Zıtlığın Çözülmesi.....	41
3.2.2 Kaynak Kısıdı.....	42
3.3 Kritik Zincir Proje Yönetimine Giriş.....	42
3.4 Kritik Zincir'in Özellikleri ve Diğer Proje Yönetim Metodolojilerinden Farkları	43
3.4.1.Gantt Çizelgeleri	43
3.4.2. PERT (Proje Geliştirme ve Gözden Geçirme Tekniği)	43
3.4.2. CPM (Critical Path Method - Kritik Yol Metodu)	45
3.4.3. Kritik Zincirin Diğer Proje Yönetimi Yaklaşımlarından Farkı	45
3.5 Kritik Zincir Çözümü Geliştirme	47

3.5.1 Proje Kısıtlarının Belirlenmesi	47
3.7.2 Belirlenen Proje Kısıtlarının Kullanımı.....	48
3.6 Kritik Zincir Proje Planı Geliştirme	50
3.6.1 Süreç	50
3.6.2 Tampon Belirleme	52
3.6.2.1 Proje Tampon Belirleme	56
3.7 Kritik Zincir Proje Planı Oluşturma Metotları	57
3.7.1 Manüel Metot	57
3.7.2 Yazılım Metodu	58
3.8 Çoklu Projelerde Kritik Zincir Proje Planı Geliştirme.....	58
3.8.1 Çoklu Projelerde Kısıtın Tanımlanması.....	58
3.8.2 Çoklu Projelerde Kısıtın Yok Edilmesi.....	61
3.8.3 Çoklu Projelerde Kritik Zincirin Özellikleri.....	62
3.8.4 Çoklu Projeler Kritik Zincir Uygulamasına Bir Örnek.....	66
4. UYGULAMA.....	69
4.1. Uygulamanın amacı	69
4.1.1.Pazar Kısıtı Nedir?.....	69
4.1.2.Genel Kaynak Modeli	69
4.2.Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesine Kritik Zincir Metodolojisi Uygulaması	71
4.3.Çalışmanın Sonucu.....	83
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Olası Faaliyet Süresi Çıktılarının Dağılımı[2]	13
Şekil 2.2 : Öğrenci Sendromu[2]	15
Şekil 2.3 : Çoklu Görevlendirmenin Arttırılması[2].....	16
Şekil 2.4 : Çizelgeleme Yapısı Gecikmeleri Devam Ettirirken, Kazanımlar Devam Etmez[2]	17
Şekil 2.4b : Goldratt'ın Başparmak Kuralını Kullanan Zincir Güvenlik Düzeyi[18]	18
Şekil 2.5 : Emniyet Tampon Süresinin Çizelgenin Sonunda Toplanması[2]	20
Şekil 2.6:Küme Teorisi Emniyet Tamponlarının Azaltılmasına İmkan Sağlar[2]	21
Şekil 2.7: Kritik Zincirinin Kaynak Bağımlılığını Dikkate Alması[2].....	22
Şekil 2.8 : Kaynak Hazır Olma Uyarıları[2].....	23
Şekil 2.9 : Emniyet Tamponları Odaklanma ve Erken Uyarı Sağlar[2]	24
Şekil 2.10 : CCPM'e Göre Tipik Proje Ağı[6]	31
Şekil 3.1 : Proje Sisteminin Gösterimi [8].....	34
Şekil 3.2 : Temel Zıtlık [8]	36
Şekil 3.3: Faaliyet tamamlanma sürelerindeki varyasyonun güvenlik alanını tanımlamak için kullanımı [8].....	37
Şekil 3.4 : Çoklu Görevlendirme [7]	39
Şekil 3.5 : Çoklu görevlendirme temel zıtlığı [8]	40
Şekil 3.6 : Diğer üç zıtlığı doğuran temel zıtlık [7]	40
Şekil 3.7 : Basit Kritik Zincir Analizi [7]	47
Şekil 3.8 : Proje Sonuna eklenen güvenlik payı [7].....	48
Şekil 3.9 : Kritik Zincirde Besleme Tampon Kullanımı [2].....	49
Şekil 3.10 : Faaliyet Süreleri ve Tamamlanma Olasılığının Varsayılan Dağılımı[11] ..	53
Şekil 3.11 : Faaliyet Süresindeki Belirsizlik[15]	55
Şekil 3.12 : A,B ve C'nin Fark Büyüklükleri[15]	55
Şekil 3.13 : Davul Çizelgeleme [7]	64
Şekil 3.14 : Davul Çizelgelemede Kapasite Kısıt Tamponu [7].....	64
Şekil 3.15 : Yazılım Projesinin Kritik Yol Çizelgesi [14]	66
Şekil 3.16 : Yazılım Projesinin Kritik Zincir Çizelgesi[14]	66
Şekil 3.17 : Yazılım Projesinin Kritik Zincir Çizelgesi - UI Kısıtlı[14]	67
Şekil 3.18 : Yazılım Projelerinin Çoklu Kritik Zincir Çizelgesi [14].....	68
Şekil 4.1 : Maliyet Fayda Diyagramı.....	70
Şekil 4.2 : Kritik Yol Planı	81
Şekil 4.3 :Kritik Zincir Metodolojisi ile Çizelgeleme Planı	82
Şekil 4.4 : Uygulama Kritik Yol-Kritik Zincir Karşılaştırması	86

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1 : Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Faaliyet Listesi ...	72
Tablo 4.2 : Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Kritik Yol Faaliyet Listesi	74
Tablo 4.3: Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Kritik Zincir Faaliyet Listesi	76
Tablo 4.4: Kritik Yola Göre En Erken Başlangıç ve Bitiş Zamanlarının Hesaplanması.....	78
Tablo 4.5: Kritik Zincire Göre En Erken Başlangıç ve Bitiş Zamanlarının Hesaplanması.....	79
Tablo 4.6: Kritik Zincir ve Kritik yola Göre Faaliyetlerin En Erken Başlama ve Bitiş Sürelerinin Karşılaştırılması.....	84

KISALTMALAR

TOC	: Kısıtlar Teorisi
CCPM	: Kritik Zincir Proje Yönetimi
CPM	: Kritik Yol Metodu
PERT	: Proje Geliştirme ve Gözden Geçirme Tekniği
WIP	: Yapılmakta Olan İş
RRA	: Kaynak Hazır Olma Uyarıları
İD	: İstenmeyen Durumlar
MGA	: Mevcut Gerçeklik Ağacı
GGA	: Gelecek Gerçeklik Ağacı
BB	: Buharlaşan Bulut
GP	: Güvenlik Payı
AFM	: Agresif-Fakat-Mümkün
YDM	: Yüksek Derece Muhtemel

ÖZET

KISITLAR TEORİSİ YAKLAŞIMI İLE PROJE ÇİZELGELEME VE KIYMETLİ METAL VE MÜCEVHER SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Rekabetçi küresel pazarda yeni ürünlerin pazara sunulma hızında oluşacak kısaltmalar rekabet edebilirlik açısından firmalara büyük bir avantaj sağlayacaktır. Önceleri pazarda ilk olmak avantaj olarak kabul ediliyordu. Fakat şu anda pazarın beklentilerine hızlı bir şekilde cevap veren firmaların sektörlerine öncülük yapmakta ve pazar fırsatlarından fazlasıyla istifade etmektedirler.

Özellikle ürün-hayat döngüsünün kısa çevrimlere sahip olduğu kuyumculuk gibi sektörlerde, modanın, gündelik alışkanlıkların ya da mevsimsel farklılıkların çok çabuk değiştiğini göz önünde bulundurursak, yeni ürünlerin pazara sunulma zamanlarının hızında oluşacak iyileşmenin firmaya büyük bir avantaj sağlayacağı aşîkârdır.

Tezin birinci bölümünde, Kritik Zincir Yaklaşımı hakkında genel bir bilgi verilmiş ve neden böyle bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğu üzerinde durulmuş, ikinci bölümünde ise bu yaklaşımın temellerinden bahsedilmiş ve eleştirel tarafları ele alınmıştır. Üçüncü bölümde proje yönetimindeki uygulama adımları ve diğer planlama araçları arasındaki farklar ortaya konmuş ve son olarak ta kuyumculuk sektöründeki yeni ürün geliştirme faaliyetlerindeki uygulamalarda Kritik Zincir yöntemin kullanılması ile oluşan kazanımlar sayısal olarak ifade edilmiştir.

Böylece Kritik Zincir kullanımı ile ürün geliştirme faaliyetlerinde firmaların elde edebileceği katma değer de vurgulanmıştır.

SUMMARY

PROJECT SCHEDULING WITH THEORY OF CONSTRAINTS APPROACH AND AN APPLICATION IN PRECIOUS METAL AND JEWELERY SECTOR

In the competitive global market, the firms will provide a great advantage by reducing the “time to market” of their new products in terms of competitiveness. To be the first in the market was accepted as an advantage formerly. But the firms meeting the expectation of the market rapidly have been pioneering in their sector at present time and have been utilizing from the market opportunities mostly.

It is obvious that improvement of the time to market for new products will provide a crucial advantage for the firm by considering that fashion, daily habits and seasonal variations change rapidly such as jewelry sector having shorter life-cycle circles.

In the first section of the thesis, a general overview was introduced and it was focused on why such an approach was needed, in the second section fundamentals of the approach were mentioned and the critics of the approach were stated. In the third section, application steps in project management and the differences with the other planning tools were expressed and finally, benefits of the usage of critical chain approach in jewelry sector for new product research&development activities were stated quantitatively.

Thus, added value which will be obtained by the firms with the usage of this approach was emphasized.

1.KRİTİK ZİNCİR PROJE YÖNETİMİNE GİRİŞ

1.1. GİRİŞ

Kısıtlar Teorisinden (TOC) türetilmiş olan algoritma ve metotlara dayanan Kritik Zincir Proje Yönetimi (CCPM) konsept ve metodolojisi kısıt kaynaklı proje çizelgelemeyi (Goldratt,1997) çözebilmek için 1997’de sunulmuştur.[1]

Kritik Zincir Yaklaşımı, Kısıtlar Teorisi geliştirme yaklaşımını kullanarak bir organizasyonun bütünsel olarak geliştirilen projelerinin yönetilmesinde kullanılan bir yoldur, Kritik Zincir projelerin nasıl planlanacağı, çizelgeleneceği ve yönetileceği konusunda bazı stratejik değişiklikler ileri sürmektedir. Kritik Zincir metotları özellikle proje çevrim süresinin (kalite ve kapsam gereksinimleri içerisinde) geliştirilmesine odaklanır. Bazen, projeden çok daha yüksek çıktı üretebilme amacıyla kaynak maliyetlerinde bilinçli değişimler yapılır.

Gelişimin büyüklüğüne bakılacak olursa, Kritik Zincir yönetilen projelerin sadece küçük bir kısmını değil, projenin tüm süreçlerinin etkilemektedir. Birçok tecrübeli proje yöneticisinin Kritik Zincire gösterdiği tepki biraz negatif oldu. Öncelikle, uzun yıllar profesyonelce proje yönetmiş olan kişilerin çoğu böyle bir gelişimin mümkün olacağına kuşkuyla yaklaştılar. İkincisi, Kritik Zincirin bazı noktalarının, özellikle Proje Yönetim Bilgisinin mevcut yapısı ile ilgili en iyi uygulamalar da çelişki içerisinde olduğuna dair tartışmalar söz konusudur.[3]

Leach’e göre CCPM proje çizelgeleme uygulamalarıyla diğer CPM ve PERT gibi geleneksel proje çizelgeleme metotlarına göre %10’dan %50’ye kadar daha hızlı ve daha ucuz gerçekleşme sağlanmasıyla güven kazanmaktadır. CPM/PERT kaynak kısıtlarını dikkate almaksızın öncelik bağımlı ağ diyagramındaki en uzun sıralı ardışıklığa sahip proje faaliyetlerinin türetilmesine ve kontrolüne vurgu yapmaktadır. Kaynak mevcudiyeti ve öncelik bağımlılığının her ikisi birden dikkate alındığında, kritik zincir, tüm proje süresini belirleyen ve proje diyagramındaki en uzun yolu şekillendiren öncelik/kaynak bağımlılığına sahip proje faaliyetlerinin ardışıklığı olarak

tanımlanır. Eğer kaynaklar daima sınırsız miktarlarda mevcut ise, o zaman bir projenin kritik zinciri onun kritik yoluna denktir.

Kritik Zinciri korumak ve uygulamak için, proje zaman tahminleri ve faaliyet sürelerindeki belirsizliği yansıtmak için emniyet tamponları kullanılır. Proje tamponu, besleme tamponu ve kaynak tamponu olmak üzere üç tip emniyet tamponu kullanılır. Proje tamponu proje son tarihini korumak için kritik zincirin sonuna eklenir. Besleme tamponları kritik faaliyetlerin zamanında başlamasını engelleyecek olan gecikmelere karşın kritik zincirin beslenmesi için yollara eklenir. Proje ve besleme tamponlarına karşın eklenen güvelik zamanları olan kaynak kısıtları ise kritik faaliyetler için gerekli olan kaynakların zamanında hazır olmasını sağlamak için kullanılan uyarıcı/hatırlatıcı sistemlerdir.[1]

1.2.KISITLAR TEORİSİ VE KRİTİK ZİNCİR YAKLAŞIMI

Kısıtlar Teorisi bütünsel ya da süreç gelişimi ile ilgili sistem odaklı bir yaklaşımdır. Kritik Zincir yaklaşımı TOC prensiplerinin proje yönetimine uygulanmasıdır. Kısıtlar Teorisi sistemin bir zincir gibi olduğunu varsayar. Bir zincir yalnızca en zayıf bağlantısı kadar kuvvetlidir. Proje hedeflerini gerçekleştirmek, birçok farklı insanın, departman ve fonksiyonların birbirine bağımlı olan bir dizi faaliyetin işbirliğini gerektirmektedir. Bunun ve Kritik Yol Yaklaşımı altında yatan konseptlerin arasındaki temel fark, kritik yol sadece mantıksal olarak ilgili faaliyetleri içerirken, kritik zincir mantıksal ve kaynak ilişkili faaliyetleri içermektedir. En zayıf halkayı (sistem kısıtı) bulmak ve sağlamlaştırma inancı yalnızca kişisel projelerde değil aynı zamanda işletmenin projelerinin bütünü içinde ölçülebilir gelişme adına çok büyük bir fırsat vermektedir.

Bu proje yönetimine profesyonel bir yaklaşımı benimsemiş organizasyonlar için mükemmel bir haberdur. Her TOC geliştirme çabası bugün yaptıklarımızın çoğunun iyi olduğunu kabul etmektedir. Biz sistemi değiştirecek bir ya da iki kaldıraç bulmak istiyoruz, böylece sonuçlar mevcut yaklaşımlardan daha iyi olacaktır. Geleneksel teknikleri kullanan başarılı proje yöneticileri Kritik Zincir Yaklaşımının birçok açısını benimsemiş durumdadır. Sıklıkla, eğer bir sistemin sadece önemli bir noktası bile eksik olsa, tüm sistem başarısız olur, ya da performansı önemli düzeyde bozulur. Kritik Zincir

topyekûn gelir ve en iyi sonuçları elde etmek için var olması gereken sistemin tüm yönleri hakkında yönetim eğitilir.

1.2.1.Kritik Zincir Proje Çevrim Süresi Üzerine Odaklanır

Kritik Zincir herhangi bir projenin tamamlanması için gereken zamanın miktarına odaklanır. Bir projeler grubunda Kritik Zincir tüm projelerin kümülâtif çevrim süresini en çok etkileyen faktöre yoğunlaşmaktadır. Bu faktör organizasyonun stratejik ya da kritik kaynağı, aynı zamanda “Davul” olarak bilinir. Baştan sona proje performansının geliştirecek Kritik Zincirin kritik faktör üzerindeki odağı onun en önemli katkılarından birisidir.

Çevrim zamanını geliştirme çabalarımızın önemli bir hedefi olarak kabul ederek, odağımızı uzun çevrim zamanlarının nedenlerine çevirmeliyiz.

1.2.2.Adanmış Gayret

Projelerde biten zaman (süre) ile gayret arasında bir fark vardır. Gayret adanmış ya da adanmamış bir şekilde uygulanabilir. Örneğin, adanmamış çok sayıda faaliyet eş zamanlı atanmış bir kaynağa sahipken, adanmış kaynak faaliyet tamamlanıncaya kadar sadece bir faaliyete tamamen atanmıştır. Adanmamış gayret sürenin uzamasını beraberinde getirir. Kritik Zincir verimi arttıracak şekilde çabanın adanmasının önemine dikkat çeker ve çevrim zamanını optimize eder. Kritik Zincir analizi tek bir projede çevrim zamanını etkileyen en büyük faktörün adanmamış biten zamana göre yapılan faaliyet sürelerinin tahmini uygulaması olduğunu ve buna bağlı olarak, belirli bir tarihe göre bu faaliyetlerin yürütülmesi olduğunu gösterir. Çoklu proje ortamında, proje çevrim süresini etkileyen en büyük faktör kaynak dar boğazıdır. Bu faktör mevcut sistemin işini (yeni projeler şeklinde vs.) organizasyona tüm projelerin çevrim süresini en çok etkileyecek olan en kritik kaynak kapasitesine bakmaksızın zorlar.

Kritik Zincir hem tekli hem de çoklu proje faktörlerinin süresinin azaltılmasını ifade eder.[3]

1.3.Kritik Zincir, Kritik yolu Nasıl Geliştirir?

Kritik Zincir kaynakların etkin bir şekilde dengelendiği iyi bir kritik yol ağının olduğunu varsaymaktadır. Bu noktadan başlayarak, kritik zincir planlamayı optimize edecek kabiliyeti geliştirir ve gelişmiş proje izleme ve kontrol aşaması belirler. Dikkat edilmesi gerekir ki Kritik Zinciri başarılı bir şekilde uygulamak için gereken adımların bazıları bir organizasyon için önemli değişimler olabilir. Aşağıdakiler Kritik Zincir Yaklaşımının çalıştığı ve değer kattığı spesifik yollardır.

1. Kritik Zincir Yaklaşımını kullanarak, takım üyelerinin bir proje faaliyetini mümkün olan en kısa zamanda ve periyodik olarak ne kadar gün kaldığının rapor edilmesini sağlayacak şekilde kendilerini adamalarını beklemektedir. Bir projeyi planlayınca, faaliyet sürelerinin organizasyonun bir seferde çok sayıda faaliyete atanan kaynaklarının mevcut durumlarına bakmaktan ziyade, atanan kaynaklarla en kısa ne kadar süre alacağını tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu özellikle “öğrenci sendromu” ve “Parkinson Kanunu” olarak bilinen davranışları azaltır.
2. Kötü Çoklu Görevlendirme kalıcı ve önemli bir şekilde azaltılır. Kötü Çoklu Görevlendirme birbirine bağlı bir şekilde faaliyet tahminleri ile ilgili sürelerin azalması ile devam eder ve insanların diğer işlerine başlamadan mümkün olan en kısa sürede faaliyetlerini bitirmeleri sağlanır.
3. Projenin yürütülmesinde, insanlar faaliyetlerini zamanında bitirmeleri için ölçülmez ya da sorumlu tutulmazlar. Faaliyetlerin yönetilmesinde zamanın gelip gelmediği kontrol edilmez. İnsanların çıkıtlarını diğer kaynaklara mümkün olan en kısa sürede aktarmaları beklenir. Anlık son tarih kullanımı kısıtlıdır.
4. Mantıksal faaliyet bağımlılığında olduğu gibi kaynak bağımlılığını da dikkate alarak, birbirine bağımlı olan faaliyetlerin en uzun ardışıklığı daha açık bir şekilde görülebilir.
5. Emniyet Tamponları (olası rezervlerin planlanmasına eşit olan) çizelgelemenin ve nasıl yönetileceğinin anahtar parçalarından birisidir. Projenin tamamlanma

tarikhlerinin kesinliğinin arttırılması yeteneği emniyet tamponlarının kullanımı ile yakından alakalıdır. Stratejik olarak plana koyulan emniyet tamponlarının kullanımı, planlamacıya bütün genel neden değişikliklerinin (zamandaki değişiklikler tahmin edilebilir bir şekilde oluşurlar çünkü yürütölen projelerin içerisinde sistemin parçalarıdır) açık bir şekilde yerleştirilmesine olanak sağlar. Emniyet tamponu tipleri Proje tamponları, Besleme tamponları, Davul tamponlar ve Stratejik Kaynak tamponlarını içerirler.

6. Kritik yol aylak zaman kavramını ya da kritik olmayan yoldaki faaliyetlerde ne kadar esneklik olduğunu belirlemek için yayılan bir konsepti kullanır. Kritik Zincir Yaklaşımı kritik zincire giren her bir kritik olmayan yol (ya da besleme) üzerindeki faaliyetleri gruplar ve kritik zinciri besleme tamponu ile korur.Kritik Zincir Yaklaşımı faaliyet ağı boyunca besleme tamponlarının kullanımı konusunda net ve sistemattir.
7. Bu, süreçteki işler için erkenden yatırım yapılması cesaretini kırmak için kritik olmayan faaliyetlerin mümkün olan en geç zamanlarda çizelgelenmesine müsaade eder. Aynı zamanda “Öğrenci Sendromu” ve “Parkinson Kanunu” olarak adlandırılan davranışları önemli derecede azaltır. Erken başlangıçlar bunu yapmak için önemli stratejik bir neden olmadıkça yapılmaz.
8. Sıklıkla, Kritik Yol yürütme esnasında değişir, çünkü faaliyet zamanlarında değişiklikleri absorbe edecek emniyet tamponu yoktur. Eğer doğru olarak uygulanırsa, Kritik Zincir planlar ve Kritik Zincir planı ve Kritik Zincirin kendisi projenin hayatı boyunca değişmez, çünkü emniyet tamponu faaliyet süresindeki belirsizlikleri absorbe eder.
9. Kritik Zincir kaynak bazlı bağılılıkları bulunan projelerde çoklu proje ortamlarının var olduğunu kabul eder. Bir başka ifadeyle, projeler en azından bazı faaliyetler için ortak bir kaynak havuzunu paylaşır.
10. Kritik Zincir Yaklaşımı projelerin toplamına karşın bir kritik kaynağı (Davul Kaynağı olarak adlandırılır) tanımlar. Aşırı yükleme ya da mevcut olmama

durumlarında, bu tüm projelerin proje çevrim zamanını etkileyecek en olası kaynaktır.

11. Projelerin çakışmayacak bir şekilde sisteme girişi, projelerin akışını geliştirmek, her bir projedeki tahmin edilebilirliği arttırmak ve kötü çoklu görevlendirmeden kaynaklanan etkiyi minimize ederek kritik kaynakların etkinliğinin artırılması için kullanılır. Daha kısa bir proje çevrim zamanı ve kaynak arttırmadan sisteme sokulan projelerin sayısının artırılması, yeni projelerin çakışmayacak şekilde başlatılmasından kaynaklanmaktadır.
12. Kritik Yoldaki dikey izlenebilirliğe benzer olarak, Kritik zincir planı ve detaylı çizelgeler varlıklara bağlanır. Detaylı seviyelerdeki herhangi bir mantık özet seviye(ler)de yansıtılmalıdır.
13. Kritik Zincirin faydaları, performans ölçme sisteminin, politikaların ve Kritik Zincir yaklaşımında yer alan eğitimin uygulanması ile organizasyon için kalıcı olarak korunur.[4]

1.4. NEDEN YENİ BİR YAKLAŞIMA İHTİYAÇ DUYULUYOR?

CPM/PERT gibi diğer proje yönetimi metotlarını değiştirmeye ya da geliştirmeye neden ihtiyaç duyulmuştur. Açık bir şekilde CPM/PERT sıklıkla işe yaramamaktadır.

Kritik Zinciri geliştirme nedeni var olan metotlarının, yaklaşımların ve hatta pahalı yazılımların kronik problemlerinin varlığıdır. Her proje yöneticisinin karşılaştığı geç tamamlanma, aşırı harcamalar ve diğer arzu edilmeyen sonuçlar birbirinin benzeridir. Bu tür problemlerin üstesinden gelmedeki eksiklikler, başından sonuna özenli bir analizi ve asıl problemi bulan ve o anda büyük bir çözümü icat eden TOC' nin kullanımını gerektirmektedir. Bu üç TOC gelişim sorusunun sorulmasını zorunlu kılar: Ne değişecek?, neye değişecek? ve değişim nasıl sağlanacak?

Goldratt iki büyük kavramsal fikrin olduğunu savunur. İlki, çıktı olarak adlandırılan şey insanın kafa yapısıdır. Yöneticileri “yerel değil, global olarak düşünmeye” teşvik eder. Bu projenin hedefini-istenen özellikler ve bütçede projenin zamanında tamamlanması,

gerçekleştirecek yetenek kadar projenin bir parçasında hareket ya da kararın diğer parçalarındaki neden-sonucunu anlamayı gerektirmektedir. İkincisi ise proje yönetim ortamının ele aldığı temel davranış tarzıydı. Ortam istatistiksel dalgalanmaları olan bağımlı olaylarla karakterize edilir. Böyle bir ortamda güvenlik zamanı koşulu ve onun kullanımı hayati derecede önemlidir.

Goldratt projenin daha fazla sürmesinin ana nedeninin, her bir faaliyetin tahmini zamanlarındaki oluşturulan güvenlik zamanının yanlış kullanımı olduğunu iddia eder. O PERT’te kullanılan üç zaman tahmininin ve CPM çizelgelemesinde onların ağırlıklı ortalamasının kullanılmasının sonucunda projenin tamamlanması için gereken sürelerin verilmesinde gereğinden daha fazla değerler verileceği yönünde bir eğilimin olacağına inanmaktadır. Goldratt bunu “ bir projedeki var olan belirsizlik, problemlerin çoğunun altında yatan ana nedendir. Şimdi görüyoruz ki insanların gözleri buna kapalı değil ve kendi planlarında çok fazla güvenlik ekliyorlar” şeklinde ifade eder. Herhangi bir projedeki belirsizlik hayatın bir gerçeği olduğu gibi, anahtar mesele bu belirsizliğin yönetilmesidir.

Eğer güvenlik zamanı her bir tahminde oluşturuluyorsa, bu tüm faaliyetler birbirine bağlandığında zamanında tamamlanma olasılığının daha fazla olması gerektiğini gösterir. Öyleyse neden daha yüksek oranda süre uzamaları ile karşılaşırız? Goldratt’a göre bunun cevabı yönetimin işgücü psikolojisini anlayışının altında yatar. Çünkü çalışanlar tahminlerine güvenlik sürelerini eklediklerinde zamanında başlamaları için endişe duymalarına ihtiyaç olmayacaktır. O nedenle başlangıçlar değişebilir. Her şeyi son anına bırakan bu davranış “Öğrenci Sendromu” olarak adlandırılır. Zamanında başlanılsa bile elde daha zaman olduğu hissinden dolayı tüm akış boyunca bu şekilde devam etmeme eğilimi vardır. Bir başka muhtemel neden ise daima başka bir şeyi yapmaya zorlayan çoklu görevlendirmedir.

Bir sonraki aşama için hazırlık yapılmamasının diğer nedeni olarak, bir sonraki faaliyetin ne zaman biteceğinin bilinmemesi olarak tanımlar. Sonuç olarak, önceki faaliyet gerçekten bitmeden faaliyetler başlamaya hazır olmuyorlar. Son tartışma ise tamamlanan faaliyetlerin erkenden duyurulmamasıdır, bu beklentiden dolayı gelecekte daha erken bitirilmesi talepleri gelecektir. Bir sonraki sefere yöneticiler, tahmin

edilenden daha iyi bir zamanda son seferde işlerin tamamlanması nedeniyle, sağlanan zamanda azaltmaya gidebilirler.[16]

1.5.BÜYÜK BİR BULUŞ MUDUR YOKSA YENİ BİR ŞEY DEĞİL MİDİR?

TOC'nin proje yönetimine girişi bazı dirençlerle karşılandı: Duncan bir soru ve cevap köşesinde TOC'nin ağırlıklı olarak 1950'lerde Forrester tarafından geliştirilen sistem ve dinamiklerden ve 2. Dünya Savaşına uzanan istatistiksel proses kontrolden alıntılar yaptığını söyler. TOC proje yönetiminin yeni anlayışlar olarak bazı iyi fikirler sunduğunu fakat bu fikirlerin yeni olmadığını iddia eder.

Drucker yeni teknolojinin birçoğunun yeni bilgi olmadığını söyler. Buluş yeni bir anlayıştır. Uzun süre etraflarında olmasına rağmen, daha önce başkalarının bir araya getirmeyi düşünmediği şeyleri bir araya getirmektir. O zaman TOC proje yönetiminin altında yatan fikirlerin yeni olup olmadığının, hatta daha da ötesinde TOC Proje Yönetiminin uygulayıcılara fayda sağlayacak şekilde yenilikçi bir yol oluşturup oluşturmadığı cevaplanmalıdır.

Elton ve Roe Kritik Zinciri gözden geçirir ve yaklaşımın proje yönetimine disiplin getirdiğini kabul ederler. Aynı zamanda TOC'nin münferit projelerde iyi çalıştığını, fakat şirketlerin proje portföylerini en iyi nasıl yönetebileceği konusunda yetersiz kaldıklarını söylerler, bu nedenle üst düzey yöneticiler diğer tavsiyeler ile birlikte Goldratt tarafından sunulan yol gösterici ilkeleri de eklemelidirler. Elton ve Roe Kritik Zincirin çoklu projelerin çizelgelenmesi konusunda çok bir şey sunulmadığını ifade ederken haklılardır.

