

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİ VE GEMİ İNŞAASINDA
ÖRNEK UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sezgin KARABACAK

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİ VE GEMİ İNŞAASINDA
ÖRNEK UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Sezgin KARABACAK
(508111013)**

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. Yalçın ÜNSAN

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **508111013** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Sezgin KARABACAK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİ VE GEMİ İNŞAASINDA ÖRNEK UYGULAMA** ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Yrd.Doç Dr.Yalçın ÜNSAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç.Dr. Barış BARLAS**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr. Nermin TEKOĞUL
Piri Reis Üniversitesi

Teslim Tarihi : **15 ARALIK 2014**
Savunma Tarihi : **22 OCAK 2015**

Canım aileme ve arkadaşlarıma,

ÖNSÖZ

Giderek artan rekabetçi bir gemi inşaatı pazarında proje yönetimi, özellikle bu alanda lokomotif olan ülkelerle kıyaslandığında, üretim maliyetleri daha fazla olmasına rağmen pazardan sektörün öncüleri kadar pay alabilmeleri için önem arz etmektedir. Daha kaliteli, daha kısa sürede ve en az maliyetle gemi üretimine olanak sağlayan proje yönetim yeniliklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Her sistemin en az bir kısıta sahip olduğunu ve firmaların karlılıklarını arttırabilmeleri için bu kısıtların doğru tespit edilerek etkin bir biçimde yönetilmesi ve bu sürecin devamlı olarak sürdürülmesi gerektiğini savunan, sistemlerin ve proje yönetiminin sürekli iyileşme ve performanslarını artırma konusunda yeni bir yaklaşım getiren Kısıtlar Teorisi ele alındı. Ayrıca firmaların proje yönetiminde Kritik Zincir Proje planlamasını nasıl kullanabilecekleri incelendi. Eliyahu M. Goldratt'ın Kısıtlar Teorisi'ndeki kritik zincir metoduyla proje diyagramlarımdaki faaliyet sürelerine bağlı olarak oluşturulan ve projenin sonuna eklenen emniyet tamponları ile proje boyunca istenmeyen gecikmelerin oluşması engellendi.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca desteğini esirgemeyen, bana fikir ve yön veren sayın hocam Yrd.Doç.Dr. YALÇIN ÜNSAN'a , yoğun çalışma programına rağmen bana zaman ayıran, çalışmam boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren Doç.Dr.İSMAİL HAKKI HELVACIOĞLU'na, yoğun iş temposunda tezimi yazabilmem için bana destek olan Sedef Tersanesi Kontrüksiyon Büro şefi ÇINAR ATAOL'a, Planlama Tekne Şefi ARSLAN TUNCER'e, Planlama Donatım Şefi TUĞBA BEKTAŞOĞLU'na, sağladıkları en büyük manevi destek ile her zaman yanımda olan değerli aileme ve yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2015

Sezgin KARABACAK

Gemi İnşaat & Gemi
Makina Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xxi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxv
ÖZET.....	xxvii
SUMMARY	xxix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Literatür Araştırması	2
1.3 Hipotez	5
2. KRİTİK ZİNCİR YAKLAŞIMI.....	7
2.1 Kritik Zincir Teorisi	7
2.2 Kritik Zincir Kritik Yolu Nasıl Geliştirir ?	8
2.3 Kritik Zincir Yaklaşımına Neden İhtiyaç Duyuluyor ?.....	10
Kritik Zinciri geliştirme nedeni var olan metodların, yaklaşımlarının ve pahalı yazılımların kronik problemlere sahip olmasıdır. Her proje yöneticisinin karşılaştığı geç tamamlanma, aşırı harcamalar ve diğer arzu edilmeyen sonuçlar birbirinin benzeridir. Başından sonuna özenli bir analiz yapan, asıl problemi bulan ve o anki şartlarda en iyi çözümü bulan TOC (Kısıtlar Teorisi) ‘ nin kullanımı bahsi geçen problemlerin üstesinden gelinmesini yardımcı olacaktır (Mcmullen,1998).....	10
TOC gelişimi için :	10
• Ne değişecek ?.....	10
• Neye değişecek ?	10
• Değişim nasıl sağlanacak ?	10
Sorularını makul bir şekilde cevaplayabilmelidir. Bu hangi yönetim prosesi olursa olsun hepsi için geçerlidir.	10
Goldratt projenin daha fazla sürmesinin ana nedeninin, her bir faaliyetin tahmini zamanlarındaki oluşturulan güvenlik zamanının yanlış kullanımı olduğunu iddia eder. PERT metodunda kullanılan üç zaman tahmininin ve CPM çizelgelemesinde onların ağırlıklı ortalamalarının kullanılmasının sonucunda projenin tamamlanması için gereken sürelerin verilmesinde gereğinden daha fazla değerler verileceği yönünde bir eğilimin olacağına inanmaktadır. Goldratt bunu şu şekilde ifade etmektedir : “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”. Kilit nokta ise bu belirsizliğin yönetilmesidir.	10
Eğer güvenlik zamanı her bir tahminde oluşturuluyorsa, tüm faaliyetler birbirine bağlandığında zamanında tamamlanma olasılığının daha fazla olması gerekir. Peki o zaman neden daha uzun sürelerde uzamalar olur sorusunu sormak gerekecektir. Goldratt’a göre bunun nedeni yönetimin işgücü psikolojisi anlayışıdır. Çünkü	

çalışanlar işlerin ne kadar süreceğini tahmin ettikten sonra güvenlik sürelerinin eklediklerinden projeye zamanında başlamalarına endişe duymayacakları fikrine sahip olurlar. Bir başka muhtemel neden ise daima başka bir şeyi yapmaya zorlayan çoklu görevlendirmedir (İşçigil, 2005).	10
3. KRİTİK ZİNCİR PROJE YÖNETİMİ KRİTİĞİ	11
3.1 Faaliyet Süreleri ve Güvenlik Marjları	11
3.2 Emniyet Tamponları ve Kontrolleri	13
3.3 Tekli Proje ve Çoklu Proje Planlama	17
3.4 CCPM Kapsamı ve Adaptasyonu	17
4. KISITLAR TEORİSİ	19
4.1 Teorinin Tanımı, Temel İlkeleri ve Temel Varsayımları	19
4.2 Kısıtlar Teorisinin Temel Kavramları	22
4.2.1 Kısıt Türleri	25
Kısıt, bir sistemin amacını başarabilmesi önüne çıkan engellerin hepsine denilebilir. Kısıtlar teorisi, her işletmeyi bir sistem olarak görür. Sistemin bir bütün olarak performansı, kendisini oluşturan parçaların ortak çabasına bağlıdır. Eğer işletmelerin amacına ulaşmasını engelleyen en az bir kısıt olmasaydı, işletmeler sonsuz kar elde ederlerdi (Yaralıoğlu, 2004).	25
Her zincirde en az bir tane zayıf halka vardır. Bu zayıf halka sistem performansı açısından bir kısıttır. Eğer en zayıf halkanın güçlendirilmesi ile ilgili düzeltmeler yapılırsa, bu durumda bir başka halka en zayıf halka olacaktır. Kısıtlar ; fiziksel , politika (yönetim) ve paradigma (davranış) kısıtları olarak üç sınıfa ayrılır. Bir sistemi incelediğimizde bu üç kısıta ulaşmak mümkündür. ...	25
Davranış kısıtları politika kısıtlarına sebep olurken, politika kısıtları da fiziksel kısıtların yanlış algılanması veya yanlış yönetilmesiyle sonuçlanır (Tibben, 2008).	25
4.2.1.1 Paradigma (davranış) kısıtları	25
İşletme kaynaklarının sürekli meşgul olması gerektiği anlayışı, işletme içerisindeki değiştirilmesi en zor paradigmalardan birisidir. İnanılan ise bir kaynak çalışır vaziyette iken işletme açısından her zaman olumlu sonuçlar değiştiriyor olacaktır. Atıl kapasiteye sahip olan bir işletmede bu anlayış uygulanırsa, üretim planında olmayan işler yapılır. Bu uygulamanın doğuracağı sonuç ise, işletmeye katkı sağlamak yerine yarı mamul ve mamul stoklarının yükselmesidir.	25
4.2.1.2 Politika (yönetim) kısıtları	25
Genellikle politikalar o günün şartlarındaki problemler için üretilen ve günümüz problemlerine çözüm getirmeyen yöntemlerdir. Bugün için uygulanma sebepleri ortadan kalkarsa geçerliliklerini yitirirler. Yanlış yönetim politikaları ve stratejiler, bir işletmenin kaynaklarından düzgün bir şekilde yararlanılmasını engeller ve üretimle ilgili yanlış kararların alınmasına sebep olur.	25
4.2.1.3 Fiziksel kısıtlar	26
Kaynakların azlığından oluşan kısıtlardır. Bir hastane için yatak kapasitesi, hemşire sayısı, bir manav için ise alan darlığı bir fiziksel kısıttır. Malzeme, kapasite, lojistik ve pazar kısıtları olmak üzere dörde ayrılır.	26
4.2.1.4 Malzeme kısıtları	26
4.2.1.5 Kapasite kısıtları	26
4.2.1.6 Lojistik kısıtlar	26
4.2.1.7 Pazar kısıtları	26
4.3 Kısıtlar Teorisi Unsurları	27
4.3.1 Kısıtlar teorisinin 5 adımı	27

Goldratt, amacı bir sistemin performansını bir bütün olarak iyileştirmek olan kısıtlar teorisini 5 adımda açıklar. Bu 5 adımın amacı, sistemin kısıtlarını ortaya çıkarmak ve yönetmek suretiyle sürekli olarak iyileştirilmesini sağlamaktır.	27
4.3.1.1 Sistemin kısıtlarının tespit edilmesi	27
Yapılacak ilk iş üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir. Kısıtların belirlenmesi ve yönetilmesi şirketler için verimliliklerinin ve kaynak oranlarının arttırılmasını sağlayacaktır.	27
Bir şirketin kısıtı daima içsel bir kısıt olmayabilir. Kısıt bir çok durumda pazar kısıtı olarak da karşımıza çıkabilir. Goldratt'a göre bir organizasyonlardaki kısıtların % 99 u politik kısıtlardır. Örneğin bir firmadaki ürünleri sadece kredi kartıyla alabilen bir yerde, kredi kartı olmayanların o firmadan alışveriş yapamaması bir politik kısıttır (Lloyd, 2008).	27
Bir sistemdeki süreç içi stokların yerleşimini incelemek bir kısıt hesaplama yapmadan bulabilmenin en kolay yoludur. Kısıt, süreç içi stoktaki en yüksek yığındır.	27
4.3.1.2 Kısıtların nasıl düzeltileceğine karar verilmesi.....	27
Ana kısıt belirlendikten sonra çalışmalarımız tüm sistemin performansını arttırmaya yönelik olmalıdır. Teorinin bu aşamasında amacımız sistemin temel kısıtlarının sürecinden maksimum performansı almaktır. Yani temel kısıtların sürecini en yüksek düzeye çıkarmaktır. Kısıtlar süreç hızının bir fonksiyonu olarak kabul edilirse, şu soru cevaplanmalıdır : “Şimdi ve gelecekte sürecin çıktısını maksimize etmek için kısıtla ne yapmak istiyoruz ?”	27
Kısıt, içsel olduğunda,hammadde olduğunda ya da pazarda olduğunda izlenecek süreçler ve yapılacak aktiviteler değişmektedir.	28
Bu aşamadan sonra, artık o kaynakta hangi üründen ne kadar üretilmesi gerektiği açığa kavuşur. Karlılığı büyükten küçüğe doğru sıralamak kaydıyla darboğazın kapasitesi dolana kadar üretilen ürün yüklemesi yapılır. Böylece hangi üründen ne kadar üretileceği belirlenmiş olur.	28
4.3.1.3 Konuyla ilgili her şeyin ikinci aşama için kullanılması	28
Amaç kısıtlı kaynağın hiçbir zaman boş kalmamasına dikkat ederek kısıtlı kaynakla birlikte bir çizelge hazırlanmasıdır. Kısıtsız kaynak kısıtlar teorisinde bahsedildiği gibi fazladan kapasite gerektirir. Ardı ardına iki üretim istasyonu düşünelim ve kısıt olmayan bir kaynağın kısıtlı kaynaktan sonra yerleştirilmiş olsun. Eğer bu kaynak bozulursa ya da herhangi bir nedenden dolayı kısıtlı olan kaynağın üretimini durdurmasına sebep olacak bir gecikme olursa, bu kapasiteye ihtiyaç duyulmaktadır.	28
Üretim süreci devam ederken kısıtlı kaynakların ortadan kaldırıldığını düşünelim ama unutmayalım ki kısıtlı kaynaklar ortadan kaldırılrsa dahi başka kısıtlar bulunabilir. Bu kaynaklara kapasite kısıtlı kaynak adı verilir.	28
Bazı durumlarda ise kısıt tamamıyla farklı bir çizelge uygulanarak yok edilebilir. Yapılması gereken , kısıt yok edilse de edilmese de tüm sürecin sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Kısıt sonlandıramamıza rağmen sistemin performansından memnun isek ikinci adıma geri döneriz. Aksi takdirde teorinin dördüncü odaklanma adımına geçilir.	28
Kısıtın kaynakla ilgili bir ve ikinci adımdan sonra artık sistemdeki her türlü durumu verilen karar bağlamak gerekir. Bu anlamda, sistemde kısıt olmayan hiçbir kaynak gereğinden fazla çalışmamalıdır.	28
4.3.1.4 Kısıtların ortadan kaldırılması	28

Kısıtları ortadan kaldırmak demek , kısıtlı kaynağı kısıtlı olmayan kaynağa çevirmek anlamına gelir. Bu aşamaya geldik bunun anlamı bundan önceki aşamalarda yapılanlar kısıtın ortadan kaldırılması için yeterli değildir. Peki kısıtı nasıl ortadan kaldıracamız ? Kısıtlı kaynak ile aynı fonksiyonlara sahip yeni bir makina almak, çalışanların fazla mesaisinden yararlanmak, vardiya sayılarını artırmak, o makinenin ürettiği parçayı ya da yarı mamülü dışarıdan satın almak gibi yollara başvurulabilir. Eğer kısıtlı kaynak işgücü ise, o işle ilgili işçinin gerekli şekilde eğitilmeli yoluyla kısıt giderilebilir (Köksal, 2004).....	28
4.3.1.5 Kısıtlar kaldırıldığında ilk aşamaya geri dönülmesi	29
4.3.2 Beş adımlı odaklanma sürecinin uygulanması	29
Öncelikle işletmenin amacının tanımlanması gerekir. Eğer organizasyonlarda kısıtlar tanımlanıp yönetilmezlerse, o organizasyon amacını asla gerçekleştiremez. Üretim faaliyetlerinin uyumlu hale getirilmesi yani üretim sürecinin daha etkin ve akıcı hale getirilmesi için ilk yapılması gereken, üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir (Umble, 1995). Bir sistemdeki darboğazı bulmak için iki yol vardır; birisi kapasite kaynak profili hazırlamak, diğeri belirli bir firmadaki bilgimizi kullanmak, sistemi incelemek ve yöneticilerle, çalışanlarla konuşmaktır.	29
Çizelge 4.1 : Kısıtlar teorisi odaklanmanın 5 adımı (Kaplan, 2009).	30
Daha önce anlatılan 9 ilke ve yapılan tanımların ışığında 5 adımlı bir algoritmaya kısıtların nasıl tanımlanabileceğini anlatılmaya çalışıldı. Ayrıca odaklanma süreçlerindeki politikalara yardım etmek için düşünce süreçleri geliştirilmiştir ve ileriki bölümlerde değinilecektir.....	30
4.4 V.A.T Analizi	30
VAT analizi yaklaşımı, sistemdeki bir sürecin başından sonuna kadar akışı belirleyen kısıt yönetim sürecidir. Başka bir deyişle üretim süreçlerinin yerleşim tiplerine göre sınıflanması olarak tanımlanabilir. Sistem bu açıdan ele alındığında üç genel süreç şekli vardır. V-Ayrılma, A-Birleşme, T-Montaj. Bu şekilde yapılan analize VAT analizi denir (Aryenazhad, 2004). 30	
Malzemenin ürün akışı sırasında birden fazla malzemeye ayrıldığı adıma “Ayrılma Noktası” , birden fazla farklı parçanın tek ürün oluşturabilmek üzere montajlandığı noktaya “Birleşme Noktası” , bir dizi ortak bileşen parçasının çok sayıda ve çeşitli yollarla ana ürünleri oluşturmak üzere montajlandığında meydana gelmesine “Montaj Noktası” denir.	31
Kısıtlar teorisinde üretim prosesleri I,V,A,T diye anılan analize göre sınıflandırılmıştır. Analiz en başta VAT olarak bilinirken daha sonra I (yerleşim tipi) da eklenmiştir. Fakat en baştan beri VAT olarak bilindiğinden böyle kullanılmaya devam edilmiştir. Bu yerleşim ürünlerinin kapsadıkları : Ürün gruplarının üretimin başından sonuna, gereken tüm aşamaları geçerek nihai ürün olması aşamasına kadar olan süreçleri kapsar. Hammaddenin yarı mamule ve nihai olarak son ürüne kadar olan yolundaki her aşama bir değer kazanma aşamasıdır. Her yerleşim tipinde, kısıtlı kaynakların tespiti için kendine has teknikler isteyen özellikler söz konusudur.	31
4.4.1 I yapısı	31
I yapısındaki üretim akışlarında, ilk işlemten sonra belli bir sıraya sahip ikinci ve üçüncü işlemler zinciri söz konusudur. Amacı çok miktarda standart ürün üretmektir. Sürekli otomatik veya manuel olarak çalışan sürekli süreçler veya tekrarlı süreçler bu akış tiplerine girebilir. Genel karakteristikleri yüksek hacim, standart tasarım ve sabit talebe sahip olmalarıdır.....	31

4.4.2 V yapısı	31
Süreçten beklenen talepleri karşılamada birkaç tip kaynak kullanılır. V yapısında farklılaşma noktaları ön plandadır. Önceki aşamalarda herhangi bir kesinti yaşanmaması için kısıtın öncesinde ve sonrasına emniyet tamponları konulur. Bu akışın genel karakteristikleri, çok fazla kapasiteye sahip olup az hammaddeden çok sayıda ürün oluşturulması, ürünlerin aynı işlem sıralarını takip etmeleri ve en kısa sürede en fazla üretim hedeflenmesidir. Yapının V şeklinde bir sürece benzetilme nedeni ise bir hammaddenin işlem görerek yarı mamullere, yarı mamullerin de işlem görerek farklı yarı mamullere ve bunların da son ürünlere dönüştürüldüğü bir sistemdir. Genel olarak çelik, petrol, kimya ve tekstil endüstrileri bu yapıya sahiptir (Karamaraş, 2002). V yapısındaki birçok olayda kısıt farklılaşma noktalarında bulunur. Önceki aşamalarda herhangi bir kesinti yaşanmaması için kısıtın öncesinde ve sonrasında tamponlar konur.	
4.4.3 A yapısı	32
A yapısı, süreç sonu talepleri için bir çok faaliyetin kombinasyonuyla yalnızca bir kaç son süreç çıktısının üretildiği yapıdır. Süreci en iyi hale getirmek için çok çeşitli kaynağın kullanılması bu yapının en belirgin özelliklerinden biridir (Yaralıoğlu, 2004). Sürekli kapasite kısıtlarına sahip olurlar. Bu sebeple, kapasite kısıt tamponunun, montaj tamponlarının, yükleme tamponlarının sürekli kullanılması gereklidir. A tipi akış hatlarının genel karakteristikleri montaj ağırlıklı tesisler olup, rastgele parça rotaları ve genel amaçlı ekipman kullanmaları, kaynakların üretim ve montaj hatları boyunca karşılıklı olarak kullanılmaları ve aynı makinenin üretim rotasında bir kaç kez kullanılabilir olması gösterilebilir. Beyaz eşya, otomotiv gibi endüstriler bu yapıya sahiptir.	
4.4.4 T yapısı.....	32
İşletmelerde en çok kullanılan yapıdır. Önce çıkan özelliği, süreç içerisinde belli sayıdaki birbirine benzeyen aşamaların sonunda bir çok son çıktının elde edilebilmesidir. İlk olarak temel parçalar üretilir, daha sonra montaj hattında birleştirilerek nihai ürün ortaya çıkar. Hammaddelerin işlem görerek, sayılarınca yarı mamüle dönüştüğü, bu yarı mamüllerin de çok sayıda farklı yarı mamüllere ve bunların da çok sayıda farklı ürünlere dönüştürüldüğü bir sistemdir. Aşağıdan yukarıya T şeklinde bir sürece benzetildiğinden bu ismi almıştır. Her endüstri dalında spesifik ürünler üretebilecek bir yapı olduğundan kullanımı yaygındır.	
4.5 Trampet – Tampon – Halat (TTH) yöntemi.....	32
Eğer pazardan gelen talep üretim kapasitesini aşıyorsa, bunun anlamı üretim sürecinde en az bir tane darboğazlı kaynak var demektir. Biliyoruz ki bir işletmede birden fazla darboğazlı kaynak olabilir. Ancak, bir tanesi gerçek kısıttır. Kısıtlar teorisinin kalbini oluşturan TTİ sisteminde, darboğazlı kısıtın belirlenmesi ve etkin bir şekilde kullanımı esastır. TTİ sisteminde amaç bir işletmenin katkı hedefine minimum stok ve dönem giderleri düzeyinde ulaşmasıdır. Şekil 4.2 de Trampet-Tampon-İp sistemi gösterilmektedir. Literatürde davul-tampon-ip sistemi olarak da anlatılmaktadır.	
4.5.1 Trampet	33

Darboğazlı kısıt üzerindeki atık kapasite ve boşa harcanan süre, bütün sistemin daha fazla çıktı elde etmesini ve dolayısıyla daha fazla katkı elde etmesini engeller. Bu yüzden bir darboğazlı kısıt sürekli çalışır vaziyette tutulmalıdır. Darboğazlı olmayan kaynaklar, darboğazlı kısıtı besleyecek şekilde programlanarak çalışır vaziyette tutulmasını sağlarlar. Başka bir deyişle darboğazlı kısıt diğer kaynakları kendi hızına uyduracak “Tramper” vuruşu gerçekleştirir.	33
4.5.2 Tampon.....	33
Üretim planı yapılırken oluşturulan zaman tamponları ile ilave süre eklenir. Bu tamponların etkisiyle üretime erken başlanır ve kritik noktalarda olası gecikmeleri önleyecek stoklar için zemin hazırlanmış olur. Darboğazlı kısıtın sürekli çalışıyor vaziyette olmasını sağlayan koruyucu tampon ile mamullerin teslim zamanından önce sevk edilmek üzere bitmesini sağlayan sevk tamponunun oluşturma nedeni budur. Bu tamponlardan başka, üretim süreçlerinin yapılarına bağlı olarak montaj tamponları da oluşturulabilir.	33
4.5.3 İp.....	33
Darboğazlı makineyi izleyen makine için üretim hızı, darboğazlı makine tarafından sınırlandırılmış durumdadır. Darboğazlıdan önceki makinelerin üretime potansiyeli yüksek olduğundan darboğazlı işlem önündeki yarı mamul stokları yükselecektir. İşte bu kontrolsüz artışı engellemek için darboğazlı işlem ile onu besleyen süreçler arasında bir bağlantı kurulur. Bu bağlantı “İp” olarak isimlendirilir. İlk makinenin üretim hızını darboğazlı makinenin üretim hızına bağlamaktadır. İpin uzunluğu da aradaki makinelerin işler süreleri ile koruyucu tampon işlem süresi toplamına eşittir.	33
4.6 Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçleri	34
Düşünce süreçlerinin amacı, bir organizasyonun mevcut durumunu geliştirmek için gerekli faaliyetleri tanımlamak, belirsiz durumlara çözümler üretmektir. Düşünme süreçleri “ Ne değişecek ?” (kısıtın ortaya konulması) , “Neye dönüştürülecek ?” (çözümün belirlenmesi) , “Değişim nasıl gerçekleştirilecek ?” (çözüm uygulamada izlenecek yolun saptanması) sorularına cevap vermek için bir yol haritası çizmeye yarayan mantıksal araçları sunmaktadır.	34
Kısıtlar teorisinde yukarıdaki sorulara cevap verecek yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler :	34
4.6.1 Mevcut gerçeklik ağacı	34
Mevcut gerçeklik ağacı sistemin şu anki gerçek durumunu gösteren mantıksal bir yapıdır. Görünen bazı belirtilerden neden sonuç ilişkileri çıkarır. Karmaşık sistemlerin anlaşılabilir konuma getirilmesini sağlayarak istenmeyen durumların ana nedenlerine inilebilmesini sağlar (Dettmer, 1997).	34
Düşünme süreçlerinde yapılması gereken ilk adım istenmeyen etkilerin listelenmesi ve MGA’nın oluşturulmasıdır. MGA bir sistemin mevcut durumunu analiz etmek ve problemleri daha iyi anlamak için oluşturulur ve sistemin performansını azaltan istenmeyen etkilere sahip temel problemleri tanımlar (Scheinkopf, 1999).	34
4.6.2 Buharlaşan bulut.....	34
4.6.3 Gelecek gerçeklik ağacı	35
4.6.4 Ön koşul ağacı.....	36
Ön Koşul Ağacı (ÖKA), gelecek gerçeklik ağacını sonuca ulaştıracak aşamaları tanımlar. ÖKA, amacı gerçekleştirirken üstesinden gelinmesi	

gereken tüm engel ve sorumlulukları tanımlamaya yarayan mantıksal yapıdır. Ulaşmak istediğimiz yoldaki karşılaşıcağımız engellerin listesini çıkarır ve bu engeller konusunda neler yapılması gerektiğini belirler (Sadıç, 2006).	36
İstenilen faaliyet ya da amacın gerçekleşmemesine neden olan engelleri tanımlarken engellerin aşılması için gerekli çözümleri ve koşulları belirler. Bu yönüyle Mevcut Gerçeklik Ağacı ve Geçiş Ağacı arasında bir köprü vazifesi görmektedir.	36
4.6.5 Geçiş ağacı	36
Ön koşul ağacı ile tanımlanan hedeflerin başarılması için verilecek kararlara nasıl ulaşılabileceğini göstermekte, adım adım rehberlik sağlamaktadır. Amaca ulaşmak için gerekli faaliyetlerin tanımlanmasında kullanılır. Arzu edilmeyen sonucun tanımlanmasından, değişimin tamamlanmasına kadar adım adım süreçleri ortaya koymak için tasarlanmış bir sebep-sonuç zinciridir.	36
Geçiş ağacı ; satış, tahmin, çizelgeleme, yeni üretim prosesleri gibi mevcut ve yeni oluşturulan süreçlerin belgelenmesinde, yeni yerleşim düzeninin oluşturulmasında ve işletme süreçlerinin geliştirilmesinde kullanılır (Mcmullen, 1998).	36
5. PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİNİN UYGULANMASI.....	37
5.1 Proje Kavramı	37
Proje, başlangıç ve bitişi açıkça tanımlanmış aktivitelerin hedef ve amaçlarına kaliteli ve zamanında teslimi güvence altına alarak bütçe ve zaman kısıtı altında ulaşmaktır. Projelerde ; gözlem yaparak bilgi toplama, elde edilen bilgilerin düzenlenmesi, bilgiler arasında neden – sonuç ilişkisinin olup olmadığının araştırılması, gelecek nesillere bilgilerin ve sonuçların aktarılması söz konusudur. Proje süreci, proje fikrinin ortaya çıkışıyla başlayan ve bu fikrin kağıda dökülmesi, geliştirilmesi, yürütülmesi, tamamlanması ve değerlendirilmesinin ardından yeni proje fikirlerinin üretilmesine kadar ki süreçleri içerir.	37
Tarihte ilk modern Proje Yönetimi'nin örneği Manhattan projesidir (İlk atom bombası üretimi).	37
5.2 Proje Yönetim Sistemi	37
Proje yönetimi, projeleri gerçekleştirmek için gerekli tüm araç ve tekniklerin bir arada kullanılmasıdır. Projenin tanımlanması, kategorize edilmesini ve gerçekleştirilmesini sağlamaya yönelik çalışmalar bütünüdür. Her projede tanımlama, planlama, uygulama ve kontrol süreçlerine ilişkin aktiviteler mevcuttur.	37
5.2.1 Parkinson kanunu	38
5.2.2 Öğrenci sendromu	38
5.2.3 Çoklu görevlendirme	38
5.2.4 Temel ikilem	39
5.3 Kritik Zincir Proje Yönetimi	40
5.4 Kritik Zincir Özellikleri	40
5.4.1 Gantt çizelgeleri	41
5.4.2 PERT (proje geliştirme ve gözden geçirme tekniği)	42
5.4.3 CPM (kritik yol metodu)	43
5.5 Kritik Zinciri Geliştirme	43
5.5.1 Proje kısıtlarının belirlenmesi	43
5.5.2 Proje kısıtlarının kullanılması	44
5.6 Kritik Zincir Proje Planı	46
5.6.1 Süreç	46

Kritik Zincir Projesi geliştirme prosesi temel adımları aşağıdaki adımlarla anlatılmıştır.....	46
1) Kritik zincir belirlenir.....	46
• Ardışık faaliyetler ile birlikte proje planı oluşturulur. Her bir faaliyet için tahmini % 50 tamamlanma süreleri kullanılır ve her bir faaliyetin ihtiyaç duyduğu kaynak belirlenir.....	46
• Herhangi bir kaynak çakışması yok ise birbirine bağlı en uzun zincir belirlenmiş olur.	46
• Çakışan kaynak var ise bunun ne olduğu belirlenir. Bu kaynak proje bitimine en yakın olarak seçilebilir.	46
• Belirlenen kaynak kısıtı 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.	46
• Proje sonuna dönülür ve bir sonraki kaynak için yukarıdaki adım tekrar edilir. Daha önce çözülen bir kaynak için tekrar çakışma yaratmamaya dikkat edilir. Bu işlem tüm belirlenen kaynaklardaki çakışma giderilinceye kadar devam eder.	47
• Kritik zincir birbirine bağlı faaliyetlerin oluşturduğu en uzun zincir olarak belirlenir.	47
2) Kritik zincir kullanılır.....	47
• Oluşan planın kısaltılabilir olup olmadığına bakılır. Kısaltma yapılabilirse yapılır.	47
• Kritik zincirin sonuna proje tamponu ilave edilir.	47
• Kritik zincire kaynak tamponu ilave edilir.....	47
3) Kritik zincir dışındaki tüm faaliyetler, yollar ve kaynaklar kritik zincir için kullanılır.	47
• Kritik zinciri besleyen tüm yollar ve faaliyetler proje besleme tamponu ile beslenir ve kritik zincire bağlanır. Tampon miktarları bir önceki en uzun besleme tamponları kullanılarak yapılır.	47
• Besleme tamponlarının ilavesi ile öne çekilen faaliyetlerden doğacak kaynak çakışmaları çözülür.	47
• Kaydırılan birbirine bağlı faaliyetler daha erken başlama zamanına kaydırılır.	47
4) Daha önce kaynak çakışmasını ortadan kaldırmak için konmuş olan ilave tampon kaynakları ile toplam proje süresi kısaltılır.	47
5) İlk adıma geri dönülür ve kritik zincir belirlenir. Ancak durağanlığın bir kısıt olması engellenir.	47
Kritik zincir projesinde faaliyetler planlanmaz, sadece kritik zincir başlama ve proje bitiş zamanı planlanır. Kritik Zincir, bütün proje sürelerini hem öncelik ilişkilerine hem de kaynak ilişkilerine göre hesaba katarak belirleyen bir görevler bütünüdür. Kritik Zincirin geliştirilmesinin nedeni, mevcut metotların, uygulamaların ve pahalı bilgisayar yazılımlarının bile çözemediği kronik problemlerin varlığıdır.....	47
5.6.2 Tampon belirleme	48
Tampon miktarı, projenin gecikmesine yol açacak belirsizlerden ve onun yol açacağı gecikmelerden korur , hem de tüm projenin toplam süresini ve toplam projeye eklenen güvenlik payının derecesini belirler.....	48
Kritik zincir tahminlerin aralığının eğri bir dağılım olarak gerçekleşeceğini varsayar. Bir faaliyetin ortalama ve medyan tahminlerinden daha az tutacağını	

öngörür, fakat değişkenlik gerçekleşirse bu faaliyet süresini meydanında ötesine götürebilir.....	48
AFM , bütün gerekli kaynaklar-parçalar, personel vb ihtiyaç duyulduğunda mevcut olması ve çalışanın tamamen bu faaliyete odaklanabildiği durumlarda gerçekleşen süredir. Bu AFM süresi yaklaşık olarak projenin % 50 başarıya ulaşacağı düşüncesidir. YDM, bir faaliyetin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek değişkenliğin üstesinden gelebilmek için yeterli güvenliği içeren süredir. İki tahmin arasındaki fark faaliyetin yerine getirilmesinde belirsizliğin bir ölçüsüdür ve kritik zincir tarafından güvenlik olarak dikkate alınır (Casey, 2005).	48
Güvenliği her bir faaliyet süresine saklamak yerine, kritik zincir bu güvenliği besleme tamponları ve proje tamponları olarak emniyet tamponları sistemine toplar. Tamamlanma olasılıklarına ait grafik şekil 5.7 de gösterilmektedir.....	48
Şekil 5.7 : Tamamlanma olasılıkları (İşçigil, 2005).....	48
Çünkü her bir faaliyete gömülecek güvenlik toplamından daha az bir güvenlik proje düzeyinde gerekecektir.	49
Şekil 5.8 : Faaliyet süresindeki belirsizlik (İşçigil, 2005).....	49
A: AFM olan zaman tahminleri agresif bir şekilde uygulanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 50 içindedir.	49
B: C-A'ya eşittir. Güvenlik tamponu büyüklüğü olarak belirlenir.	49
C: YDM zaman tahmini, eğer uygulanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 90 içindedir.....	49
Her bir faaliyetin güvenlik tamponu büyüklüğü proje yöneticisi tarafından tecrübesine ve iş ile ilgili politikasına göre belirlenir. Dr. Goldratt projeye aldırmaksızın $B=C-A$ iken B/C oranının yaklaşık olarak % 50 olması gerektiğini ifade etmektedir.	49
Her bir faaliyet için en kötü durum süre tahminleriyle başlıyoruz. Bir faaliyetin tamamlanma olasılığı için lognormal dağılım kullanılacaktır. Lognormal dağılımın başlangıçta geniş bir tepesi ve uzunca bir kuyruğu vardır. Ayrıca faaliyetlerin zamanının % 90'ı civarında bizim en kötü süre tahminlerimiz içerisinde tamamlanması gerektiğini varsayıyoruz.....	49
6. GEMİ İNŞA SANAYİSİNİN İNCELENMESİ	51
6.1 Gemi Sanayisinin Geçmişi ve Geleceği	51
6.1.1 Türkiye ve dünya gemi inşa sanayisinin incelenmesi	51
6.1.2 Türk gemi inşa sanayisinin GZFT analizi.....	59
Güçlü Yanlar :	59
• Sektöre yönelik nitelikli işgücü yetiştiren üniversitelerin varlığı, ...	59
• Küçük tonajlı kimyasal tankerler ve mega yatlarda uzmanlaşmış Türk tersaneleri, ...	59
• Gemi inşa, bakım-onarım ve tadilat gibi tersanelerin çok yönlü kullanım olanakları.....	59
Zayıf Yanlar :	59
• Tersanelerimizin kapasite ve olanaklarının büyük tonajlı gemilerin üretimi için elverişli olmaması, ...	59
• Sürdürülebilir rekabet ortamında rakiplerimiz ile aynı imkanlara sahip olmamamız,.....	59
• Teknolojik altyapı yetersizliği, ...	59
• Yan sanayi ürünlerinde standartlaşmanın bulunmaması,.....	59
Fırsatlar :	59
• Niş pazarlara hitap eden yeni tip gemilere yönelik talebin artacak olması,59	59