TOC belirli teknikleri geliştirmek için kullanılan bir yönetim felsefesidir. Böyle bir tekniğin proje çizelgeleme için geliştirilmesi Goldratt'ın romanının temel temasıdır. Bir teknik geliştirmek için felsefenin uygulanması son olarak Rand tarafından özetlenmiştir. Rand, Barber et al. ve Patrik tek bir proje için tüm TOC felsefesinin uygulanmasını tanımlarken, tek ve çoklu projeler ile ilgili uygulamalar Leach ve Newbold tarafından

tanımlanır. TOC felsefesinin proje zaman yönetime uygulanmasının proje süresini azalttığı iddia edilir.

Ayrıca, bir projede bir işi yapan bireyler çoğunlukla eş zamanlı devam eden diğer projelerde de görevlendirilirler. Çoklu görevlendirme ya da projeler arasındaki geçişler bir sürü negatif sonuç ile sonuçlanır. Çoklu görevlendirmenin verimsizliği bazı yazarların dikkatinden kaçmadı: Örneğin Clark ve Wheelwright yeni ürün geliştirme projelerinde eş zamanlı olarak bir mühendisine optimumda iki proje atanması gerektiğine inanırlar. Duncan tarafından ifade edilmeyen bir başka çoklu görevlendirmenin negatif etkisi ise şudur: çizelgeye güvenliğin eklenmesinin bir sonucu olarak, bireylerin üzerindeki projedeki işlerin planlanan başlangıç zamanında başlatılması baskısı düşüktür. Bunun yerine çalışanları sıklıkla bir başka proje de çalışma yoluna saptırır. Bir faaliyet için çizelgelemede beklenmedik durum güvenliği ilave edildiğinde, planlama esnasında galip gelen kötümserliğin başlangıç tarihini izleyen periyot süresinde yerini iyimserliğe bıraktığı görülür. Faaliyet için mevcut olan süre tükenince, faaliyeti gerçekleştirmek için baskı artar ve yalnızca son aşamada faaliyete gereken dikkat gösterilir. Bu şekilde planlama esnasında eklenen tedbirler israf ediliyor ve hatta faaliyetin zamanında tamamlanmaması gibi bir risk oluşabiliyor.

TOC Proje Yönetimi sadece mümkün olduğunca çoklu görevlendirmeden kaçınılması prensibinin uygulanmasının teşvik edilmesinden bir adım öteye gidildiğini iddia eder-bu proje yöneticisine bu kuraldan ne zaman sapabileceğini söyleyen bir takip mekanizması sağlar.

Projenin yürütülmesi esnasında insan davranışları hakkındaki varsayımların önemi planlama esnasındaki davranış hakkındaki varsayımların önemi ile benzerdir. Projenin yürütülmesi esnasındaki davranışlar üzerine varsayımlar geçerli olmamalıdır, bu toplama prensibi hala uygulanacağı ve proje süresi de hala azalacağı için tekniği geçersiz kılmayacaktır. O nedenle proje yönetimi sırasındaki insan davranışı ile ilgili varsayımda kritik değildir. Bununla birlikte, eğer geçerli olsaydı, TOC zaman yönetim tekniğinin durumunu güçlendirecekti.

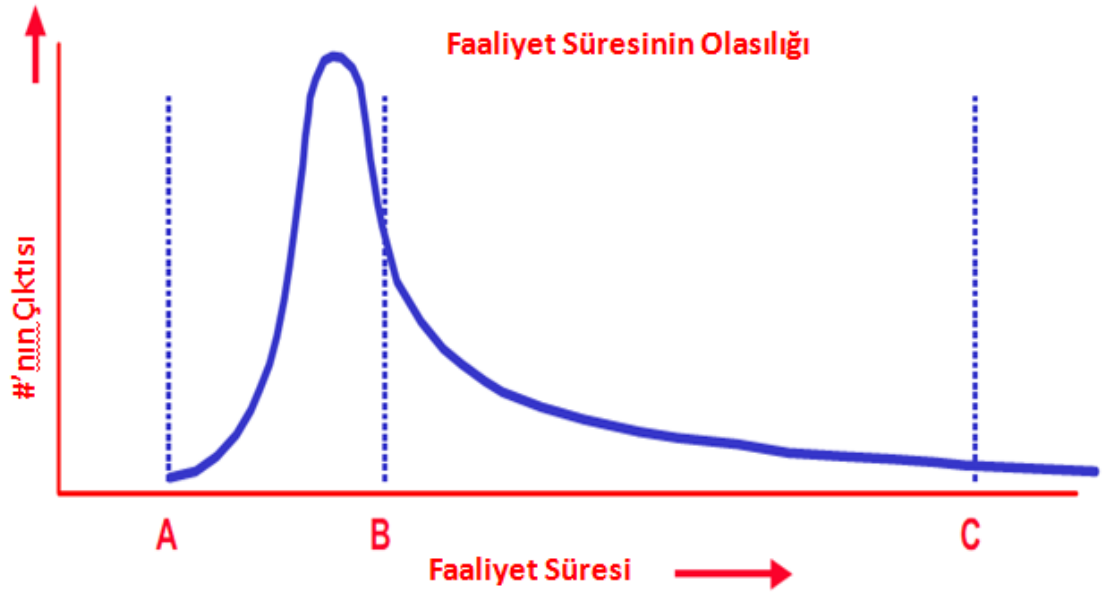
1.5.1.Optimal Çizelgenin Tanımlanması

Uygulayıcılar anlamalıdır ki faaliyet sürelerindeki doğru verinin mevcut olmayışı yüzünden, mükemmel bir proje çizelgeleme geliştirmek bir efsanedir. Bir çizelge simule ve optimize etmek için herhangi bir modele girilen veri yalnızca tahminlerdir. Dikkate alınan bu belirsizlikle, uygun ve yeterince iyi olabilecek birden fazla çizelgeleme çözümü olabilir. Ayrıntılı teknikler özellikle üst düzey insan kaynağı olarak büyük bir yatırım gerektirirler. Optimize edilmesi gereken inşa sadece çizelgelemenin kendini değil aynı zamanda o çizelgeyi gerçekleştirmek için büyük bir miktarda da çabayı içermektedir. Chapman ve Ward bu fikri risk yönetimindeki terimlerle anlatırlar: Riski azaltacak yatırımın düzeyi riskin kendi içerisinde bir risk olabilir. TOC'nin sunduğu çizelgelemenin avantajı basit olması ve nispeten daha kısa bir sürede proje personeli tarafında düşünülebilir olmasıdır. [17]

2.KRİTİK ZİNCİR METODOLOJİSİNİN ÖZETİ

2.1.KRİTİK ZİNCİR TEORİSİ

Kritik Zincir Eliyahu Goldratt tarafından yazılan, 1997’de yayınlanmış kitabın adıdır.Goldratt performansı geliştirmek için Kısıtlar Teorisinin (TOC) projelere nasıl uygulanacağını ana hatları ile anlatmıştır.Goldratt’ın ilk kitabı ,Goal (Amaç) Kısıtlar Teorisinin fabrika ortamına nasıl uygulanacağını tanımlayarak üretimde devrim yapmıştır.Kısıtlar teorisi, herhangi bir sistemin performansını arttırmak için,birisinin sistem kısıtını bulması gerektiği ve o zamanda kısıtın kapasitesini arttıracak şekilde çaba gösterilmesine konsantre olunması gerektiğini benimseyen bir yönetim felsefesidir. Basitleştirmek gerekirse, CPM (Kritik Yol Yönetimi) gibi tipik proje yönetiminde, faaliyet süreleri gerçek hayatta oldukça olasılıklı iken belirliymiş gibi davranılır. Proje yöneticileri, bilinmez bir şekilde birçok istenmeyen sonuca neden olan bilgisayarların gelişinden önce tasarlanmış metodolojileri kullanarak işlerini kolaylaştırmaya çalışıyorlardı. Yazılım proje yöneticisinin proje yönetiminin doğasında var olan belirsizliğin üstesinden gelmesine ve daha dinamik bir şekilde çizelgeleme yapabilmesine yardımcı olabilir.



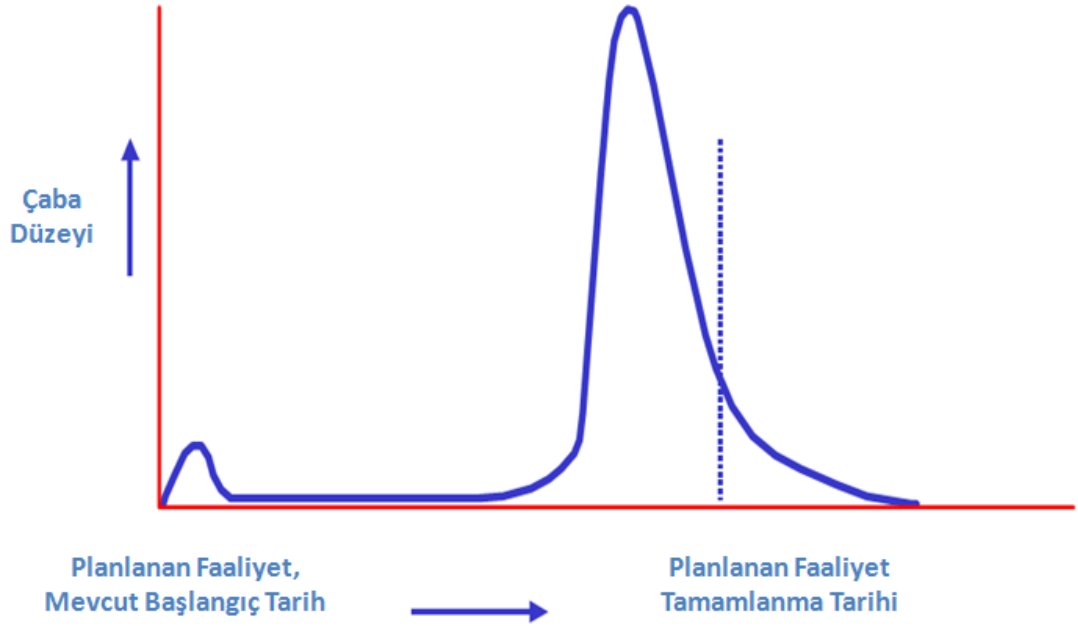
Şekil 2.1 : Olası Faaliyet Süresi Çıktılarının Dağılımı[2]

Goldratt her bir faaliyet süresi tahmininde güvenlik süresinin olduğunu iddia eder. Yukarıdaki şekil 2.1 çoğu faaliyetin muhtemel çıktısını temsil eden genel bir dağılımı göstermektedir. Yalnızca çok iyi geçkeleşebilenler için sonlu bir sol uca sahip normal bir dağılımdır. Bir faaliyet asla sıfır ya da negatif bir zamanda bitemez. Diğer taraftan, çok fazla sayıda da kusurlu sonuçlar çıkabilir. Buda uzun sağ ucu açıklamaktadır. Bir kişiden faaliyet süresini tahmin etmesi istendiğinde, bilinçli olarak ya da bilinçaltında yukarıdaki gibi geçmiş verilerden oluşan bir grafiği aklına getirecektir. Zaman A “Saf (katıksız) Başarı”nın temelidir. Daha önce hiç faaliyet süresi tahmini yapmamış, proje yönetimine yeni birisi olmadıkça bunun tekrar etmesi pek de olası değildir. C zamanı ise olağanüstü durumlar olsa bile büyük olasılıkla gerçekleşebilir. Teşvik edici sistemler tahmini süreler vermek üzere çalışanlarını eğittiği için bu genel olarak kullanılan bir zamandır. Goldratt bunu “%95 zaman” olarak adlandırır, çünkü zamanın %95’inde kaynak tahmin edilen zamandan daha kısa sürede bitecektir.

Öte yandan, eğer yönetimin verilen bir zamana planlamayı sıkıştırmak için tüm tahmini süreleri kısaltmak gibi bir uygulaması varsa, bu takım üyelerine C ya da C+ süreleri vermek üzere daha da teşvik edici olacaktır. “az güvenlikle en iyi tahmini sürelerimizi önermeye çalışsak bile, zaten onlarda yeterince emniyet tamponu vardır. Saxena’ya göre bu aklımızın gerisindeki kaynak karmaşası ya da çoklu görevlendirme ve aynı zamanda “Zaten sonunda oraya varacak” düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Zaman B çıktılardan %50’sinin daha az, % 50’sininde süreden daha uzun zamanda gerçekleşeceğini temsil eder. Bir başka deyişle, eğer bir kaynak tahmin olarak bu süreyi verirse zamanında bitirebilmek için %50 şansı olacaktır. Bu medyan (orta) faaliyet süresidir. Buna karşılık Kahneman, Slovic, ve Tversky teoride ortalama faaliyet süresi kullanılabilir olduğunu fakat yapılan çalışmaların, insanlardan ortalama süreyi tahmin etmeleri istense bile onların, bunun yerine medyan süresini sağladıklarını ifade etmişlerdir. Sağ uzun uç nedeniyle, medyan süresi ortalama süreden birazcık daha az olabilir, fakat fark Kritik Zincirin amaçları için önemli olamamalıdır. C’den faaliyet tahmini süresinden B’ye kaydırarak saklanan zamanın bir kısmı o zaman bütün proje için baştan sona şok yutucu olarak davranacak şekilde zaman çizelgesinin sonunda toplanır. Bu toplanan emniyet tamponu süreye “Proje Tamponu” denir.

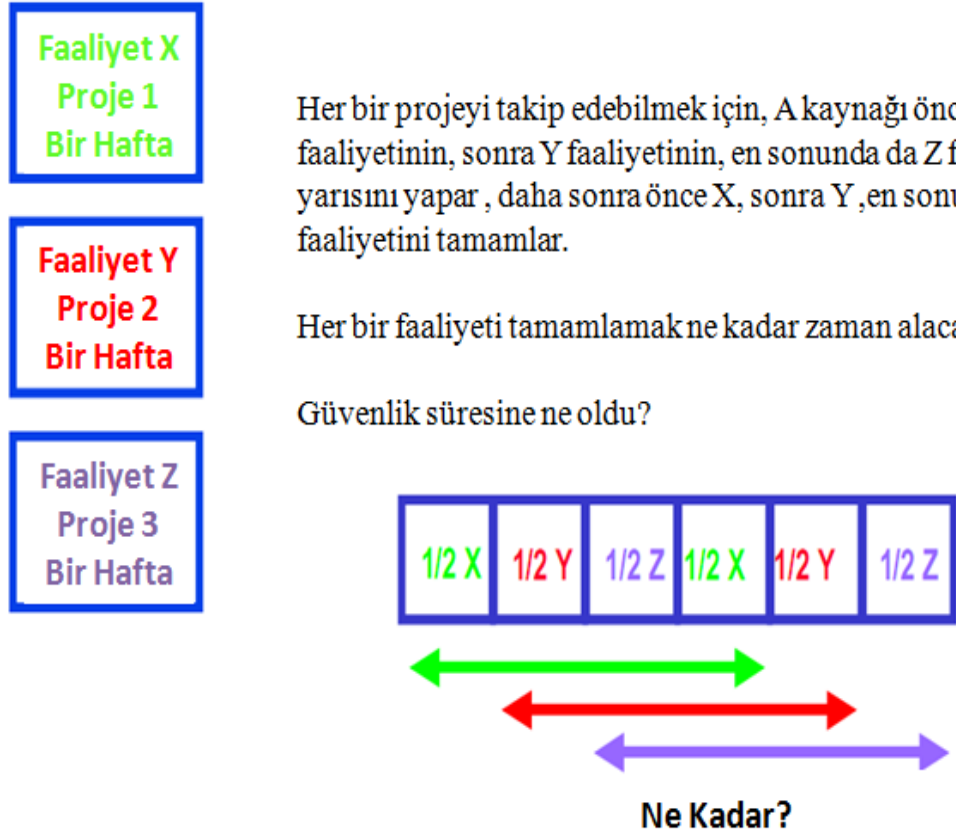
Birleştirilen emniyet tamponu aynı zamanda projenin kritik yolu ile kritik olmayan yollarının bağlantı noktalarına da yerleştirilir. Bu emniyet tamponu sürelerde “Besleyici Emniyet tamponu” olarak adlandırılırlar ve bunların amacı kritik yolu kritik olmayan yolların değişkenliklerinden korumaktır.

Sonunda toplamak yerine her bir faaliyet tahmininde küçük bir miktar emniyet tamponu sürenin bırakılması ile ilgili bir problem, güvenliğin sıklıkla iyi kullanıldığı sonlarda değil de faaliyet periyodunun başlangıcında israf edilmesidir. Goldratt güvenlik ya da emniyet tamponlarının tipik olarak üç şekilde israf edildiğinden bahseder. İlki Öğrenci Sendromudur.



Şekil 2.2 : Öğrenci Sendromu[2]

Goldratt bir kaynağın C zamanı üzerinde münazara ederken, onların faaliyeti yeniden değerlendirdiklerini ve en fazla ne kadar zaman alacağına karar verdiklerini ileri sürer. O zaman diğer projelerde daha kısa son tarihlerle bitmemiş olan işlerini yaparlar. Ne zaman son tarihe kadar yalnızda beklenen süreleri kalırsa, o zamanda çaba düzeylerini arttırırlar. Bu noktada, eğer beklenmedik bir problemle karşılaşırlarsa, son tarih kaçmış olur. Dikkat edin eğer kaynak işi atama yapıldığında başlatmış olsaydı, hala son tarihe kolayca ulaşabilecekti.



Şekil 2.3 : Çoklu Görevlendirmenin Arttırılması[2]

Eğer bir kaynağa atanmış önem derecesine göre azalan bir şekilde X,Y ve Z olarak üç faaliyet varsa, sıklıkla olan önce X faaliyetine başlanması ve bunun üzerinde iş tekrar önceliklendirilinceye kadar çalışılmasıdır. Çoğu proje yöneticisi onları sadece projelerinin optimize edilmesi ile ilgili kaygıya sürükleyen dürtülere sahiptir. Bu nedenle tipik olarak olacak olan Y'nin proje yöneticisi kaynağa gidecek ve faaliyetinde nasıl bir gelişme yaptığını soracaktır.Y'nin proje yöneticisini hayal kırıklığına uğratmak istemeyerek kaynak faaliyet X'de yaptığını bırakarak faaliyet Y üzerinde çalışmaya başlayacaktır.Aynı şey şekil 5'te gösterildiği gibi iş yüküne sebep olacak görev Z'de de olacaktır.Olan her bir haftalık faaliyetin tamamlanması için en azından iki hafta harcanmasıdır.Bu tablo faaliyetleri değiştirken gerekli olan hazırlık zamanlarını da göstermemektedir.Net etki şudur: her bir faaliyet eğer bizim kaynağımız tamamlanıncaya kadar önce X,daha sonra Y ve en son Z faaliyeti üzerinde çalışsaydı olması gereken zamanlardan daha geç bir sürede bitecektir.Güvenliğin harcandığı son

yol ise çoğu planlamanın yapısı ile yapılır.Çünkü faaliyetler çoklu gerekli önceliklere sahiptir ve gecikmelerde onlarla beraber devam ederken kazanımlar devam etmezler.



Şekil 2.4 : Çizelgeleme Yapısı Gecikmeleri Devam Ettirirken, Kazanımlar Devam Etmez[2]

Şekil 2.4'ün diyagram başlığı geleneksel bir çizelgeleme yapısının nasıl kaybet-kaybet duruma neden olduğunu betimlemektedir. Üç önceki faaliyetten herhangi birinde olacak olan gecikme sonrakine aksettirilirken herhangi bir zaman kazancı aktarılmaz. Önceki faaliyetlerin üçünün de erken tamamlanması halinde bile, çizelgelememizi son tarihlerin civarında yaptığımız için büyük olasılıkla sonraki kaynak kendi işini daha erken yapmaya hazır olmayacaktır.

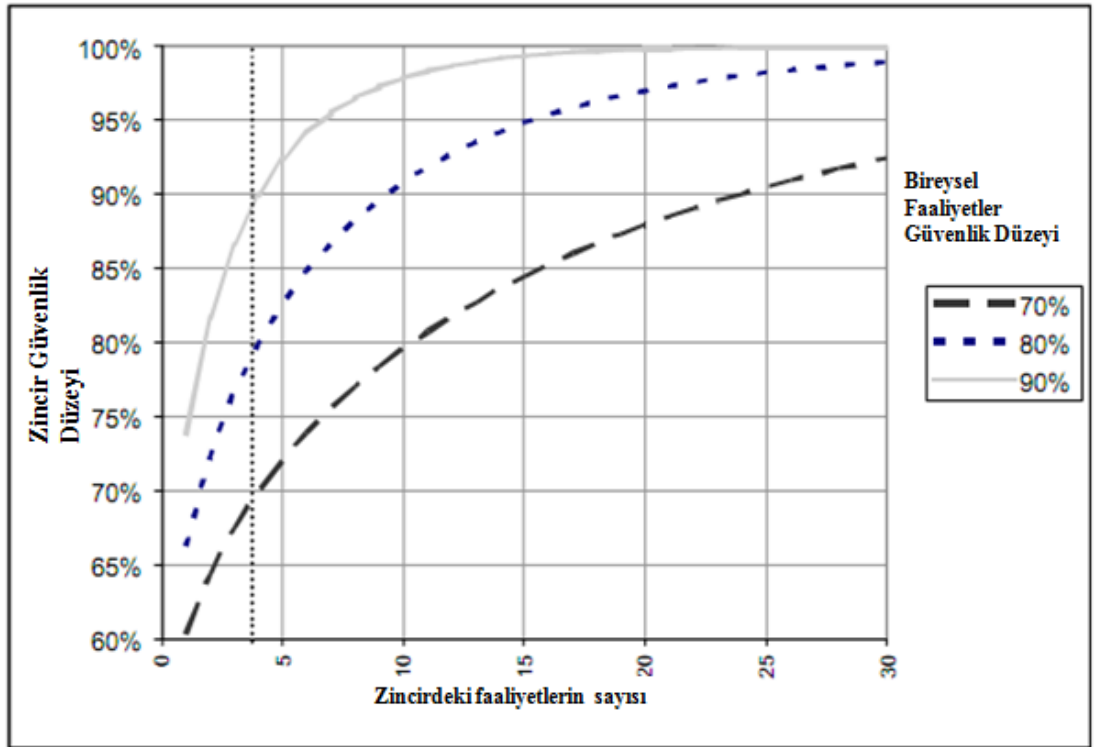
2.2.KRİTİK YOL ÇİZELGESİNİ KRİTİK ZİNCİR ÇİZELGESİNE ÇEVİRMEK

Bu bölüm bir final faaliyetinde birleşen yalnız iki kollu PERT çizelgesiyle anlatılacaktır. Çizelgenin basitliği dönüşümün mantığını aydınlatmaktadır ki gerçekteki daha karmaşık olan çizelgelere de yükseltilebilir.[2]

Konuya geçmeden önce konu ile ilgili olan Goldratt'ın başparmak kuralı hakkında fikir sahibi olalım. Güvenlik tamponlarının büyüklükleri ile ilgili olarak Goldratt ilgili

zincirden çıkartılan beklenmedik durum zamanlarının % 50'sine denk gelen bir güvenlik düzeyinin kullanılmasını önerir. Faaliyetlerin beklenen sürelerinin kullanılarak planlamanın yapılması ile faaliyet tamponunun yarısı (güvenlik zamanı-beklenen zaman) hareket ettirilir ve zincirin sonunda toplanır. Newbold, Herroelen ve Leus faaliyet sürelerinin bağımsız lognormal dağılımlarının kabulü altında güvenlik tamponu hesaplamasını uygularlar. Goldratt'ın başparmak kuralı genellikle güvenlik tamponunun büyüklüğünü gereğinden fazla tahmin eder.(Şekil 2.4.b)

Güvenlik tamponunun her bir faaliyete eklendiği geleneksel CPM'e nazaran Goldratt'ın başparmak kuralının çok daha yüksek bir olasılıkla daha kısa planlar türetmeye çalıştığına dikkat edilmesi gerekmektedir. Uygulamalarda faaliyetlerin sahiplerinin bu tüm beklenmedik durumların zincirin sonuna taşındığında, kendi faaliyetlerinin beklenmedik durumlarının göstermeye ve ortadan kaldırmaya daha istekli oldukları görülmektedir. Bu daha kısa planlar olarak sonuçlanmasa bile, bir şirketin düşünce tarzını geleneksel durumsallıktan kritik zincire değiştirirken çok yararlı bir ilk adım olduğu kanıtlanmıştır.[18]



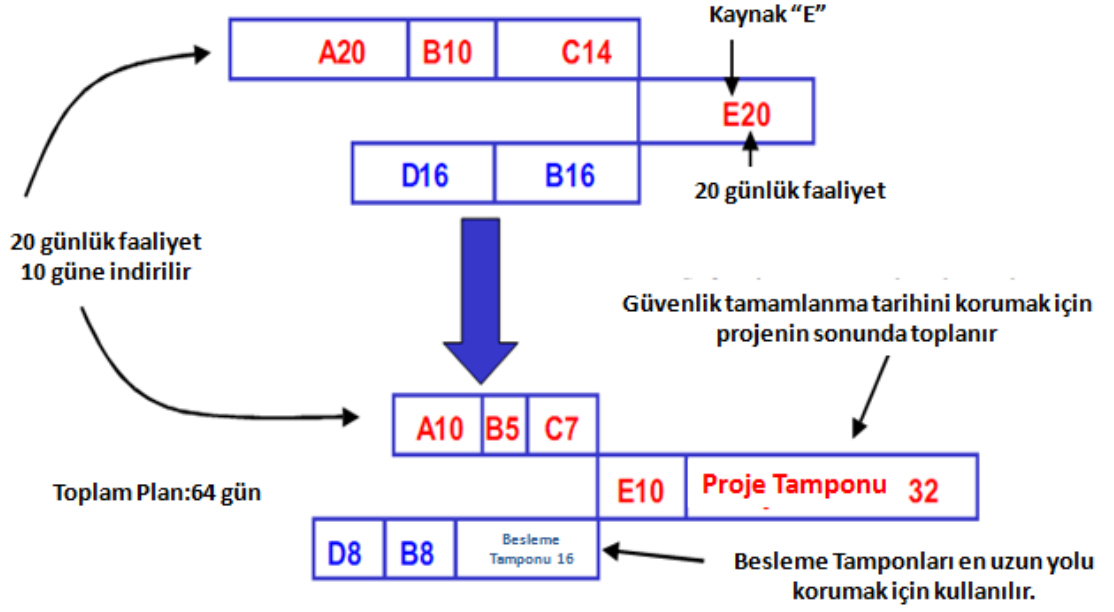
Şekil 2.4b : Goldratt'ın Başparmak Kuralını Kullanan Zincir Güvenlik Düzeyi[18]

Bu açıklamalardan sonra tekrar konumuza dönecek olursak, Şekil 2.5’de görüldüğü gibi her bir bloktaki harf verilen bir faaliyeti tamamlama için gerekli olan bir kaynağı (genelde bir kişi ya da insanlar topluluğu) temsil etmektedir. Her bir harf için yalnızca bir kaynağın var olduğunu varsayalım. Her bir bloktaki numara gün olarak faaliyetin tahmin edilen süresini temsil etmektedir.

Dönüşümde ilk adım her bir süre tahmininden güvenliğin çıkartılmasını ve her bir faaliyet (B süreleri) için medyan sürelerine gelinmesini sağlamaktır. Bu örnekte başlangıç C tahminin yarısı olarak gösterilir. Bu Goldratt tarafından kullanılması önerilen başparmak kuralıdır. Bir sonraki adım bütün güvenliği tüm projenin baştan sona emniyet tamponu gibi davranacak şekilde projenin sonunda toplamaktır. Pazarlama kampanyası için ya da üst yönetime verilecek bir tarih Faaliyet E’nin gösterilen bitişinde değil bu proje tamponunun sonunda olacaktır. Teoride, bu bir kritik zincir çizelgelemesinde yalnızca sabit kalan bir tarihtir. Bu proje tamponu çizelgenin gereken bir bileşeni olur ve dolgu maddesi olarak algılanmamalıdır.

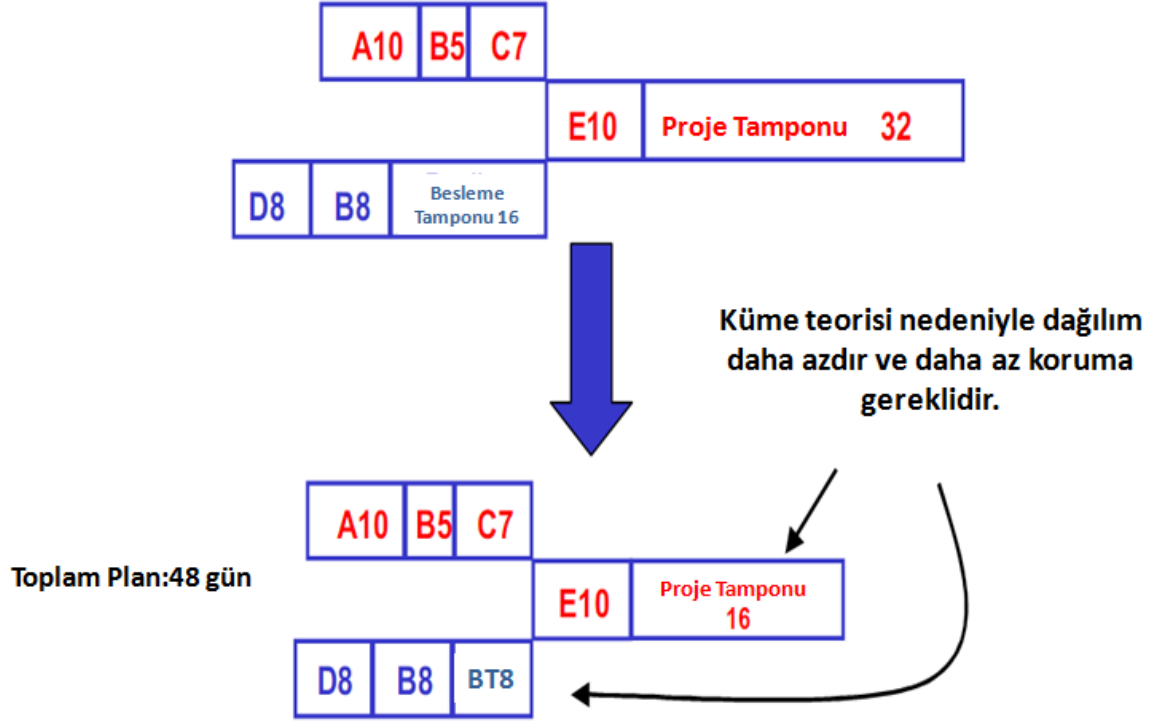
Daha kısa koldan gelen güvenlik de aynı zamanda besleme tamponunda dolduruldu. Bu besleme yolunun negatif değişikliklerine karşın kritik yolu muaf tutacak şekilde hizmet eder.