• Türkiye'nin bölgesel konumu ile rekabetçi yapıda olması, ...	59
• Kriz döneminin ardından global piyasalarda talep artışının beklenmesi, ..	59
Tehditler :	59
• Sektörün rekabetçileriyle ilgili gelişmelerin senkronizasyonunun yetersiz kalması, ...	59
• Ekonomik belirsizlikler, ...	59
• İnovasyon/Ar-Ge/v verimlilik eksikliği nedeniyle niş ürün geliştirememesi, ...	59
• Önde gelen rakiplerin seri üretim yoluyla gemi maliyetlerini indirgemeleri, ...	59
• Gemi inşa ve armatörlere yönelik gemi işletme finansman seçeneklerinin yetersizliği, ...	59
Gemi inşa sektörü diğer sanayi kollarını bir lokomotif gibi sürüklemektedir ve onların gelişmesinde teşvik edici bir unsur olmaktadır. Ayrıca sektör sağladığı istihdam ve gelişim dışında döviz girdisi sağlama, teknoloji transferini cezbetme, milli deniz ticaret filosunu destekleme ve ülkenin savunma ihtiyaçlarına katkıda bulunma gibi önemli özellikleri de bulunmaktadır.	59
7. GEMİ İNŞA ÜRETİM AŞAMALARI VE MRP PROGRAMLARI	61
7.1 Çelik İşleme Üretim Kademeleri.....	61
7.1.1 Sac ve profillerin tersaneye gelişi	63
7.1.2 Sac ve profillerin boyanması.....	63
7.1.3 CNC işlemleri.....	64
7.1.4 “İstasyon A” üretim kademesi.....	66
Bu üretim kademesinde profil hazırlama işlemleri yapılır. Sırasıyla :	66
• Orhanlı atölyesinde stoklanan profiller içerisinde tersaneye transferi yapılması istenen ebatlarda profiller depo sahasından alınır ve shot blasting işlemi yapılmış olarak tezgah stok alanına nakledilir.....	66
• Profiller seksiyon planına göre 10'arlı gruplar halinde olacak şekilde tezgaha yerleştirilir.	66
• Dizayn departmanı tarafından oluşturulan kesim kodları network bağlantısı ile profil kesim tezgahına yüklenir.....	66
• Otomatik profil tezgahı yüklenen kodlara göre profil detayı nasıl olacağına profilleri taşlar, üzerlerine markalamasını yapar.(Hangi istasyona gideceği ve hangi panel üzerine montaj edileceği bellidir), kesim yapar, cugul deliklerini açar ve işlemi tamamladığında tezgah sonundaki banda profili bırakır.....	66
• Manyetik taşıyıcılar ile profiller alınır.	66
• Kesilmiş profillerin bulunduğu profil stok sahasına nakliyesi yapılır, taşıma işlemi yapılması gerekiyorsa yapılır. Şekil 7.5 de profil kesimi için hazırlanan bir skeç gösterilmiştir.	66
Şekil 7.5 : Hollanda profil nestingi	66
• Eğilcek profillerimiz mevcut ise box tezgahımıza gönderilir, eğilmeyecek olanlar ise işi bittiklerinde markalara göre iş istasyonlarına gönderilir.	66
• Box tezgahında profiller kalıplar ile çizilir ve profillere pres ile eğim verilir.	66
• Yine aynı şekilde işi biten eğimli profiller markalarına göre iş istasyonlarına gönderilir.	66
7.1.5 “İstasyon C” üretim kademesi.....	67
Bu üretim kademesinde kesilmiş tek parça saclar yer alır. Şekil 7.6 da örnek bir nesting gösterilmiştir.	67
Şekil 7.6 : Plaka nesting örneği.....	67

Aşamalar sırasıyla :	67
• Düz levha kesimi.....	67
• Yüzey hazırlama.....	67
• Sac eğimi.....	67
Hazır olan sac bir sonraki üretim kademesine gönderilir. Nesting üzerinde her parçanın kendine özgü bir pos numarası bulunmaktadır.	67
7.1.6 “İstasyon B-D-E-F” üretim kademesi	67
Bu üretim kademesinde sac eğim, pah ve panel kesim işlemleri yapılır. Kesim işlemi tamamlanan sacların istenilen kenarlarına kaynak ağzı açılır. Eğimi yapılan sacların kaynakları makine sistemiyle kaynatılamayacağından kaynak ağzı açmak gerekir. Taşlanmış olarak saclar pres stok alanına gelir. Şekil 7.7 de tozaltı ile birleştirilen sacların üzerine profillerin nasıl yapılacağını gösteren işçilik resmi gösterilmiştir.....	67
7.1.7 “İstasyon G” üretim kademesi	68
7.1.8 “İstasyon H” üretim kademesi	70
7.1.9 “İstasyon T” üretim kademesi	71
7.1.10 “İstasyon I” üretim kademesi	72
7.1.11 “İstasyon J” üretim kademesi.....	73
7.1.12 “İstasyon K” üretim kademesi	73
7.1.13 “İstasyon L” üretim kademesi.....	74
7.1.14 “İstasyon M” üretim kademesi.....	75
7.1.15 “İstasyon N” üretim kademesi	75
7.1.16 “İstasyon O” üretim kademesi	76
7.1.17 “İstasyon P” HAT (harbour acceptance tests).....	77
7.1.18 “İstasyon R” SAT (sea acceptance tests)	77
7.1.19 “İstasyon R” teslim	78
7.2 MRP Programları	79
8. MEVCUT GEMİLERİN İNCELENMESİ VE TEORİNİN UYGULAMASI	83
8.1 Gemilerin Ana Boyutları	83
8.2 Üretim İstasyon Ağırlıkları	84
8.3 Proje Analizi.....	86
8.4 Kritik Zincir Proje Planı	87
8.5 Kısıtlar Teoreminin Uygulanması	89
9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ.....	105

KISALTMALAR

AFM	: Agresif Fakat Mümkün
BB	: Buharlaşan Bulut
CAD	: Bilgisayar Destekli Dizayn (Computer Aided Design)
CCPM	: Kritik Zincir Proje Yönetimi (Critical Chain Project Management)
CGT	: Kompanse Gross Ton (Compensated Gross Tonnage)
CNC	: Bilgisayar Sayımlı Yönetim (Computer Numerical Control)
CPM	: Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method)
DMKA	: Doğu Marmara Kalkınma Ajansı
DWT	: Dedveyt Tonaj (Dead Weight Ton)
GGA	: Gelecek Gerçeklik Ağacı
GZFT	: Güçlü Zayıf Fırsat Tehdit
HAT	: Liman Testi (Harbour Acceptance Tests)
İD	: İstenmeyen Durum
KT	: Kısıtlar Teorisi
MGA	: Mevcut Gerçeklik Ağacı
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OÜT	: Optimize Üretim Teknolojisi
OÜZ	: Optimize Üretim Zaman Çizelgeleri
ÖKA	: Ön Koşul Ağacı
PERT	: Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
SAT	: Seyir Testi (Sea Acceptance Tests)
TEU	: Konteyner Kapasitesi (Twenty-foot Equivalent Unit)
TOC	: Kısıtlar Teorisi (Theory of Constraints)
TTH	: Trampet- Tampon- Halat
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
UMA	: Denizcilik Müsteşarlığı (Undersecretariat for Maritime Affairs)
VAT	: Ayrılma- Birleşme- Montaj
YDM	: Yüksek Derecede Muhtemel

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Emniyet tamponları ve erken uyarı	16
Çizelge 4.1 : Kısıtlar teorisi odaklanmanın 5 adımı	29
Çizelge 6.1 : Dünya sipariş defteri	55
Çizelge 6.2 : Yeni gemi siparişleri	56
Çizelge 6.3 : Türkiye'deki faal tersaneler ve gemi inşaa kapasitesi.....	56
Çizelge 8.1 : 1900 TEU konteyner ana boyutları	83
Çizelge 8.2 : Blok- Grup isimleri	85
Çizelge 8.3 : İstasyon ağırlıkları.....	85
Çizelge 8.4 : Gerçekleşen ve planlanan süreler	90
Çizelge 8.5 : Kısaltılmış faaliyet süreleri	91
Çizelge 8.6.1a : Proje iyileştirme yüzdeleri.....	94
Çizelge 8.6.1b : Sonuçların grafiksel gösterimi	94

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 8.4 : Gerçekleşen ve planlanan süreler	90
Şekil 3.4 : Küme teorisi ve emniyet tamponu	14
Şekil 3.5 : Kritik zincir ve kaynak bağımlılığı	15
Şekil 3.6 : Kaynak hazır olma uyarıları	16
Şekil 4.1 : Kısıt türleri	25
Şekil 4.2 : Trampet-Tampon-İp sistemi	32
Şekil 4.3 : Örnek bir işletmede buharlaşan bulut	34
Şekil 5.1 : Çoklu görevlendirme	39
Şekil 5.2 : Temel zıtlık	40
Şekil 5.3 : Tamamlanma süreleri	42
Şekil 5.4 : Ardışık görevlendirme	44
Şekil 5.5 : Projeye eklenen güvenlik payı	45
Şekil 5.6.1a : Kritik zincir besleme tampon kullanımı	45
Şekil 5.6.1b : Besleme tamponları ve bitiş tarihi	46
Şekil 5.7 : Tamamlanma olasılıkları	49
Şekil 5.8 : Faaliyet süresindeki belirsizlik	49
Şekil 6.1 : Gemi inşaatında sağlanan gelirler	51
Şekil 6.2 : Yıllara göre GDP miktarları	52
Şekil 6.3 : Gemi sanayisine yapılan yabancı yatırım oranları	52
Şekil 6.4 : Denizcilik sektöründe çalışanlar	53
Şekil 6.5 : Türkiye'deki faal tersaneler	53
Şekil 6.6 : Yıllara göre teslim edilen gemiler	55
Şekil 6.7 : Türk tersanelerinin yıllara göre sipariş defteri	57
Şekil 6.8 : Türkiye gemi sanayi istihdam kapasitesi	57
Şekil 7.1 : Aveva programında modellenmiş bir gemi	62
Şekil 7.2 : Parçaların birleştirilerek blok oluşturulması	63
Şekil 7.3 : Sedef Tersanesi üretim kademeleri	64
Şekil 7.4 : Tersane yerleşim planı ve istasyon bölgeleri	65
Şekil 7.5 : Hollanda profil nestingi	66
Şekil 7.6 : Plaka nesting örneği	67
Şekil 7.7 : Panel hattı profil montajı istasyon resmi örneği	68
Şekil 7.8 : Ön imalat resmi örneği	69
Şekil 7.9 : Basit olmayan ön imalat resmi örneği	70
Şekil 7.10.1a : Panel hattı kaynak makinaları	70
Şekil 7.10.1b : Panel çevirme sistemi ve üretim hattı	71
Şekil 7.11 : Panel hattı sacı ile ön imalat parçalarının birleştirilmesi	72
Şekil 7.12 : Jig üzerinde üretimi yapılacak eğrisel blok sacı	73
Şekil 7.13 : Bloğu oluşturan paneller ve diğer parçaların birleştirilmesi	74
Şekil 7.14 : Bloğun ters çevrilip borda sacının sarılması	74

Şekil 7.15 : Raspa ve boyanın yapıldığı blok holleri	75
Şekil 7.16 : Bloкта kızakların montajının yapılması.....	76
Şekil 7.17.1a : Blok montajlarının tamamlanması	76
Şekil 7.17.1b : Geminin denize inişi.....	77
Şekil 7.18 : Seyir testinin yapılması	78
Şekil 7.19 : Firmanın kullandığı MRP programı (MARS)	81
Şekil 7.20 : Mars programı komut pencereleri	82
Şekil 8.1 : Blok birleşim planı	84
Şekil 8.2.1a : CC(m) Pulse araç çubukları.....	88
Şekil 8.2.1b : CC(m) komutlar	88
Şekil 8.3 : MS project proje ve besleme stokları	92
Şekil 8.4 : CC(m) Pulse proje ve besleme stokları	93

PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİ VE GEMİ İNŞAASINDA ÖRNEK UYGULAMA

ÖZET

İşçilik maliyetlerinin yüksek olduğu ve bu nedenle maliyetler açısından uzak doğu ülkelerindeki tersanelerle rekabet etmekte zorlanan Türk tersaneleri, stratejik öneme sahip bu sektörde dışa bağımlı olmamak adına kriz döneminde çeşitli destek mekanizmaları geliştirerek gemi inşa sanayini canlı tutmaya çabalamışlardır. Ülkemizde destek mekanizmalarının yetersiz oluşu kriz döneminde para akışı sıkıntısı yaşayan tersanelerin gemi inşa faaliyetlerini durdurmalarına neden olmuş ve pek çok tersane bakım, onarım ve tadilat çalışmaları ile ayakta kalmaya çabalamıştır. Krizle birlikte sektördeki rekabet gücümüz zayıflamış ve ülkemize karşı bir güvensizlik ortamı oluşmuştur.

Bu tezin ilk bölümünde sistemlerin ve proje sistemlerinin sürekli iyileşme ve performanslarını artırma konusunda yeni bir yaklaşım getiren Kısıtlar Teorisi konusu ele alındı. Kısıtlar Teorisi, sistemlerin işleyişine bir zincir gibi bakıp, sistemin performansının zincirin en zayıf halkası kadar olduğunu ve sistemin genel performansının sadece bu en zayıf halkayı iyileştirmekle mümkün olacağını savunan metodolojidir.

İkinci kısımda ise Kısıtlar Teorisinin firmaların proje yönetim anlayışına getirdiği yeni yaklaşım olan Kritik Zincir Proje planlaması ve bu yeni proje planlama ve yönetim tarzının firmalara getirileri incelendi.

Gemi inşa sektörünün içinde bulunduğu durumdan çıkışının üretim sistemlerinde yapılacak değişikliklerin ölçülmesi gerektiğine vurgu yapıldı. Diğer sektörlerde başarılı bir şekilde uygulanan bu felsefenin gemi inşa üretim sistemine entegre edilmesine çalışıldı ve seri üretim yapan bir tersanenin global kriz öncesinde üretmiş olduğu gemilerin teslimatlarına ilişkin veriler kullanıldı. Seçilen tersanenin seri üretime yatkın bir anlayışta olmasına dikkat edildi. Tersanenin üretim metodolojisi tanıtıldıktan sonra iş akışı ve yapacağı gemi tipine göre istasyon bazındaki verileri incelenmiş ve kritik zincir, proje ve besleme stokları hesaplandı. Hesaplanan bu veriler tersanenin üretim yaparken ki kaydedilmiş gerçek verileriyle karşılaştırıldı ve teorinin gerçekleşen bitiş zamanından daha başarılı sonuçlar ortaya koyduğu gösterildi.

Böylece Kısıtlar Teorisinin Gemi İnşaat Proje Yönetimine uygulandığında firmaların elde edebileceği katma değere vurgu yapıldı.

THEORY OF CONSTRAINTS (TOC) IN PROJECT MANAGEMENT AND A MODEL APPLICATION IN SHIP BUILDING INDUSTRY

SUMMARY

Shipyards in Turkey with inability to compete with far east countries due to high labour costs aim to produce several supportive mechanisms during the crisis period to keep this strategic ship building industry alive with no dependence on foreign sources. Lack of supportive mechanisms in Turkey has resulted in closing of shipbuilding activities for those shipyards with cash flow problem and many shipyards has tried to survive through repair, maintenance and modification activities. Our competitiveness in the market has been decreased and an unreliable market environment has been developed as a negative result of the crises in Turkey.

The first part of this thesis discusses the Theory of Constraints posing a new approach on continuous improvement and sustainable performance growth of project systems. Theory of Constraints is a methodology that the system process is seen as a chain where the performance is the weakest ring of the chain and general performance growth is only possible through the improvement in this weakest ring. Our aim and the targeted results by using the Theory of Constraints have been explained in detail. The related studies on this subject has been reviewed and mentioned by the literature survey.

The second and third part analyses The Critical Chain Project Planning as a new approach of Theory of Constraints on project management and the advantages of this new project planning and management style on firms. The safety tampon is described at the end of the project. The advantages and disadvantages of this application has been discussed in single and multiple projects.

The forth part explains the main principles of the Theory of Constraints and what the theory ignores. It mentions the types of the constraints and how they can be resolved. The actions and followed processes change depending on whether the constraint is internal, raw material or in the market. The Theory of Complaints which aims system improvement as a whole is explained in 5 steps by Goldratt. The prupose of these 5 steps is sustainable improvement of the system by identifying and managing constraints of the system. The first step is to identify and define the constraints in the production environment. After the main constraint is known, the direction of the study is for system performance enhancement.

The constraint of a company is not always internal. The disscussed point is that after a number of cycle the constraint will no longer exist in the system and get out of the system. Goldratt believes that the 99% of an organisation's constraints is political constraints. Thats why the explains how to manage these constraints. The easiest way of finding a constraint without any calculation is to examine the settlement of the in-process stocks within a system. While improving the constraints, it is explained how

to apply the reasoning processes and how the previous analyses and methods contribute on the reasoning processes.

A project is reaching out the aim and goal of the activities (high quality and on time delivery) with predetermined start and finish points under budget and time constraints. The project management is the usage of all tools and techniques simultaneously. The project management is a continuous process, not a system with constant activities. It may seem that the multiple assignment in a project management prevents additional human resource and decreases the costs at the first side. However, this indeed causes delays in processes and project deliveries.

The Critical Chain Project Management is the application type of the Theory of Constraints in project management. The elements that differentiate the Critical Chain from other project approaches have been explained item-by-item. The relationship of methodologies other than Critical Chain (Ghannt, PERT, CPM) and their superiority between each other have been analysed and described.

The exit from current market conditions of the ship building industry depends on monitoring and measurement of the changes in production systems and processes. The priorities of the market and the need for re-reviewing the marine policy and strategy of Turkey have been discussed. In our country there are a very limited number of shipyards that have the mass production process and apply project management system. It is aimed to integrate this philosophy into ship building industry just like the successful application in other industries and the data in this study belong to ship deliveries of a shipyard manufactured before the global crisis with mass production. The used data belongs to 3 pcs 1900 TEU container ships during 2000s among the other mass produced ships. The shipyard was strictly chosen for its mass production understanding. In the Theory of Constraints applications, an activity should start just after the previous activity ends. The theory benefits from the station weight of each block in creating workflows. All tasks for a block (dye, outfitting, equipments, etc.) should be finished and ready before the assembly of the blocks. It is predetermined to assemble which part in which station, because the workload balance is important for the stations. Workload is critical data that can be used with direct proportion in shipyard industry.

A project plan is created after every sub-function by using %50 estimated finish date without adding the safety periods. Then the safety periods have been added to the project ends. Feedstocks are placed to the end of the functions that sequentially connected to each other. At this point multitasking is avoided. Safety stocks are placed for the resources and it aims to prevent the problems related to the resources. The quantity of the tampon protects the project from uncertainties that lead to delays in project timing. Besides it also determines the level of the safety margin added to the project and also the total time of the project. While preparing the project tampons, the project managers can determine when to finish the tasks by asking the employees, but they do not make any pressure or mention any expectation on this.

While working based on %50 finish date principle, the management definitely does not make any pressure to complete the tasks in shorter periods. Multitasking is prevented and each employee is directed to finish only one task in a single time slot. Another crucial point is not make any used resource or capacity conflict with each other. The management of a firm should be aware of a very important situation: if they have a system working properly and with no failures, an idle employee with no current task does not mean that employee doing nothing.

After the introduction of the production methodology of the shipyard, data has been analysed for each station depending on the workflow and type of the ship and then critic chain, project and stocks has been calculated. The calculated data has been compared to the actual data of the shipyard during actual production and it is seen that the theory ends up with more successful results than the actual completion time

In the end, it emphasises the added value of the Theory of Constraints for the firms applying the theory in ship building industry. Depending on the information retrieved from the project, the number of stocks have been decreased in parallel to the improvement rates. It also resulted in decrease of the operational costs in the same proportion. The improvement will let the firm to start the next project early than the other projects and finish earlier. It serves to a very important aspect of the industry: ontime delivery. On time or even early delivery to the customer will definitely change the mindset of the customers in a positive way. This kind of theoretical studies are being efficiently applied in other sectors. It will be beneficial if this theory is adopted by the decision makers of the companies with mass production and applied accordingly. The main purpose and aim of the study is to create a structure in shipyard industry where the changes will be measurable and let the industry benefit from this data to have tangible values.

1. GİRİŞ

Kısıtlar Teorisi (TOC), Eliyahu Goldratt ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Herhangi bir sistemin performansının artırılması aşamasında, sistemin performansını en çok engelleyen unsurun bulunması, yönetilmesi ve ortadan kaldırılması konusunda oluşturulmuş yönetim felsefeleri, disiplinleri ve endüstrilere özel en iyi uygulamaları içeren bir teoridir. Kısıt Teorisi, sistemi bir zincir olarak düşünür ve her seferinde zincirin en zayıf halkasına (kısıta) ve onun bağlı olduğu sistem elemanlarına odaklanılmasını öngörür (Nuntasukasame, 2003).

Kritik Zincir Yaklaşımı, bir organizasyonun bütünsel olarak geliştirilen projelerin yönetilmesinde Kısıtlar Teorisi geliştirme yaklaşımının kullanıldığı 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 (Dettmer,1997).

Kritik Zinciri korumak ve uygulamak için proje zaman tahminleri, 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 güvenlik zamanları olan kaynak kısıtları ise kritik faaliyetler için gerekli olan kaynakların zamanında hazır olmasını sağlamak için kullanılan uyarıcı / hatırlatıcı sistemlerdir (Chien-Chih,2003).

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, Türkiye'nin en yüksek yıllık çelik işleme kapasitesine sahip olan ve seri üretime yatkın üretim sistemlerini gemi üretimine entegre etmiş bir tersanenin (Sedef Tersanesi-Turkon Holding) global kriz öncesinde (2000 li yıllarda) ürettiği

birbirinin aynısı 1900 TEU konteyner gemileri verileri kullanıldı ve Kısıtlar Teoremi'nin tersanenin sahip olduğu gemi inşa üretim aşamalarına uygulandığında nasıl bir iyileştirme yüzdesine sahip olacağı incelendi. Tersanenin kendine özgü kullandığı planlama programları vasıtasıyla gemilerin üretim başlangıcı ve teslim tarihine kadar ki planlanan ve gerçekleşen süreler kullanılarak detaylı hesaplamalar yapıldı. Daha sonra bu sürece Kısıtlar Teoremi uygulanarak kritik yol üzerindeki uygun yerlerde iyileştirmeler yapıldı ve istasyonlarda harcanan sürelerle karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlar gerçek verilerle kıyaslandığında Kısıtlar Teorisi felsefi düşüncesinin uygulanmasıyla ne değişecek, neye değişecek ve değişim nasıl gerçekleşecek sorularına cevap bulundu.

1.2 Literatür Araştırması

Kısıtlar teorisi, 1980'li yıllardan itibaren Dr. Eliyahu Goldratt tarafından geliştirilen, kısıtların yönetilmesi ve senkronize üretim yoluyla sürekli gelişmeyi hedefleyen, işletmenin hedeflerine ulaşabilmesi için bazı kısıtlar üzerinde yoğunlaşması gerektiğini savunan bir yönetim felsefesidir. Elyahu M.Goldratt ve Jeff Cox''The Goal'' adlı kitabında bir fabrika müdürünün geç teslimatlar ile başlayan sürece kısıtlar teoremi uygulaması ile imalat süresini iyileştirmeye kadar olan periyodu bir iş romanı halinde yazarak proje yönetimine ayrı bir bakış açısı getirmiştir.

Dr. Goldratt, işletmelerin asıl amacının para kazanmak olduğunu ve bu amaç doğrultusunda firmaların kullandıkları maliyet ölçümlerinin işletmeleri yanlış yönlendirdiğini savunur. Kısıtlar Teorisi, işletmeyi bağımsız süreçler topluluğu olarak değil, bütün bir sistem olarak görür. Faaliyet maliyetlerinin ve üretim zamanının azaltılmasına yardımcı olur. Amacı para kazanmak olarak belirleyen Kısıtlar Teoremi bunu 3 ana başlıkta değerlendirmektedir. Şirketlerin para kazanması için bu 3 kriterin artı değer sağlayacak yönde gelişmesi beklenir.

- İşletim Giderleri
- Envanter
- Satış Getirisi

Goldratt ve Fox'un "The Race" adlı ikinci kitabında, daha önce "The Goal" adlı kitabında anlatılmamış olan davul-tampon-ip adında bir lojistik sisteminden bahsedilerek Kısıtlar Teorisi'nin sadece üretim ile ilgilenmediği gösterilmiştir. Bu

kitapları, proje yönetimindeki kısıtlara yönelik olan "The Critical Chain"; işletmelerde alınan kararlarda karşılaşılan kısıtların belirlenmesine yardımcı olan "The Haystack Syndrome", düşünce süreci ve bu süreçte kullanılması gereken araçlara yönelik ve aynı zamanda da "The Goal" adlı kitaptaki olayların devamı niteliğinde olan "It's Not Lucky"; bilgi teknolojisinde karşılaşılan sorunları ele alan "Necessary But Not Sufficient" adlı kitaplar takip etmiştir (Martin,1990).

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.

Kısıtlar Teorisi genel olarak üç daldan oluşur. Bunlar lojistik, performans ölçümü ve problem çözme/düşünme süreçleridir. Kısıtlar Teorisi organizasyonların çoğunda fiziksel kısıt bulunmayacağını bunun yerine politik kısıtlar bulunabileceğini belirtmektedir. Politik kısıtları bularak süreci analiz etmek ve önerilen çözümleri denemek için Goldratt Düşünme Süreci (Thinking Process) ismini verdiği genel bir yaklaşım geliştirmiştir.

Teorinin ilgi çeken diğer bir konusu ise, geleneksel maliyet muhasebesine getirdiği eleştiri ve önerdiği ürün karmaşı bulma yaklaşımıdır. Çıktı, envanter ve işletme giderleri kavramları kendine özgü bir şekilde yeniden tanımlanmıştır(Rahman,1998).

Kısıtlar teorisi prensiplerinin ana üretim çizelgesi, V-A-T analizi, hazırlık zamanı yönetimi gibi teorik problemlerde çalışma alanı bulduğu görülmektedir. Toplam kalite yönetimi ve Kısıtlar Teorisinin karşılaştırılması alanlarında Dettmer (1995) ve Koksall (2004) çalışma yapmıştır.

Kısıtlar Teoreminin bu 3 ana başlıkta değerlendirdiği "Amaç", proje yönetimine geçerken odaklanılması gereken 5 ana prensibe dönüşmektedir.

Lawrence P. Leach (2000) çalışmasında 5 odaklanma noktasının şematize etmiştir. Kısıtın belirlenmesi, kısıtın nasıl kullanılacağına karar verilmesi, alınan karara göre diğer tüm aktivitelerin yeniden organize edilmesi, kısıtın ortadan kaldırılması, sistemin başka kısıt yaratıp yaratmadığı kontrolü ile 5 odaklanma noktası tamamlanmaktadır.

Büyükıylmaz O. ve Gürkan S. (2009) yaptıkları çalışmalarında kısıtlar teoreminin teorik altyapısı ile birlikte kısıt türleri üzerine çalışmışlardır.

Steyn H. (2002) yaptığı çalışmasında, kısıtlar teoreminin ana prensiplerinden parkinson kanunu ile ortaya konulan; ‘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 zamana yayılır’ önermesiyle ilgili örnek bir uygulama ortaya koymuştur. Kritik zincir bu duruma işlerin %50 sinin bitirilmesi olasılığıyla proje planı oluşturma ile karşılık vermiş ve bu temel zıtlığı ortadan kaldırmaya çalışmıştır.

Steyn H. bir diğer çalışmasında örnek bir teorik uygulamada besleme ve proje stoklarının projeye nasıl dâhil edildiğini şematik olarak belirtmiştir. Leach (2000) besleme ve proje stokları konusunda program dışında el ile yapılacak proje planında besleme ve proje stoku miktarını karekökler metoduyla birlikte formulize etmiş ve bunun üzerinden hesaplamalar sırasında uyulması gereken noktaları belirtmiştir.

Tekin (2006) kısıtlar teoreminin prensiplerini konu ettiği çalışmasında Ford Otosan tarafından üretilen Ford Connect araçlarının tavan projesini kısıtlar teoremi ile birlikte proje yönetimini gerçekleştirmiştir. Elde ettiği sonuçlar sonunda Ocak ayında başlanan proje Nisan ortasında bitiyor iken, kısıtlar teoremi ile proje yaklaşık 1 aylık iyileştirmeye Mart sonunda tamamlanabilmektedir.

Kısıtlar Teoremi, gemi inşaatı sektöründe proje uygulaması olarak literatürde yer almamaktadır. Proje yönetimi ile ilgili Turan (2008) , platform destek gemisinin kabuk kısmının kritik yol yöntemi ile ağ diyagramlarını vermiş olduğu bir çalışma yapmıştır.

Köksal (2004) kalite iyileştirme çalışmalarında yapılacak projelerin seçiminde sadece kalite kaybına bakılarak karar vermek doğru sonuçlar vermediği ve bunun yerine sistemdeki akış ve kalite kaybını beraber düşünerek ürün karmaları belirlendiği takdirde daha doğru sonuçlar elde edildiği sonucuna varmıştır.

Özkök (2010) yapmış olduğu çalışmada ise bir gemi inşaatı bloğunun boya hollerine kadar gönderilmesini bir çevrim süresi sayarak Arena simülasyon programı yardımıyla önünde yığılmalar olan istasyonları tespit etmiştir.

Gupta, Baxendale ve Raju (2002) faaliyet tabanlı yönetim ve Kısıtlar Teorisi yaklaşımlarının bir bütün halinde kullanılarak performans iyileştirilmesi çalışması

yapmıştır. Bir firma üzerinde yapılan uygulamada firmanın gereksiz kapasite kullanımı önlenmiş ve sistemdeki kısıtlar finansal açıdan da düşünülerek iyileştirilmiştir.

Üreten (1999) yapmış olduğu çalışmada Avery Dennision, TBS Furniture ve Ford Motor firmalarının yapmış oldukları uygulama sonucu değişen değerleri şu şekilde özetlemektedir.

Avery Dennision firması 1.5 yıl süren iyileştirme süreci sonunda pazar payını %17 ile %25 aralığında, müşteri memnuniyetini %47 oranında, siparişleri karşılama süresini %80 oranında, net satışlarını %25 oranında arttırmıştır.

TBS Furniture firması işletim giderlerini %40, stok 2 milyon pound azaltmış, sermaye devri 13 milyon pound'dan 17 milyon pound'a çıkmıştır. Satışlar %40 artarken, teslimat performansı %97 artmıştır. Siparişleri karşılama süresi ise 6-8 haftadan 7 güne çekilmiştir.

Ford Motor firması iyileştirme öncesi 10,6 gün olan siparişleri karşılama süresi tam zamanında üretim (just in time) uygulaması ile 8,5 güne, kısıtlar teorisi ile 2,2 güne çekilmiştir. Müşteri memnuniyeti %75 seviyesine yükselmiştir.

Bu çalışmanın önemli bir konusunu oluşturan kısıtlar teoreminin proje uygulamaları Türkiye'de maalesef teorik akademik çalışmalarda kalmıştır. Proje yönetiminde kısıtlar teoremini benimseyen firmalar ile ilgili bir bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak Godratt tarafından ortaya atıldıktan sonra Avrupa ve özellikle Amerika'da ki sanayi kuruluşları ve bazı devlet organları teoremi etkin bir şekilde kullanmaya devam etmektedirler.

1.3 Hipotez

Çalışmayla elde dilecek sonuçların gemi inşa sektöründe de kısıtlar teoreminin kullanılabileceği ve her bir proje için ortaya çıkacak iyileştirme oranlarının stokların azalmasına, işletme giderlerinin düşmesine ve amacı para kazanmak olan firmanın amacına daha efektif bir yolla ulaşabileceği gerçeğinin karar vericiler tarafından uygulanabilirliğinin arttırılması hedeflenmiştir.

2. KRİTİK ZİNCİR YAKLAŞIMI

2.1 Kritik Zincir Teorisi

Eliyahu Goldratt 1997 de yayınlanmış kitabında (Amaç) performansı geliştirmek için Kısıtlar Teorisinin (TOC) projelere nasıl uygulanacağını ana hatları ile anlatmıştır. Kritik zincir yaklaşımı TOC prensiplerinin proje yönetimine uygulanmasıdır. Proje hedeflerini gerçekleştirmek, bir çok farklı insanın, departman ve fonksiyonların birbirine bağımlı olan bir dizi faaliyetin işbirliğini gerektirmektedir. Kritik yol sadece mantıksal olarak ilgili faaliyetleri içerirken, kritik zincir mantıksal ve kaynak ilişkili faaliyetleri içermektedir.

Kısıtlar Teorisi sistemin bir zincir olduğunu varsayar ve bir zincir en zayıf halkası kadar kuvvetlidir. En zayıf halkayı (sistem kısıtı) bulmak ve sağlamlaştırmak projelerin geliştirilmesine olanak verecektir. Biz ise sistemi değiştirecek bir şeyler bularak elde edilecek sonuçların mevcut yaklaşımlardan daha iyi olmasını hedefliyoruz. Geleneksel teknikleri kullanan proje yöneticileri, Kritik Zincir yaklaşımının bir çok açısını benimsemişlerdir. Proje yöneticileri, eğer bir sistemin bir noktası eksik olsa bile onun tüm sistemin başarısını etkileyeceğinin farkındadırlar (Üreten, 1998).

Kritik zincir proje çevrim süresi üzerine odaklanır. Kritik zincir tüm projelerin kamülatif çevrim süresini en çok etkileyen faktöre yoğunlaşmaktadır. Bu faktör organizasyonun stratejik, kritik kaynağı, başka bir deyişle “davul” olarak bilinir. Çevrim zamanlarını iyileştirme odak noktamız olmalıdır. Uzun çevrim sürelerinin nedenlerini araştırarak projeleri daha sürede bitirme gayreti içerisinde olunmalıdır.

Kritik zincir, verimi arttırmak için gösterilen gayretin önemine dikkat çeker ve çevrim zamanını optimize eder. Kritik zincir analizi, tek bir projede çevrim zamanının 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 gerektiğini savunur (Blackstone, 2001).

Çoklu projelerde ise proje çevri süresini en büyük faktör kaynak dar boğazıdır. Kritik zincir hem tekli, hem de proje faktörlerinin süresinin azaltılmasını ifade eder.

2.2 Kritik Zincir Kritik Yolu Nasıl Geliştirir ?

Kritik zincir planlamayı optimize edecek kabiliyetin gelişmesini sağlar ve gelişmiş proje izleme ve kontrol aşamalarını belirler. Kritik zinciri başarılı bir şekilde uygulamak için bir organizasyonun işleyişinde önemli değişimler olabilir. Kritik Zincir yaklaşımının çalıştığı ve değer kattıkları (Steyn,2001) :

1. Kritik zincir yaklaşımı kullanarak, bir projenin mümkün olan en kısa zamanda ve periyodik olarak projenin bitişine ne kadar gün kaldığının rapor edilmesi, projede yer alan takım üyelerinden beklenir. Ayrıca bir proje planlanınca atanan kaynaklarla projenin en kısa ne kadar süre alacağının tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu özellikle “Öğrenci Sendromu” ve “Parkinson Kanunu” olarak bilinen davranışları azaltır.
2. İnsanların diğer işlerine başlamadan mümkün olan en kısa sürede faaliyetlerini bitirmesi sağlanır. Bunu ise “Kötü Çoklu Görevlendirme” yi kalıcı ve önemli bir şekilde azaltarak gerçekleştirir.
3. Proje yürütülürken insanlar faaliyetlerini zamanında bitirmeleri için ölçülmez yada sorumlu tutulmazlar. Faaliyetlerin yönetilmesinde zamanın sona erip ermediği kontrol edilmez. İnsanların çıktılarının en kısa sürede diğer kaynaklara aktarmaları beklenir.
4. Birbirine bağımlı olan faaliyetlerin en uzun ardışıklığı açık bir şekilde kritik zincir yaklaşımı ile görülebilir.
5. Emniyet tamponları (elimizdeki rezervlerin planlamasına eşit olan) çizelgelemenin ve projenin nasıl yönetileceğinin en önemli parçalarındandır. Projenin ne zaman tamamlanacağı kesinliği ve kullanılan emniyet tamponu süreleri yakın bir ilişki içersindedir. Emniyet tamponu tipleri : Proje tamponları, Besleme tamponları, Davul tamponlar ve Stratejik kaynak tamponlarını içerir.
6. Kritik yol aylak zaman kavramını veya kritik olmayan yoldaki faaliyetlerde ne kadar esneklik olduğunu belirlemek için bir metodoloji kullanılır. Kritik zincir

yaklaşımı, kritik zincire giren ve kritik olmayan yol üzerindeki faaliyetlerin gruplanması sağlar ve kritik zinciri besleme tamponu ile korur.