Kritik Zincir genellikle mümkün olan en geç zamanda başlar. Çünkü iş daha geç başlatılır ve tamamlanana kadar onun üzerinde çalışılır, bu devam eden işlerin (WIP) sayısının azaltılmasına yardımcı olur. Yönetimin bakış açısından bu faydalıdır, çünkü WIP maliyetlidir ve çalışanları çıkamaza sokabilir. Aynı zamanda bir takım için gerçekleştirmesi zor bir paradigma değişimi olabilir. Besleyen yollar tanımlı bir miktar(besleme tamponu)kadar riski azaltmak için gerekenden daha erken başlatılır. Görüldüğü gibi bu noktada çizelgenin her iki versiyonu da 64 gün uzunluğundadır.[2]



Şekil 2.5 : Emniyet Tampon Süresinin Çizelgenin Sonunda Toplanması[2]

Bir sonraki adım Kritik Zincirin en kuvvetli yönlerinden biri olarak kabul edilir. Rassal sayılar kümesi teorisi nedeniyle, baştan sona kritik zincirin değişimi, her bir kritik zincir faaliyeti için bireysel tüm eklenen değişimlerinin ilavesinden daha az olacaktır. Bir başka ifadeyle tüm faaliyetleri topladığınızda gereken korumanın miktarı esasen koruma olarak her bir tahmine eklenenden çok daha az olacaktır. Aşağıdaki örnekte, Kritik Zincirin yarım uzunluğunda emniyet tamponu bırakılarak, emniyet tamponu yarı yarıya azaltılır (Goldatt'ın önerisi).Aynısı besleme yollarına da uygulanır ki bir besleme tamponu isteğe bağlı olarak, korumaya karşı besleme kolunun yarısı uzunluğundadır.

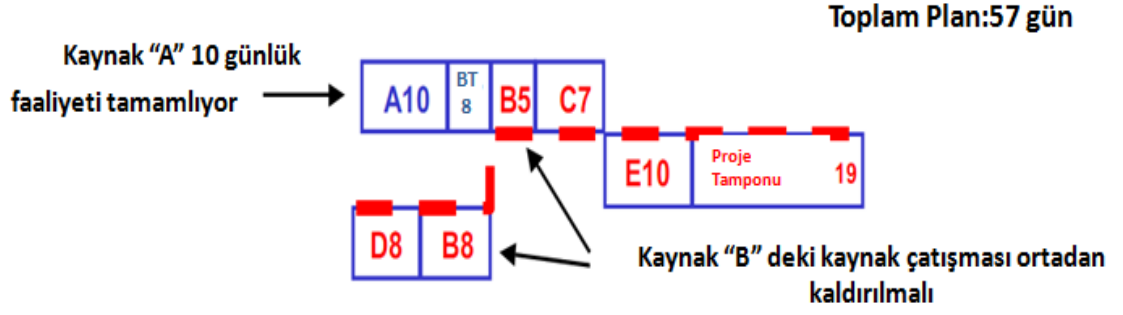


Şekil 2.6:Küme Teorisi Emniyet Tamponlarının Azaltılmasına İmkan Sağlar[2]

Çizelge 64 günden 48 güne düşürüldü, fakat Goldatt bu çizelgenin orijinal daha uzun olanından daha kısa sürede bitirilebilme şansının daha fazla olduğunu iddia etmektedir. Bu emniyet tamponunun işlerin iyi gittiği çizelgenin sonunda olması yüzündendir.

Hala bir problemin olduğuna dikkat edin. Kaynak B iki faaliyeti eş zamanlı olarak uygulamak için planlanmış. Birçok kişi gerçek dışı plana neden olduğunu kavramasına rağmen CPM (Kritik Yol Metodu) buna müsaade eder. Dönüşümdeki bir sonraki adım kaynak çakışmalarının ortadan kaldırılmasıdır. Bu CPM'den Kritik Zincir çizelgelemeye dönüştürülürken yapılır.

Şekil 2.7'de görüldüğü gibi besleme kolu daha erken başlatılır ve bağımlı faaliyetlerin en uzun zincirinin bir parçası olur. Kritik Zincir D8'den B8'e noktalı çizgiyi izler,B5'e kadar olan kaynak bağıllığı yüzünden. Kritik Zinciri belirsizlikten korumak için bir besleme tamponunun A10'un önüne yerleştirildiğine dikkat edin. Aynı zamanda, çizelgenin 48 günden 57 güne çıktığına dikkat edin, fakat şimdi daha gerçekçi ve tahmin edilebilir oldu, çünkü kaynaklar bir kerede yalnızca bir faaliyeti yüklenecek hale geldiler.



Şekil 2.7: Kritik Zincirinin Kaynak Bağımlılığını Dikkate Alması[2]

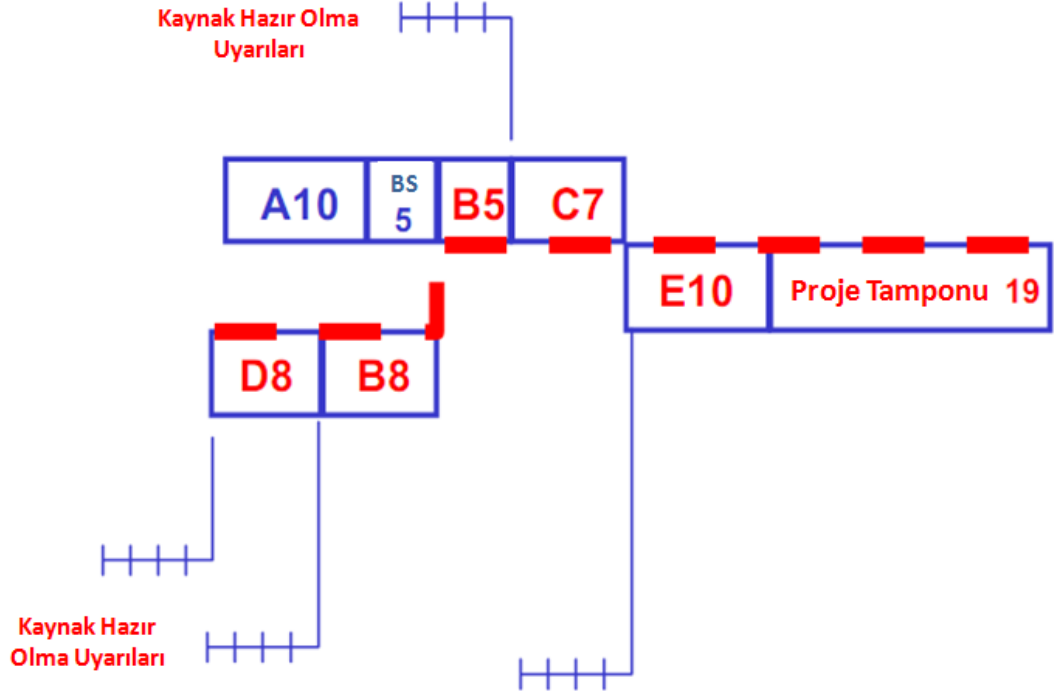
Erken bitişlerden yararlanmak ve geç bitişlerin etkin bir şekilde üstesinde gelmek için, Kritik Zincir çizelgesi çok dinamik olmalıdır. Proje yöneticilerinin çoğu lojistik yönünden dinamik bir çizelgenin yönetilemez olacağından endişe ederler ve bu nedenle daha basit bir yaklaşım olan son tarihlerin atanarak çizelgenin kilitlenmesi yolunu seçerler. Kritik Zincir çizelgesi sadece Kritik Zincir faaliyetlerinin esnek olmaları gerekliliği yüzünden yönetilemez olmaz.

Çok büyük değişiklikler olmadığı sürece, besleme yolları sabit kalır. Takım, uyarılma süresince tüm üyelerinin Kritik Zincir üzerindeki yaptıkları tüm işleri bırakıp, bitinceye kadar bu faaliyetler üzerinde durmaksızın çalışacakların dair bir anlaşma yapar. Bu bakımdan bir Kritik Zincir çizelgesi bayrak yarışı koşmaya çok benzer. Takım üyeleri bayrağı almak için beklerler ve da sonra bayrağı diğer takım üyesine devredinceye kadar mümkün olduğunca hızlı koşarlar. Kritik Zincir tanım olarak başından sonuna kadar projenin uzunluğunu tanımlar, bu nedenle bütün yönetimin dikkatini bu faaliyetler üzerinde toplamak ve onları mümkün olduğunca hızlı hareket ettirmek mantıklı gelmektedir.

2.3.KAYNAK HAZIR OLMA UYARILARI (RRA)

Goldratt tarafından kaynak tamponları olarak adlandırılan Kaynak Hazır Olma Uyarıları proje ekibine Kritik Zincirin farkında kalma imkânı sağlar. RRA'lar plan sorumluları ile takımın geri kalanı arasındaki iletişimin bir şeklidir. Plan sorumlusu faaliyet güncellemelerini plan ilerleyişleri olarak mevcut tüm kaynaklardan alacak (Goldratt günlük olarak önerir). Kaynaklar sadece faaliyetlerinin tamamlanmasına kaç çalışma günü kaldığını raporlamadılar. Önceki Kritik Zincir kaynaklarından biri beş günlük

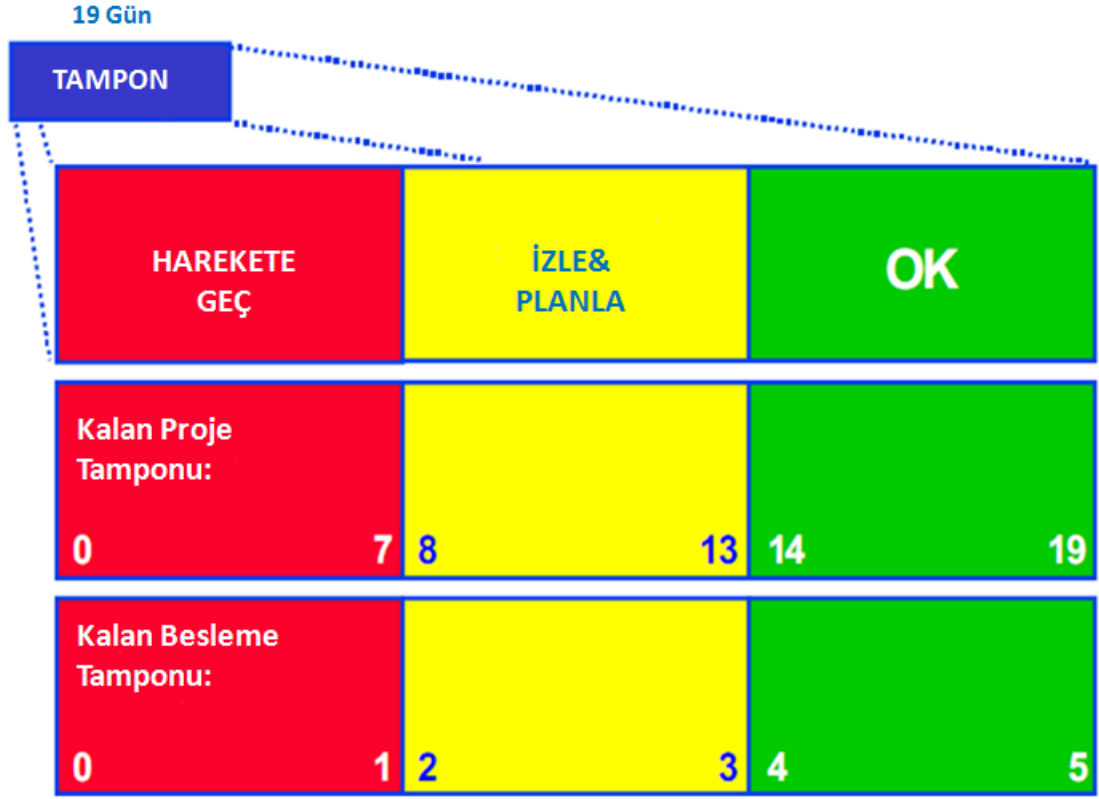
işini bildirdiğinde (Goldratt'ın önerisi), planın sorumlusu sonrakine Kritik Zincirde olmalarına yaklaşık olarak beş gün kaldığı bilgisini verir.



Şekil 2.8 : Kaynak Hazır Olma Uyarıları[2]

Bu sonraki için dinamik bir geri sayımdır. Önceki gelen iki gün sonra performansta bir düşüş olduğunu ve hala kalan gün sayısının beş olduğunu bildirirse, bu sonrakine aktarılır. Bu Kritik Zincir kaynaklarının kendi iş çizelgelerini planlamasına ve diğer proje yöneticilerinin kendi askıda bekleyen Kritik Zincir durumlarının farkında olmasını sağlar. Kritik Zincirin son büyük ayırt ediciliği planlamanın yönetildiği yoldur. Yönetim projeyi emniyet tamponların durumunu izleyerek kontrol eder. Bu onlara anlık dikkat gerektiren faaliyetleri vurgulamaya olanak sağlar. Tipik bir proje çok sayıda besleyici emniyet tamponlarına sahip olacaktır. En çok kullanılan besleme tamponu geciken Kritik Zincirin en yüksek olasılığı ile besleme yolunu korur. Bu nedenle, yönetim en çok tükenen emniyet tamponlarıyla besleme yolları üzerindeki uyarılara odaklanabilir.

Emniyet tamponları olası durumlar oluşmadan önlem alacak şekilde davranarak yönetime de yardımcı olur. Emniyet tamponu yönetimi tipik proje yönetimi teknikleri kullanılarak normalde keşfedilmeden çok daha önce potansiyel problemlerin altını çizer.



Şekil 2.9 : Emniyet Tamponları Odaklanma ve Erken Uyarı Sağlar[2]

Besleme ve proje tamponları trafik işaretleri göstergelerine benzeyen üç alana ayrılırlar.”Yeşil” alan “ok” olarak adlandırılır. Eğer bu kısım tüketilirse, yönetim hiçbir şey yapamaz. Bu mikro yönetimi engeller. Bir sonraki emniyet tamponu alanı “izle&planla” olarak adlandırılır, takım eğer daha fazla emniyet tamponu tükenirse harekete geçmek için bir plan şekillendirir. Son alan “Harekete Geç” olarak adlandırılır. Bu yönetimin takımından emniyet tamponunun büyüklüğünü arttırmak ya da en azında onun daha fazla aşılmasını engellemek için planlarını başlatmaları beklediği kırmızı alandır. Atılacak adımlar bazı faaliyetlere daha fazla kaynak atanması, hafta sonları çalışma, gerekli olmayabilecek bitiş-başlangıç kısıtlarının kaldırılması vb. olabilir. Bu özellikle yönetimin geçmişteki performansına göre her bir alanın büyüklüğünün belirleyebileceği projenin doğasında var olan bir değişkenliktir. Her bir alanın büyüklüğünün belirlenmesi bu bakımdan projede yönetimin katılımının düzeyini belirleyecektir.

Şekil 2.9’da, emniyet tamponlarının üç eşit parçaya bölündüğü görülmektedir. Yönetim takımın projede önden devam etmesini ve beklenmedik tekrarlara ya da Murphylerin

oluşması gibi emniyet tamponlarında tükeneceklerini beklemelidirler. Bu nedenle emniyet tamponları projede kaç tane kritik zincir kaldığına bağlı olarak parçalara ayrılmalıdırlar. Eğer bir projenin yalnızca iki haftalık Proje tamponu kalmış ve tamamlanması için dokuz haftaya ihtiyaç varsa, büyük bir olasılıkla son tarih geçilecektir. Diğer taraftan, bir proje Kritik Zincirinde iki hafta ve aynı şekilde iki haftalık emniyet tamponu kaldıysa, yönetim büyük bir olasılıkla çok endişeli olmayacaktır. Yönetimin ne kadar kritik Zincir ve besleme kolu kaldığını ya da emniyet tamponu kullanım yüzdesi ile ilgili olarak emniyet tamponlarını izlemesi gerekmektedir.

2.4.TEK PROJEYE KARŞI ÇOKLU PROJE UYARLAMASI

Kritik Zincirin iki ana kategorisi vardır. İlki tek proje uyarlamasıdır. Tekli proje uyarlamasının tanımı projelerin ağırlıklı olarak aynı kaynaklardan faydalanmamasıdır. Bir organizasyonda çok sayıda tekli Kritik Zincir projesi olabilir. Çoklu Proje uyarlaması çok sayıda eş zamanlı Kritik Zincir projesinin olduğuna ve birçok kaynağın projeler arasında paylaşıldığına işaret eder. Kaynakları çoklu projelerde planlamak çok daha zordur çünkü kısıtlı kaynağın ilk olarak hangi projeye atanacağına karar verilemesinde açık bir karar ölçüsü yoktur. Goldratt Kritik Zincir ve Kısıtlar Teorisinin bu global proje ölçüsünü sağladığını öne sürer. Çoklu projeler daha fazla koordinasyon gereksinimleriyle daha üst düzey bir uyarlama gerektirir. Bu seviyede, bir organizasyon hangi kaynağın ortalama olarak üstlenilen tüm projelerde kısıt olduğunu belirler. Daha stratejik olarak bir organizasyon hangi kaynağın kısıt olması gerektiğini tanımlamalıdır ve organizasyonun bütününde yeni projeler üstlenildiğinde kaynakların ya da kaynak gruplarının hareket etmelerini sağlamalıdırlar.

Örnek olarak, bir elektrik mühendisinin arzı çok az ise o zaman talebi fazladır, elektrik mühendisleri kendisi için kısıt olan organizasyon onu işe almak isteyecektir. Elektrik mühendisleri daima darboğaz olurken diğer tüm kaynaklar ortalama olarak daha çok tasarım kapasitesine sahip olacaktır. Bu nedenle, yönetim elektrik mühendislerinin tam kapasiteli olarak çalışacakları tasarım işgücünü planlayabilir. Elektrik mühendisleri faaliyetlerini tamamladıklarında şirkete daha fazla tasarım işi çekebilirler. Elektrik mühendislerinin ele alabileceğinden daha fazla işi almak sadece süreç içerisindeki işlerin (WIP) artmasına neden olur. Bu işletmeyi yavaşlatır ve çıktısını arttıracak hiçbir

şey sağlamaz. Elektrik mühendisleri tıpkı bir üretim tesisinin de darboğaz olan “davul vuruşu” gibi bu tasarım firmasının içinde aynı özellikleri sergilerler. Bu durumda, Goldratt’ın kısıtlar teorisinin proje yönetimine uygulanması kısıtlar teorisinin bir fabrikaya uygulanmasına çok benzemektedir, her ne kadar değişimler ve belirsizlikler tipik olarak proje yönetiminde çok daha fazla olsa bile. Goldratt uzun dönemde çoğu organizasyonun çoklu proje yönetimi ile uğraşacağını varsayar.

2.5.TEMEL PROJE ÇİZELGELEME

Kritik Zincir kullanımı diğer akliselim proje yönetim araçlarının kullanılmasını engelleyecek bir şey yapmaz. Faaliyetler ne kadar daha iyi detaylarda ayrıştırılırsa bu takıma faaliyetlerini daha iyi örtüştürmek ve Kritik Zinciri daha da kısaltmayı sağlayacaktır.

Takım birbirini takip eden şekilde ve paralel olarak yürütülecek faaliyetler arasındaki farkta çok deneyimli olmalıdır. Daima ardışık bir şekilde ya da belirli bir kişi tarafından uygulanan faaliyetlerin paradigmalarının kırılması özellikle önemlidir.

Bir takım önceden bir projenin kritik zincirini tanımladıysa, paralelde bu faaliyetleri yerine getirmek için tanımlanacak fırsatlara daha da yakından göz atabilirler. Proje süresini kısaltmak için kullanılan çoğu genel teknik Smith ve Reinertsen’ in “Yarı Zamanında Ürünlerin Geliştirilmesi” kitabında tartışılmıştır. Takım projenin kısıtını (Kritik Zincir) tanımlayacak ve ondan sonra bu kısıt üzerinde çalışacaktır. Bir kez böyle yaptıklarında, en kısa pratik çizelgelemeyi elde edinceye kadar bir sonraki kısıtı kırmaya çalışırlar.

2.6.KRİTİK ZİNCİR ÖZETİ

Kritik Zincirin amacı projelerin zamanında, belirlenen bütçede ve projenin (kapsam) amaçlarını daraltmaksızın tamamlanmasına yardımcı olmaktır. Kritik Zincirin ana noktaları aşağıdaki gibidir:

- Bu projelerin nasıl yönetileceği ve takım üyelerinin nasıl değerlendirileceği ile ilgili kültürel bir değişimdir.

- Çoklu görevlendirmeden kaçının, özellikle kritik zincir üzerindeyse.
- Bireysel zaman tahminlerinden ziyade tüm güvenlik süresini projenin sonunda toplayarak işin doğasında var olan belirsizliğe karşı korunun.
- Projenin kısıtı üzerine yoğunlaşın: birbirine bağlı faaliyet ya da kaynaklar zincirinin en uzununu (bağılılık standart CPM'in başlangıç bitiş bağımlılığı ya da kaynak bağımlılıkları) olabilir.[2]

2.7.KRİTİK BAŞARI FAKTÖRLERİ

Başarıya ulaşılması için bazı unsurların olması gerekmektedir. Bu unsurlar ne bir derece başarıyı yakalamış organizasyonlarda vardır ne de daha az başarılı uygulamalarda yoktur. Biz bu unsurları iki başarı faktöründe gruplandırırız-liderlik ve uyarlama planlaması.

2.7.1.Liderlik Katılımı

Bir organizasyonun üst düzey liderliğinin CCPM'in başarısına kritik bir şekilde katkıda bulunan önemli bir faktör olduğu evrensel bir anlaşma gibidir. CCPM yaklaşımının uyarlanması bir değişimdir ve uyarlama değişimi de liderliği gerektirmektedir. Organizasyonun açık ve tutarlı önceliklere geçeceği, çoklu görevlendirmenin azaltılacağı ve faaliyetlerin kısa sürede bitirileceği bir liderlik düzeyine sahip olun. Gereken değişim düzeyine ve yetkinin dağıtılmasına bağlı olarak, bu organizasyonda Bölüm Müdürü, genel Müdürü ya da Başkan Yardımcısı gibi üst seviyedekilerin katılımı demektir.

Üst düzey liderlik katılımından kastedilen:

Liderlik değişim için sorumluluk alır. Liderlik başından değişim sürecinin içerisinde yer almalı ve CCPM genel bir uygulama oluncaya kadar değişime liderlik etmeye devam etmelidir. Liderlik değişim sürecinin başarısı için açık bir şekilde sorumluluk alınacak noktayla ilgili olmalıdır.

Liderlik değişim sürecine katılır. Destek ve aktif katılım arasında bir fark vardır. Çoğunlukla liderlik değişim sürecinin başında işin, kişi yâda takıma projenin zaman kontrol edileceği ve gerektiğinde destek verileceği beklentisiyle verilir. Üst düzeydeki sıklıkla görülen zaman baskısı nedeniyle bu anlaşılabilir ancak bu gerçeklime değişim sürecini alt üst edebilir.

Liderlik alınan kararların değişimidir. Uyarlamaya liderlik etmek için, liderlik iş yapışlarını değiştirerek en önde gitmelidir. Gerçek liderlik eğer astlarının anlamlı değişiklikler yapmasını bekliyorsa büyük iş yapmalıdır. Astlarının kendilerini değiştirmeden değişiklik yapmalarını beklemek akıllıca değildir. Değişime liderlik etmek için bir başka güçlü yol ise karar almak için kullanılan bilginin değiştirilmesidir. Birçok organizasyonda, liderlik haftalık çalışan toplantılarındaki faaliyet son tarihi raporlarından emniyet tamponu raporlamalarına dönmüştür. Kaynak atama ve öncelik belirlemedeki kararlar proje tamponlarının durumlarına bağlıydı. Bu liderlik taahhüt derecesinin en üst göstergesidir.

2.7.2.Uyarlama Planlaması

Yapılacak kolay bir şeymiş gibi gözükmesine rağmen, kaç tane uyarlamanın ya zayıf bir şekilde planlanması yâda hiç planlanmaması şaşırtıcıdır. Planlamayı gerçekçi bir şekilde organizasyonun ihtiyaçlarını tahmin ederek başlayın. Projeler çok uzun zaman mı alıyor? Zamanında bitirebilme performansı bir problem mi? Eğer uyarlama organizasyonun mevcut durumunu göz ardı ederse ancak kör talih onu başarıya götürebilir. İhtiyaçlar doğru düzgün tanımlanırken, sonuçta gereken ödöl ya da cezayı da belirleyin. Eğer ki uzun proje süreleri problemse, o halde organizasyonun projeleri daha kısa zamanda tamamlayacakları şekilde değeri tahmin edin. Eğer son tarih performansı bir problemse tahin edebilirliği arttırmanın değeri nedir? Başarısız olmuş bir grup tanıyoruz ki organizasyonun ihtiyacı daha kısa projeleri başarmak olan bir uyarlama hedefi vardı. Proje hedeflerini belirlemedeki anahtar nokta herkesin projenin sonunda uygulamanın onlar için bir kazançla sonuçlanacağını inanmalarını sağlamaktır. Bir kere proje hedefleri belirlendiğinde, hedefleri gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan faaliyetleri tanımlayın ve çizelgeleyin. Faaliyetler genellikle eğitim, satın alma, ağların çizilmesi, raporların tasarlanması ve yayınlanması gibi şeylerle ilgilidir. Uyarlayanların gereken ilk birkaç faaliyetin ötesini göremedikleri için bocalayan projeler bilinmektedir.

Gecikme organizasyonda proje için değerli olan hız ve güvenilirlik kaybına neden olmuştur. Plan belirlendiğinde proje hedefini kesinlikle gözden kaçırmayın. Planlama sürecinde çıkmaza girmek kolaydır. Değişime her yerde ihtiyaç duyulmaz; aslında, karşı durma genellikle doğrudur. En başarılı uyarlamalar yalnızca bir avuç küçük fakat yüksek kaldırmaçlı değişikliklerin başarılmasına odaklanılanlar gibi gözükmetedirler.

Projenin yürütülmesi esnasında, kritik zincir faaliyetlerine odaklandığınızdan emin olun. Planlamanın parçası kritik zincir faaliyetlerindeki odağı korumak için kullanılacak mekanizmanın belirlenmesi olacaktır. Alt yükleniciler ve satıcılar kritik zincir faaliyetlerini yerine getirirken herkesin kritik zincire odaklanmasını sağlamak daha zordur. Dış organizasyonlar yokmuş gibi davranmayın. Bir şirket iki ana projesinde CCPM i başlattı. İlki ki başarılı olan geniş bir şekilde tanıtıldı. İkincisinde ise küçük bir başarısızlıktı, çünkü zamanında teslim edilmesi gereken sorumlulukların çoğu dış müteahhitlere delege edilmişti. Projenin başında uyarlama takımı sahada başka alt yüklenicileri kullanmak için alternatif yolları göz önünde bulundurmuş olsalar bile, bunu gerçekleştirmek için hiç bir şey yapılmadı. Sonuçlandırığında ise Müteahhidin kritik zinciri anlama eksikliği planlamada uzun kaymalara neden oldu. Plan düzeltildiğinde proje önemli derecede geride kalmıştı.

2.7.3.Sonuçlar

Şu anda yalnızca proje yönetimine Kritik Zincir yaklaşımın uygulanmasının anlamlı çabalarını görüyoruz. Uyarlamaların başarısını belirleyen iki önemli faktörün liderlik ve iyi planlama olduğuna inanırken, daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu hissediyoruz.[5]

2.8. KRİTİK ZİNCİR PROJE YÖNETİMİ KRİTİĞİ

2.8.1.Faaliyet Süreleri ve Güvenlik Marjları

CCPM tüm faaliyet sahiplerinin tahminlere göre işlerini yaydıklarını ve gerçek sürenin ayrılan zamanı dolduracak şekilde genişlediğini varsayar. Bu iki varsayım akla yatkındır, fakat CCPM teorisyenleri yalnızca kişisel alıntılara dayalı kanıtlar sağlarlar. Geçekte, son olarak Hill et al. (2000) tarafından yapılan çalışmadaki bulgular faaliyet sahiplerinin tahsis edilen zamanı sonuna kadar kullanacakları varsayımıyla çelişir ve aynı zamanda güvenlik faktörünün mevcut ise, kesinlikle %95 'lik güvenlik düzeyi için yeterli olmadığına işaret eder.

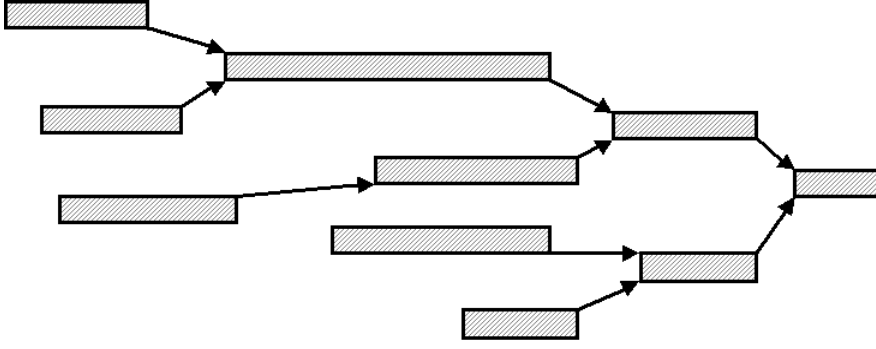
Bununla birlikte, CCPM varsayımlarında ilerlemeye devam edersek, hala CCPM'in tatmin edici bir şekilde ifade edemediği 2 sorun bulunmaktadır. İlki, faaliyet sahibi tarafından sağlanan muhtemel güvenlik faktörünün büyüklüğünü nasıl tahmin ederiz. CCPM tahminlerin %33 gibi bir yüzde ile azaltılmasını önerir. Açıkçası böyle bir yaklaşım kuşkuludur.

İkincisi, faaliyet sahibinden güvenlik marjının çıkarılmasının davranışsal yönü CCPM literatüründe üstün körü bir şekilde halledilir. Faaliyet sahipleri üzerinde kısaltılmış zaman tahminlerinin zorlanması onların tahminlerindeki taahhütlerini azaltır ve onları kolaylıkla daha geniş marjlar eklemelerini teşvik eder.

2.8.2.Emniyet Tamponlarının Planlama ve Kontrolde Kullanılması

Bütün proje süresinde azalmaya katkıda bulunmak için, emniyet tamponunun miktarı zincirdeki faaliyetlerden çıkartılan güvenlik marjlarını toplamından daha az olmak zorundadır. Bununla birlikte, CCPM emniyet tamponu büyüklüğünü tanımlamak için herhangi bir bilimsel ya da objektif ilke sağlamaz. Bu nedenle birçok problem ortaya çıkmaktadır

Öncelikle, besleme zincirleri konsepti proje ağının paralelde başlayan ve birbirini içine alacak şekilde ilerleyen, sonuç olarakta şekilde görüldüğü gibi projenin son ürününe ulaştığı çok sayıda yoldan oluştuğu varsayımına dayanmaktadır,



Şekil 2.10 : CCPM’e Göre Tipik Proje Ağı[6]

Bununla birlikte birçok proje daha karmaşık ağ akışına sahiptir ki bir faaliyetin birçok zincirden önceki ve sonraki adımları olabilir. Bu türlü durumlarda, her bir birleşen faaliyete ne kadarlık bir besleme tamponu kullanılması gerektiği hiçte net değildir.

Bir ikinci mesele: CCPM kritik zincirin tanımlanmasına dayanır, fakat kaynak kısıtı altındaki proje faaliyetlerinin çizelgelenmesinin matematiksel problemin optimal çözümünün çok zor olduğu bilinir. Bu nedenle, emniyet tamponlarına dayalı bir çizelgelemenin ne kadar iyi olduğunu tahmin etmek oldukça zordur.

İlave olarak, kritik zincirin kendisi birçok nedenden dolayı değişebilir. Eğer ki besleme tamponu besleme zincirindeki boştaki aylak süreyi aşarsa, o zaman kritik zincirin bir parçası olur. Projenin yürütülmesi esnasında kritik zincir kaynak mevcudiyeti değiştiğinde ya da emniyet tamponları kullanıldığında değişebilir. Kritik Zincirdeki değişiklikler farklı emniyet tamponlarının anlamını etkiler ki buda bize proje kontrolü için emniyet tamponlarının kullanılması gibi üçüncü bir sorunu getirir.

CCPM güvenlik düzeyinin etkisinin büyüklüğünü izleyerek çizelgeleme kontrolünün üstesinden gelir, şu şekilde ifade edilir: “Güvenlik düzeyinin orijinal başlangıç tarihinden son faaliyetin planlanan bitiş tarihine kadar geçen zamanın miktarı ilgili zincir üzerindedir”. Kalan iş tahminleri güvenlik marjları ile bolluğa sunulur ki bu CCPM’in emniyet tamponlarını kullanarak çözmeye çalışmasıyla çok benzerdir.

CCPM kısıtlı kaynakların önceliğinin en yüksek güvenlik düzeyi etkisi oranıyla zincire ait faaliyete verilmesi gerektiğini tavsiye eder, çünkü bu en muhtemel bir şekilde geç

biteceklerdir. Bununla birlikte, projenin stratejik ya da finansal etkisi gibi diğer şeyler daha önemli olabilirler.

Bir son noktaya da dikkat çekilmesi gerekir. Emniyet tamponları tipik olarak Gantt Diyagramındaki kalemlerin sayısına en azından % 10-15 ilave eder. Diğerlerinden farklı bir şekilde yorumlanması gereken bu ilave kalemler çizelgelemede karmaşıklık yaratır ve düzensizlik potansiyelini de artırır.

Sonuçta, besleme ve proje tamponları bazı sezgisel cazibelere sahip olsa da, proje kontrolünde ana karar verme kriteri olarak sınırlamalara sahiptir.

2.8.3.Çoklu Proje Planlama

CCPM çoklu proje ortamının üstesinden, projeleri kısıta düşen kaynak etrafında birbiri ile çakışmayacak şekilde düzenleyerek gelir. Prensipde, zaman içerisinde herhangi bir noktada birçok kısıtlanan kaynak olabilir ki her biri farklı bir çizelgelemeye yol açar. Sadece bir tane kısıtlanan kaynak olması çoklu proje ortamlarından ziyade, daha çok üretim ve operasyon ortamlarında uygulanabilir gibi gözükmektedir. Sonuç olarak CCPM ile elde edilen çözümün uygulanabilirliğinden kuşku duyuyoruz.

2.8.4.CCPM in Kapsamı

Proje başarısı ve proje yönetimi başarısı muhakkak ki birbiri ile aynı değildir. Birçok proje yöneticisi için “başarı” zaman ve bütçe üzerinde hedeflerin karlaştırıldığı toplantıdır. Müşteriler daha çok elde edecekleri faydalarla ilgilenirler.

Geleneksel proje yönetimi gibi, CCPM proje başarısından ziyade proje yönetimi başarısı ile ilgilenir. Geleneksel proje yönetimi gibi, CCPM’de proje başarısından ziyade proje yönetimi başarısını ele alır. Ayrıca, CCPM çizelgeleme hedeflerine, özellikle çizelgeleme belirsizliğine yoğunlaşır. Süre belirsizliğinin kök nedenlerinden bahsetmekten ziyade CCPM onun başından beri var olduğunu kabul eder ve onu emniyet tamponu yoluyla yönetmeye çalışır. CCPM diğer daha kapsamlı risk yönetim yaklaşımları uygulanmasını imkânsızlaştırmasa bile, onun sınırlı odaklanması proje belirsizliğinin ele alınmasında yetersiz kalmaktadır. En iyisi, risk analizi ve risk hafifletme araçlarının uygulanmasından sonra kalan çizelgeleme belirsizliğinin yönetilmesine yardımcı olabilir.

Ayrıca CCPM mevcut proje yönetimi bilgi ve uygulamalarının bir araya getirilmesinin yerine devrimsel bir konsept olarak sunulduğundan beri, kabul edilen bilgi yapısı ve uygulama ifadesi ile düzgün bir şekilde entegre olmamıştır. Bu durum proje yönetimine yeni olan organizasyonlarda bir ikilem ortaya çıkarmaktadır ve CCPM ile ana metodolojiler arasında seçim yapılması istenir.

2.8.5.CCPM'in Adaptasyonu

CCPM uyarlanması proje personelinin emniyet tamponu oluşturulması ve yönetimini destekleyen bir yazılım aracı kullanmasını gerektirir. Yazılım araçları seçeneklerinin aralığı sınırlı, nispeten de pahalıdır.

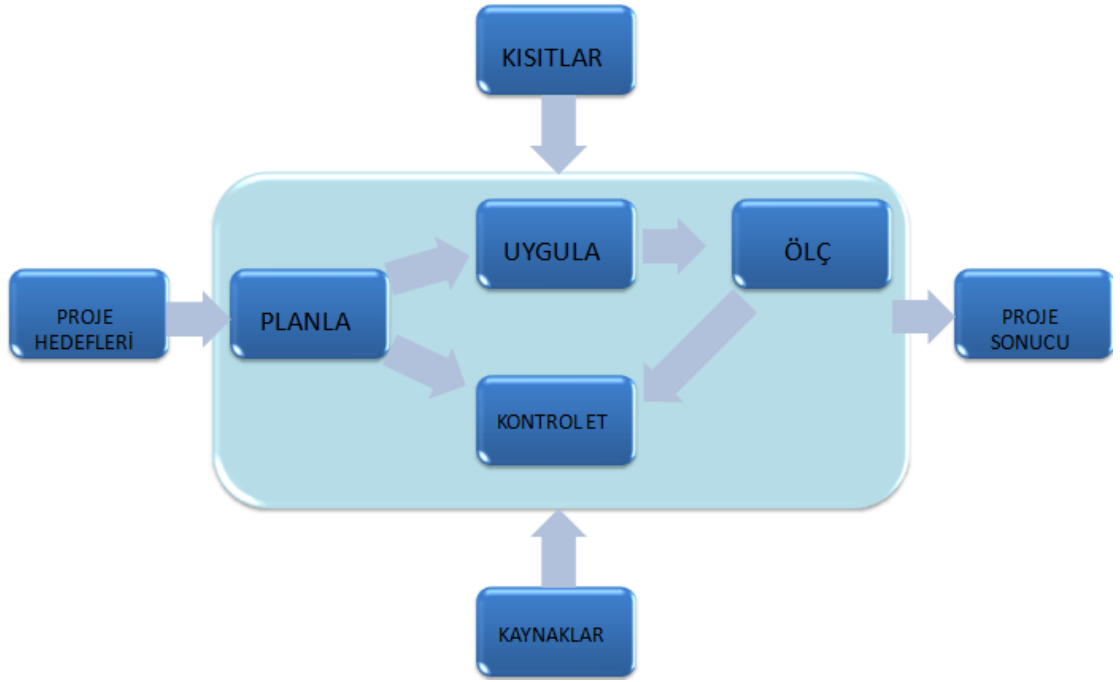
Bununla birlikte CCPM'in yazılım maliyetleri kültürel maliyetlere nazaran muhtemelen ikinci durumdadır. CCPM bütünlük içerisinde benimsenmesi gereken bir metodoloji olarak sunulur. Bunun gibi CCPM aşağıda sıralandığı gibi çok büyük yeniden eğitim faaliyetlerinin gerektirmektedir:

- Faaliyet süresi sahipliğinden vazgeçme ve münferit faaliyet performansındaki sapmaları absorbe etmek için çizelgeleme emniyet tamponlarına dayanma.
- Besleme ve proje tamponları olarak temsil edilen “Tahmini Tamamlanma Tarih Aralığı” ile “Son Tarih” konseptinin yer değiştirmesi.
- Çoklu görevlendirmeden kaçınma.[6]

3. PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİNİN UYGULANMASI

3.1 PROJE YÖNETİM SİSTEMİNİN SİSTEMSEL TANIMI VE TASARLANMAYAN SONUÇLAR

Projelerin amacını proje gruplarının ve müşterilerinin beklentilerini tatmin edecek ürünleri, en kısa zamanda ve en düşük maliyette ancak doğru kalitede ortaya çıkarmaktır. Aşağıdaki şekil bir projeyi sistem olarak göstermektedir.



Şekil 3.1: Proje Sisteminin Gösterimi [8]

Bir proje sisteminde ya da projede istenmeyen durumlar (İD) genelde bugünkü proje yönetimi sürecinde arzu etmediğimiz durumlar olarak tanımlanabilir. Bunlar genel olarak; projelerin zamanından uzun sürmesi, proje bütçesinin aşılması, projelerde birçok değişikliklerin olması, projelerin tamamlanmadan iptal edilmesi, proje çalışanları üzerinde oluşan yüksek stres seviyesi tanımlanabilir. Bu liste istenildiği kadar uzatılabilir.

Kısıtlar teorisi bizi tüm bu İD' ları doğuran temel ve tüm projeleri için ortak sayılabilecek bir zıtlığın ya da çelişkinin varlığını düşünmeye sevk eder. Dolayısı ile bugünkü sistemde "Neyi Değiştirmeli? " sorusunun yanıtı için ilk önce bu çelişkiyi yani asıl kısıdı ortaya koymak gerekmektedir. Asıl kısıdı ortaya çıkarmanın ilk adımı tüm istenmeyen durumları belirleyip mevcut gerçeklik ağacı (MGA) ile kök problemi ortaya koymaktır. Diğer bir deyişle bulunan kök problemin çözümü ile İD' ler ortaya çıkmayacaktır. Çözüm önerileri ile gelecek gerçeklik ağacı (GGA) oluşturulur ve her bir adım diğer mantık ağaçları düşünce prosesleri ile belirlenir.

Projelerin zamanında tamamlanması planlanan zamanda bitmesi demektir. Bu ise aslında kritik yol üzerindeki faaliyetlerin planlanan zamanda tamamlanmasına bağlıdır. Kritik yol üzerindeki faaliyetlerin planlanan zamanda tamamlanmaları ise bu faaliyetlerin planlanan bitiş zamanlarına bir güvenlik zamanı eklemekle olabilmektedir. Çünkü her bir faaliyetin içerdiği belirsizlikler ve buna bağlı riskler vardır. Bu yöntem bugünkü proje yönetimi ile kabul edilen yegâne yöntemdir. Başka bir deyişle proje bitiş tarihi kritik yol üzerinde bulunan tüm bağlantılı iş zamanlarının birbirlerine ilavesi ile bulunduğundan, bu iş zamanlarına "güvenlik zamanı" eklenmesini gerekli kılar.

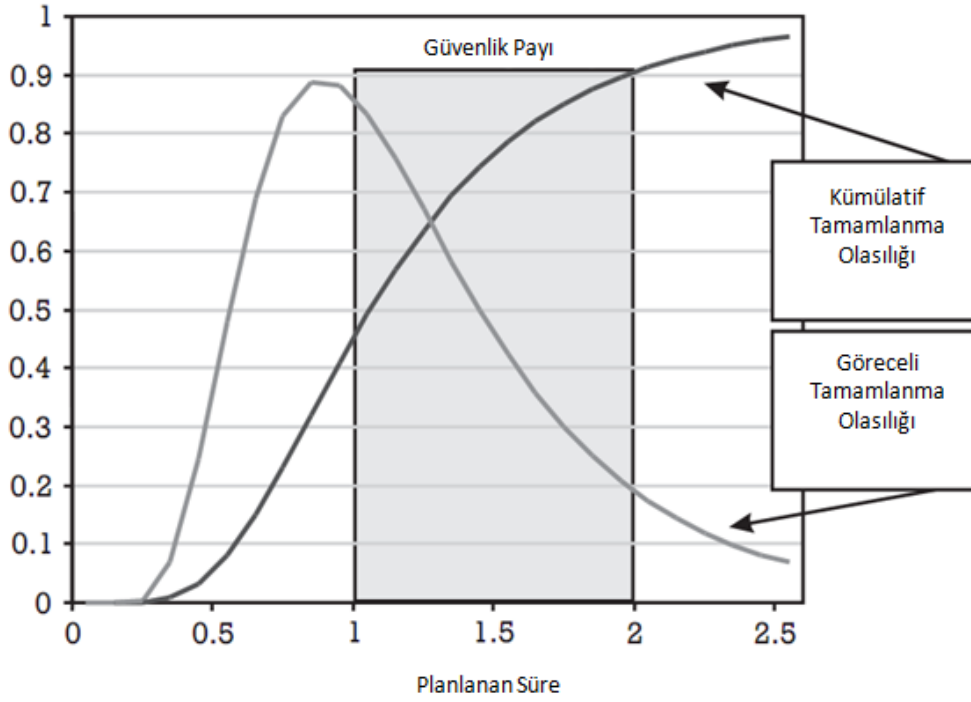
Her bir iş zamanı ilgili sorumlu kişiden istenirken genel eğilim verilecek süreye bir güvenlik payını dâhil edilmesi şeklindedir. Yöneticilere göre işini zamanında bitiremeyenler kötü performans göstermiş, işini verdiği zamanda bitirenler ise iyi performans göstermiş olarak algılanır. Bu sebeple kişiler kendilerini güven altına alacak bir güvenlik payını mutlaka tahminlerine eklerler. Bu sebepten dolayı projelerin daha hızlı bitirilebilmesi ve daha az kaynak harcanması için proje yöneticileri projeyi kısaltmanın yolu olarak ya güvenlik zamanlarını çok az tutmayı ya da tamamen ortadan kaldırmayı düşünürler. Bu ise bizi aşağıdaki şekilde gösterilen buharlaşan bulut (BB) mantık ağacı ile temel zıtlığı koymamıza neden olur. [7]



Şekil 3.2 : Temel Zıtlık [8]

Faaliyet süreleri tahmin edilirken, ilgili kişilerin kendilerini güven altına alabilmek için belli bir güvenlik payı ile bu süreyi proje yöneticilerine ilettiklerini belirtmiştik. Tipik bir dağılım olarak aşağıdaki tablo tahmini olarak ne kadar bir güvenlik payını eklendiğini analiz etmek için kullanılan genel geçer eğridir.

Her bir faaliyet süresi için bu dağılımını nasıl olduğunu bilmek olanaksızdır. Ancak genel olarak tüm organizasyonlarda ortaya çıkan dağılımını aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi bir dağılım gösterdiğini belirtmek yanlış olmaz. Burada eğri sağa baskındır. Yani insanlar işlerini daha geç bitirebileceklerini belirtirler. Öte taraftan bir kısım iş ise beklenenden daha hızlı bitebilmektedir.



Şekil 3.3: Faaliyet tamamlanma sürelerindeki varyasyonun güvenlik alanını tanımlamak için kullanımı [8]

Aşağıdaki eğri, gerçekleşen zamanları vermektedir. Oluşan eğri yukarıdaki tahmin eğrisinden oldukça farklı olarak karşımıza çıkıyor. Eğri beklenen tamamlanma noktasında daha dardır. Bu gerçekleşen eğrinin daha dar çıkmasının nedenlerinden birisi insanların işlerini aslında önceden bitirseler bile bunu müşterilerine hemen vermek istememeleridir. Bunun altında yatan çeşitli nedenler olabilir. [7] Mesela ödüllendirilmeme, saat ücretli olarak çalışmak, müşterisinin bu işi almaya hazır olmadığına inanmak vs.

3.1.2 Parkinson Kanunu

Bir faaliyeti daha kısa zamanda bitireceğini ve faaliyetlerini beklenen tarihinden daha önce sonlandıracağını bilen takım üyeleri, bir sonraki sefere onları rekor bir zamanda yapılmasının bekleneceğini düşünür. Aynı zamanda, güvenilirlikleri de ortadan kaybolur. O nedenle, takım üyesinin belirli bir işi erken bitirdiği durumlarda, onlar faaliyeti son tarihine kadar tutacak şekilde çalışmayı tercih ederler. Bu davranış

Parkinson Kanunu olarak adlandırılır ki iş mevcut olan zamanı dolduracak kadar genişler.[12]

Parkinson kanununa göre, çalışanlar bir işi; *ancak onun için belirlenen* zaman dâhilinde veya o zamanı aşacak şekilde yapmaya eğilirler. Eğer iş için belirli bir zaman belirlenmemişse, bu takdirde işin bitirilmesi oldukça geniş bir zaman yayılabilir.

Kritik Zincir yaklaşımı ile olası ve garanti edilebilir süreler arasındaki fark gözle görülür hale geldiğinden bu psikolojik yavaşlatıcı etkenden bir nebze olsun kurtulabilmek mümkün görünmektedir.[7]

3.1.3 Öğrenci Sendromu

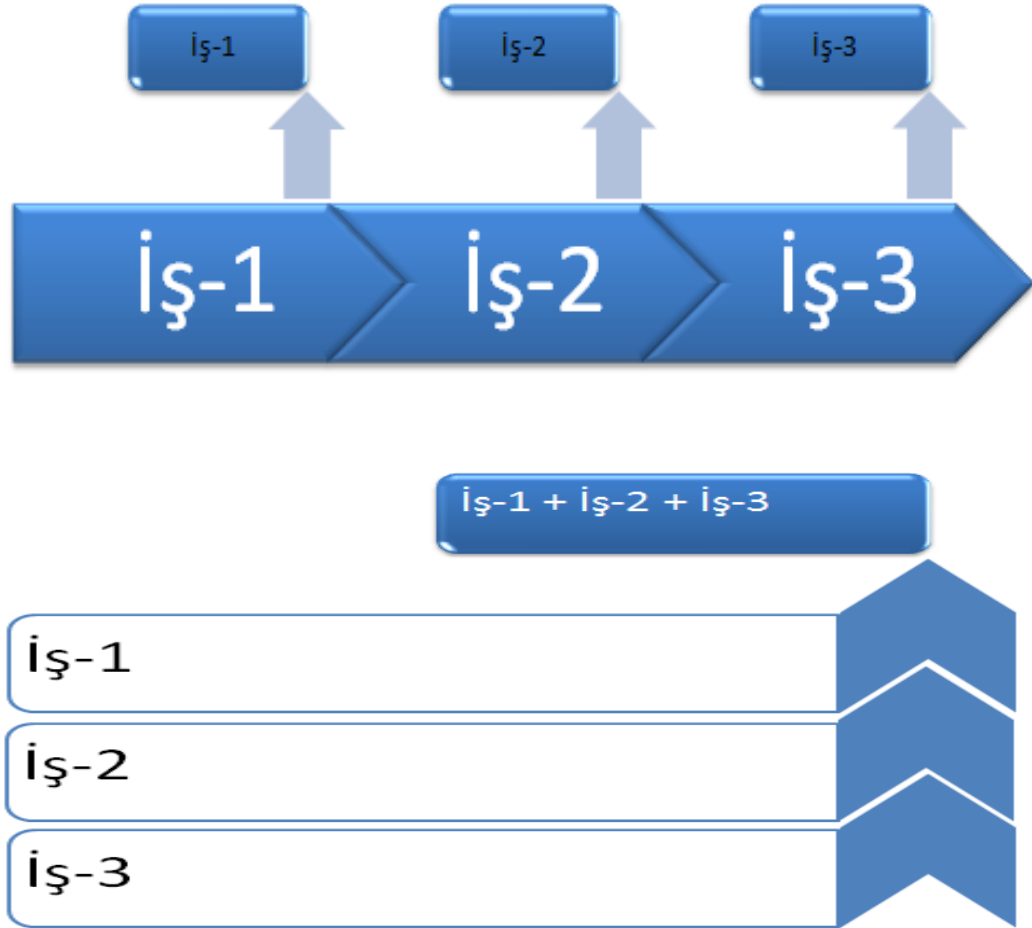
Tahminlerinde güvenlik payı olduğunu bilen kişiler, çoğunlukla esasında planladıklarından çok sonrasına kadar verilen bir projedeki faaliyet ile ilgili işi başlatmada gecikirler. Onun yerine, en acil faaliyetleri seçerler. Dr. Eli Goldratt “öğrenci sendromu” olarak tanımladığı bu davranışı bir sınava 3 haftalık zamanı olmasına rağmen, çalışmaya başlamak için son geceyi bekleyen öğrencinin davranışına benzettir. Bir takım üyesi aslında planlanandan çok daha sonra bir faaliyeti başlatırsa ve Murphy gerçekleşirse, faaliyet tahmin edilenden daha sonra biter.[12]

Öğrencilere sadece birkaç gün önceden sınav olacakları söylense ve bu sınava dönem boyunca işlenen tüm konuların dâhil olacağı da söylense hemen itiraz ederler. Bu sürenin kendileri için yeterli olmadığını ve bunun adil olmadığını belirtirler. Ancak aylar öncesinden belirli olan bir sınava çoğu öğrencinin sadece birkaç gün önceden yoğunlaşarak çalışmaya başladığını belirtmek yanlış olmaz. Çoğu öğrenci uzun süreye bakarak yeterince süreleri olduklarını düşünürler ve çalışmaya karar verdiklerinde genelde sınav için çok az bir süre kalmıştır.[7]

Öğrenci sendromunun etkisi bir projedeki faaliyetler arasındaki bağılıklar yüzünden daha kötü olabilir. Bir takım üyesi faaliyetini tamamlamayı geciktirirse, o faaliyete bağlı olup onu takip eden tüm faaliyetler beklerler.[12]

3.1.4 Çoklu Görevlendirme

Bir kişinin üç ayrı işi yerine getirmek üzere görevlendirildiğini düşünün. Her bir işin 1 hafta sürdüğünü varsaydığımızda bu kişi bu üç işi ne zaman bitirir? Eğer kişi zamanını bu üç işi de bitirecek şekilde dağıtırsa üçüncü haftanın sonunda tüm işler bitmiş olur. Yani kişi bu üç işi bir bütün olarak ele alırsa üç haftanın sonunda işler bitmiş olur. Ancak çoklu görevlendirme tüm projeleri geciktirir, daha uzun iş zamanları getirir. [7] Burada her bir işe ayrı ayrı yoğunlaştığı senaryoda birinci işi 2 hafta ve ikinci işi 1 hafta gecikmeli bitirecektir.



Şekil 3.4: Çoklu Görevlendirme [7]

Birçok yönetici çoklu görevlendirmenin ilave insan kaynağını önlediğini ve de

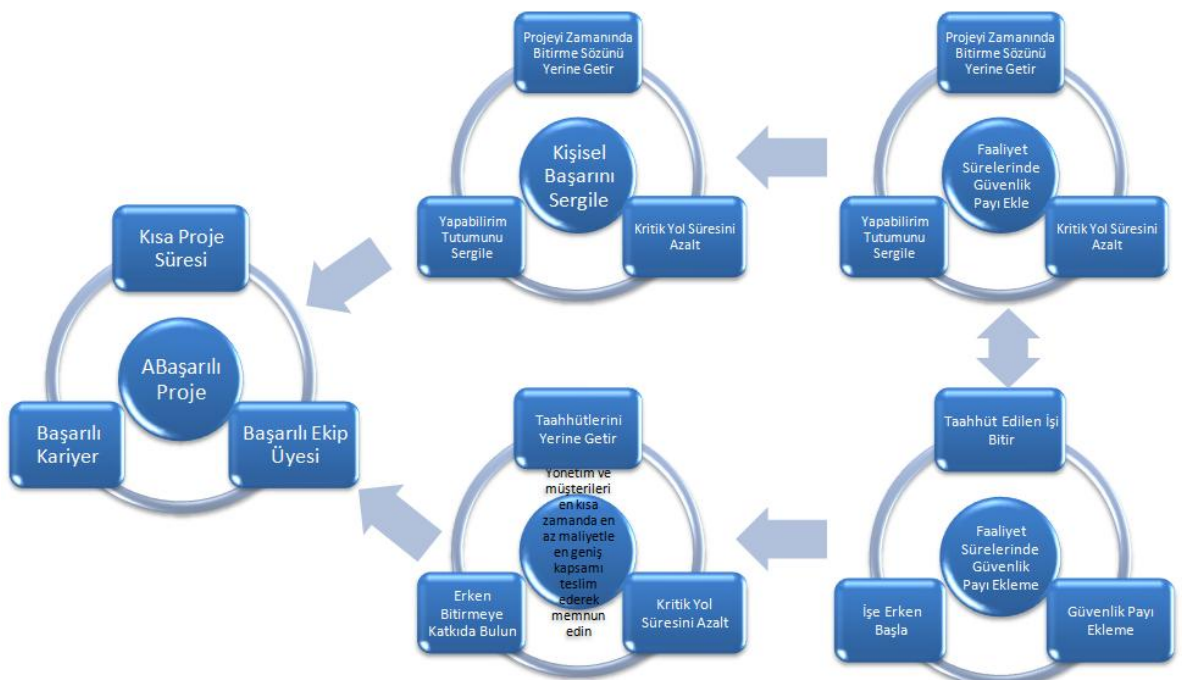
malijetleri dūřurdūđūnū dūřūnse de aslında bunun iř gecikmelerine ve hatta proje gecikmelerine sebep olabileceđini ve bunun malijetinin de aslında gōz önünde bulundurulması gerektiđini gōrmezden gelir. Sekil 8'de çoklu gōrevlendirme temel zıtlıđı gōsterilmiřtir.



Şekil 3.5 : Çoklu görevlendirme temel zıtlığı [8]

3.3.5 Temel İkilem

Yukarıda belirtilen üç zıtlık aslında temel zıtlığı bulmada kullanılır. Temel zıtlık tüm İD'lerin oluşmasına ve bizim bu zıtlıkları ortaya koymamıza sebebiyet vermektedir. Aşağıda temel zıtlığı ortaya koyan buharlaşan bulut (BB) mantık ağaç yapısı vardır. [7]



Şekil 3.6: Diğer üç zıtlığı doğuran temel zıtlık [7]

Bu şekildeki üç çelişkinin de amacı başarılı proje yapmaktır. BB mantık ağacının üst kısmındaki maddeler bireylerin başarısına ve dolayısıyla projenin başarılı olmasına odaklanmaktadır. Başarılı proje için kişiler kendi faaliyetlerini başarı ile yerine getirmelidirler ve kişiler kendi başarıları için gerekeni yapmalıdırlar.