7. “Öğrenci Sendromu” ve “Parkinson Kanunu” olarak adlandırılan davranışları önemli derecede azaltır.
8. Genellikle Kritik Yol yürütme esnasında değişir, çünkü faaliyet zamanlarında değişiklikleri absorbe edecek emniyet tamponu yoktur. Kritik zincir ile ilgili planlar, yollar ve zincir proje hayatı boyunca normal şartlar altında değişmez. Çünkü emniyet tamponu faaliyet süresindeki belirsizlikleri absorbe eder.
9. Kritik Zincir kaynak bazlı bağılıkları bulunan projelerde çoklu proje ortamlarının var olduğunu kabul eder. Bir başka deyişle, projeler en azından bazı faaliyetler için ortak bir kaynak havuzunu paylaşır.
10. Kritik Zincir Yaklaşımı projenin toplamına karşın bir kritik kaynağı (davul kaynağı) tanımlar. Aşırı yükleme ya da mevcut olmama durumlarında, bu tüm projelerin proje çevrim zamanını etkileyecek en olası kaynaktır.
11. Projelerin çakışmayacak şekilde sisteme girişi, projelerin akışını geliştirmek, her bir projedeki tahmin edilebilirliği artırmak ve kötü çoklu görevlendirmeden kaynaklanan etkiyi minimize ederek kritik kaynakların etkinliğinin artırılması için 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 görevi tamamlamaları için baskı yapmamalıdır.
- Yönetim her bir çalışanına tek bir zaman dilimi içerisinde sadece tek bir görevi bitirmeleri için teşvik etmeli ve her bir çalışan ilgili görevi bitirir bitirmez sonuçlarına geçmelidirler.
- Her bir çalışan bir sonraki isinin hangi görevi bitirmek olduğuna karar vermek için besleme ve emniyet stoklar raporlarını kullanmalıdır.
- Bireysel zaman tahminlerinden ziyade tüm güvenlik süresini projenin sonunda toplayarak işin doğasında var olan belirsizliğe karşı korunulmalıdır.

2.3 Kritik Zincir Yaklaşımına Neden İhtiyaç Duyuluyor ?

Kritik Zinciri geliştirme nedeni var olan metodların, yaklaşımlarının ve pahalı yazılımların kronik problemlere sahip olmasıdır. Her proje yöneticisinin karşılaştığı geç tamamlanma, aşırı harcamalar ve diğer arzu edilmeyen sonuçlar birbirinin benzeridir. Başından sonuna özenli bir analiz yapan, asıl problemi bulan ve o anki şartlarda en iyi çözümü bulan TOC (Kısıtlar Teorisi) ‘nin kullanımı bahsi geçen problemlerin üstesinden gelinmesini yardımcı olacaktır (Mcmullen,1998).

TOC gelişimi için :

- Ne değişecek ?
- Neye değişecek ?
- Değişim nasıl sağlanacak ?

Sorularını makul bir şekilde cevaplayabilmelidir. Bu hangi yönetim prosesi olursa olsun hepsi için geçerlidir.

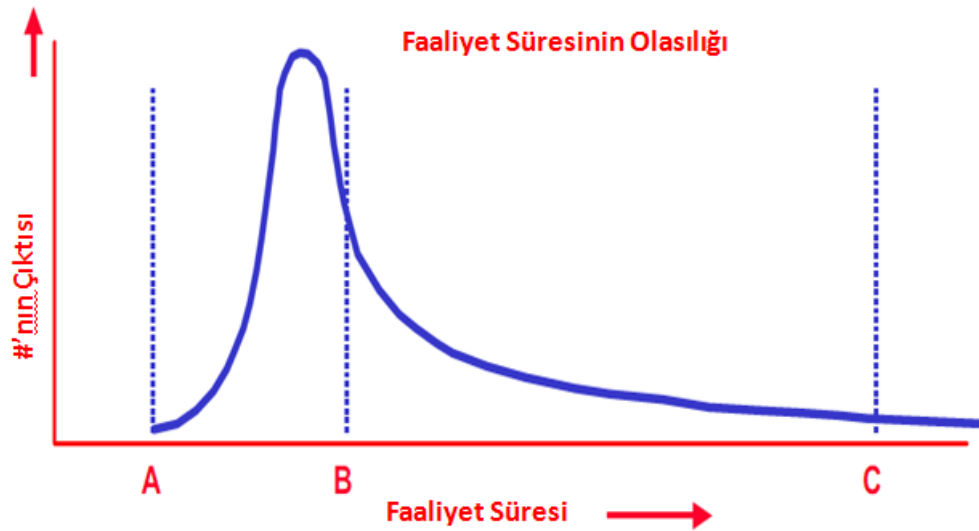
Goldratt projenin daha fazla sürmesinin ana nedeninin, her bir faaliyetin tahmini zamanlarındaki oluşturulan güvenlik zamanının yanlış kullanımı olduğunu iddia eder. PERT metodunda kullanılan üç zaman tahmininin ve CPM çizelgelemesinde onların ağırlıklı ortalamalarının kullanılmasının sonucunda projenin tamamlanması için gereken sürelerin verilmesinde gereğinden daha fazla değerler verileceği yönünde bir eğilimin olacağına inanmaktadır. Goldratt bunu şu şekilde ifade etmektedir : “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”. Kilit nokta ise bu belirsizliğin yönetilmesidir.

Eğer güvenlik zamanı her bir tahminde oluşturuluyorsa, tüm faaliyetler birbirine bağlandığında zamanında tamamlanma olasılığının daha fazla olması gerekir. Peki o zaman neden daha uzun sürelerde uzamalar olur sorusunu sormak gerekecektir. Goldratt’a göre bunun nedeni yönetimin işgücü psikolojisi anlayışıdır. Çünkü çalışanlar işlerin ne kadar süreceğini tahmin ettikten sonra güvenlik sürelerinin eklediklerinden projeye zamanında başlamalarına endişe duymayacakları fikrine sahip olurlar. Bir başka muhtemel neden ise daima başka bir şeyi yapmaya zorlayan çoklu görevlendirmedir (İşçigil, 2005).

3. KRİTİK ZİNCİR PROJE YÖNETİMİ KRİTİĞİ

3.1 Faaliyet Süreleri ve Güvenlik Marjları

Eliyahu Goldratt 1997 de yayınlanmış kitabında performansı geliştirmek için Kısıtlar Teorisinin (TOC) projelere nasıl uygulanacağını ana hatları ile anlatmıştır. CPM (Kritik Yol Yönetimi) gibi tipik proje yönetiminde, faaliyet süreleri belirlenmiş gibi davranılır, halbuki gerçek hayatta bu süreler olasılıklıdır. Şekil 3.1 de olası faaliyetlerin sürelerinin çıktıların dağılımı gösterilmektedir.

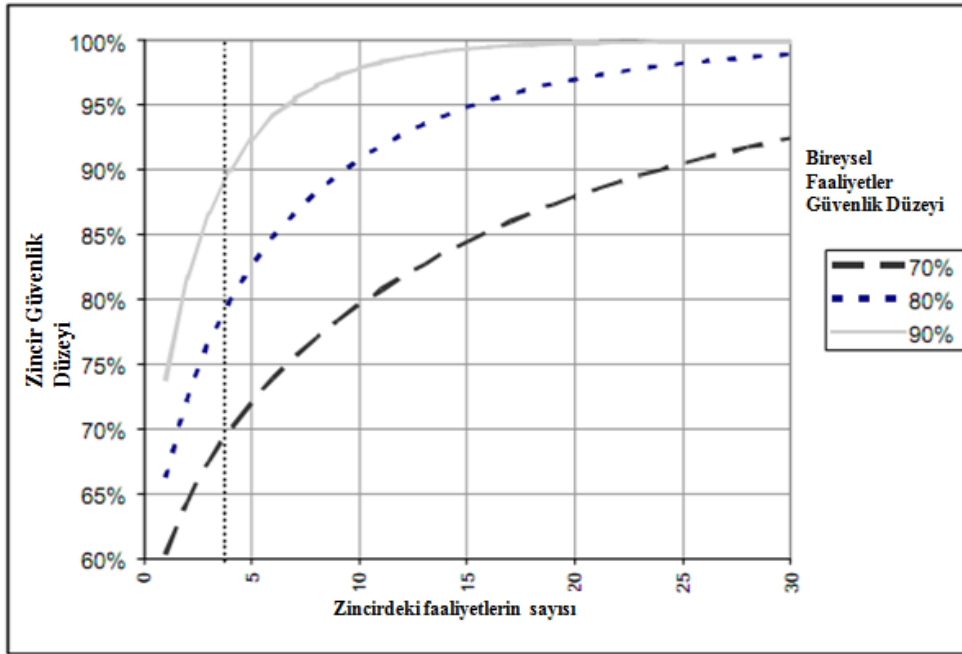


Şekil 3.1 : Olası faaliyet süresi çıktıların dağılımı (Gaga, 2009).

Goldratt her bir faaliyet süresinin tahmin ederken güvenlik süresinin eklenmesi gerektiğini savunmaktadır. Çoğu faaliyetlerin çıktısı dağılımı şekil 2.1 deki gibi olacaktır. Zaman A “Saf Başarı”nın temelidir. İlk kez proje yöneticiliği yapmamış tecrübeli kişilerin bunu tekrar etmesi olasılığı düşüktür. Teşvik edici sistemler tahmini süreler vermede çalışanlarına yardımcı olurlar ve bu genel olarak kullanılan bir zamandır. Goldratt bunu % 95 zaman olarak adlandırır, çünkü zamanın % 95 inde kaynak tahmin edilen süreden daha kısa sürede bitecektir.

Yönetim tüm tahmini süreleri kısaltan bir uygulama yapabilir. Takım üyelerine C yada C+ süreleri vermek projenin gecikmesine sebebiyet verebilir. Zaten projede

yeterince emniyet tamponu vardır düşüncesi aklımızın gerisindeki kaynak karmaşası, çoklu görevlendirme ya da ne de olsa “zaten sonunda oraya varacak” düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Zaman B, çıktılardan %50 sinin daha az, %50 sinin de süreden daha uzun zamanda gerçekleşeceğini temsil eder. Bunun anlamı, eğer bir kaynak tahmini olarak bu süre verilirse zamanında bitirebilmek için %50 şansı olacaktır. Literatürde bu “medyan (orta) faaliyet süresi” dir. C den faaliyet tahmini süresinden B’ye kaydırarak saklanan zamanın bir kısmı ilgili proje için baştan sona şok yutucu olarak davranacak şekilde zaman çizelgesinin sonunda toplanır. Bu toplanan emniyet tamponu süreye “Proje Tamponu” denir. Emniyet tamponu projenin kritik yolu ile kritik olmayan yollarının bağlantı noktalarına da yerleştirilir. Bu emniyet tamponu ise “Besleyici Emniyet Tamponu” olarak adlandırılır ve amacı da kritik yolu kritik olmayan yolların değişken güvenlik yada emniyet tamponlarının tipik olarak üç şekilde israf edildiğinden bahseder. Bu konulara ileri bölümlerde değinilecektir.



Şekil 3.2: Başparmak kuralını kullanarak zincir güvenlik düzeyi (İşçigil, 2005)

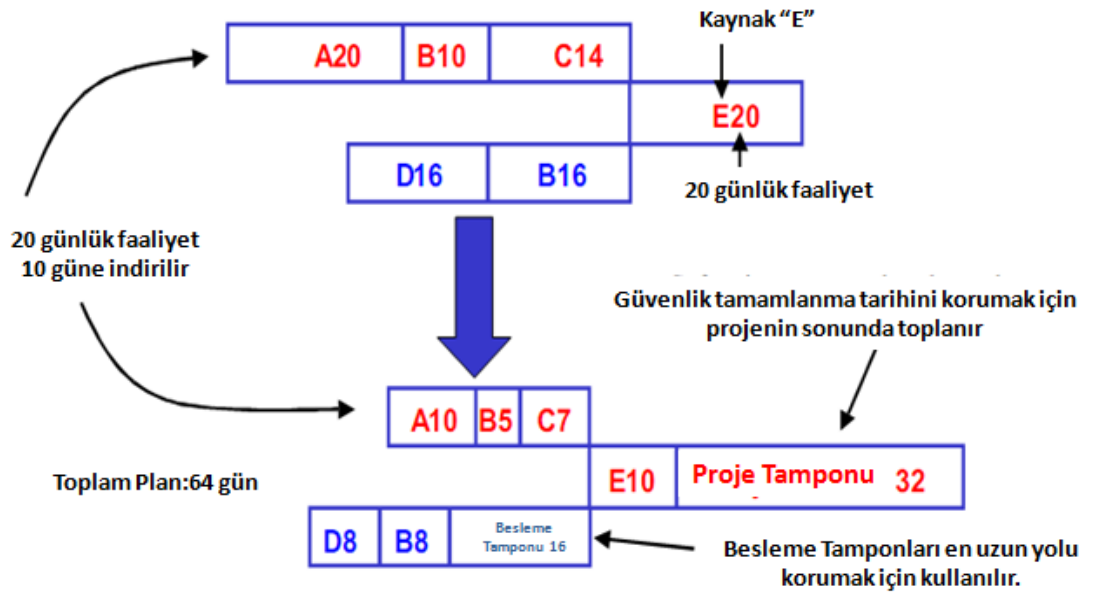
Şekil 3.2 de başparmak kuralını kullanarak zincir güvenlik düzeyi grafiği gösterilmektedir. Dikkat edilmesi gereken nokta Goldratt’ın başparmak kuralı CPM’e nazaran çok daha yüksek bir olasılıkla daha kısa planlar üretmeye çalışır.

Goldratt ilgili zincirden çıkarılan beklenmedik durum zamanlarının %50 sine dek gelen bir güvenlik düzeyinin kullanılmasını önerir. Faaliyetlerin beklenen sürelerinin kullanılarak planlama yapılması ile faaliyet tamponunun yarısı (güvenlik zamanı-

beklenen zaman) zincirin sonunda toplanır. Goldratt'ın başparmak kuralı genellikle güvenlik tamponunun büyüklüğünü gereğinden fazla tahmin eder.

3.2 Emniyet Tamponları ve Kontrolleri

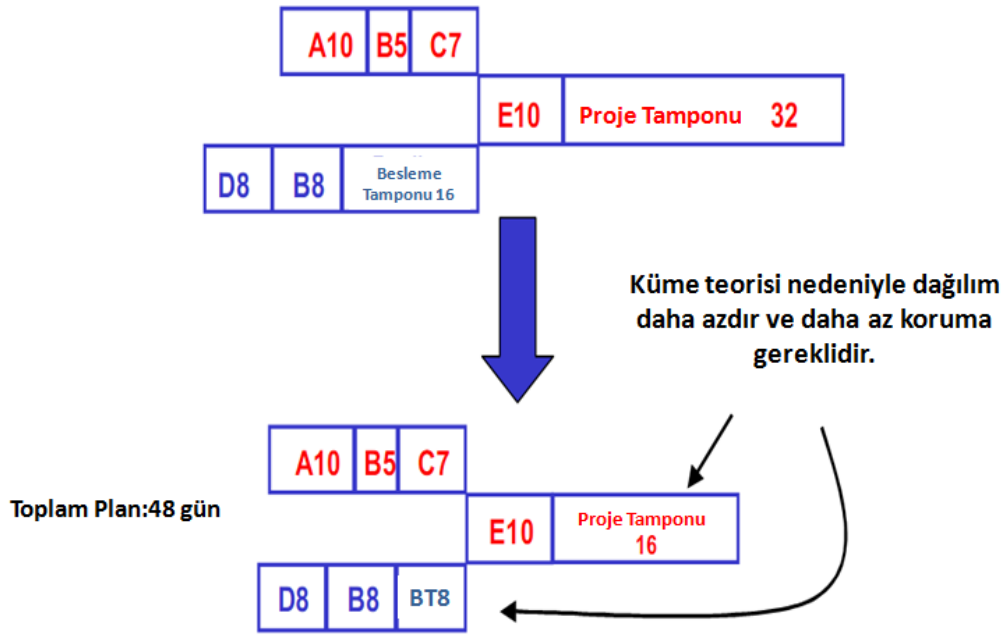
Her bir bloktaki harf verilen bir faaliyeti tamamlama için gerekli olan bir kaynağı temsil etmektedir. Her bir harf için sadece bir kaynak olduğunu varsayalım. Her bir bloktaki numara gün olarak faaliyetin tahmin edilen süresini göstermektedir. Dönüşüme bakarsak ilk adım her bir süre tahmininden güvenliğin çıkarılmasını ve her bir faaliyet (B süreleri) için medyan sürelerine gelinmesini sağlamaktadır. Goldratt tarafından kullanılması önerilen başparmak kuralına göre başlangıç C tahmininin yarısı olarak gösterilir. Bir sonraki adım ise bütün güvenliği tüm projenin başından sonuna emniyet tamponu gibi davranacak şekilde projenin sonunda toplamaktır. Teoride, proje tamponunun sonuna yazılan tarih kritik zincir çizelgelemesinde sabit kalır. Örnek bir emniyet tampon süresi şekil 3.3 de gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Emniyet tampon süresi (Tekin, 2006).

Bu proje tamponu çizelgenin bir bileşenidir ve çizelgenin dışından bir etken olarak algılanmamalıdır. Daha kısa yoldan gelen güvenlik ise besleme tamponunda doldurulur. Besleme tampon, besleme yolunun negatif değişikliklerinde devreye girerek kritik yolda meydana gelecek değişiklikleri absorbe etmeye hizmet eder.