Alt kısım maddeler ise genel proje başarısını esas almaktadır. Projenin genel başarısı için her bir proje kısmı başarılı olmalıdır ve bu başarı silsilesi genel başarıyı getirmektedir. Bu genel başarıya ulaşmak için her bir alt faaliyet proje başarısına hizmet eder ya da edecek şekilde tasarlanmıştır.

Burada ulaştığımız temel zıtlık Kısıtlar Teorisinin de temelinde var olan " her bir alt sistemin optimumlaştırılması ile üst sistem optimum olmaz" temel zıtlığıdır. Temel zıtlıklar çok tartışılan bir konudur. Çoğu kez uzman proje yöneticileri bu konuda hemfikir olamazken bulunan temel zıtlığın gerçek temel zıtlık olup olmadığı aslında kanıtlanamaz. Çoğu sistemde temel zıtlık, İD'lara en fazla sebebiyet veren zıtlık olarak alınır. Sistem halkası bir noktadan kesilmeli ve bu kesilen noktadan başlanmalıdır ki bu çoğu nokta temel zıtlık olup bu seçilen temel zıtlıkla belirlediğimiz çoğu İD'lara sebebiyet veriyor olsun.

3.2 İSTENEN SONUÇLAR

3.2.1 Temel Zıtlığın Çözülmesi

Temel zıtlığın çözümü için sistemi değiştirerek bu zıtlığı geçersiz kılabilecek bir ya da birden fazla varsayım gerekmektedir.

Kritik Zincir metodolojisi, belirsizliği yönetmenin en iyi yolunun her bir faaliyete ilave edilen zaman güvenlik payı olduğu fikrine karşı çıkan bir düşünce ile doğmuştur.

Kritik zincir çözümü her bir faaliyet performansı ve birbirine bağlı olayların varyasyonunun mevcut sistemin davranışının kökünde yattığını kabul eder ve buradan çözüme yaklaşır.

İlk adım bir proje sisteminin ana kısıdını belirlemektir. Bu durumda en uzun yol ilk bakışta kritik yol gibi görünmektedir. Peki, kritik yolu nasıl kullanmak ya da nasıl

amaca hizmet etmesini sağlamak gerekir? Dr. Goldratt istatistik bilimini ve gerçekte olayların nasıl bir belirsizlik içinde cereyan ettiğini biliyordu bu da onu tek bir sonuca götürdü: güvenlik zamanlarını her bir faaliyetin sonuna değil tüm projenin sonuna tek bir güvenlik bloğu şeklinde koymak hem genelde daha kısa bir proje planlamasına ve hem de sadece sonuna konulan tek bir güvenlik zamanının tüm projenin daha uzun bir zamanda tamamlanması olasılığını da düşürmesi avantajlarını getirmiştir.

3.2.2 Kaynak Kısıdı

Her ne kadar her bir alt faaliyetden güvenlik payları çıkartılıp bunu proje sonuna bir bütün olarak eklemek ana çelişkiyi doğuran baştaki iki çelişkiyi çözsede gerçek hayatta sürekli karşımıza çıkan çoklu görevlendirme problemini gidermez. Birçok yönetim yazılımı kaynakları sınırsız sayarak bir proje planı çıkartır ki bu proje planında sadece kritik yol hesabı yapılmış olunur. Ancak proje yöneticisi kaynak kısıdını bildiği için bu veriyi ayıca yazılıma girdiğinde mevcut Kritik yol hesaplayıcı bu kaynakları ilk olarak kritik yol için harcar ve arkasından en az bolluk içeren faaliyetler üzerine dağıtır ve en son kritik yola en uzak olan göre dağıtır. Ancak kaynak dağıtımında uzman olan bir kişi bunun her zaman optimum sonuç vermeyeceğini bilir. Bazı programların sezgisel yöntemlerle sunduğu çeşitli alternatifler arasında seçim yapılır ki bu deneme - yanılmadan öteye geçmez. Bu noktada Kritik Zincir bu ikilemi çözmektedir.

Kritik Zincir yaklaşımında mevcut kaynak kısıtlarımızda da göz önüne alınarak Kritik Yol'dan ziyade mevcut kaynak kısıtları ile gerçekçi olarak oluşabilecek en kısa proje planlaması yapılır. Kısıtlı kaynaklarda göz önünde bulundurularak yapılan proje planlanması işine Kritik Zincir denir.

3.3 Kritik Zincir Proje Yönetimine Giriş

Firmaların kullandığı proje yönetimi tekniklerinin kalitesi, problemlere ve dolayısıyla problemleri yönetmeye olan doğru yaklaşımı yine projelerin hayata geçirilmesinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Firmalar proje yönetimi metodolojilerini karşılaştırıp kendilerine en uygun olanını seçip mevcut zamanlamalarını da sürekli kısaltarak kaynaklarını daha etkin kullanmanın ve daha yüksek kalite ile daha kısa zamanda ürün yapmanın yollarını aramaktadırlar.

Bu gözle bakıldığında Kısıtlar Teorisi Proje Yönetimine yeni bir bakış açısı getirmektedir. Kısıtlar Teorisinin Proje Yönetiminde uygulama şekli ise karşımıza "Kritik Zincir" uygulamasını çıkartmaktadır.

3.4 Kritik Zincir'in Özellikleri ve Diğer Proje Yönetim Metodolojilerinden Farkları

Kritik Zincir dışında proje yönetimi için kullanılan metodolojileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Gantt Çizelgeleri
- PERT (Project Evaluation and Review Technique - Proje Geliştirme ve Gözden Geçirme Tekniği)
- CMP (Critical Path Method - Kritik Yol Metodu)

3.4.1.Gantt Çizelgeleri

Henry Gantt tarafından 1917'de geliştirilmiş, en eski ve halen kullanılan çizelge bilgisi sunma aracıdır. Şema yatay zaman eksenini boyunca aktivitelerdeki planlanan ve gerçekleşen ilerlemeyi gösterir. Her bir aktivitenin planlanan ilerleyişine kıyasla gerçek durumunu gösteren etkin ve kolay okunabilen bir şemadır.[7]

Ancak belirtildiği üzere Gantt şeması faaliyetler arasındaki ilişkileri basit olarak ortaya koymaktadır. Dolayısıyla eğer elimizde karar vermemiz gereken büyük ve karmaşık bir proje varsa bu şema üzerinde faaliyetler arasındaki ilişkileri ortaya koymakta zorluklarla karşılaşılacaktır. Bu da Gantt şemasının en büyük eksikliğidir.[19]

3.4.2. PERT (Proje Geliştirme ve Gözden Geçirme Tekniği)

PERT, İngilizce, Project Evaluation and Review Technique kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir sözcük olup, Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği anlamına gelmektedir.

PERT'in tarihsel gelişimi incelendiğinde, Gantt cetvellerinin PERT'e temel teşkil ettiği görülmektedir. Ancak Gantt cetveli, yapılacak işin safhaları arasındaki ilişkiyi bir

dereceye kadar gösterdiğinden, bir takım eksiklikleri olan bir yöntemdir. Bu nedenle PERT'e Gantt cetvelinin daha gelişmiş bir biçimi de denilebilir.

PERT, sabit faaliyet süreleriyle ilgilenmektense, her faaliyetin süresini bazı olasılık dağılımları kullanarak tespit etmektedir. Bu yöntemde, üç süre tahmini yapmayı sağlayacak istatistiksel yöntemler kullanılarak, projedeki belirsizliklerle başa çıkılmaya çalışılır. Bu süreler, en iyimser (a), en kötümser (b) ve en olası (m) sürelerdir. PERT'in amacı, her faaliyetin ortalamasını ve varyansını ve tüm projenin de olasılık dağılımını bulmaktır. Bu konuda elde edilen bilgiler, projenin fizibilitesini değerlendirmede kullanılan, yönetim planlama bilgisini sağlar.

Faaliyetler arasındaki öncelik ilişkileri belirlenerek, her faaliyet için 3'lü süre tahmini yapıldıktan sonra, şebeke diyagramı çizilir ve her faaliyetin en erken ve en geç başlama ve bitiş süreleri ve gecikme süreleri bulunur.

PERT, belirsizliğin fazla olduğu araştırma-geliştirme projelerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, fakat daha sonra farklı sektörlerde de yaygın olarak kullanılmıştır. Dunne ve Klementowski tarafından yapılan araştırmalara göre, araştırma-geliştirme projeleri yöneticilerinin, PERT'i en iyi proje planlama tekniği olarak nitelendirdiklerinin belirtmektedir.

Yönetim açısından PERT, planlamanın nasıl yapılması gerektiğini belirtir. Yönetime, koşullar değiştiğinde planlamanın güncel kalmasını sağlayacak gerekli araçlar sunar. Plandan sapmanın yaratacağı etkileri yönetimin önceden görmesini sağlayarak, olası problemler ortaya çıkmadan önce düzeltici önlemlerin alınmasına imkan tanır.

PERT'in sayılan yararlarının yanı sıra, bu tekniğe birçok eleştiri de yöneltilmiştir. Bu eleştirilere temel teşkil eden konulardan ilki, PERT'te olasılık dağılımının beta eğrisi biçiminde olduğu varsayımının teorik bir esasa veya araştırma sonucuna dayanmamasıdır.

Diğer bir eleştiri de, projenin başlangıcı ile sonu arasında bulunan faaliyetlerin süre ve varyanslarının art arda toplanarak bulunmasının, bu faaliyetlerin bağımsız olduğu ile ilgilidir. Oysa inşaat işlerinde, bir faaliyetin propabilistik olma durumu, diğer

faaliyetleri etkileyebilir. Cottrell'in, PERT'le ilgili olarak belirttiği diğer bir önemli sorun, her faaliyetin, en iyimser, en kötümser ve en olası süre tahminlerini doğru bir biçimde yapmanın oldukça zor olduğu ile ilgilidir, bu tahminler sübjektif yargıya dayanmaktadır.

Birtakım eksikliklerine rağmen, PERT, yine de yaygın olarak kullanılmaktadır. Proje yöneticilerine, kritik olmayan faaliyetlerden, projenin zamanında tamamlanmasını etkileyen kritik faaliyetlere, kaynakların nasıl aktarılacağı konusunda yardımcı olmakta ve projedeki belirsizliklerle baş edebilmek için çoklu süre tahmini yapmayı sağlamaktadır.

3.4.2. CPM (Critical Path Method - Kritik Yol Metodu)

CPM ise, İngilizce, Critical Path Method kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir sözcük olup, Kritik Yol Yöntemi anlamına gelmektedir. CPM, faaliyet sürelerinin kesin olarak bilindiğinin varsayıldığı, deterministik bir yöntemdir. PERT ve CPM arasındaki temel fark, süre tahminlerinde ortaya çıkmaktadır. PERT'te 3 süre tahmini yapılırken, CPM'de tek süre tahmini yapılmaktadır. Bunun dışında, şebekenin çizilmesi, faaliyetlerin en erken ve en geç başlama ve bitiş sürelerinin bulunmasıyla ilgili olarak yapılan işlemler PERT'teki gibidir.

Faaliyet sürelerinin kesin olarak tahmin edilebileceğinin varsayılması, CPM'nin zayıf yönünü oluşturmaktadır. Ancak CPM, daha önceden yapılmış, tekrarlanan projelerde uygulandığından, bu tür projelerde süre tahminindeki yanılma payının çok düşük olacağı kabul edilmektedir.[20]

3.4.3. Kritik Zincirin Diğer Proje Yönetimi Yaklaşımlarından Farkı

Kritik Zinciri diğer proje yönetimi yaklaşımlarından farklı kılan ve ayrıca rol oynayan temel unsurları aşağıdaki sırası listelenmiştir; [7]

- Kritik Zincir bir projedeki faaliyetlerin, sürelerinin ve birbirleri ile bağlantılarının göz önüne alınarak belirlenen en kısa yola proje içindeki Kısıtların da ilave edilerek ulaşılan en kısa proje bitiriş planıdır.

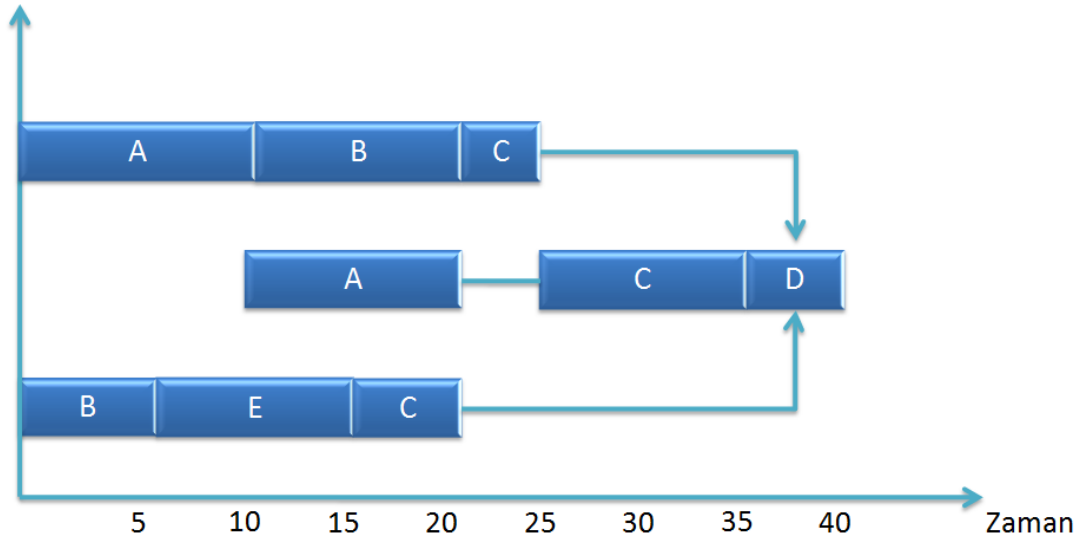
- Kritik Zincir proje planında kaynak tartışması ve çekişmesi engellenir.
- Her bir alt faaliyetin sonuna emniyet süresi ilave edilmeden faaliyeti %50 bitirme tahmini süresi kullanılarak proje planı yapılır. Emniyet süresi proje sonuna ilave edilir.
- Ardışık olarak birleştirilen birbirlerine bağlı faaliyetlerin sonuna besleme emniyet tamponları konur (Bu işlem yapılırken mevcut kaynakların çelişmesi önlenir ve çoklu görevlendirmeden kaçınılır.)
- Aynı şekilde kaynaklar için emniyet tamponları konur. Böylece proje boyunca kaynaklardan oluşabilecek proje kaymaları bu tamponlar ile önlenir.
- Genel proje performansı kontrol etmek için proje emniyet tamponu ve besleme emniyet tamponları kullanılır.
- Kritik Zincir proje yönetimini etkin bir şekilde uygulayabilmek için organizasyon ve sistem içinde aşağıdaki dört temel davranış değişikliğini mutlaka uygulamak ve yerleştirmek gerekir.
- Yönetim, çalışanlarına %50 tamamlama süresi üzerinden çalışırken asla bu süre içinde ilgili faaliyeti tamamlamaları için baskı yapmamalıdır.
- Yönetim her bir çalışanına tek bir zaman dilimi içerisinde sadece tek bir faaliyeti bitirmeleri için teşvik etmeli ve her bir çalışan ilgili faaliyeti bitirir bitirmez sonuçlarına geçmelidirler.
- Her bir çalışan bir sonraki işinin hangi faaliyeti bitirmek olduğuna karar vermek için besleme ve emniyet tamponlar raporlarını kullanmalıdır.

3.5 KRİTİK ZİNCİR ÇÖZÜMÜ GELİŞTİRME

3.5.1 Proje Kısıtlarının Belirlenmesi

Projelerin planlanması belirli mali desteklere ve kaynaklarla mümkün olmaktadır. Projelerin termin süreleri ise müşteri tatmini ve dolayısıyla pazarda daha güçlü bir konuma gelinmesinde etkindir. Projelerin süreleri uzadıkça planlanandan daha fazla kaynak ayırmak gerekecektir. Daha kötüsü daha önceden söz verilen teslim sürelerine uyulamaması ile müşteri memnuniyetsizlikleri odaklanılmasının öneminin birer kanıtıdır.

Bir projenin en büyük kısıdının temel kanıtı ardışık tüm faaliyetlerin oluşturduğu en uzun bitiş zamanıdır. Bu ise bizi doğruca Kritik Yol tanımına taşır ki Kritik yol mevcut kaynak kısıdını göz ardı eder.



Şekil 3.7 : Basit Kritik Zincir Analizi [7]

3.7.2 Belirlenen Proje Kısıtlarının Kullanımı

Kritik Zincirin belirlenmesinin ardından proje toplam süresinin düşürülmesi ve performansının artırılması için belirlenen proje kısıtlarının fayda istikametinde kullanılması gelir. Kritik Zincir yaklaşımı bu noktada varyasyon yaklaşımını benimser ve istatistik bilimini kullanır. Kritik Zincir proje yöneticisi ve yaklaşımı değişkenliğin özel nedenlerden daha çok genel nedenlerine odaklanır. Proje genel süre veya faaliyet sürelerindeki özel nedenler zaten kaynak güven tamponları, proje genel zaman güven tamponları ve her bir faaliyet süresi analizinde çoklu görevlendirmeden kaçınarak engel olur.

Genel nedenlerden doğan varyasyonlar ise Kritik Zincir tampon alanlarından yönetilir. Proje faaliyet süresinin tahminleri çoğu durumda %85 - %90 güven aralığında verilirken Kritik Zincir yaklaşımında bu oran %50 tamamlanma olasılığına denk gelen süre olarak alınır. Kritik Zincir bu sayede faaliyet sürelerinde güvenlik payı kullanmayarak ve bunu tüm projenin sonuna atarak istatistiksel varyasyon hesabına göre genel bir kısalma sağlamaktadır. [7, 9,10] Aşağıdaki şekilde sağlanan kısalma gösterilmektedir.

GP: Güvenlik Payı



Şekil 3.8 : Proje Sonuna eklenen güvenlik payı [7]

Gecikmiş projelerin gecikme nedenlerinden biri de proje için gereken kaynak ya da kaynakların yeterince planlanmadığı ve bu sebeple gerekli olduklarında ya yetersiz ya da hiç olmadıklarından dolayı ilgili faaliyetin bitirilememesine ya da zamanın uzamasıdır. Kritik Zincir projelerin kaynak kısıdından dolayı uzamasını ya da gecikmesini önleyecek bir metot geliştirmiştir. Bu metot bir kaynak tamponu yardımı ile Kritik Zincir kaynaklarına ne zaman ihtiyaç duyulacağına ilişkin bilgi akışını

sağlamaktır. Kaynak tamponu proje planında herhangi bir zaman içermediğinden proje besleme tamponlarından ya da proje gene tamponundan farklıdır. Proje kaynak tamponu aslında Kritik Zincir faaliyetlerindeki yaklaşan kaynak gereksinimini proje yöneticisine önceden bildiren bir bilgi aracıdır. Kritik Zinciri besleyen birleşik faaliyetlerin sonuna bir besleme tamponu konulmasını gerekli kılar. Aşağıdaki şekilde bu durum şema ile basit bir şekilde gösterilmiş ve Kritik Zincirin Besleme Tamponu ile nasıl korunduğu gösterilmiştir.



Şekil 3.9 : Kritik Zincirde Besleme Tampon Kullanımı [2]

Kritik Zincir proje planları faaliyetler için bir bitiş tarihi değil bir başlangıç tarihi belirlerler. Projenin proje tamponu ile birlikte bir bitiş tarihi vardır. Diğer tüm alt faaliyetler için sadece tahmini başlangıç zamanları ve tahmini süreleri göz önünde bulundurulur.

Kritik Zincir üzerinde kesinlikle çoklu görevlendirme yapılmaz. Ancak projeye zarar vermeyeceği bilinen ve Kritik Zincir üzerinde bulunmayan faaliyetler için kişilerin çoklu görevlendirmelerinin önüne geçilmez.

Geliştirilen Kritik Zincir ölçümü belirlenen tamponları kullanır. Proje tamponunun sonunun proje bitiş tarihi olduğu ve ötelenmeyeceği düşüncesi ile besleme tamponlarına da bir bitiş tarihi verilir. Proje tampon alanının ne kadar içine girildiğini, faaliyeti yapan insanlara işlerini ne zaman bitirebilecekleri sorularak belirlenir. Böylece proje tamponunun ne kadarının kullanıldığı da belirlenir. Proje tamponları veya besleme tamponlarının büyüklükleri projelendirilmiş olan faaliyet zincirinin toplam sürelerinin uzunluğuna göre belirlenir. Tampon büyüklük belirleme işlemi, kritik zinciri oluşturan faaliyet sürelerindeki belirsizliği kullanarak proje tamponunu belirler. Aynı şekilde besleme faaliyet zincirlerindeki belirsizlik besleme tamponlarının uzunluğunu belirler.

Proje yöneticileri proje tamponlarını çalışanlarına ellerindeki faaliyetleri ne kadar zaman sonra tamamlayabileceklerini sorarak basitçe yapabilirler. Ancak bunu yaparken baskı yapmaz ve beklenti belirtmezler.

Uzun Kritik Zincir projelerinde proje ya da besleme tamponlarının takibinde bir adım daha gelişmiş olan noktalı gösterim de kullanılabilir. Burada tamponun kullanım miktarının hangi trendde olduğu belirlenir ve kontrol diyagramının basit kuralları kullanılabilir. Eğer arka arkaya dört nokta yukarı seyrediyorsa aksiyon alınır.

3.6 KRİTİK ZİNCİR PROJE PLANI GELİŞTİRME

3.6.1 Süreç

Basit bir Kritik Zincir projesi geliştirme prosesi temel olarak aşağıdaki adımlarla anlatılmıştır. [7]

1. Kritik Zincir Belirlenir

- Ardışık faaliyetler ile birlikte proje planı oluşturulur. Burada her bir faaliyet için tahmini %50 tamamlanma süreleri kullanılır ve her bir faaliyetin ihtiyaç duyduğu ve kullanacağı kaynak belirlenir.
- Eğer herhangi bir kaynak çakışması yok ise Kritik zincir birbirine bağlı en uzun zincir olarak belirlenmiş olur.
- Çakışan kaynak var ise bunun ne olduğu belirlenir. Bu kaynak, proje bitimine en yakın olan olarak seçilebilir. Ya da mevcut durumdaki en büyük çelişkiyi gösteren kaynak olabilir.
- Belirlenen kaynak kısıdı aynı kaynağı kullanan faaliyetlerden (tercihen kritik yol üzerinde olmayanın) başlama zamanının öne çekilmesi ile çözülür. Yeni çelişkiler çıkacağı konusu bu aşamada önemli değildir çünkü bu adım projedeki tüm kaynak çakışmaları çözümleneceğe kadar sürer.
- Proje sonuna dönülür ve bir sonraki kaynak için yukarıdaki adım tekrar edilir. Daha önce çözülen her bir kaynak için tekrar çakışma yaratmamaya dikkat edilir. Bu işlem tüm belirlenen kaynaklardaki çakışma giderilinceye kadar devam eder.
- Kritik zincir birbirine bağlı faaliyetlerin oluşturduğu, en uzun zincir olarak belirlenir.

2. Kritik Zincir Kullanılır

- Oluşan planın kısaltılabilir olup olmadığına bakılır. Eğer çok belirgin bir değişme ile proje planı kısalabilecek ise bu işlem yapılır.
- Kritik Zincirin sonuna proje tamponu ilave edilir.
- Kritik Zincire kaynak tamponu ilave edilir.

3. Kritik Zincir dışındaki tüm faaliyetler, yollar ve kaynaklar kritik zincir için kullanılır.

- Kritik Zinciri besleyen tüm yollar ve faaliyetler proje besleme tamponları ile desteklenir ve kritik zincire bağlanır. Tampon miktarları bir önceki en uzun besleme yolları kullanılarak yapılır.
- Besleme tamponlarının ilavesi ile öne çekilen faaliyetlerden doğacak kaynak çakışmaları çözülür.
- Kaydırılan birbirine bağlı faaliyetler daha erken başlama zamanına kaydırılır.

4. Daha önce kaynak çakışmasını ortadan kaldırmak için konmuş olan ilave kaynak tamponları ile toplam proje süresi kısaltılır.

5. 1. adıma geri dönülür ve Kritik Zincir belirlenir. Ancak durağanlığın bir Kısıt olması engellenir.

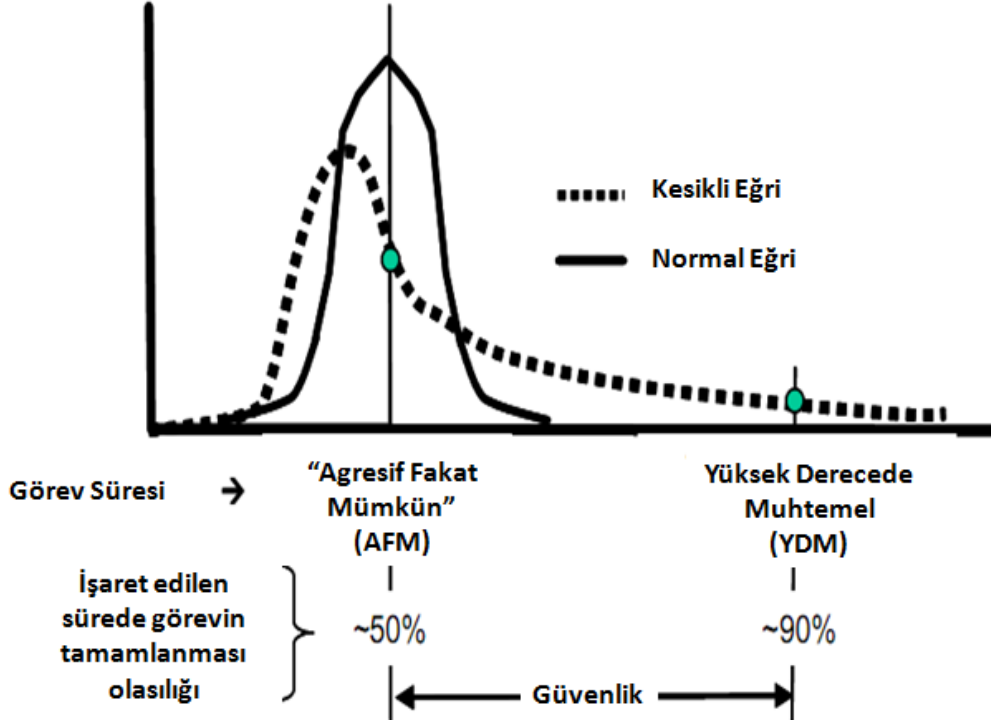
Kritik Zincir projesinde faaliyetler planlanmaz, sadece Kritik Zincir başlama ve proje bitiş zamanı planlanır.

3.6.2 Tampon Belirleme

Tampon miktarı hem projeyi belirsizliklerin yol açacağı hem gecikmelerden korur hem de tüm projenin toplam süresini ve toplam projeye eklenen güvenlik payının derecesini belirler. Tampon eşikleri ise aksiyon alınacak hareketin kontrolü için sıklık belirleme miktarıdır ki genel olarak tampon eşiği tamponun bir yüzdesi olarak belirlenir.[7]

Kritik Zincir açık bir şekilde proje ortamlarındaki ve operasyonlardaki faaliyetin yerine getirilmesi ile ilgili değişkenliğin doğasını kapsar. Çoğu proje planlama yaklaşımları tarafından önerildiği gibi, Kritik Zincir faaliyet süreleri hakkındaki bilgiyi işi yapmaktan sorumlu olan kişilerden bekler. Bununla birlikte, faaliyet süresini (uygulamada güvenli faaliyet süresini aşmayacak kadar içinde yeterli güvenliği barındıran) tahmin etmek için tek bir rakamı kullanmak yerine, Kritik Zincir Şekilde gösterildiği gibi tahminlerin aralığının eğri bir dağılım (normale göre) olarak

gerçekleşeceğini varsayar. Değişkenliğin ortalara doğru düzgün bir şekilde gerçekleşeceğini varsaymak yerine, Kritik Zincir verilen bir faaliyetin ortalama ve medyan tahminlerinden daha az süre tutacağını öngörür, fakat değişkenlik gerçekleşirse, bu faaliyet süresini meydanında ötesine götürebilir. Tahminlerin aralığı alt uçtaki “agresif-fakat-mümkün” (AFM) den üst uçtaki “yüksek derecede muhtemel” (YDM) e kadardır.



Şekil 3.10 : Faaliyet Süreleri ve Tamamlanma Olasılığının Varsayılan Dağılımı[11]

Agresif-fakat-mümkün tahmin (AFM), bütün gerekli kaynaklar-parçalar, personel, mühendislik çizimleri vb...-ihtiyaç duyulduğunda mevcut olması ve çalışanın (ya da çalışan grubu) tamamen bu faaliyete odaklanabildiği durumlarda gerçekleşen süredir. Bu AFM süresi yaklaşık olarak “50/50” ya da yüzde 50 başarıya ulaşılacağı düşüncesidir. Tahmin aralığının diğer ucunda ise, yüksek derecede muhtemel tahmin, aynı ya da benzer faaliyetlerdeki geçmiş tecrübelerle dayanan bir faaliyetin yürütülmesi esnasında ortaya çıkabilecek değişkenliğin üstesinden gelebilmek için yeterli güvenliği içeren süredir. Değişkenlik gecikmelerden ya da bozuk kaliteli parçalar, tamir gereken parçalar, faaliyet tamamlanmadan önce çözülmesi gereken mühendislikle ilgili konular, ya da ustalık eksikliği ya da özel bir iş becerisinin mevcut olmaması kaynaklanabilir.

İki tahmin arasındaki fark faaliyetin yerine getirilmesinde belirsizliğin bir ölçüsüdür (ya da değişkenlik) ve Kritik Zincir tarafından güvenlik olarak dikkate alınır. Güvenliği her bir faaliyet süresine gömmek yerine, Kritik Zincir bu güvenliği esasen besleme tamponları ve proje tamponları olarak emniyet tamponları sistemine toplar. Çünkü her bir faaliyete gömülecek güvenlik toplamından daha az bir güvenlik proje düzeyinde gerekecektir (bir faaliyetdeki erken bitişler bir başkasındaki geç bitişleri dengeleyebilir), Kritik Zincir bu emniyet tamponlarında toplam güvenliğin bir kısmını kullanır ve stratejik olarak proje ya da operasyonun zamanında tamamlanmasını temin edecek şekilde emniyet tamponlarını yerleştirir. Esasen, emniyet tamponları “genel nedenler”(yürütülen projelerdeki sistemin bir parçası olarak tahmin edilebilir bir şekilde sürelerde oluşan değişiklikler) yüzünden faaliyetlerin yerine getirilmesindeki problemlere karşı korumayı temsil etmektedir.[11]

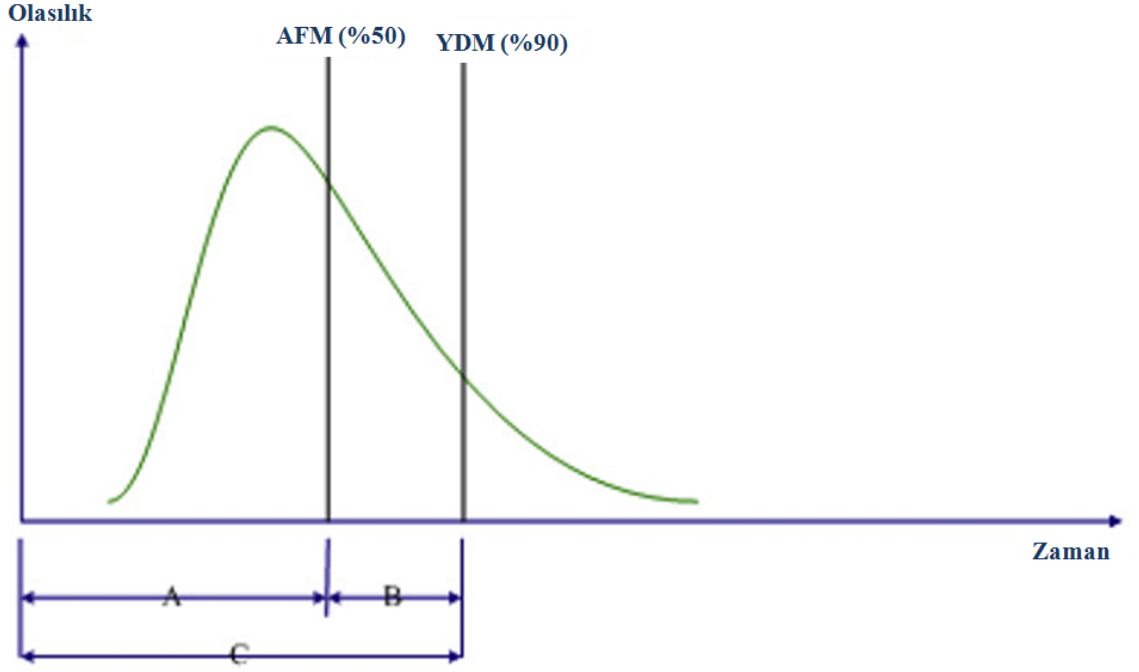
Yukarıda ifade edildiği gibi, hesaplanan güvenlik tamponu bağlı olduğu kritik zincirin büyüklüğü ile doğrusallığı arttırır.Şekil 3.12 güvenlik tamponunun büyüklüğünü aşağıdaki şekilde gösterir:

A: Agresif fakat mümkün (AFM) olan zaman tahminleri, agresif bir şekilde zorlanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 50'nin içindedir.

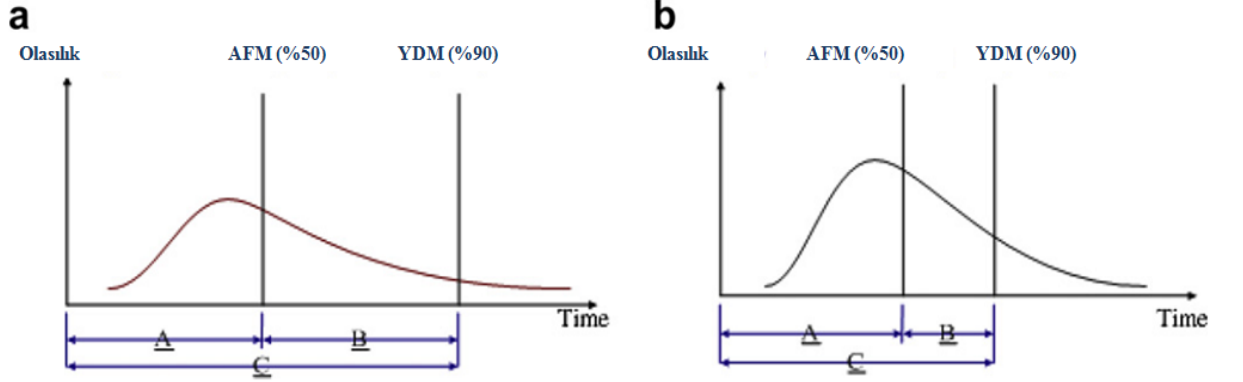
C: Yüksek Derecede Muhtemel(YDM) zaman tahmini, eğer proje tutucu bir şekilde uygulanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 90'ın içindedir.

B: C eksi A'ya eşittir. Genelde güvenlik tamponu büyüklüğü olarak tanımlanırlar.

Her bir faaliyetin güvenlik tamponu büyüklüğü yöneticisi tarafından tecrübesine ve iş politikalarına göre atanırlar. Şekil 3.13 a ve b projenin zamanında teslim edilmesini sağlamak için yöneticilerin farklı yollarla proje güvenlik tamponunun belirlenmesini gösterir. Dr. Goldratt projeye aldırmaşızın $B=C-A$ iken B/C oranının yaklaşık olarak %50 olması gerektiğini ifade etmektedir.[15]



Şekil 3.11 : Faaliyet Süresindeki Belirsizlik[15]



Şekil 3.12 : A,B ve C'nin Fark Büyüklükleri[15]

Güvenlik tamponlarının büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan yukarıda verilen kurallar muhtemelen birçok amaç için yeterlidir. Bununla birlikte örneğin risk bir faaliyetden diğerine çok fazla farklılıklar gösteriyorsa, daha karmaşık durumların ele alınacağı durumlar olabilir.

Emniyet tampon büyüklüklerini, emniyet tamponunu besleyen zincir boyunca toplanan riske dayandırabiliriz. Her bir faaliyet için en kötü durum süre tahminlerini isteyerek başlıyoruz. Bir faaliyetin tamamlanma olasılığı için lognormal dağılımın kullanılacağını

söyleyelim. Lognormal dağılımın başlangıçta geniş bir tepesi ve uzun bir kuyruğu vardır. Aynı zamanda faaliyetlerin zamanın %90'ı civarında bizim en kötü süre tahminlerimiz içerisinde tamamlanması gerektiğini varsayın. Bu ortalama beklenen süre ile en kötü durum süresi arasındaki farkın yaklaşık olarak 2 standart sapma kadar olması demektir. Emniyet tamponunu besleyen her bir faaliyet için, w_i en kötü durum süresi ve a_i ortalama süre olarak varsayılan standart sapma $(w_i - a_i)/2$ olacaktır. Eğer ayrıca dağılımların toplamlarının normal olarak dağılacığını (Merkezi Limit Teoremi uygulanmış gibi davranır) varsayarsak ve iki standart sapma uzunluğunda emniyet tamponunu istediğimizi varsayarak söyleyebilir ki; [7]

$$2 \times \sigma = 2 \times \sqrt{\left(\frac{w_1 - a_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{w_2 - a_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{w_n - a_n}{2}\right)^2}$$

Bu bilim adamları ve mühendisler gibi emniyet tampon büyüklüğünün belirlenmesinde bilimsel bir yaklaşım isteyen kişiler için tercih edilebilirler.

3.6.2.1 Proje Tampon Belirleme

Proje tamponu her bir faaliyetin kısaltma miktarlarının belirlenip kareleri toplamının karekökü şeklinde belirlenir. Ancak bu yapılırken aşağıdaki kriterler de göz önüne alınmalıdır.

Bir Kritik Zincirde en azından on aktivitenin bulunmasına dikkat edilir. Sebebi; Kritik Zincirde ne kadar çok aktivite bulunursa karelerin toplamı ve merkezi limit teoremi o kadar etkili olur.

Herhangi bir aktivitenin Kritik Zincir uzunluğunu %20 sinden fazla olmamalıdır. Sebebi ise; tek büyük bir aktivitedeki belirsizliğin Kritik Zinciri baskılama riski en aza indirilir. Proje tamponunun Kritik Zincirin %25 inden daha az miktarda olmamasına dikkat edilmelidir. Sebebi ise; yaklaşık eşit uzunluklara sahip birçok faaliyetin göreceli olarak daha küçük bir tampon ihtiyacı hesaplamasının ve projeye yeterince emniyet sağlayamamasının önüne geçilir.

3.6.2.2 Besleme Tampon Belirleme

Besleme Tampon büyüklüğü de aynı proje tampon büyüklüğü metodolojisi ile hesaplanır. Eğer besleme zincirinde dört faaliyetten daha az sayıda faaliyet varsa oluşturulacak olan tampon miktarının en azından besleme zincirindeki en uzun faaliyet süresine eşit olmasına dikkat edilir.

3.6.2.3 Kaynak Tampon Belirleme

Kaynak sağlayıcının ihtiyaçlarına göre belirlenir. Kaynak tamponu, kaynak miktarına göre, kaynağın normal faaliyetinin aldığı süreye göre özel durumlar göz önüne alınarak proje yöneticisi tarafından belirlenir.

3.7 KRİTİK ZİNCİR PROJE PLANI OLUŞTURMA METOTLARI

3.7.1 Manüel Metot

Çok basit olarak PERT yönteminde kullanılan şekilsel metot ve post- it' lerle Kritik Zincir proje planı el ile hazırlanabilir.

Bu yöntem 10 ile 50 alt faaliyetten oluşan projeler için kullanılabilir daha fazla alt faaliyetten oluşan projeler için el ile planın hazırlanması oldukça karmaşıklaşacağı için önerilmez.

Aşağıda manuel hazırlama durumunda takip edilecek iş sırası listelenmiştir; [7]

- Her bir faaliyete kodlama vererek azaltılmış faaliyet süresi, faaliyet başlığı ve faaliyetlerin ihtiyaç duyduğu kaynaklar post - it kâğıdına yazılır.
- Bu kâğıtlar bir masa üzerinde birbirine bağlı olarak gerekli mantık içeriğinde sıraya sokulur.
- Kaynak çekişmeleri ve çakışmaları giderilir.
- Kritik Zincir belirlenir.
- Proje tamponu ve besleme tamponu için post-it'ler eklenir.
- Besleme tamponu miktarı belirlenir.

- Kritik Zincir hesaplanarak ilk başlangıç faaliyet kâğıdının sol alt köşesine başlama zamanı ve sağ alt köşesine bitiş zamanı yazılır.
- Besleme tamponları kritik zincire girdiği noktadan geriye doğru planlanıp hesaplanır.
- Eğer herhangi bir kaynak çakışması olmuş ise giderilir.
- Kaynak tamponlarının yerleri tespit edilir ve büyüklükleri belirlenerek projeye ilave edilir.

3.7.2 Yazılım Metodu

Kritik Zincir proje yazılımı tüm süreci otomatik olarak kendisi oluşturur ve faaliyet sayısı özellikle 100'ü aşan projelerde proje planlamasını kolaylaştıracağı ve hata riskini azaltacağı için önerilir. Günümüzde en çok kullanılan Kritik Zincir proje yazılımları arasında ProChain ve Cencerto sıralanabilir. [7,9]

3.8 ÇOKLU PROJELERDE KRİTİK ZİNCİR PROJE PLANI GELİŞTİRME

Buraya kadar bahsettiğimiz tüm konular tek bir projede uygulanan yöntemler ve bu yöntemlerin Kritik Zincir Projelendirme metodolojisi ile geliştirilmesi idi. Ancak günümüzde organizasyonlara baktığımızda hiçbir organizasyonun tekli projelerle yetinmediğini aksine Kısıtlar Teorisinin engellemeye çalıştığı çoklu görevlendirme yoluna giderek bir kaynağı aynı anda birçok projede görevlendirme çabası içersinde olduğunu görüyoruz. Goldratt günümüzün bu gerçeğini görmezden gelmemiş ve çoklu projelerde de Kısıtlar Teorisinin uygulanarak daha verimli sonuçlar alınabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmamın bundan sonraki kısmında çoklu projelerde de uygulanabilecek Kritik Zincir metodolojisi ve özellikleri yer almaktadır.

3.8.1 Çoklu Projelerde Kısıtın Tanımlanması

Tek bir projede Kısıt kritik zincirdir. Çoklu projelerde yani aynı anda birlikte yürüyen ve ortak kısıtları olan projelerin Kısıtları nedir ve nasıl yönetilir? Peki, çoklu projelerin kritik zincirleri, işletmenin çıktısını en iyi noktaya getirecek şekilde belirlenmiş Kısıtları tanımlayarak nasıl bir araya getirilir? Bu projeleri nasıl daha hızlı bir şekilde tamamlayabiliriz?

Eğer kısıtların kapasiteleri göz önünde tutulmadan birçok proje bir araya getirilip çoklu proje oluşturulursa sistem çalışmayabilir. İnsanlar ellerinden geleni yapabilirler ancak makineler fazla çalışmaktan bozulabilir, durabilir bu da makineyi tekrar çalıştırmaya ve yarattığı hasarı temizlemek için ekstra bir yönetim çabası gerektirir. Böylelikle projelerin tamamlanması için gerekli olan kaynakların asla yeterli olamayacağı düşünülür.

Leach bu konuyla ilgili bir araştırma yapmış ve proje yöneticilerine sorulmak üzere bir anket hazırlamıştır. Sorduğu soru ise şudur; "Kaçınız projelerinizde kaynak seviyesini rutin olarak planlamaktadır?" Anketin sonunda sadece %5 proje yöneticisinin kaynak planlaması yaptığı ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle birçok projede kaynak planlaması yapılmamakta ve üst üste binişler takip edilmemektedir. Leach bu aldığı cevaptan sonra ikinci sorusunu sormuştur; " Neden kaynak planlaması yapmıyorsunuz?" Verilen cevapları iki grupta toplamıştır Leach. Birinci grupta gelen cevap; " Her nasıl olsa yönetim her şeyi değiştirir bizim planlama yapmamıza değmez." İkinci grupta gelen cevap ise; "Planlama yapınca proje çizelgesi çok uzamaktadır." Bu cevaplar üzerine Leach aslında cevabı net olan son bir soruyu yöneticilere sormuştur: " Peki hanginiz sonsuz kaynağa sahipsiniz?" Tabi ki hiç biri sonsuz kaynağa sahip değildir.

Bunun yanı sıra, bazı şirketler tüm projeler için kaynak olanağını kontrol ederler, ancak bu Kısıtlar Teorisinin beş adımından sadece yok etmek, ortadan kaldırmak yani tek bir aşamasıdır. Diğer aşamalar uygulanmaz.

Öncelikle, kaynak kısıdının kapasitesi tanımlanmalıdır. Bu genelde kişi kısıdı olur, fakat bazen de fiziksel ya da politik bir kısıt olabilir. Şirketin kısıt kaynağı çoklu projelerin çizelgelenmesi için bir davul ("drum") oluşturmaktadır. Bu terminoloji Dr. Goldratt tarafından oluşturulmuştur. Bütün projelerde toplam çevrim süresini en fazla etkileyen faktöre davul denmektedir. Bu faktör yani davul; organizasyonun kritik ve stratejik kaynağıdır. Neden Davul kaynak çoklu projelendirmede çok önemlidir? Söylediğimiz gibi çevrim sürelerini en fazla etkileyen faktör dar boğaz yaratan kaynaklardır. Dar boğazlar ise organizasyonların kapasitesinin üstünde iş yükleme çabasıyla kaynaklanmaktadır.

Davul kaynak ile proje sistemi bir çekim sistemine dönüşür çünkü davul çizelgeleme birbirini izleyen projeleri tanımlamaktadır. Yani, davul ile proje işleri erken biterse proje geriye çekilir. Eğer davul geç kalırsa alt projeler ertelenir. Bu sebeple davulu korumak için çoklu projelerde de tamponlara ihtiyaç vardır.

Projeleri senkronize etmek sadece davul kaynağın değil tüm kaynakların çakışmasını elimine eder. Ancak bu birbirinin aynı olan ya da çok benzer olan projelerin birlikte yürütülmesinde çok daha kolay olur. Ancak, günümüzde çoklu projelerde birbirine benzer olmayan ancak birlikte yürütülmek istenen projeler çoktur. Bu tür projeleri senkronize etmek tüm kaynakların olmasa da bazı kaynakların çakışmasını engeller. Kritik zincir yönetimi tampon yönetimi ile çoklu projelerdeki birçok çakışmayı engeller ve yönetmeyi kolaylaştırır. Geleneksel yöntemlerde bu mümkün değildir ve işler daha da karışır. Kısıtlar Teorisi, diğer tüm kaynakların Kısıt olan kaynaktan daha fazla kapasiteye sahip olması gerekliliğini anlamayı sağlar.

Bir projede kısıt olan kaynak tamponlanmalıdır ki sorun yaşanmasın. Bir projede diğer tüm kaynaklar Kısıt kaynağı destekleyecek şekilde kullanılmalıdır. Birçok projede kaynaklar aynı anda-birçok proje tarafından kullanılmak istenir. Burada önemli olan nokta projeler arasında önceliklendirme yapıp birbirini izleme yöntemi ile kaynak her bir projede sıra ile kullanılmalıdır. Bunu yaparken kapasite arttırılması ya da daha fazla tampon kullanılması tüm projenin zamanını etkilemeyecektir.

Örneğin; 5 tane geminin bir limana vardığını ve her birinin tamamının boşaltılması için bir kişi ile 5 güne ihtiyaçları olduğunu ve her bir geminin de olabildiğince kısa sürede boşaltımda bulunmak istediğini düşünelim. Boşaltım yapabilecek de sadece 5 kişinin elimizde olduğunu varsayalım. Nasıl bir yol izlersiniz? Akla ilk gelen yol her bir kişiyi tek tek bir gemiye yönlendirmek ve 5 günün sonunda tüm gemileri boşaltmış olmaktır. Ancak bundan çok daha etkili olan bir yol daha vardır. Elinizde olan bütün beş kişiyi de birinci gün bir gemide çalışmaya yönlendirirsiniz ve birinci günün sonunda birinci gemi tamamen boşaltılmış ve 4 gününü kurtarmış olursunuz. İkinci gün yine bu beş kişiyi ikinci gemide çalıştırırsınız ve ikinci gün ikinci gemi boşaltılmış ve 3 günü kurtarılmış olur. Aynı şekilde üçüncü gemi için 2 gün dördüncü gemi için ise 1 gün kazanılmış olur beşinci gemi de gecikme olmadan 5.günün sonunda boşaltılmış olur. Böylelikle hiç

kimse kaybetmemiş ve hatta ilk çözümün aksine 4 gemi de zamandan tasarruf etmiş olmaktadır.

3.8.2 Çoklu Projelerde Kısıtın Yok Edilmesi

Kısıt olan kaynak, şirket projelerinin davulu haline gelir. Bu kısıdın ortadan kaldırılması için aşağıdaki adımlar izlenir.

1. Şirketin kısıt olan kaynağını belirleyin. Şirketin kısıt olan kaynağı projede en fazla zamanı alan kaynak olarak tanımlanmalıdır.
2. Şirketin kısıt kaynağını yok edin.
 - a. Birbirinden ayrı olarak her bir projenin kritik zincir çizelgesini hazırlayın.
 - b. Kısıt kaynak kullanımı için proje önceliğini tanımlayın.
 - c. Kaynak Kısıtlı çoklu proje çizelgesini yani davul çizelgesini hazırlayın. Her bir proje için kaynak ihtiyaçlarını belirleyin. Şirket çıktısını maksimize edecek şekilde projeler arasındaki çatışmayı çözün. Başka bir deyişle birçok projeyi daha erken bitirmeye çalışın.
3. Bireysel proje çizelgelerini birbirine bağlayın.
 - a. Kısıt kaynaklı çizelgeyi hazırlamak için her bir projeyi çizelgeleyin.
 - b. Kısıt kaynağın ilk kullanımdan projenin sonuna kadar kritik zinciri belirleyin.
 - c. Bireysel projeler arasına kapasite kısıt tamponları ekleyin. Kısıtlı kaynak kullanımında, bu koyulan tampon, davul (Kısıt) çizelgesini gerekli olan girdiyi temin ederek korumayı sağlar.
 - d. Eğer kapasite kısıdı, kısıt olan kaynak çizelgesini etkiliyorsa çatışmayı başa dönerek çözün.
 - e. Davul tamponları projeye yerleştirin. Bu sayede Kısıt olan kaynağa gerek kalınca zor durumda kalınmayacaktır.

4. Kısıtlı kaynağın kapasitesini arttırın.
5. Adım 2 'ye geri dönün ve süredurumun bir Kısıt olmasına engel olun.

3.8.3 Çoklu Projelerde Kritik Zincirin Özellikleri

3.8.3.1 Proje Önceliği

Tüm mevcut işleyen projeleri öncelendirmek gereklidir. Bunun bir bakış açısı da Davul kaynağı kullanımında bir öncelik oluşturmaktır. Önceliklendirmeyi birçok faktöre dayandırarak yapabiliriz ancak en önemlisi şirketin genel olarak çıktısını en yüksek seviyeye çıkaracak önceliklendirme planıdır. Genel olarak proje çıktısını (para) davul kaynak talebine (adam - saat ya da adam - gün) bölerek bir öncelik oranı belirlenebilir ve bu orana göre proje öncelikleri tanımlanabilir.

3.8.3.2 Davul Kaynağın Seçilmesi

Davul kaynak birçok proje tarafından kullanılan bir kaynak olmalıdır. Bu aynı zamanda çoklu projenin de tanımıdır. Büyük şirketler, ortak kaynakların kullanıldığı, birbirinden bağımsız birçok projeye sahip olabilirler. Kaynak genellikle Kısıt oluşturur. Bu Kısıt bazen çok belirgin olabilir. Basit Kısıtlar Teorisi yaklaşımı bu kısıda tek bir kısıt gibi yaklaşabilir ancak (maalesef sistem durağan değildir) istatistiksel dalgalanmalar geçici kapasite kısıtları oluşturabilir. Örneğin; birçok projenin bir kaynağı talep ettiğini düşünelim ve kapasite aşılmaktadır. Biz bunu engellemek zorundayız. Bu şirket kapasite kısıdına bir kaynak yaratmamaktadır. Bireysel tamponlar eklenmiş olsa da bu demektir ki açıkları olan proje planı ve kontrol sistemi tekrar gözden geçirilmelidir.

Nasıl peki?

- Fazla mesai yapılabilir.
- İş sınıflandırabilirsiniz, bu sayede potansiyel kısıt ortadan kaldırılabilir.
- Direkt olarak çıktıyı üretmeyen diğer işler tekrar çizelgelenebilir.

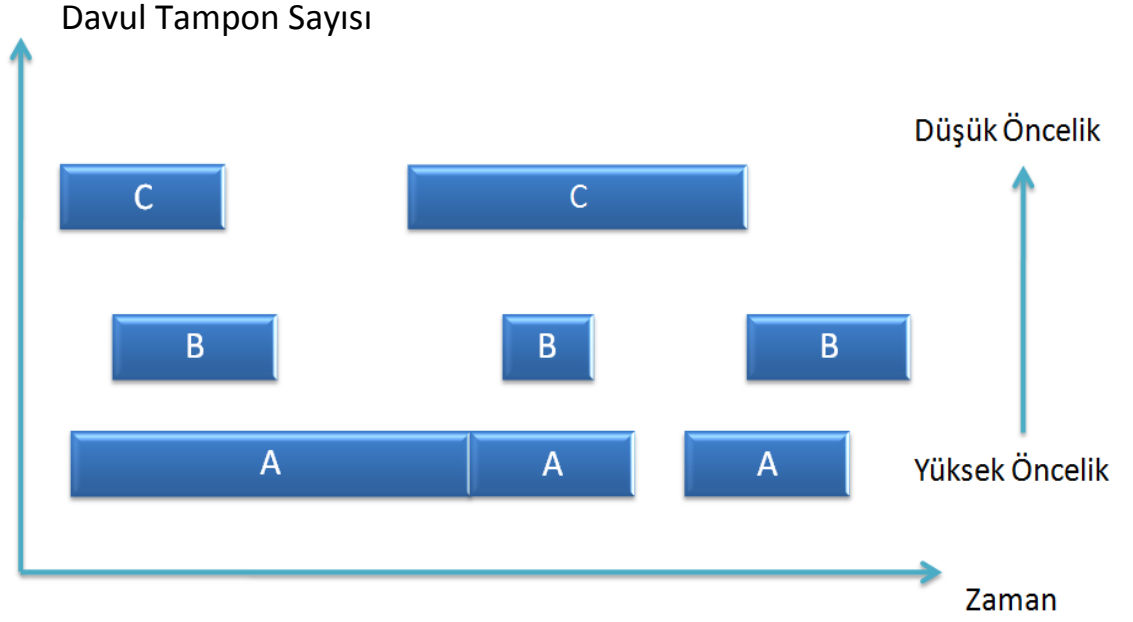
Buna rağmen bazı şirketlerde Kısıt olan kaynak kronik bir hal almış olabilir. Örneğin sürekli fazla mesai yapan bir departman ya da sürekli işini geciktiren bir departman gibi. Departman konumu, politika ya da başka etkenler tüm taleplere yeterli cevabın verilmesini engelleyebilir. Eğer iki ya da daha fazla kaynak onurlandırılmak için çekişiyorsa kaynak talebini proje başlangıcının yakınlarına çekin. Bu daha sonra gerekli

olursa fikir değişikliği için size bir fırsat sağlar. Bunu kapasite kısıt kaynağı olarak adlandırabiliriz. Çünkü bu tüm şirketin performansını etkiler. Eğer yanlış kaynak davul kaynak olarak belirlenmişse bu sorun değildir, yine de projenin bir noktada rahatlatılması sağlanmış olur.

Davul kaynağı tanımlamak, belirlemek için birçok kriter vardır. Proje planında, toplam kaynak planına sahibiz ve elimizdeki toplam kaynağı da bilmeliyiz. Talep oranı en yüksek olan malzemeye göre davul seçilmelidir. Eğer projeden maksimum faydayı sağlamak istiyorsanız davul kaynağı; projelerde kritik zincirin büyük bir kısmını kontrol eden kaynak olarak seçmelisiniz. Bu kaynak projeden projeye değişmektedir.

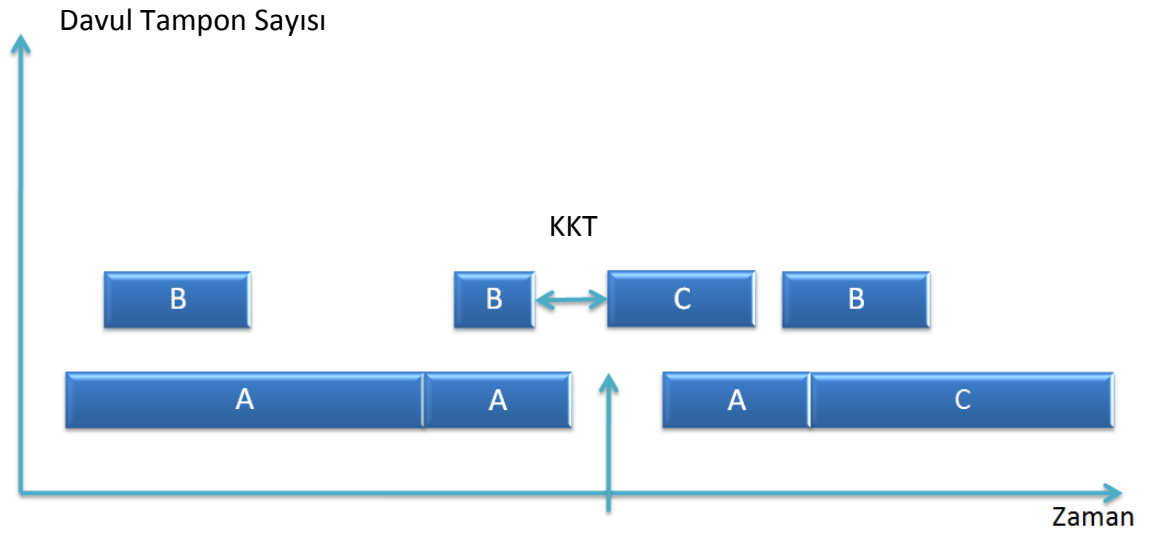
3.8.3.3 Davul Çizelgeleme

Davul çizelgeleme, davul kaynağı tüm projelere dağıtmak için kullanılan bir plandır. Genelde davul kaynağı yöneten kişi tarafından yönetilir. Davul çizelgeleme, projeleri uygulamaya almadan sistem kapasitesinin ilk tanımıdır. Tüm projelerin başlangıç zamanını oluşturur. Davul yöneticisi, davul çizelgelemesini yapabilmesi için-her proje için davul kaynak talebini ve proje önceliğinin ne olduğunu bilmeye ihtiyacı vardır. Aşağıdaki şekilde öncelik sırasına göre 3 proje yer almaktadır ve davul kaynak taleplerini göstermektedir. Bu davul çizelgesi 3 projeyi de kapsamlı ve kapasiteyi aşmadan planı göstermelidir. Aşağıdaki durumda 3 proje için 2 davul kaynağın olduğu varsayılmıştır. Bir de projelerin aşağıdaki şekilde gösterilen başlangıç zamanından daha önce başlayamayacağı varsayılmıştır çünkü bu projede diğer aktiviteler davul kaynağın aktivitelerini beslemektedir.