Kritik zincir çoğunlukla mümkün mertebe en geç zamanda başlar. Çünkü işin daha geç başlaması proje tamamlanana kadar onun üzerinde çalışılmasına olanak sağlar. Bu sayede devam eden işlerin sayısı azaltılmış olur. Çünkü devam eden işler maliyetlidir ve yönetim bakış açısından bu uygulama faydalıdır. Bir sonraki adım Kritik zincirin en önemli adımlarından bir tanesidir. Rassal sayılar kümesi teorisine göre tüm faaliyetleri topladığımızda gereken korumanın miktarı her bir tahmine eklenen korumadan daha az olacaktır (Cook, 1998).



Şekil 3.4 : Küme teorisi ve emniyet tamponu (Tekin, 2006).

Şekil 3.4 te görüleceği üzere Kritik Zincirin yarısı uzunluğunda emniyet tamponu bırakılarak, emniyet tamponu yarı yarıya azaltılır. Goldratt'ın önerdiği de budur. Aynısı besleme yollarına da uygulanır, besleme tamponu isteğe bağlı olarak, korumaya karşı besleme kolunun yarısı uzunluğundadır.

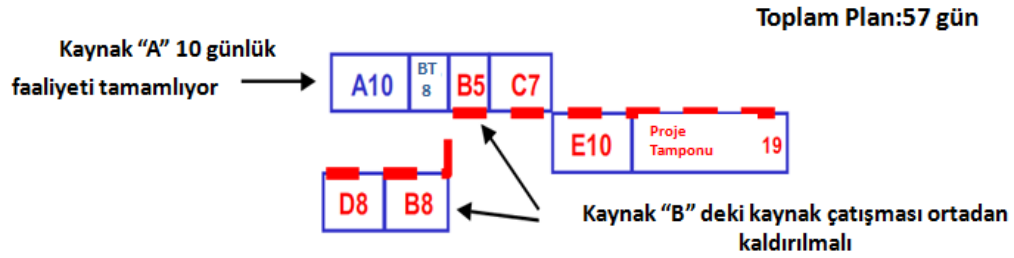
Şekil 3.3 ve 3.4 ü karşılaştırdığımızda çizelge 64 günden 48 güne düşürüldü. Fakat Goldratt'a göre bu çizelgenin orjinal daha uzun olanından daha kısa sürede bitirebilme şansının daha fazla olduğunu iddia etmektedir. Nedeni ise emniyet tamponunun çizelgenin sonunda olmasıdır.

Yukarıdaki şekillere baktığımızda Kaynak B iki faaliyeti eş zamanlı olarak uygulamak için planlandığı görüyoruz. CPM metodu bunu kabul eder. Şimdiki

amacımız kaynak çakışmalarını ortadan kaldırmaktır. Bunu yapmamız gereken zaman CPM'den Kritik Zincir Çizelgelemeye dönüştürükendir.

Besleme kolu daha erken başlatıldı ve bağımlı faaliyetlerin en uzun zincirin bir parçası oldu. Kritik zinciri belirsizlikten korumak için besleme tamponu A10 un önüne yerleştirildi.

Ayrıca çizelgeleme 48 günden 57 güne çıktı. Fakat şimdi yaptığımız daha gerçekçi ve tahmin edilebilir oldu. Nedeni ise kaynakların bir kerede yalnızca bir faaliyeti yüklenecek hale gelmiş olmalarıdır. Şekil 3.5 te kritik zincir ve bağımlı olduğu kaynaklar gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : Kritik zincir ve kaynak bağımlılığı (Tekin,2006).

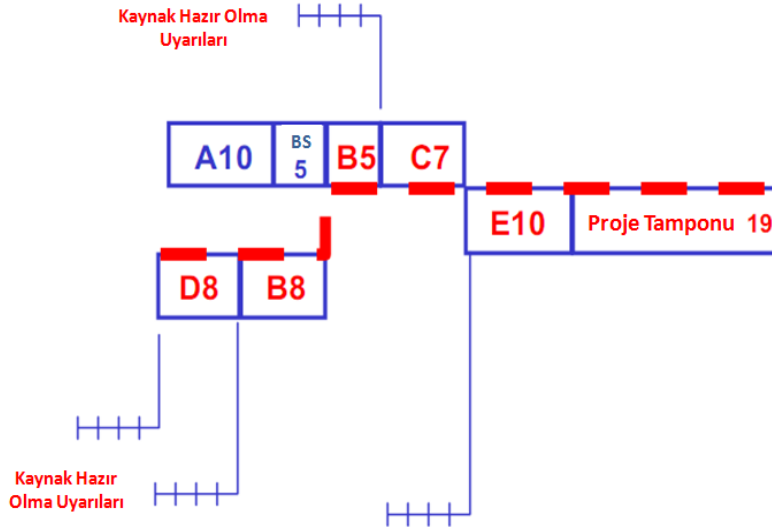
Çok büyük değişiklikler olmadığı sürece, besleme yolları sabit kalmaktadır. Kritik Zincir çizelgesi olimpiyatlarda koşulan bayrak yarışlarına benzetilmektedir. Diğer takım üyeleri bayrağı teslim almak için hazır beklerler ve bayrağa sahip olan takım üyesi olabildiğince hızlı koşar. Kritik zincir baştan sona projenin uzunluğunu tanımlar, bu sebepten tüm dikkatler bu zincir üzerine toplanmalıdır.

Goldratt tarafından adlandırılan kaynak tamponları proje ekibine Kritik zincire hakim olma imkanı sağlar. Kaynaklar faaliyetlerin tamamlanmasına kaç gün kaldığını raporlarlar. Diyelim ki Kritik zincir kaynaklarından biri 6 günlük iş bitirdiğinde, planın sorumlusu bir sonrakine Kritik zincirde olmalarına yaklaşık olarak 6 gün kaldığı bilgisini verir. Bir kaç gün sonra performansta bir düşüş olursa ve hala kalan gün sayısının 6 olduğunu bildirirse, bu sonrakine aktarılır. Bu sayede kritik zincir kaynakları kendi iş çizelgelerini planlar ve diğer proje yöneticileri kendilerinin askıda bekleyen kritik zincir durumlarının farkında olmasını sağlar.

Yönetim projeyi emniyet tamponlarının durumunu izleyerek kontrol eder. Normal tipik bir projede çok fazla besleme tamponu olacaktır. En çok kullanılan besleme tamponu geciken Kritik Zincirin en yüksek olasılığı ile besleme yolunu korur.

Yönetimin yapması gereken en çok tükenen emniyet tamponlarıyla besleme yolları üzerindeki uyarılara odaklanmaktır.

En büyük kısıtlarımızdan biri kaynakla ilgili olanıdır. Bu kısıtla ilgili açıklamalar ileriki konularda yapılacaktır. Şekil 3.6 da kaynak kısıtımız olduğunda projede oluşturulan emniyet tamponları ile ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 3.6 : Kaynak hazır olma uyarıları (Tekin, 2006).

Emniyet tamponu yönetilebiliyorsa potansiyel problemlerin altının çizilmesine tipik proje yöntemlerinden önce olanak sağlar.

Çizelge 3.1 : Emniyet tamponları ve erken uyarı (Tekin, 2006).

19 Gün		
TAMPON		
HAREKETE GEÇ	İZLE& PLANLA	OK
Kalan Proje Tamponu:		
0	7 8	13 14 19
Kalan Besleme Tamponu:		
0	1 2	3 4 5

Çizelge 3.1 de görüldüğü üzere yeşil alan “ok” olarak isimlendirilir. Eğer bu kısım tüketilirse yönetim hiçbir şey yapamayacaktır.

Bir sonraki emniyet tamponu alanı “izle & planla” olarak isimlendirilir. Takım fazla emniyet tamponu tüketirse harekete geçmek için bir plan şekillendirilir. Kırmızı alan “ harekete geç” olarak isimlendirilir. Bu alanda yönetimin takımdan beklediği emniyet tamponunun büyüklüğünü artırması ya da en azından daha fazla aşılmasını engellemek için planlarını başlatmasıdır. Yapılacaklar : bazı faaliyetlere daha fazla kaynak atanması, hafta sonları çalışma vb olabilir. Her bir alanın büyüklüğünün belirlenmesiyle proje yönetiminin olaylara katılımının düzeyini belirleyecektir.

3.3 Tekli Proje ve Çoklu Proje Planlama

Tekli proje, projelerin ağırlıklı olarak aynı kaynaklardan faydalanmamasıdır. Bir organizasyonda birden fazla tekli Kritik Zincir projesi olabilir. Çoklu Proje ise, çok sayıda eş zamanlı Kritik Zincir projesinin olduğunu ve bir çok kaynağın projeler arasında paylaşıldığını gösterir. Bilinmelidir ki kaynakları çoklu projelerde planlamak çok daha zordur. Nedeni ise kısıtlı kaynağın ilk olarak hangi projeye atanacağıdır. Bu seçimle ilgili bir kriter mevcut değildir.

Goldratt a göre Kritik Zincir ve Kısıtlar Teorisi kısıtlı kaynağın hangi projeye atanacağını kararının verilmesinde bir ölçü sağladığını öne sürer.

3.4 CCPM Kapsamı ve Adaptasyonu

Proje başarısı ve proje yönetimi başarısı birbiriyle karıştırılmamalıdır. Proje yöneticileri için “ başarı” zaman ve bütçe üzerindeki hedeflere ulaşılmasıdır. Geleneksel Proje yönetimleri gibi CCPM de proje başarısından ziyade proje yönetimi başarısını ele alır. CCPM çizelgelemedeki belirsizliklere yoğunlaşır. Süre belirsizliklerinin en baştan beri var olduğunu kabul eder ve onu emniyet tamponuyla yönetmeye çalışır.

Ancak sınırlı odaklanmasının olması belirsizliğin ele alınmasında yetersiz kalır. Önerilen ise ilk önce risk analizi ve risk hafifletme araçlarının kullanılmasından sonra kalan çizelgeleme belirsizliğinin yönetilmesidir.

CCPM uyarlaması, proje personelinin emniyet tamponu oluşturması ve yönetimi destekleyen bir bilgisayar yazılımına ihtiyaç duymaktadır. Seçenekler çok fazla olmamakla birlikte programlar pahalıdır.

CCPM için aşağıda sıralanan eğitim faaliyetleri gerekmektedir (Blackstone, 2001).

- izelgeleme emniyet tamponlamaya dayanır.
- Besleme ve proje tamponları olarak temsil edilen “ Tahmini Tamamlanma Tarih Aralığı” ve “Son Tarih” in yer değiştirmesi gerekir.
- Çoklu grevlerden kaçınılmalıdır.

4. KISITLAR TEORİSİ

4.1 Teorinin Tanımı, Temel İlkeleri ve Temel Varsayımları

Teorinin geçmişi, 1984 yılında Eliyahu Moshe Goldratt ve Jeff Cox tarafından yazılan “The Goal (Amaç)” kitaba kadar uzanmaktadır. Günümüzde bir üretim yönetim felsefesi haline gelmiş bir teoridir. Goldratt teoriyi her ne kadar bir üretim yönetimi ve darboğazlarla başa çıkma metodu olarak aktardıysa da aslında bir süreç iyileştirme yaklaşımı olduğunu ortaya koymuştur. Kitabın baş kahramanı olan Alex Rogo bir üretim işletmesinde fabrika müdürü olarak görev yapmaktadır. Her şey kötüye gitmeye başladığında fabrika kapatılma tehlikesiyle karşı karşıya kalır. Kısıtlı bir sürede fabrikadaki işleri tekrar yoluna koymak zorunda olan Alex Rogo, İsrailli bir akademisyen olan fizikçi Jonah adlı bir karakterden kritik noktalarda yardım alır. Jonah bilgileri hazır vermek yerine Alex Rogo’nun kendisine yararlı olacak şeyleri keşfederek yanlış yaptıklarını düşünmesine yardım eder. Bu da zihninde Kısıtlar Teorisi’ni yaratmasına, daha sonra bulduklarını işletmesinde uygulayarak fabrikasının kapanma tehlikesinden kurtulmasına ve beraberinde pazarda güçlü bir konuma gelmesinde pay sahibi olur (Corbert, 1998).

Kitabın yazımında sokratik yöntem (soru-cevap şeklinde diyalog) kullanılmıştır. Kitabın işletme formatında yazılabilesine olanak veren bir yöntemdir. Bu yöntemde karşı taraf, bilinen bir problemin çözümünü düşünerek bulması için sorularla teşvik edilir (Goldratt, 1990).

Fizik bilim dalında doktora derecesine sahip olan Goldratt’ın arkadaşı kümes üretimi faaliyetinde bulunan bir işletmede çalışmaktadır. 1970 li yılların sonlarında üretim programı yapmak konusunda zorlanır ve kendisinden yardım ister. Goldratt’ın işletme dünyasıyla tanışmasına vesile olan yeni üretim programı, işletmenin dönem giderlerinde hiçbir değişiklik yapmadan üretilen kümes miktarında önemli derecede bir artış sağlar. Goldratt daha sonra farkına varır ki piyasada yeterli özelliğe sahip bir üretim programı yazılımı yoktur. 3 arkadaşıyla birlikte 1979 yılında Optimize Üretim

Zaman Çizelgeleri (OÜZ) isimli yazılımlarını Creative Output Inc. adlı firmaya kurarlar ve patentini aldıkları bu yazılımı piyasaya sürerler (Köksal, 2004).

Yazılım, siparişlerin üretim süreçlerinden geçişinin planlanmasında kısıtlayıcı faktörleri de hesaba katmaktadır. Yazılım bilgisayar destekli bir program olması ve ileri teknoloji ekonomilerini ilgilendirmesi dikkate alınarak, 1982 yılında ismi Optimize Üretim Teknolojisi (OÜT) olarak değiştirilir. Yazılımı kullanan işletmelerin yazılımın çalışma mantığını tam olarak anlayamaması üzerine OÜT'nin temel mantığının “Senkronize Üretim” adı altında daha iyi anlaşılabilceğini düşünerek literatürde bu kavramı kullanmaya başlar. Fakat aynı yıl çıkardığı “The Goal “ kitabında OÜT ve senkronize üretim kavramını tam olarak benimsemez. Bu kavramlar insanları psikolojik olarak etkilemek konusunda yetersiz kalırlar.

“The Goal” kitabı uluslar arası bir başarı elde ettikten sonra kitaptaki fikirler OÜT yazılımına gerek kalmadan işletmeler tarafından kullanılmaya başlar. Goldratt farkeder ki yazılımı tanıtmaya çalışmalarından daha çok eğitim çalışmalarına ağırlık vermesi gerekmektedir . Bu konuda anlaşmazlık yaşayan 3 ortak Creative Output Inc. firmasının iflasına karar verir. Yazılımın hakları da bir ingiliz firmasına satılır (Üreten 1998).

1987 yılında Goldratt ve Robert Box (Booz Allen Hamilton çalışanı – Yönetim Danışmanlık Şirketi) ile birlikte Avraham Y. Goldratt Enstitüsünü kurar. Bu tarihten itibaren “ Kısıtlar Teorisi” kavramını kullanmaya başlar, çünkü bu kavram her alana uygulanabilecek hiç bitmeyen bir süreci ifade etmektedir. İlerleyen yıllarda Goldratt farkeder ki işletmelerin fabrika ortamlarındaki kısıtlar (fiziksel) başarısızlıkların asıl sebebidir, çünkü işletmeler eski anlayış ve performans ölçme metodlarından vazgeçmemektedirler. Goldratt’a göre bu tür davranışlar (politikalar), bir işletmenin sürekli iyileştirme sürecini engelleyen en büyük kısıttır. Bu konuyla ilgili bakış açıklarını yıkmak amacıyla “Düşünme Süreçlerini” oluşturur. Düşünme süreçleri birbiriyle uyumlu araçlardan oluşmaktadır. İnsanların öğrenmelerini ve öğrenirken karşılaştıklarını problemler için çözüm üretmelerini ve ürettikleri çözümleri başarılı bir şekilde uygulamalarını amaçlar. Problem çözerken kullanılan sebep-sonuç ilişkilerine ek olarak kişilerin sezgi ve bilgi birikimleri de analizlere dahil edilir. Çok karmaşık gözüken problemler bu araçlar kullanılarak çözülebilir hale getirilir.

Her sistem belirli bir amaca yöneliktir. Goldratt’a göre, kar amacıyla kurulan bir organizasyonun tek amacı bugün ve gelecekte hep daha fazla para kazanmaktır. İşletme üzerinde müşteriler, çalışanlar gibi güç grupları vardır. İşletme para kazanmak için çaba gösterirken, bir taraftan da güç gruplarını tatmin etmelidir. Teknoloji lideri olmak, en yüksek pazar payına ulaşmak, kaliteli mamül ve hizmetler üretmek, insan kaynaklarına önem vermek, istihdam sağlamak, çevreye saygılı olmak işletmenin amacına giden yolda gerekli olan araçlardır.

Hep para kazanmak işletme dilinde kar maksimizasyonu anlamına gelmektedir. Kar sebep değil bir sonuçtur. Yani kar, işletmenin para kazanma amacını ne kadar gerçekleştirdiğinin bir ölçüdür (Mcmullen, 1998).

Goldratt’a göre bir işletmenin amacına ulaşma performansı 3 soruda saklıdır :

- İşletme tarafından ne kadar para kazanılmaktadır.
- İşletmede ne kadar para tutulmaktadır.
- İşletme faaliyetlerinin yürütülmesi için ne kadar para harcanmaktadır.

Bu kavramlar sistem amacının birimlere ve çalışanlara iletilmesinde kullanılır.

Soruların cevapları sırasıyla (Goldrat, 1984) :

Katkı : Sistemin dışarıdan kazandığı para olarak ifade edilir. İşletmenin bankada duran parasından elde ettiği faiz de bir katkıdır. Goldratt’a göre üretilen bir ürünün satışı gerçekleşmedikçe, katkıdan söz etmek mümkün değildir. Katkının satışlara eşit olduğu kesinlikle düşünülmemelidir. Sistemin satışlar yoluyla elde ettiği paradan, satış mamülleri elde edilmesi için dışarıya ödenen paranın çıkarılmasıyla bulunur. Kısıtlar teorisine göre sistemin amacı, satışlar yoluyla sağlanan katkının maksimize edilmesidir.

Stok : Sistemin satmak niyetiyle satın aldığı kalemlere yatırdığı paradır.