Şekil 3.13 : Davul Çizelgeleme [7]

Metot; önem derecesi en düşük olan projeyi kaynak tedarikinin altına düşene kadar geriye çekmektir. Bu davul çizelgelemesini oluşturur. Davul çizelgelenirken, tekil projelerden alınan aktivite süreleri ortalama sürelerdir. Ancak davul kaynakta bir problem yaşama riskini en az seviyeye çekmek için bu ortalama süreden daha uzun bir süre düşünülmelidir. Bu durumun üstesinden gelmek için davul çizelgelemeye Kapasite Kısıt Tamponu eklenir. Şekil 3.15 de davul çizelgelemenin sonucunu göstermektedir.



KKT: Kapasite Kısıt Tamponu

Şekil 3.14: Davul Çizelgelemede Kapasite Kısıt Tamponu [7]

C projesi en düşük önceliğe sahipti ve elimizde sadece 2 tane davul kaynağımız var. Dolayısıyla A ve B projeleri hemen başlayabilir. C projesi ise A ile B arasında boşluk bulunan bir zamanda başlatılır ve projeyi ve davul kaynağı korumak için kapasite kısıt tamponu iki proje arasına eklenmiştir.

3.8.3.4 Kapasite Kısıt Tamponu

Kapasite Kısıt Tamponunun görevi, kısıtlı olan kaynak projede ne zaman ihtiyaç olursa onu sağlamaktır. Kapasite kısıt tamponu, öncelikli olan projede yer alan kısıtlı kaynağın kullanımı ile kaynağın diğer projede ilk kullanım yeri arasına yerleştirilir. Bu, proje zamanı ne olduğunu göstermez ancak kaynak kullanım aktivitesinin başlama zamanını tanımlar.

Kapasite kısıt tamponunun büyüklüğü, öncelikli projedeki aktivitenin süresi kullanılarak belirlenebilir. Eğer bu aktivitenin alacağı zaman ile ilgili iki farklı tahmin varsa tampon basitçe bu iki tahmin arasındaki fark kadardır. Başka bir deyişle davul çizelgeleme, davul kaynak için en az riskli tahmini yapmayı sağlar.

3.8.3.5 Davul Tamponu

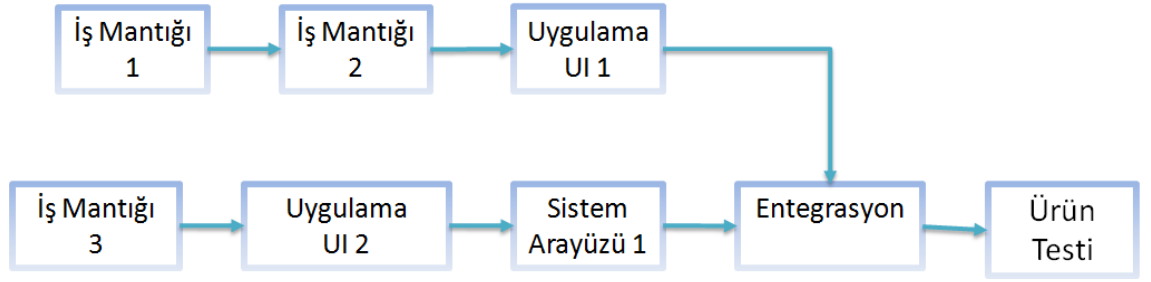
Davul Tamponu, davul kaynağın bir projede ihtiyaç duyulduğu zaman çalışabilmek için çıktıya sahip olmasını sağlar. Bu durumda davul tamponu bir besleme tamponudur. Davul tamponu çizelgede, davul kaynağı kullanan aktiviteden hemen önce yerleştirilmelidir. Eğer kritik zincir üzerindeyse doğrudan proje besleme zamanı ve süresini etkiler. Davul tamponu genellikle kritik zincir üzerindedir ancak kritik zincir üzerinde olması gerekli değildir. Davul tampon bir besleme tamponu olduğu için beslediği aktivitenin en azından %50'si büyüklükte olmalı ya da karekökü metodu kullanılarak büyüklüğü hesaplanabilir.

3.8.3.6 Proje Çizelgeleme

Öncelikle davul çizelgesini hazırladığımızda tekil proje çizelgesini de davul kullanılan aktivitelerini projede sıralayarak hazırlamış oluyoruz. Başka bir deyişle, projenin başlangıcını çizelgeleyerek davul kullanım aktivitesinin arka tarafında çalışmış oluyoruz. Çünkü davul çizelgesi yaratarak bir zaman - yani başlangıç zamanı ile kritik zincir çizelgesine sahip olunmalıdır. Daha sonra besleme tamponu yani davul tamponu da eklenir ve daha sonra aşağıya doğru projenin geri kalan kısımları da çizelgelenir.

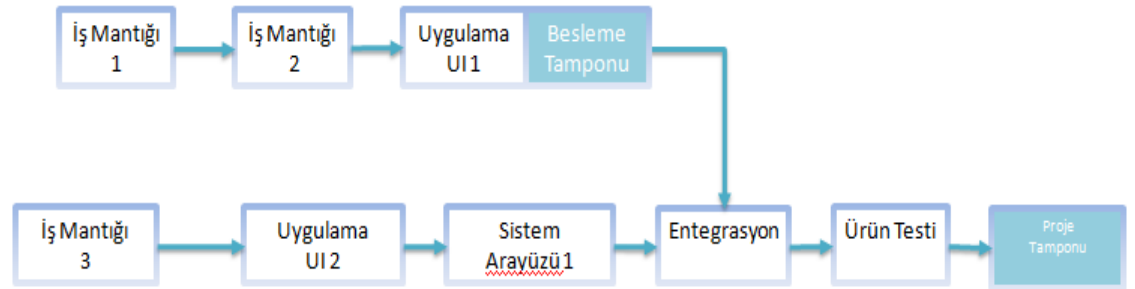
3.8.4 Çoklu Projeler Kritik Zincir Uygulamasına Bir Örnek

Bir yazılım şirketinin UI Tasarım departmanı, üzerinde yeni çalışacağı bir yazılım programı için proje hazırlayacaktır. Hazırlayacağı bu projeyi günümüzün ilgi odağı olan Kritik Zincir Proje Yönetimi ile çizelgelemeye karar vermiştir. Departman öncelikle bazı diyagramlar ile yazacakları programın modellerini hazırlamış ve iş planını çıkarmıştır. Bu projede kısıt UI Tasarım aktiviteleridir. İlk olarak çıkardığı iş planını Kritik Yol metodu ile çizelgelemiştir.



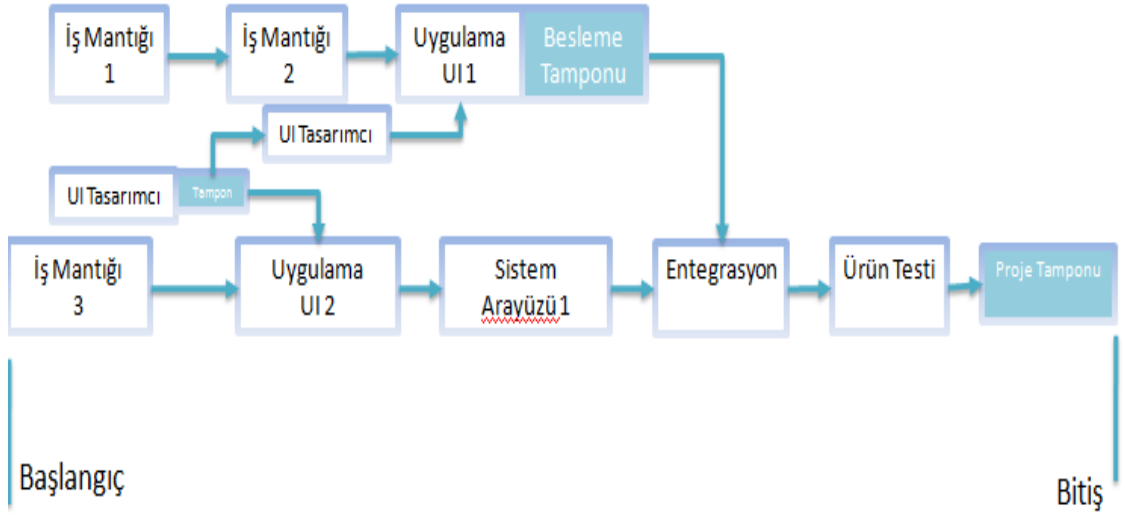
Şekil 3.15: Yazılım Projesinin Kritik Yol Çizelgesi [14]

Görüldüğü üzere kritik yol çizelgesinde ne besleme tamponu ne de proje tamponu var. Departman bunun üzerinde de çalışarak mevcut çizelgeyi kritik zincir yöntemi ile tekrar çizelgelemiştir. Çizelgenin kritik yolu; iş mantığı 3' den başlayan ve ürün teste kadar uzanan kısımdır.



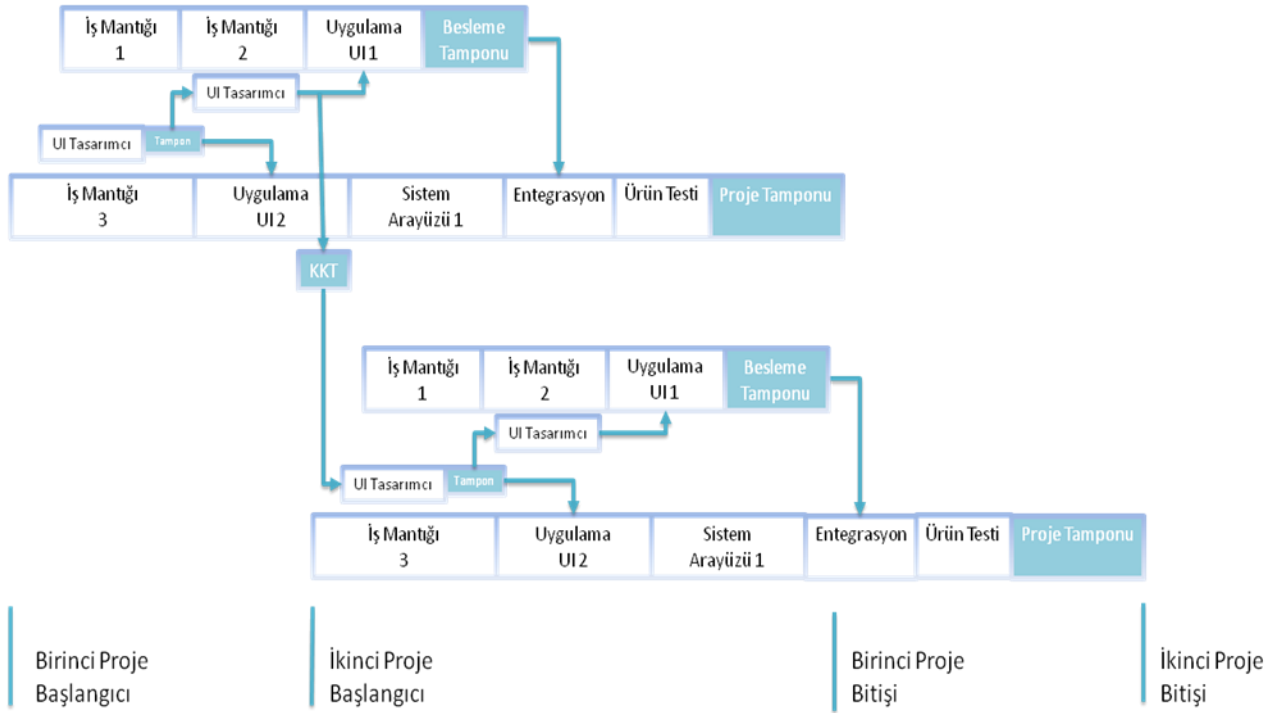
Şekil 3.16 : Yazılım Projesinin Kritik Zincir Çizelgesi[14]

Oluşan bu planın bitiş zamanı açısından daha iyi olduğunu söylemektedirler. Ancak kısıt olarak belirlenen UI Tasarım aktivitesi de plana henüz eklenmemiştir. UI tasarım aktivitesini plana eklemek çok önemli çünkü hem kapasite kısıdı hem de UI kodlama aktivitesi ona bağlıdır. UI tasarım aktivitesi beslenmelidir aksi halde bir sorun yaşanırse tedariki güçleşebilir. UI tasarım aktivitesinin de plana eklendiği çizelgeyi aşağıdaki şekilde görebiliriz. Gördüğünüz üzere bu aktivitenin eklenmesi ile mevcut planda sıralama değişiklikleri olmuştur.



Şekil 3.17 : Yazılım Projesinin Kritik Zincir Çizelgesi - UI Kısıtlı[14]

Departman bir proje için tekli bir kritik zincir planını oluşturmuştur ve Kısıtlar Teorisinin çoklu projelerde de çözümleri olduğunu bildikleri için şimdi proje planını çoklu projelerinde geliştireceklerdir. Aslında tekli projelerini kritik zincir ile çizelgeleyerek sorunun büyük bir kısmını çözmüşlerdir. Şimdi önemli olan diğer proje ile mevcut proje arasındaki önceliği belirlemek ve davul olarak adlandırılan kısıdın kullanım planını yapmaktır. İkinci proje de birinci proje ile aynı adımları izlemektedir. Dolayısı ile kısıt UI aktivitesidir. Bunu da göz önüne göz önüne alarak aşağıdaki çoklu proje çizelgelemesi oluşmuştur:



KKS: Kapasite Kaynak Stoku

Şekil 3.18 : Yazılım Projelerinin Çoklu Kritik Zincir Çizelgesi [14]

4. UYGULAMA

Uygulamada Kısıtlar Teorisinin başka bir alanı olan “Pazar Kısıtlı Organizasyonlarda Kısıtlar Teorisi” yaklaşımına atıfta bulunarak ana kısıtlardan biri olan Ar-Ge faaliyetlerinde yapılacak olan çalışma ve sonuçlarını ortaya koyacağız.

4.1. UYGULAMANIN AMACI

Son yıllardaki küreselleşme trendi birçok firma için açıkça tehdit oluşturmaya başladı. Fakat aynı zamanda küresel pazarlara girebilmek için de firmalara bir fırsat sunuyor. Pek çok firma üretimde, hizmette ve lojistikte aşırı kapasitelere sahip olmalarına karşın işlerini Pazar kısıtı altında yürütüyorlar. Eğer firmalar teslim zamanı, fiyat, kalite ve performans gereklerini yerine getirmezse küresel satın alanlar pazarında hayatta kalamayabilirler.

4.1.1.Pazar Kısıtı Nedir?

Pazar talebinin, organizasyonun teslim edebileceği ürün(ler) ve hizmet(ler) kapasitesinden daha düşük olması durumudur.

Müşteri siparişlerinin eksikliği aslında şirketin kendi kısıtıdır. (TOC Sözlüğü)

Yönetim, faaliyetleri üzerinde kontrol sahibi olduğu iç kaynak kısıtlarının üstesinden gelmek dış Pazar kısıtlarının üstesinden gelmekten genellikle daha kolaydır

Pazar kısıtı, üretim/operasyonların kapasitesinin pazar talebini aştığı ve sistemde şirket hissedarlarının daha yüksek değer elde etmesini sağlayacak karlı siparişlerin eksik olduğu bir durum olarak tanımlanır.

4.1.2.Genel Kaynak Modeli

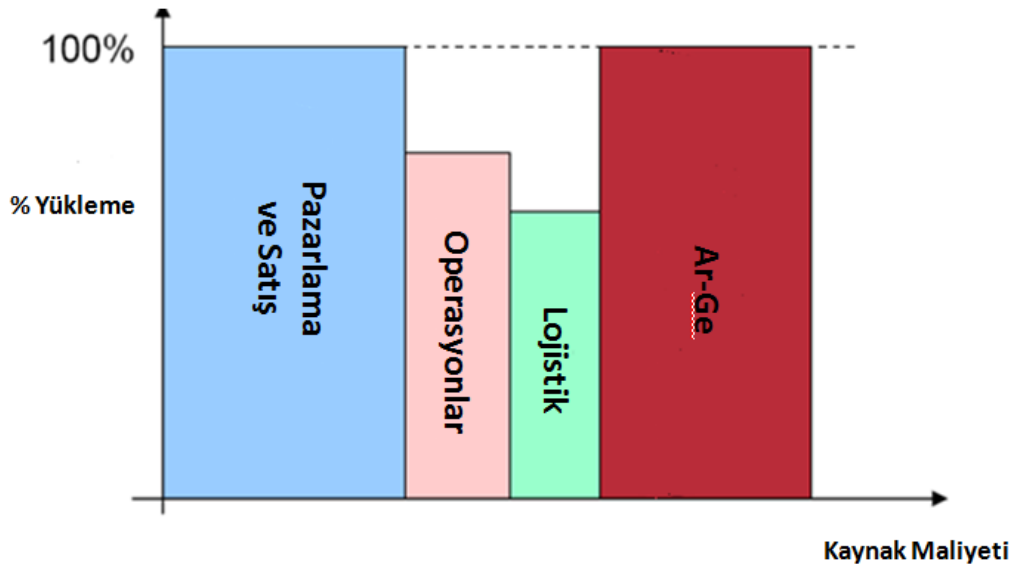
Bir firmada üretim/operasyonlar ve lojistik kaynakları, ilgili Pazar talebinden daha fazla olabilmesine rağmen, firma daima iki kalıcı iç darboğaza sahiptir:

- Ar-Ge
- Pazarlama&Satış

Pazar kısıtı olsa da olmasa da bu kalıcı darboğazların var olmasından dolayı, firma onları düzgün bir şekilde yöneterek pazardaki konumunu geliştirebilir ve kontrol edebilir.

Ar-Ge departmanı geliştirme talebinin, kapasitesini aştığı andan itibaren bir darboğazdır. Talepleri yönetebilecekleri kaynaklardan daha fazla iç ve dış geliştirme istekleri vardır. Ar-Ge iş gücünüzün büyüklüğü ne olursa olsun, mevcut kaynaklarından potansiyel talepler daima sınırsız olacaktır.

Pazarlama&Satış personeli de daha fazla mevcut zamanları olsa, daha fazla satış getirebilecekleri için aynı zamanda kaçınılmaz bir darboğazdır. Pazarlama&Satış personeli için talep tedariki her zaman aşar, ne kadar satıcıyı işe alacağınızın bir önemi yoktur. Pazarlama&Satış in durumunda ise AR-GE nin durumunda olduğu gibi daha fazla kaynak ilave edilmesi muhtemelen firmaya büyük bir maliyetle, biraz daha çıktı sağlayacaktır, fakat bu durum bu departmanların hala darboğaz olarak kalacağı ve bu şekilde yönetilmesi gerektiği gerçeğini değiştirmeyecektir.



Şekil 4.1 : Maliyet Fayda Diyagramı

Genel Pazar kısıtlı bir firma yukarıdaki grafikte, sistemdeki çeşitli kaynakları çubuk şeklinde gösteren maliyet fayda diyagramı ile resmedilmiştir. [18]

Bu bağlamdan bakıldığında Ar-Ge faaliyetlerinin daha kısa sürede tamamlanması ve pazara sunma zamanının kısaltılması Pazar kısıtının etkisinin azaltılmasında önemli bir etken olacaktır.

Firmaların projelerini hayata geçirme esnasında kullandıkları proje yönetim tekniklerinin kalitesi, problemlere ve dolayısıyla problemleri yönetmeye olan doğru yaklaşımı yine projelerin hayata geçirilmesi-de çok önemli bir etkiye sahiptir. Firmalar proje yönetimi metodolojilerini karşılaştırıp kendilerine en uygun olanını seçip mevcut zamanlamalarını da sürekli kısaltmak kaynaklarını daha etkin kullanmanın ve daha yüksek kalite ile daha kısa zamanda ürün yapmanın yollarını aramaktadırlar.

Buradan yola çıkarak, Kısıtlar Teorisi Proje Yönetimi yeni bir bakış açısı getirmekte ve karşımıza Kritik Zincir uygulamasını çıkarmaktadır.

Bu çalışmanın ana amacı da Kritik Yol uygulamasıyla çizelgelenmiş bir projenin Kritik Zincir uygulaması ile çizelgelenmiş versiyonunun devreye giriş süresinin ne kadar kısalacağı, kaynak kısıdı, çoklu görevlendirme gibi karşılaşılan kısıtlarla başa çıkabilmek için nasıl çözümler getirebileceğini araştırmaktır.

4.2.PRES-DÖKÜM-YARI MAMUL BİLEŞENLİ ÜRÜN AR-GE PROJESİNE KRİTİK ZİNCİR METODOLOJİSİ UYGULAMASI

Uygulama, bir kuyumculuk firmasındaki ürün geliştirme sürecinin, geleneksel proje yönetim tekniklerinden CPM (Kritik Yol) çizelgelemesi ile Kısıtlar Teorisinin proje yönetimi yaklaşımı olan Kritik Zincir çizelgelemesinin ayrı ayrı ele alınıp sonuçlarının karşılaştırılmasını hedeflemektedir.

Uygulama ile ilgili olarak aşağıdaki adımlar izlenmiştir;

- Öncelikle mevcut projenin her bir alt aktivitesi ve süreleri listelenmiş ve her bir aktivite süresi Tablo 4.1’ de görüldüğü gibi %50 kısaltılmıştır.

- Faaliyetler birbirleriyle olan ilişkilerine göre proses sırasına konmuş ve projenin kritik zinciri belirlenmiştir.
- Belirlenen kritik zinciri beslemek için kritik olmayan ancak zincire etki eden aktivitelere besleme tamponları eklenmiştir. Kritik Zincirdeki besleme tamponları kritik yol üzerinde olmayan diğer ardışık faaliyetlerinin sonuna kritik yolun değişmesine neden olacakları süre kadar ilave edilmiştir.
- Son olarak da aşağıdaki formülde olduğu gibi her bir aktivitenin kısaltılan sürelerinin kareleri toplamının karekökü kadar projenin sonuna bir proje tamponu eklenmiştir.

$$\begin{aligned}
 \text{Proje Tamponu} = & \sqrt{(0,4 - 0,2)^2 + (10 - 5)^2 + (2 - 1)^2 + (3 - 1,5)^2 + (2 - 1)^2 +} \\
 & + (8 - 4)^2 + (0,2 - 0,1)^2 + (0,4 - 0,2)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (0,4 - 0,2)^2 + (0 - 0)^2 \\
 & + (3 - 1,5)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (2 - 1)^2 + (1,2 - 0,6)^2 + (1,6 - 0,8)^2 \\
 & + (4 - 2)^2 + (0,4 - 0,2)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (2 - 1)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (0,8 - 0,4)^2 \\
 & + (0,4 - 0,2)^2 + (4 - 2)^2 + (0,4 - 0,2)^2 + (0,6 - 0,3)^2 + (2 - 1)^2 + (0,6 - 0,3)^2 \\
 & + (0,8 - 0,4)^2 = 7,437 \cong 7,5 \text{ gün}
 \end{aligned}$$

Tablo 4.1’de projenin aktiviteleri, kaynakları ve proses süreleri gösterilmektedir.

Tablo 4.1 : Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Faaliyet Listesi

Faaliyet	Süre	Kısaltılan Süre (% 50)	Kaynak
Kullanılacak Yarı Mamullerin Tespiti	0,4 gün	0,2	Ar-Ge
Yarı Mamul Tedariği	10 gün	5	Satın alma
Görsel Çizimlerin Hazırlanması	2 gün	1	Tasarımcı
Döküm Parça Cad Çizim	3 gün	1,5	3B Tasarımcı-

			Döküm
Kalıp Parçalar Cad Çizimi	2 gün	1	3B Tasarımcı-Kalıp
Pres Kalıpların Üretimi	8 gün	4	Tedarikçi
Kalıp Kontrolü	0,2 gün	0,1	Ar-Ge
Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,4 gün	0,2	Merkez Kasa
Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,6 gün	0,3	Pres
Pres Parçaların Basılması	0,4 gün	0,2	Pres
Pres Parça Kontrolü	0 gün	0	Pres
Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması	3 gün	1,5	Model Maker
Kauçuğa Alma	0,6 gün	0,3	Ar-Ge
Gümüş Model Kalıbının Alçıya Alınması	0,6 gün	0,3	Döküm
Gümüş Model Kalıbının Pişirilmesi	2 gün	1	Döküm
Gümüş Modelin Dökülmesi	1,2 gün	0,6	Döküm
Sadekar (Yüzey Düzeltme) İşlemlerinin Tamamlanması	1,6 gün	0,8	Ar-Ge
Mıhlama (Taş Yuvası) İşlerinin Tamamlanması	4 gün	2	Ar-Ge
Döküm Ayarının Yapılması	0,4 gün	0,2	Merkez Kasa
Alçı Kalıbın Hazırlanması	0,6 gün	0,3	Döküm
Alçı Kalıbın Pişirilmesi	2 gün	1	Döküm
Dökümün Yapılması	0,6 gün	0,3	Döküm
Örnek Ürün Montajı	0,8 gün	0,4	Atölye
Üretime Uygunluğunun Kontrol Edilmesi	0,4 gün	0,2	Ar-Ge

Tablo 4.2’de öncelikle projenin kritik yol ile planlanmış aktivite ve öncelik listesi yer almakta, Tablo 4.3’te ise projenin kritik zincir proje yönetimi metodolojisi ile planlanmış aktivite ve öncelik listesi yer almaktadır. Şekil 4.2’de öncelikle projenin kritik yol ile oluşturulan çizelgesi ve Şekil 4.3’te ise Kritik Zincir metodolojisi ile hazırlanan çizelgesi gösterilmektedir.