Dönem giderleri : Sistemin stoğu (yatırımı) katkıya dönüştürmek için o dönem harcadığı para (tüm kaynak tüketimleri) olarak ifade edilir. Stok tanımında yatırılan para söz konusu iken, dönem giderlerinde ise söz konusu olan harcanan paradır. Kısıtlar teorisinde, dönem giderlerinin sabit giderler olduğu düşünülmemelidir. Çünkü bu teoride bir gider sabit-değişken ayrımıyla değerlendirilmektedir.

Teorideki asıl amaç, firmanın karlılık hedeflerini belirlerken bu hedefin gerçekleşmesinde engel teşkil edebilecek kısıtların yönetimini sağlamaktır. Çünkü

her firma işleyişi esnasında en az bir kısıtla karşılaşmaktadır. Üretimin akıcı hale gelebilmesi için kısıtların tespit edilmesi ve ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu sayede üretim akıcılık kazanarak hem verimlilik hem de karlılıkta artış meydana gelmektedir.

Finansal ölçüler yardımıyla, işletmenin karlılığı kolayca hesaplanabilir.

$$\text{Net kar} = \text{Katkı} - \text{Dönem Giderleri} \quad (4.1)$$

$$\text{Yatırım Karlılığı} = \text{Net kar} / \text{Stok} \quad (4.2)$$

Tedarik etme süreçleri konusunda sorun yaşayan firmalar, kısıtlar teorisini uygulayarak problemleri aşmışlar ve tedarik etme süreçlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Yarı mamul stoklarında meydana gelen birikimler, firmaların bu konu üzerine eğilmelerine neden olmuş ve kısıtlar teorisinin uygulanışıyla birlikte stoklar azalmış ve bu birikimin doğal bir sonucu olarak maliyet sorunu ortadan kalkmıştır.

4.2 Kısıtlar Teorisinin Temel Kavramları

Goldratt, teoriyi OPT'nin temel dokuz felsefesine dayandırmaktadır. Uygulama esnasında dokuz felsefenin belirli bir sırayı izleme zorunluluğu bulunmamaktadır. Amaç kitabında çocuklar arasında yapılan izci gezindeki gözlemlerini üretim sistemine entegre etmiştir. Alex Rogo'ya (Amaç kitabındaki fabrika müdürü) göre yürüyüş istatistiki dalgalanmalara maruz kalan birbirine bağlı olaylar silsilesidir. Yani çocukların aynı ortalama hızla mesafeyi kat edememeleri izci grubunun yavaşlamasına neden olmaktadır. Gezide edindiği bilgileri ve deneyimleri imalat sürecine uyarladığı zaman yürüyüş sırasına göre ilk ve son çocuklar arasındaki mesafeyi “envanter”, yürüyüş sırasında çocukların sarf ettiği eforu “işletme gideri” ve yürüyüş kuyruğunun sonunda bulunan kişiyi ise “akış” olarak değerlendirmektedir. Kuyruğun başı ve sonu arasındaki mesafede meydana gelen herhangi bir değişikliğin direk olarak stok durumunu yansıttığı kabul edilmektedir. Mesafe ve stok birbirine paralellik gösteren iki kavram olmaktadır. Çocukların yürüyüşünde meydana gelen istatistiki dalgalanmalar yerini yavaşlamaya bıraktığı takdirde akışta gecikme kaçınılmaz olmaktadır (Goldratt, 1984).

Goldratt , Kısıtlar Teorisi'ni açıklarken üretim esnasındaki kaynak kapasitesinin her zaman kabul edilenin aksine pazar talebine göre dengelenmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu teoremini ise 9 ilke ile açıklamaktadır:

- **Kapasite değil akış dengelenmelidir.**

Akışın pazar talebine eşit olması gerekmektedir. Genellikle yöneticiler meydana gelen değişiklikleri ihmal ederek makinelerin kapasite kullanım oranıyla ilgilenirler. Kısıtlı olan kaynakların üretim sürekliliği açısından belirleyici olduğu gerekçesiyle aktif olması gerekmektedir. Kısıtlı olan kaynakların birinin durması halinde akışın sağlanabilmesi için en kısa zamanda sisteme tekrar dahil olması şart olmaktadır.

Kısıtlı olan kaynağın süreç değişkenliklerine adapte olmaması nedeniyle işleme sokacak parça bulunmaması durumunda beslenememe durumu ortaya çıkmakta, böylelikle akış sekteye uğramaktadır.

- **Kısıtlar darboğaz olmayan kaynakların kullanımını belirlemektedir.**

Darboğaz olmayan sistemler darboğaz olan sistemleri etkilemektedir. Örnek vermek gerekirse ; sürekli üretim yapan bir işletme sınırlı pazar talebine sahip olmasına rağmen bitmiş ürünleri depolayabilmek için kendine bir alan yaratması gerekmektedir. Kısıtlar Teorisi'ne göre talep ile üretimi eşitleyebilmek için üretimin yavaşlatılması şart olmaktadır. Üretimin yavaşlaması maliyet olarak bir yük getireceği düşünülse de çözüm yolu olarak envanter çevrimi ve çıktıları üzerinde radikal değişiklikler yapılması gerekebilir.

- **Bir kaynağın kullanımı ve harekete geçirilmesi aynı anlama gelmemektedir.**

Makinenin çalışması sonucunda ortaya çıkan çıktıların sayısında bir artış var ise makinenin çalıştığı yargısı kabul edilir, fakat çıktı da herhangi bir artış gözlemleyemiyorsak bunun anlamı makine kullanılmıyor olarak değerlendirmek gerekir.

- **Darboğazda bir saat kayıp tüm sistem için bir saat kayıp demektir.**

Darboğaz olan makinenin başında bulunan operatör makinenin başından ayrıldığında makinenin işleyişinin durmaması gerekmektedir. Bu durum diğer işçilere de makineyi kullanacak kalitede eğitim vermiş olunmasıyla çözülebilir. Unutulmamalıdır ki darboğazda oluşan bir birimlik kayıp sistemin tümünü etkileyecektir.

- **Darboğaz olmayan makinada kazanılan bir saatlik kazanç hayalidir.**

Darboğaz olmayan kaynaklarda gerçekleştirilen iyileştirilmelerden tasarruf sağlanılmamaktadır. Darboğaz olmayan kaynakta zamanında meydana getirilen azaltma yalnızca aylak zamanı etkilerken, hazırlık süresinin azaltılması kazançta büyük artış sağlamaktadır.

Bir darboğaz sürecin dengelenmediğini gösterir. Darboğaz noktasında diğer istasyonlara göre daha az kapasite bulunmaktadır. Dengelenmiş bir süreçteki tüm istasyonlarda sabit kapasite vardır.

- **Darboğaz , sistemdeki çıktıyı ve envanteri yönetir.**

Kısıtlı kaynağın sürekli olarak aktif olmaması durumunda akış etkilenmektedir. Kısıtlı kaynak ile kısıtlı olmayan kaynak birlikte çalıştırıldığında envanteri artırmak mümkün olmaktadır. Kısıtlı kaynaklar sadece çıktılar üzerinde etkili olmakla kalmayıp aynı zamanda kısıtlı olmayan kaynakları da etkilemektedir. Kısaca kısıt hem çıktıyı hem de envanter miktarını yönetmektedir. Böylelikle akış sekteye uğramaktadır.

- **Aktarılan parti büyüklüğü süreç parti büyüklüğüne eşit olmak zorunda değildir.**

Varsayalım ki darboğazın önündeki darboğaz olmayan kaynakta büyük bir parti çalışıyor. Darboğaz işlenecek parçaya gereksinin duysun, darboğaz olmayan partiyi işlemeye devam etmekte ve partinin bir parçasının darboğaz tarafından işlenmesini arzu etmektedir (Umble, 1995).

- **Süreç parti büyüklüğü sabit değil, değişkendir.**

Darboğazdaki parti büyüklüğü darboğaz olmayan nazaran daha büyük olmaktadır. Bu sebeple darboğazda harcanan zaman kaybı azalmaktadır. Darboğaz olmayandan darboğaz olana parti transferi zamanında yapılmalıdır.

- **Yerel optimumun toplamı, tüm sistemin optimumuna eşit değildir**

Biliyoruz ki bir işletmede tüm bölümler ulaşmak istedikleri hedefleri birbirinden bağımsız olarak belirlemektedirler. İşletmedeki iletişim kopukluğu işletme genelinde problemlerin nüksetmesine neden olmaktadır. Sonuç olarak işletme bir amaca odaklanarak optimizasyonu sağlamalıdır.

4.2.1 Kısıt Türleri

Kısıt, bir sistemin amacını başarabilmesi önüne çıkan engellerin hepsine denilebilir. Kısıtlar teorisi, her işletmeyi bir sistem olarak görür. Sistemin bir bütün olarak performansı, kendisini oluşturan parçaların ortak çabasına bağlıdır. Eğer işletmelerin amacına ulaşmasını engelleyen en az bir kısıt olmasaydı, işletmeler sonsuz kar elde ederlerdi (Yaralıoğlu, 2004).

Her zincirde en az bir tane zayıf halka vardır. Bu zayıf halka sistem performansı açısından bir kısıttır. Eğer en zayıf halkanın güçlendirilmesi ile ilgili düzeltmeler yapılırsa, bu durumda bir başka halka en zayıf halka olacaktır. Kısıtlar ; fiziksel , politika (yönetim) ve paradigma (davranış) kısıtları olarak üç sınıfa ayrılır. Bir sistemi incelediğimizde bu üç kısıta ulaşmak mümkündür.



Şekil 4.1 : Kısıt türleri.

Davranış kısıtları politika kısıtlarına sebep olurken, politika kısıtları da fiziksel kısıtların yanlış algılanması veya yanlış yönetilmesiyle sonuçlanır (Tibben, 2008).

4.2.1.1 Paradigma (davranış) kısıtları

İşletme kaynaklarının sürekli meşgul olması gerektiği anlayışı, işletme içersindeki değiştirilmesi en zor paradigmalardan birisidir. İnanılan ise bir kaynak çalışır vaziyette iken işletme açısından her zaman olumlu sonuçlar değiştiriyor olacağıdır. Atıl kapasiteye sahip olan bir işletmede bu anlayış uygulanırsa, üretim planında olmayan işler yapılır. Bu uygulamanın doğuracağı sonuç ise, işletmeye katkı sağlamak yerine yarı mamul ve mamul stoklarının yükselmesidir.

4.2.1.2 Politika (yönetim) kısıtları

Genellikle politikalar o günün şartlarındaki problemler için üretilen ve günümüz problemlerine çözüm getirmeyen yöntemlerdir. Bugün için uygulanma sebepleri

ortadan kalkarsa geçerliliklerini yitirirler. Yanlış yönetim politikaları ve stratejiler, bir işletmenin kaynaklarından düzgün bir şekilde yararlanılmasını engeller ve üretimle ilgili yanlış kararların alınmasına sebep olur.

4.2.1.3 Fiziksel kısıtlar

Kaynakların azlığından oluşan kısıtlardır. Bir hastane için yatak kapasitesi, hemşire sayısı, bir manav için ise alan darlığı bir fiziksel kısıttır. Malzeme, kapasite, lojistik ve pazar kısıtları olmak üzere dörde ayrılır.

4.2.1.4 Malzeme kısıtları

Üretim için gerekli olan malzeme girdileri sağlanamadığında üretim durma noktasına gelir. Satıcılar yüzünden malzeme tedarikinin gecikmesi ya da tedarik edilen malzemenin özrünün olması kısa dönemde malzeme kısıtını ortaya çıkarır. Pazardaki malzeme arzı az olduğu zaman ise uzun dönemli malzeme kısıtları ortaya çıkar. Malzeme kısıtları üretim sürecinde de ortaya çıkabilir. Malzemelerin gereksiz yere ve yanlış yerde kullanımı da ileride kısıtların oluşmasına neden olacaktır.

4.2.1.5 Kapasite kısıtları

Yeterli malzeme ve yeterli üretim kapasitesi bir üretim sisteminin düzgün çalışmasına etki eden iki önemli faktördür. Bir kaynağa olan talep o kaynağın üretim kapasitesini aştığında kapasite kısıtı ortaya çıkar ve işletmeden daha fazla katkı elde edilmesini engeller (Üreten, 1998).

4.2.1.6 Lojistik kısıtlar

Müşterilerden siparişlerin alınmasından ürünlerin teslimine kadar geçen sürede sistemi etkileyebilir. Lojistiğin anlamlı bir sistem olabilmesi için akış mutlaka optimize edilmelidir. Lojistik planlamada da ulaşılmak istenen amaçlar vardır ve bunun için en optimum çözüm incelenir.

4.2.1.7 Pazar kısıtları

Eğer pazardan gelen talep, işletmenin üretim kapasitesinin altında kalıyorsa pazar kısıtı vardır. Talep edilen mamul çeşidi, mamul miktarı ve fiyatı, üretilen mamuller için gerekli teslim süresi ve kalite standartları pazar tarafından belirlenir.

4.3 Kısıtlar Teorisi Unsurları

4.3.1 Kısıtlar teorisinin 5 adımı

Goldratt, amacı bir sistemin performansını bir bütün olarak iyileştirmek olan kısıtlar teorisini 5 adımda açıklar. Bu 5 adımın amacı, sistemin kısıtlarını ortaya çıkarmak ve yönetmek suretiyle sürekli olarak iyileştirilmesini sağlamaktır.

4.3.1.1 Sistemin kısıtlarının tespit edilmesi

Yapılacak ilk iş üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir. Kısıtların belirlenmesi ve yönetilmesi şirketler için verimliliklerinin ve kaynak oranlarının artırılmasını sağlayacaktır.

Bir şirketin kısıtı daima içsel bir kısıt olmayabilir. Kısıt bir çok durumda pazar kısıtı olarak da karşımıza çıkabilir. Goldratt’a göre bir organizasyonlardaki kısıtların % 99 u politik kısıtlardır. Örneğin bir firmadaki ürünleri sadece kredi kartıyla alabilen bir yerde, kredi kartı olmayanların o firmadan alışveriş yapamaması bir politik kısıttır (Lloyd, 2008).

Bir sistemdeki süreç içi stokların yerleşimini incelemek bir kısıt hesaplama yapmadan bulabilmenin en kolay yoludur. Kısıt, süreç içi stoktaki en yüksek yığındır.

Kısıtlar temel olarak iç kısıtlar (kapasite sınırlamaları, yönetici ve işçilerin davranışları, lojistik veya yönetim politikaları gibi) ve dış kısıtlar (pazar talebi veya tedarikçi kalitesi gibi) olmak üzere iki başlık altında toplanabilir . Kısıt türleri; pazar, malzeme, kapasite, lojistik, yönetsel ve davranışsal kısıtlar olarak sınıflandırılmaktadır (Umble, 1995). Zira kısıtlar teorisinin temel savı her sistemin en az bir kısıta sahip olduğudur. Dolayısıyla bir kısıtın belirlenip ortadan kaldırılması sonucu yeni bir kısıt oluşmaktadır ve döngü bu şekilde devam etmektedir.

4.3.1.2 Kısıtların nasıl düzeltileceğine karar verilmesi

Ana kısıt belirlendikten sonra çalışmalarımız tüm sistemin performansını artırmaya yönelik olmalıdır. Teorinin bu aşamasında amacımız sistemin temel kısıtlarının sürecinden maksimum performansı almaktır. Yani temel kısıtların sürecini en yüksek düzeye çıkarmaktır. Kısıtlar süreç hızının bir fonksiyonu olarak kabul edilirse, şu soru

cevaplanmalıdır : “Şimdi ve gelecekte sürecin çıktısını maksimize etmek için kısıtla ne yapmak istiyoruz ?”

Kısıt, içsel olduğunda,hammadde olduğunda ya da pazarda olduğunda izlenecek süreçler ve yapılacak aktiviteler değişmektedir.

Bu aşamadan sonra, artık o kaynakta hangi üründen ne kadar üretilmesi gerektiği açığa kavuşur. Karlılığı büyükten küçüğe doğru sıralamak kaydıyla darboğazın kapasitesi dolana kadar üretilecek ürün yüklemesi yapılır. Böylece hangi üründen ne kadar üretileceği belirlenmiş olur.

4.3.1.3 Konuyla ilgili her şeyin ikinci aşama için kullanılması

Amaç kısıtlı kaynağın hiçbir zaman boş kalmamasına dikkat ederek kısıtlı kaynakla birlikte bir çizelge hazırlanmasıdır. Kısıtsız kaynak kısıtlar teorisinde bahsedildiği gibi fazladan kapasite gerektirir. Ardı ardına iki üretim istasyonu düşünelim ve kısıt olmayan bir kaynağın kısıtlı kaynaktan sonra yerleştirilmiş olsun. Eğer bu kaynak bozulursa ya da herhangi bir nedenden dolayı kısıtlı olan kaynağın üretimini durdurmasına sebep olacak bir gecikme olursa, bu kapasiteye ihtiyaç duyulmaktadır.

Üretim süreci devam ederken kısıtlı kaynakların ortadan kaldırıldığını düşünelim ama unutmayalım ki kısıtlı kaynaklar ortadan kaldırılrsa dahi başka kısıtlar bulunabilir. Bu kaynaklara kapasite kısıtlı kaynak adı verilir.

Bazı durumlarda ise kısıt tamamıyla farklı bir çizelge uygulanarak yok edilebilir. Yapılması gereken , kısıt yok edilse de edilmese de tüm sürecin sürekli olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Kısıtı sonlandıramamıza rağmen sistemin performansından memnun isek ikinci adıma geri döneriz. Aksi taktirde teorisinin dördüncü odaklanma adımına geçilir.

Kısıtın kaynakla ilgili bir ve ikinci adımdan sonra artık sistemdeki her türlü durumu verilen karar bağlamak gerekir. Bu anlamda, sistemde kısıt olmayan hiçbir kaynak gereğinden fazla çalışmamalıdır.

4.3.1.4 Kısıtların ortadan kaldırılması

Kısıtları ortadan kaldırmak demek , kısıtlı kaynağı kısıtlı olmayan kaynağa çevirmek anlamına gelir. Bu aşamaya geldik bunun anlamı bundan önceki aşamalarda yapılanlar kısıtın ortadan kaldırılması için yeterli değildir. Peki kısıtı nasıl ortadan

kaldıracağız ? Kısıtlı kaynak ile aynı fonksiyonlara sahip yeni bir makina almak, çalışanların fazla mesaisinden yararlanmak, vardiya sayılarını artırmak, o makinenin ürettiği parçayı ya da yarı mamül dışarıdan satın almak gibi yollara başvurulabilir. Eğer kısıtlı kaynak işgücü ise, o işle ilgili işçinin gerekli şekilde eğitilmesi yoluyla kısıt giderilebilir (Köksal, 2004).