Tablo 4.2 :Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Kritik Yol Faaliyet Listesi

Faal. No	Faaliyet	Süre	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Öncül Faal.	Kaynak
1	Kullanılacak Mamullerin Tespiti	Yarı 0,4 gün	16.06.2008 08:00	16.06.2008 11:12		Ar-Ge
2	Yarı Mamul Tedariği	10 gün	16.06.2008 11:12	30.06.2008 11:12	1	Satın alma
3	Görsel Çizimlerin Hazırlanması	2 gün	16.06.2008 11:12	18.06.2008 11:12	1	Tasarımcı
4	Döküm Parça Cad Çizim	3 gün	18.06.2008 11:12	23.06.2008 11:12	3	3B Tasarımcı-Döküm
5	Kalıp Parçalar Cad Çizimi	2 gün	18.06.2008 11:12	20.06.2008 11:12	3	3B Tasarımcı-Kalıp
6	Pres Kalıpların Üretimi	8 gün	20.06.2008 11:12	02.07.2008 11:12	5	Tedarikçi
7	Kalıp Kontrolü	0,2 gün	02.07.2008 11:12	02.07.2008 13:48	6	Ar-Ge
8	Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,4 gün	24.06.2008 08:00	24.06.2008 11:12		Merkez Kasa
9	Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,6 gün	02.07.2008 13:48	03.07.2008 09:36	8;7	Pres
10	Pres Parçaların Basılması	0,4 gün	03.07.2008 09:36	03.07.2008 13:48	9	Pres
11	Pres Parça Kontrolü	0 gün	03.07.2008 13:48	03.07.2008 13:48	10	Pres
12	Prototyping-Katı Modellemenin	3 gün	23.06.2008 11:12	26.06.2008 11:12	4	Model Maker

	Yapılması					
13	Kauçuğa Alma	0,6 gün	26.06.2008	26.06.2008	12	Ar-Ge
14	Gümüş Model Kalıbının Alçıya Alınması	0,6 gün	27.06.2008	27.06.2008	13	Döküm
15	Gümüş Model Kalıbının Pişirilmesi	2 gün	27.06.2008	01.07.2008	14	Döküm
16	Gümüş Modelin Dökülmesi	1,2 gün	01.07.2008	02.07.2008	15	Döküm
17	Sadekar (Yüzey Düzeltme) İşlemlerinin Tamamlanması	1,6 gün	02.07.2008	04.07.2008	16	Ar-Ge
18	Mıhlama (Taş Yuvası) İşlerinin Tamamlanması	4 gün	04.07.2008	10.07.2008	17	Ar-Ge
19	Döküm Ayarının Yapılması	0,4 gün	30.06.2008	30.06.2008		Merkez Kasa
20	Alçı Kalıbın Hazırlanması	0,6 gün	10.07.2008	10.07.2008	18	Döküm
21	Alçı Kalıbın Pişirilmesi	2 gün	11.07.2008	14.07.2008	20	Döküm
22	Dökümün Yapılması	0,6 gün	15.07.2008	15.07.2008	21;19	Döküm
23	Örnek Ürün Montajı	0,8 gün	15.07.2008	16.07.2008	22;2;	Atölye
24	Üretime Uygunluğunun Kontrol Edilmesi	0,4 gün	16.07.2008	16.07.2008	23	Ar-Ge

Tablo 4.3: Pres-Döküm-Yarı mamul Bileşenli Ürün Ar-Ge Projesi Kritik Zincir Faaliyet Listesi

Faal.		Başlangıç		Öncül	
No	Faaliyet	Süre	Tarihi	Bitiş Tarihi	Faal. Kaynak
1	Kullanılacak Yarı Mamullerin Tespiti	0,2 gün	16.06.2008 08:00	16.06.2008 09:36	Ar-Ge
2	Yarı Mamul Tedariği	5 gün	16.06.2008 09:36	23.06.2008 09:36	1 Satın alma
3	Besleme Tamponu	5,3 gün	23.06.2008 09:36	30.06.2008 12:00	2
4	Görsel Çizimlerin Hazırlanması	1 gün	16.06.2008 09:36	17.06.2008 09:36	1 Tasarımcı
5	Döküm Parça Cad Çizim	1,5 gün	17.06.2008 09:36	18.06.2008 14:36	4 Tasarımcı-3B Döküm
6	Kalıp Parçalar Cad Çizimi	1 gün	17.06.2008 09:36	18.06.2008 09:36	4 Tasarımcı-3B Kalıp
7	Pres Kalıpların Üretimi	4 gün	18.06.2008 09:36	24.06.2008 09:36	6 Tedarikçi
8	Kalıp Kontrolü	0,1 gün	24.06.2008 09:36	24.06.2008 10:24	7 Ar-Ge
9	Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,2 gün	24.06.2008 08:00	24.06.2008 09:36	Merkez Kasa
10	Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,3 gün	24.06.2008 10:24	24.06.2008 13:48	9;8 Pres
11	Pres Parçaların Basılması	0,2 gün	24.06.2008 13:48	24.06.2008 15:24	10 Pres

			24.06.2008	24.06.2008		
12	Pres Parça Kontrolü	0 gün	15:24	15:24	11	Pres
			24.06.2008	30.06.2008		
13	Besleme Tamponu	3,7 gün	15:24	12:00	12	
	Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması	1,5 gün	14:36	09:36	5	Model Maker
			20.06.2008	20.06.2008		
15	Kauçuğa Alma	0,3 gün	09:36	12:00	14	Ar-Ge
	Gümüş Model Kalıbının Alçıya Alınması	0,3 gün	13:00	15:24	15	Döküm
	Gümüş Model Kalıbının Pişirilmesi	Gün	15:24	15:24	16	Döküm
	Gümüş Modelin Dökülmesi	0,6 gün	15:24	11:12	17	Döküm
	Sadekar (Yüzey Düzeltme) İşlemlerinin Tamamlanması	0,8 gün	11:12	09:36	18	Ar-Ge
	Mıhlama (Taş Yuvası) İşlerinin Tamamlanması	2 gün	09:36	09:36	19	Ar-Ge
	Döküm Ayarının Yapılması	0,2 gün	08:00	09:36		Merkez Kasa
	Alçı Kalıbın Hazırlanması	0,3 gün	09:36	12:00	20	Döküm
	Alçı Kalıbın Pişirilmesi	1 gün	13:00	12:00	22	Döküm
			30.06.2008	30.06.2008		
24	Dökümün Yapılması	0,3 gün	13:00	15:24	23;21	Döküm

25	Örnek Ürün Montajı	0,4 gün	30.06.2008 15:24	01.07.2008 09:36	24;3; 13	Atölye
26	Üretime Uygunluğunun Kontrol Edilmesi	0,2 gün	01.07.2008 09:36	01.07.2008 11:12	25	Ar-Ge
27	Proje Tamponu	7,5 gün	01.07.2008 11:12	10.07.2008 16:12	26	

Tablo 4.4' te CPM yaklaşımı ile faaliyetlerin en erken başlangıç ve bitiş süreleri öncül faaliyetleri dikkate alınarak hesaplanmış ve kritik yol ile belirlenen toplam proje süresi 23,8 gün olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4: Kritik Yola Göre En Erken Başlangıç ve Bitiş Zamanlarının Hesaplanması

Faaliyet No	Faaliyet	Süre	Öncül Faal.	EEBŞ	EEBT
1	Kullanılacak Yarı Mamüllerin Tespiti	0,4 gün		0	0,4
2	Yarı Mamül Tedariği	10 gün	1	0,4	10,4
3	Görsel Çizimlerin Hazırlanması	2 gün	1	0,4	2,4
4	Döküm Parça Cad Çizim	3 gün	3	2,4	5,4
5	Kalıp Parçalar Cad Çizimi	2 gün	3	2,4	4,4
6	Pres Kalıpların Üretimi	8 gün	5	4,4	12,4
7	Kalıp Kontrolü	0,2 gün	6	12,4	12,6
8	Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,4 gün		12,2	12,6
9	Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,6 gün	8;7	12,6	13,2
10	Pres Parçaların Basılması	0,4 gün	9	13,2	13,6
11	Pres Parça Kontrolü	0 gün	10	13,6	13,6
12	Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması	3 gün	4	5,4	9,4
13	Kauçuğa Alma	0,6 gün	12	9,4	10
14	Gümüş Model Kalıbının Alçıya Alınması	0,6 gün	13	10	10,6
15	Gümüş Model Kalıbının Pişirilmesi	2 gün	14	10,6	12,6
16	Gümüş Modelin Dökülmesi	1,2 gün	15	12,6	13,8
17	Sadekar (Yüzey Düzeltme) İşlemlerinin Tamamlanması	1,6 gün	16	13,8	15,4
18	Mıhlama (Taş Yuvası) İşlerinin Tamamlanması	4 gün	17	15,4	19,4
19	Döküm Ayarının Yapılması	0,4 gün		21,6	22
20	Alçı Kalıbın Hazırlanması	0,6 gün	18	19,4	20

21	Alçı Kalıbın Pişirilmesi	2 gün	20	20	22
22	Dökümün Yapılması	0,6 gün	21;19	22	22,6
23	Örnek Ürün Montajı	0,8 gün	22;2;11	22,6	23,4
24	Üretime Uygunluğunun Kontrol Edilmesi	0,4 gün	23	23,4	23,8

EEBŞ: En Erken Başlama Süresi

EEBT: En Erken Bitiş Süresi

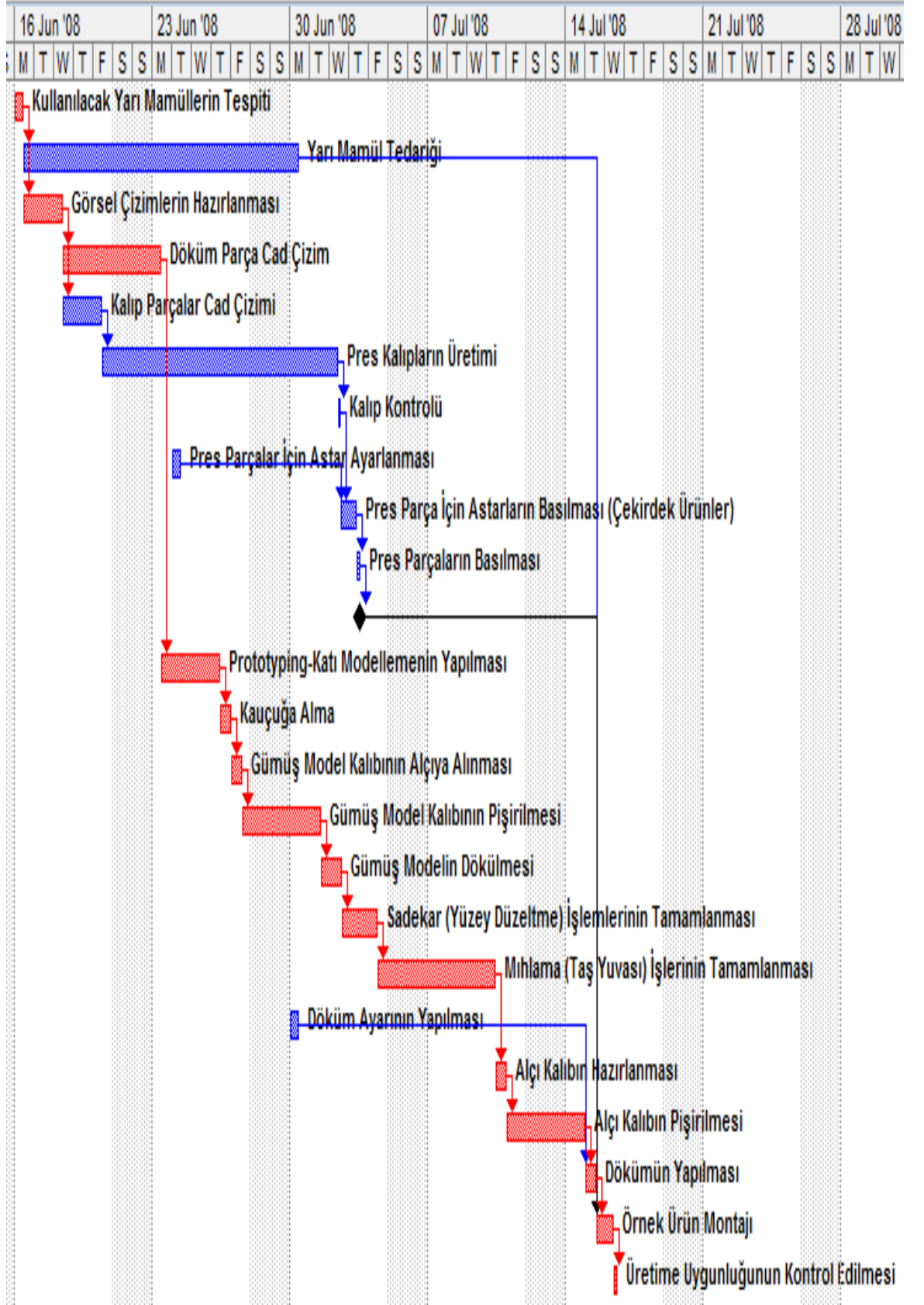
Tablo 4.5' te ise Kritik Zincir yaklaşımı ile faaliyetlerin en erken başlangıç ve bitiş süreleri öncül faaliyetleri dikkate alınarak hesaplanmış ve kritik zincir ile belirlenen toplam proje süresi 18,6 gün olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5: Kritik Zincire Göre En Erken Başlangıç ve Bitiş Zamanlarının Hesaplanması

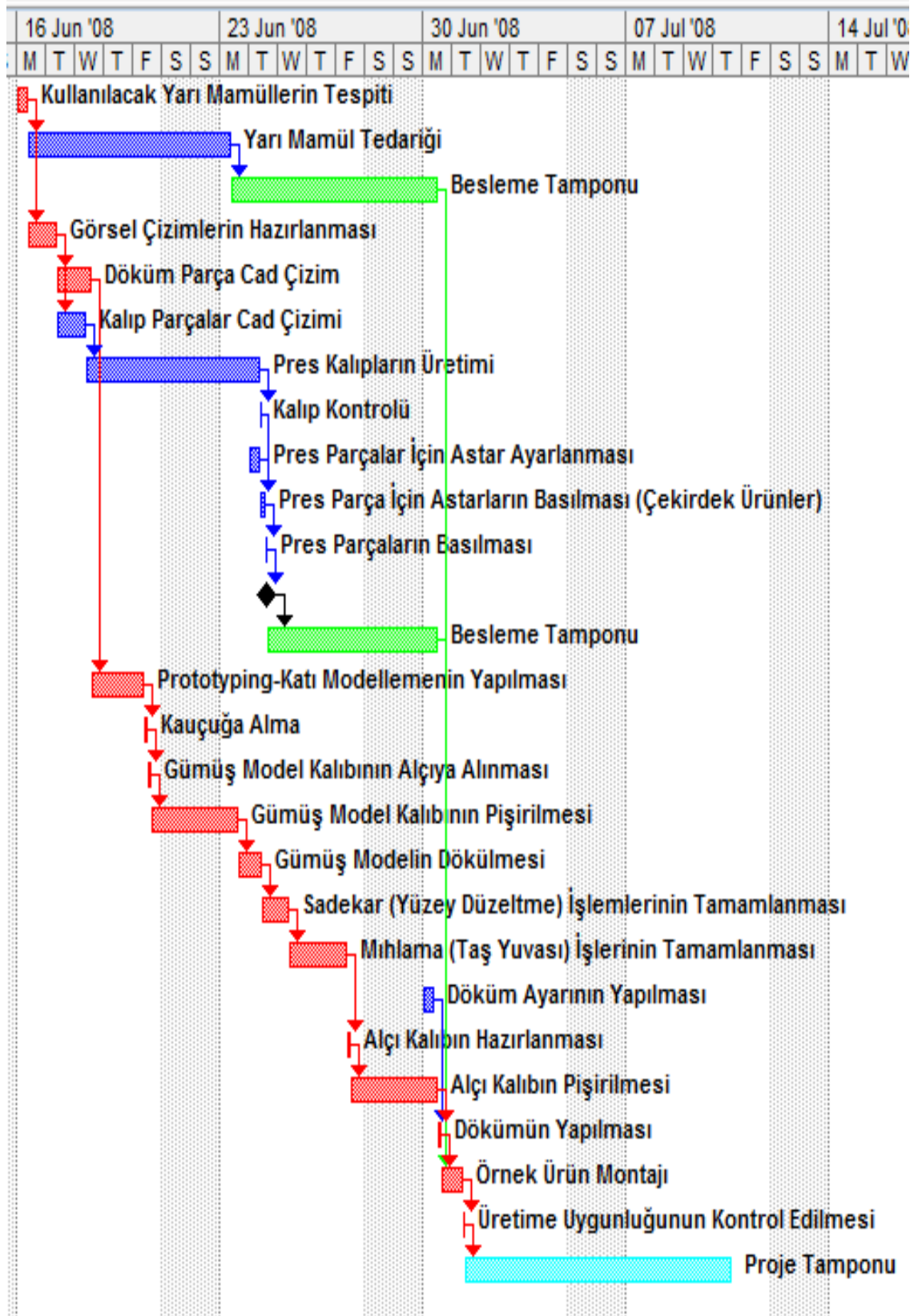
Faal. No	Faaliyet	Süre	Öncül Faal.	EEBŞ	EEBT
1	Kullanılacak Yarı Mamüllerin Tespiti	0,2 gün		0	0,2
2	Yarı Mamül Tedariği	5 gün	1	0,2	5,2
3	Besleme Tamponu	5,3 gün	2	5,2	10,5
4	Görsel Çizimlerin Hazırlanması	1 gün	1	0,2	1,2
5	Döküm Parça Cad Çizim	1,5 gün	4	1,2	2,7
6	Kalıp Parçalar Cad Çizimi	1 gün	4	1,2	2,2
7	Pres Kalıpların Üretimi	4 gün	6	2,2	6,6
8	Kalıp Kontrolü	0,1 gün	7	6,6	6,7
9	Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,2 gün		6,5	6,7
10	Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,3 gün	9;8	6,7	7
11	Pres Parçaların Basılması	0,2 gün	10	7	7,2
12	Pres Parça Kontrolü	0 gün	11	7,2	7,2
13	Besleme Tamponu	3,3 gün	12	7,2	10,5
14	Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması	1,5 gün	5	2,7	4,2
15	Kauçuğa Alma	0,3 gün	14	4,2	4,5
16	Gümüş Model Kalıbının Alçıya Alınması	0,3 gün	15	4,5	4,8
17	Gümüş Model Kalıbının Pişirilmesi	1 gün	16	4,8	5,8
18	Gümüş Modelin Dökülmesi	0,6 gün	17	5,8	6,4
19	Sadekar (Yüzey Düzeltme) İşlemlerinin Tamamlanması	0,8 gün	18	6,4	7,2
20	Mıhlama (Taş Yuvası) İşlerinin Tamamlanması	2 gün	19	7,2	9,2
21	Döküm Ayarının Yapılması	0,2 gün		10,3	10,5
22	Alçı Kalıbın Hazırlanması	0,3 gün	20	9,2	9,5

23	Alçı Kalıbın Pişirilmesi	1 gün	22	9,5	10,5
24	Dökümün Yapılması	0,3 gün	23;21	9,5	9,8
25	Örnek Ürün Montajı	0,4 gün	24;3;13	10,5	10,9
26	Üretime Uygunluğunun Kontrol Edilmesi	0,2 gün	25	10,9	11,1
27	Proje Tamponu	7,5 gün	26	11,1	18,6

Proje süresi Kritik Zincir yaklaşımının uygulanması ile birlikte 23,8 günden 18,6 güne inmiş olup, toplam proje süresi üzerinde 5,2 günlük azalma gerçekleşmiştir. Dolayısıyla bu toplam proje süresi üzerinde %22'lik bir azalmaya denk gelmektedir.



Şekil 4.2 : Kritik Yol Planı



Şekil 4.3 :Kritik Zincir Metodolojisi ile Çizelgeleme Planı

4.3.ÇALIŞMANIN SONUCU

Şekil 4.2’de ürün geliştirme projesinde görüleceği gibi kritik yol kırmızı renkle gösterilen faaliyetler tarafından oluşmaktadır. Bu faaliyetlerde meydana gelebilecek olan herhangi bir süre uzaması ürün geliştirme projesinin toplam proje süresinin de uzamasına neden olacaktır.

Bununla birlikte kritik yol üzerinde yer almayan diğer kritik olmayan faaliyetlerin sürelerinde meydana gelecek olan sapmalarında kritik yolu değiştirebileceği ihtimalini de göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bizim uygulamamızdaki gibi kritik yol üzerinde olmayan kalıp üretimi yada yarı mamul tedarikinde yaşanabilecek yalnızca bir haftalık gecikme, ürünün montajında gerekli olan yarı mamul parçaların yada pres parçaların eksikliğine, dolayısıyla da ürünün pazara sunulmasında gecikmelere neden olacaktır.

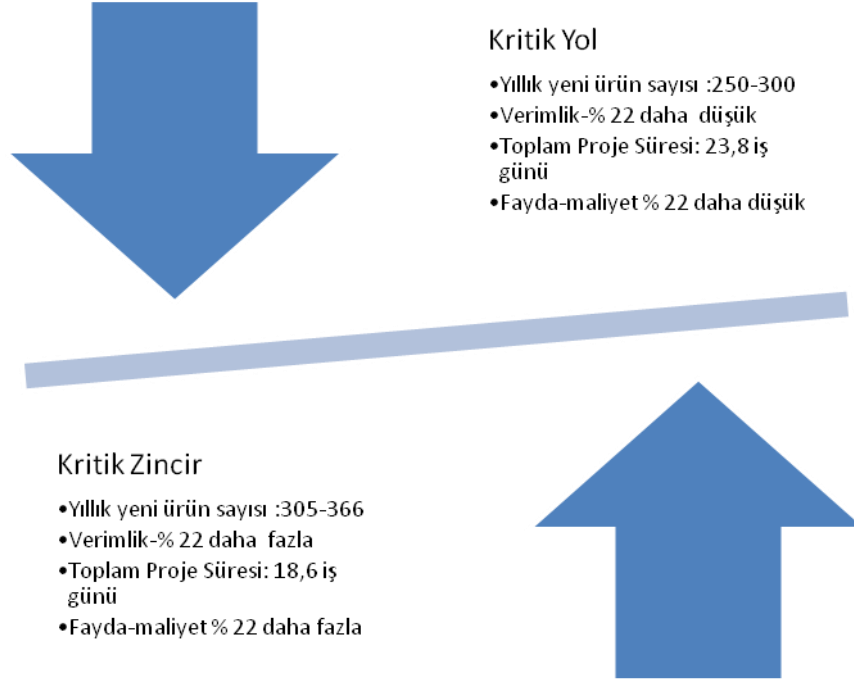
Bu nedenle faaliyet sürelerinin % 50 azaltılmasına karşın, projenin sonuna daha önce bahsedildiği gibi proje tamponu eklenmiş ve bununla birlikte kritik olmayan faaliyetlerinde kritik duruma geçmeleri önleyecek şekilde her kritik olmayan ardışık faaliyetlerin sonuna da kritik hale gelmelerine neden olacak miktarda besleme tamponları eklenmiştir.

Kritik Zincirin,Kritik Yola göre faaliyetlerin en erken başlangıç ve bitiş süreleri üzerinde nasıl bir katkı sağladığını Tablo 4.6’ dan görebilmekteyiz.Örnek vermek gerekirse 14 no’lu “Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması” faaliyetinin başalgıç süresi Kritik Zincir ile birlikte 2,7 gün kısalırken, bitiş süreside 5,2 günlük bir kısalma göstermektedir.

Tablo 4.6: Kritik Zincir ve Kritik yola Göre Faaliyetlerin En Erken Başlama ve Bitiş Sürelerinin Karşılaştırılması

Faal . No	Faaliyet	Süre	EEBŞ	EEBT	Süre	EEBŞ	EEBT	EEBŞ	EEBT	
1	Kullanılacak Mamüllerin Tespiti	Yarı gün	0,2	0	0,2	0,4	0	0,4	0	0,2
2	Yarı Mamül Tedariği	5 gün	0,2	5,2	10 gün	0,4	10,4	0,2	5,2	
3	Besleme Tamponu	5,3 gün	5,2	10,5						
4	Görsel Çizimlerin Hazırlanması	1 gün	0,2	1,2	2 gün	0,4	2,4	0,2	1,2	
5	Döküm Parça Çizim	Cad 1,5 gün	1,2	2,7	3 gün	2,4	5,4	1,2	2,7	
6	Kalıp Parçalar Çizimi	Cad 1 gün	1,2	2,2	2 gün	2,4	4,4	1,2	2,2	
7	Pres Kalıpların Üretimi	4 gün	2,2	6,6	8 gün	4,4	12,4	2,2	5,8	
8	Kalıp Kontrolü	0,1 gün	6,6	6,7	0,2 gün	12,4	12,6	5,8	5,9	
9	Pres Parçalar İçin Astar Ayarlanması	0,2 gün	6,5	6,7	0,4 gün	12,2	12,6	5,7	5,9	
10	Pres Parça İçin Astarların Basılması (Çekirdek Ürünler)	0,3 gün	6,7	7	0,6 gün	12,6	13,2	5,9	6,2	
11	Pres Parçaların Basılması	0,2 gün	7	7,2	0,4 gün	13,2	13,6	6,2	6,4	
12	Pres Parça Kotrolü	0 gün	7,2	7,2	0 gün	13,6	13,6	6,4	6,4	
13	Besleme Tamponu	3,3 gün	7,2	10,5						
14	Prototyping-Katı Modellemenin Yapılması	1,5 gün	2,7	4,2	3 gün	5,4	9,4	2,7	5,2	
15	Kauçuğa Alma	0,3 gün	4,2	4,5	0,6 gün	9,4	10	5,2	5,5	
16	Gümüş Model Kalıbının	0,3	4,5	4,8	0,6	10	10,6	5,5	5,8	

	Alçıya Alınması	gün				gün				
17	Gümüş Model Kalıbının	1	4,8	5,8		2	10,6	12,6	5,8	6,8
	Piştirilmesi	gün				gün				
18	Gümüş Modelin	0,6	5,8	6,4		1,2	12,6	13,8	6,8	7,4
	Dökülmesi	gün				gün				
19	Sadekar (Yüzey	0,8	6,4	7,2		1,6	13,8	15,4	7,4	8,2
	Düzeltilme) İşlemlerinin	gün				gün				
	Tamamlanması									
20	Mıhlama (Taş Yuvası)	2	7,2	9,2		4	15,4	19,4	8,2	10,2
	İşlerinin Tamamlanması	gün				gün				
21	Döküm Ayarının	0,2	10,3	10,5		0,4	21,6	22	11,3	11,5
	Yapılması	gün				gün				
22	Alçı Kalıbın	0,3	9,2	9,5		0,6	19,4	20	10,2	10,5
	Hazırlanması	gün				gün				
23	Alçı Kalıbın Piştirilmesi	1	9,5	10,5		2	20	22	10,5	11,5
		gün				gün				
24	Dökümün Yapılması	0,3	9,5	9,8		0,6	22	22,6	12,5	12,8
		gün				gün				
25	Örnek Ürün Montajı	0,4	10,5	10,9		0,8	22,6	23,4	12,1	12,5
		gün				gün				
26	Üretime Uygunluğunun	0,2	10,9	11,1		0,4	23,4	23,8	12,5	12,7
	Kontrol Edilmesi	gün				gün				
27	Proje Tamponu	7,5	11,1	18,6						
		gün								



Şekil 4.4: Uygulama Kritik Yol-Kritik Zincir Karşılaştırması

Proje sonunda elde edilen süre kazanımları, fayda-maliyet, verimlilik ve yıllık pazara sunulan ürün sayısındaki artış Şekil 4.4’ te karşılaştırılmıştır. Proje planlarından da görüleceği üzere, sadece kritik yolların belirlenmesi ile çizelgelenen proje bitiş zamanı 16.07.2008 iken, Kritik Zincir yöntemi ile çizelgelenen alternatif proje 10.07.2008’de sona ermektedir. Bu da 23,8 işgünü süren bir yeni ürün geliştirme projesinde %22’ye denk gelen 5,2 gün gibi bir süre kısalmasıdır. Elde edilen bu zaman tasarrufu ile bu projeye seferber edilen işçilik -ekipman makine gibi unsurların maliyetlerinde azalma sağlanmıştır. Mevcut kaynaklar erkenden başka projeler için kullanılmaya başlanır ve zincirleme tüm projelerde fayda sağlanmış olur. Bununla birlikte ürün piyasaya daha erken sürülebileceğinden rekabette firma büyük avantaj sağlamış olacaktır.

Özellikle ürün-hayat döngüsünün kısa çevrimlere sahip olduğu kuyumculuk gibi sektörlerde, modanın, gündelik alışkanlıkların ya da mevsimsel farklılıkların çok çabuk değiştiğini göz önünde bulundurursak, yeni ürünlerin pazara sunulma zamanlarının sunulma hızında oluşacak % 22’lik bir artış firmaya büyük bir avantaj sağlayacaktır. Bu avantaj aynı zamanda yıllık olarak 250-300 arasında yeni ürün geliştirme kapasitesine

sahip olan firmanın yılda 55-66 arasında daha fazla ürünü mevcut kaynakları ile pazara sunabilmesi demektir.

KAYNAKLAR

- [1] YU, Chien-Chih, NOPPADON, Nuntasukasame, 2003, National ChengChi University, Buffer Management for Multi-Project Scheduling and Control in Critical Chain Project Management.
- [2] COOK, Stephen Carl, 1998, Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects, Master of Business Administration Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- [3] KENDALL, Gerald I., PITAGORSKY, George, HULETT, David, 2001 ,Integrating Critical Chain and the PMBOK, International Institute for Learning.
- [4] KENDALL, Gerald I. , How Critical Chain Enhances Critical Path (www.tocinternational.com, ziyaret tarihi 15.06.2008).
- [5] Wendell P . Simpson III, Ph.D., Critical Success Factors in Critical Chain Project Management.
- [6] RAZ, Tzvi, Faculty of Management, Tel Aviv University, BARNES, Robert, Consultant, The iE3 Group Ltd, Auckland, New Zealand, DVİR, Dov, Business School, Ben Gurion University, 2001, A Critical Look at Critical Chain Project Management.
- [7] LEACH P.L., 2000, *Critical Chain Project Management*, Artech House Inc.
- [8] TEKİN, Hakan, Kısıtlar Teorisi ve Proje Yönetimindeki Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- [9] RAND, Graham K., 2000, Critical chain: the theory of constraints applied to Project management, *International Journal of Project Management* 18 (2000) 173–177.
- [10] STEYN, H., 2002, Project Mangement Applications of the Theory of Constraints Beyond the Critical Scheduling, Department of Engineering and Technology Management, University of Pretoria.
- [11] CASEY, Robert James, 2005, An Innovative Approach to Schedule Management on the F/A-22 Major Defense Acquisition Program (MDAP): Demonstration of Critical Chain Project Management, Phd Dissertation , Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [12] KENDALL, Gerald I., 2001, Critical Chain and Critical Path – What’s the Difference?, (www.tocinternational.com, ziyaret tarihi 10.05.2008).
- [13] NEWBOLD, Robert C., 2004, *Project Management in the Fast Lane,Applying The Theory of Constraints*, St. Lucie Press.

- [14] ANDERSON, David J. , 2004, Scheduling UI Design with Critical Chain Project Management, (www.agilemanagement.net/Articles/Papers/ ziyaret tarihi 10.08.2008).
- [15] KUO, Tsai-Chi , CHANG, Sheng-Hung , Huang ,Shang-Nan, 2008, Department of Industrial Engineering and Management, Minghsin University of Science and Technology, Due-date performance improvement using TOC's aggregated time buffer method at a wafer fabrication factory.
- [16] RAND, Graham K., 2000, Critical chain: the theory of constraints applied to Project management, International Journal of Project Management 18 (2000) 173–177.
- [17] STEYN, Herman, 2001, An Investigation into Fundamentals of Critical Chain Project Scheduling, International Journal of Project Management, Vol. 19, No. 6. (August 2001).
- [18] İŞÇİGİL, Emrah , 2005, Pazar Kısıtlı Organizasyonlarda Kısıtlar Teorisi Uygulaması, Kısıtlar Teorisi Yüksek Lisans Dersi, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği*.
- [19] ÖZDEMİR, Gökhan, 2006, Kısıtlı Kaynaklarla Proje Çizelgelemesi Problemlerinde Kullanılan Genetik Algoritma Metodları Ve Bunların Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*.
- [20] KUTLU, N. Temiz, 2001, Proje Planlama Teknikleri Ve Pert Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* Cilt 3, Sayı:2, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

Emrah İŞÇİGİL 1979 İstanbul, Bakırköy doğumludur. İlköğrenimini ve Ortaöğrenimini İstanbul'da tamamlamıştır. İstanbul İzzet Ünver Lisesinden mezun olduktan sonra, Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde okumaya hak kazanmış ve 2000 yılında bu bölümden mezun olmuştur.

Lisans eğitiminden sonra kuyumculuk sektöründe proje mühendisi ve proje müdürü olarak çeşitli firmalarda görev almıştır. Halen Teknoroma Bilişim Sistemleri ve Yönetim Danışmanlığı Ltd. Şti.' de Kurumsal Kaynak Planlama yazılım proje yöneticiliği görevini devam ettirmektedir.