4.3.1.5 Kısıtlar kaldırıldığında ilk aşamaya geri dönülmesi

Kısıt kaldırılrsa bile sürekli gelişme süreci devam edecektir. Bunun nedeni başka bir kısıtın ortaya çıkacak olacağı gerçeğidir. Kısıt ortadan kaldırıldığında, ilk aşamaya geri dönülmesi ve sürece yeniden başlanması gerekmektedir. Kısıt ortadan kaldırıldığında bir rahatlama olmamalı ve sürekli olarak yeni kısıt arayışı sürdürülmelidir (Luebbe ve Finch, 1992). Eğer kısıt ortadan kaldırılmışsa sistemde yeni kısıtlar aranmalı ve ataletin bir kısıt olmasına izin verilmemelidir (Fox, 2005).

4.3.2 Beş adımlı odaklanma sürecinin uygulanması

Öncelikle işletmenin amacının tanımlanması gerekir. Eğer organizasyonlarda kısıtlar tanımlanıp yönetilmezlerse, o organizasyon amacını asla gerçekleştiremez. Üretim faaliyetlerinin uyumlu hale getirilmesi yani üretim sürecinin daha etkin ve akıcı hale getirilmesi için ilk yapılması gereken, üretim ortamındaki kısıtların tanımlanması ve belirlenmesidir (Umble, 1995). Bir sistemdeki darboğazı bulmak için iki yol vardır; birisi kapasite kaynak profili hazırlamak, diğeri belirli bir firmadaki bilgimizi kullanmak, sistemi incelemek ve yöneticilerle, çalışanlarla konuşmaktır.

Temel kısıtlar belirlendikten sonra bütün çalışmalar, tüm sistemin performansını arttırabilmek için kısıtların tamamen kullanılmasını sağlamak yönünde olmalıdır. Diğer bir deyişle, kısıtlar teorisinin ikinci aşamasında amaç sistemin temel kısıtlarının sürecini (throughput) en yüksek düzeye çıkarmaktır, yani kısıtlardan maksimum süreci elde etmeye çalışmaktır. Bunun için kısıtlı kaynak kullanımı başına en çok süreci sağlayan malzemeler işlenerek firma kârı arttırılabilmektedir.

Sistemdeki tüm parçaların, kısıtlı olmayan kaynakların etkinliğini düşürse bile, kısıtları destekleyecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir . Ürün karması belirlendikten sonra tüm her şey bu kararın uygulanması için seferber edilmelidir. Performans ölçütleri bu kararın uygulanmasına yani belirlenen ürün karmasına göre düzenlenmelidir.

Kısıtlar teorisinin 5 adımı çizelge 4.1 de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1 : Kısıtlar teorisi odaklanmanın 5 adımı (Kaplan, 2009).

Kısıt Teorisi 5 Adım Odaklanma Prosesi		
Odaklanma Adımları	Tüm Durumlar (Genel Amaç)	Fiziksel Kısıtlar (Basitleştirilmiş)
Adım 1. Kısıtları Belirle	1. Kısıt Teorisi Mantık Ağaçlarını kısıtları belirlemede, kök nedenlerin tesbitinde ve kök problemlerin belirlenmesinde kullan	1. Sistemin amacına ulaşması önündeki birincil engel olan kaynak yada kaynakları belirle
Adım 2. Kısıtları Faydaya Dönüştür	2. Kısıt Teorisi Mantık Ağaçlarını mevcut kısıtlar ile amaca en çok yaklaşılabilecek yöntemi bulmada kullan	2. Sistemin amacını en iyi şekilde desteklemek için birincil kısıtın en iyi kılınımı için bir plana karar ver.
Adım 3. Tüm Planların bu kararı destekleyecek şekilde kullan	3. Tüm kararlar Adım 2'deki alınan karar ile çelişmemeli ve hatta onu destekler nitelikte olmalıdır.	3. Bu kararı desteklemek için gerekiyorsa sistemin politikasını, proseslerini ve diğer kaynakları buna uygun olarak tekrar düzenle
Adım 4. Kısıtı Ortadan Kaldır	4. Kısıt Teorisi Mantık Ağaçlarını kısıtı ortadan kaldırmak için kullan	4. Birincil Kısıt baskılmak üzere kapasite ilavesi yap yada orijinal kaynağın durumunu değiştir.
Adım 5. Adım 1'e geri dön. Ancak Eylemsizliği Önle	5. Adım 1'e geri dön ancak alınan kararları gereksiz kılacak yada uygulanmasına zarar verecek uygulamalara müsaade etme	5. Adım 1'e geri dön ancak Adım 1'den Adım 4'e kadarki uygulamada alınan kararları kısıta dönüştürecek kararlara müsaade etme
Yorumlar	Buradaki genel amaçlı proses; politika, proses ve fiziksel kaynak kısıtlarının herhangi bir kombinasyonu içindir.	Buradaki basitleştirilmiş proses ise Kısıt Teorisi Proje Yönetimi, Lojistik ve fabrika planlama prosedürleri içindir.

Daha önce anlatılan 9 ilke ve yapılan tanımların ışığında 5 adımlı bir algoritmayla kısıtların nasıl tanımlanabileceğini anlatılmaya çalışıldı. Ayrıca odaklanma süreçlerindeki politikalara yardım etmek için düşünce süreçleri geliştirilmiştir ve ileriki bölümlerde değinilecektir.

4.4 V.A.T Analizi

VAT analizi yaklaşımı, sistemdeki bir sürecin başından sonuna kadar akışı belirleyen kısıt yönetim sürecidir. Başka bir deyişle üretim süreçlerinin yerleşim tiplerine göre sınıflanması olarak tanımlanabilir. Sistem bu açıdan ele alındığında üç genel süreç şekli vardır. V-Ayrılma, A-Birleşme, T-Montaj. Bu şekilde yapılan analize VAT analizi denir (Aryenazhad, 2004).

Malzemenin ürün akışı sırasında birden fazla malzemeye ayrıldığı adıma “Ayrılma Noktası” , birden fazla farklı parçanın tek ürün oluşturabilmek üzere montajlandığı noktaya “Birleşme Noktası” , bir dizi ortak bileşen parçasının çok sayıda ve çeşitli yollarla ana ürünleri oluşturmak üzere montajlandığında meydana gelmesine “Montaj Noktası” denir.

Kısıtlar teorisinde üretim prosesleri I,V,A,T diye anılan analize göre sınıflandırılmıştır. Analiz en başta VAT olarak bilinirken daha sonra I (yerleşim tipi) da eklenmiştir. Fakat en baştan beri VAT olarak bilindiğinden böyle kullanılmaya devam edilmiştir. Bu yerleşim ürünlerinin kapsadıkları : Ürün gruplarının üretimin başından sonuna, gereken tüm aşamaları geçerek nihai ürün olması aşamasına kadar olan süreçleri kapsar. Hammaddenin yarı mamule ve nihai olarak son ürüne kadar olan yolundaki her aşama bir değer kazanma aşamasıdır. Her yerleşim tipinde, kısıtlı kaynakların tespiti için kendine has teknikler isteyen özellikler söz konusudur.

4.4.1 I yapısı

I yapısındaki üretim akışlarında, ilk işlemten sonra belli bir sıraya sahip ikinci ve üçüncü işlemler zinciri söz konusudur. Amacı çok miktarda standart ürün üretmektir. Sürekli otomatik veya manuel olarak çalışan sürekli süreçler veya tekrarlı süreçler bu akış tiplerine girebilir. Genel karakteristikleri yüksek hacim, standart tasarım ve sabit talebe sahip olmalarıdır.

4.4.2 V yapısı

Süreçten beklenen talepleri karşılamada birkaç tip kaynak kullanılır. V yapısında farklılaşma noktaları ön plandadır. Önceki aşamalarda herhangi bir kesinti yaşanmaması için kısıtın öncesinde ve sonrasına emniyet tamponları konulur. Bu akışın genel karakteristikleri, çok fazla kapasiteye sahip olup az hammadeden çok sayıda ürün oluşturulması, ürünlerin aynı işlem sıralarını takip etmeleri ve en kısa sürede en fazla üretim hedeflenmesidir. Yapının V şeklinde bir sürece benzetilme nedeni ise bir hammaddenin işlem görerek yarı mamullere, yarı mamullerin de işlem görerek farklı yarı mamullere ve bunların da son ürünlere dönüştürüldüğü bir sistemdir. Genel olarak çelik, petrol, kimya ve tekstil endüstrileri bu yapıya sahiptir (Karamaraş, 2002). V yapısındaki birçok olayda kısıt farklılaşma noktalarında bulunur. Önceki aşamalarda herhangi bir kesinti yaşanmaması için kısıtın öncesinde ve sonrasında tamponlar konur.

4.4.3 A yapısı

A yapısı, süreç sonu talepleri için bir çok faaliyetin kombinasyonu ile yalnızca bir kaç son süreç çıktısının üretildiği yapıdır. Süreci en iyi hale getirmek için çok çeşitli kaynağın kullanılması bu yapının en belirgin özelliklerinden biridir (Yaralıoğlu, 2004).

Sürekli kapasite kısıtlarına sahip olurlar. Bu sebeple, kapasite kısıt tamponunun, montaj tamponlarının, yükleme tamponlarının sürekli kullanılması gereklidir. A tipi akış hatlarının genel karakteristikleri montaj ağırlıklı tesisler olup, rastgele parça rotaları ve genel amaçlı ekipman kullanmaları, kaynakların üretim ve montaj hatları boyunca karşılıklı olarak kullanılmaları ve aynı makinenin üretim rotasında bir kaç kez kullanılabilir olması gösterilebilir. Beyaz eşya, otomotiv gibi endüstriler bu yapıya sahiptir.

4.4.4 T yapısı

İşletmelerde en çok kullanılan yapıdır. Önce çıkan özelliği, süreç içerisinde belli sayıdaki birbirine benzeyen aşamaların sonunda bir çok son çıktının elde edilebilmesidir. İlk olarak temel parçalar üretilir, daha sonra montaj hattında birleştirilerek nihai ürün ortaya çıkar.

Hammaddelerin işlem görerek, sayılarınca yarı mamüle dönüştüğü, bu yarı mamüllerin de çok sayıda farklı yarı mamüllere ve bunların da çok sayıda farklı ürünlere dönüştürüldüğü bir sistemdir. Aşağıdan yukarıya T şeklinde bir sürece benzetildiğinden bu ismi almıştır.

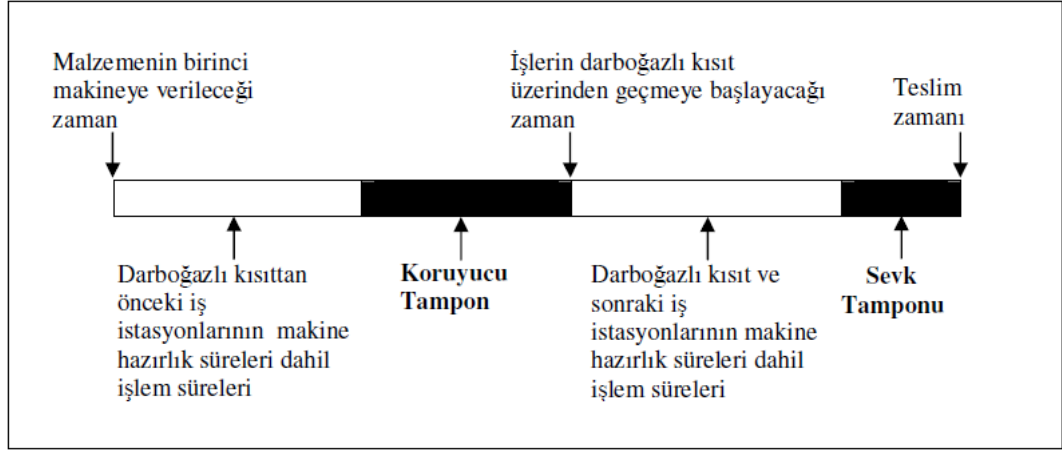
Her endüstri dalında spesifik ürünler üretebilecek bir yapı olduğundan kullanımı yaygındır.

4.5 Trampet – Tampon – Halat (TTH) yöntemi

Eğer pazardan gelen talep üretim kapasitesini aşıyorsa, bunun anlamı üretim sürecinde en az bir tane darboğazlı kaynak var demektir. Biliyoruz ki bir işletmede birden fazla darboğazlı kaynak olabilir. Ancak, bir tanesi gerçek kısıttır.

Kısıtlar teorisinin kalbini oluşturan TTİ sisteminde, darboğazlı kısıtın belirlenmesi ve etkin bir şekilde kullanımı esastır. TTİ sisteminde amaç bir işletmenin katkı hedefine minimum stok ve dönem giderleri düzeyinde ulaşmasıdır.

Şekil 4.2 de Trampet-Tampon-İp sistemi gösterilmektedir. Literatürde davul-tampon-ip sistemi olarak da anlatılmaktadır.



Şekil 4.2: Trampet – Tampon – İp sistemi (Yüksel, 2000).

4.5.1 Trampet

Darboğazlı kısıt üzerindeki atık kapasite ve boşa harcanan süre, bütün sistemin daha fazla çıktı elde etmesini ve dolayısıyla daha fazla katkı elde etmesini engeller. Bu yüzden bir darboğazlı kısıt sürekli çalışır vaziyette tutulmalıdır. Darboğazlı olmayan kaynaklar, darboğazlı kısıtı besleyecek şekilde programlanarak çalışır vaziyette tutulmasını sağlarlar. Başka bir deyişle darboğazlı kısıt diğer kaynakları kendi hızına uyduracak “Trampet” vuruşu gerçekleştirir.

4.5.2 Tampon

Üretim planı yapılırken oluşturulan zaman tamponları ile ilave süre eklenir. Bu tamponların etkisiyle üretime erken başlanır ve kritik noktalarda olası gecikmeleri önleyecek stoklar için zemin hazırlanmış olur. Darboğazlı kısıtın sürekli çalışıyor vaziyette olmasını sağlayan koruyucu tampon ile mamullerin teslim zamanından önce sevk edilmek üzere bitmesini sağlayan sevk tamponunun oluşturma nedeni budur. Bu tamponlardan başka, üretim süreçlerinin yapılarına bağlı olarak montaj tamponları da oluşturulabilir.

4.5.3 İp

Darboğazlı makineyi izleyen makine için üretim hızı, darboğazlı makine tarafından sınırlandırılmış durumdadır. Darboğazlıdan önceki makinelerin üretme potansiyeli yüksek olduğundan darboğazlı işlem önündeki yarı mamul stokları yükselecektir.

İşte bu kontrolsüz artışı engellemek için darboğazlı işlem ile onu besleyen süreçler arasında bir bağlantı kurulur. Bu bağlantı “İp” olarak isimlendirilir. İlk makinenin üretim hızını darboğazlı makinenin üretim hızına bağlamaktadır. İpin uzunluğu da aradaki makinelerin işler süreleri ile koruyucu tampon işlem süresi toplamına eşittir.

4.6 Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçleri

Düşünce süreçlerinin amacı, bir organizasyonun mevcut durumunu geliştirmek için gerekli faaliyetleri tanımlamak, belirsiz durumlara çözümler üretmektir. Düşünme süreçleri “ Ne değişecek ?” (kısıtın ortaya konulması) , “Neye dönüştürülecek ?” (çözümün belirlenmesi) , “Değişim nasıl gerçekleştirilecek ?” (çözüm uygulamada izlenecek yolun saptanması) sorularına cevap vermek için bir yol haritası çizmeye yarayan mantıksal araçları sunmaktadır.

Kısıtlar teorisinde yukarıdaki sorulara cevap verecek yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler :

4.6.1 Mevcut gerçeklik ağacı

Mevcut gerçeklik ağacı sistemin şu anki gerçek durumunu gösteren mantıksal bir yapıdır. Görünen bazı belirtilerden neden sonuç ilişkileri çıkarır. Karmaşık sistemlerin anlaşılabilir konuma getirilmesini sağlayarak istenmeyen durumların ana nedenlerine inilebilmesini sağlar (Dettmer, 1997).

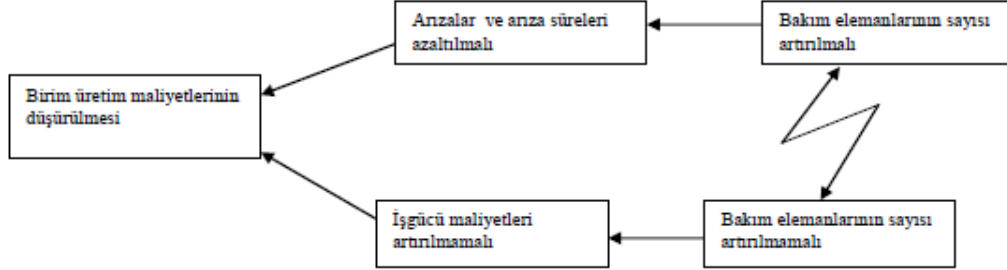
Düşünme süreçlerinde yapılması gereken ilk adım istenmeyen etkilerin listelenmesi ve MGA’nın oluşturulmalıdır. MGA bir sistemin mevcut durumunu analiz etmek ve problemleri daha iyi anlamak için oluşturulur ve sistemin performansını azaltan istenmeyen etkilere sahip temel problemleri tanımlar (Scheinkopf, 1999).

4.6.2 Buharlaşan bulut

İstenmeyen sonuçları ortadan kaldırmak için gereksinim duyulan işlerin tanımlandığı ve çözümlerin önerildiği bir araçtır. Bu araç, tek bir problemin ayrı olarak ele alınmasını, karşılaşılan çatışmaların ve varsayımların belirlenmesini sağlar. BB yöntemi problemin olduğu mevcut durumdan istenilen duruma geçerken, problemin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunmaktadır (Mobin, 1999).

MGA yaklaşımı beş istenmeyen etki için beş Buharlaşan Bulut ile başlar ve buharlaşma bulutu da istenmeyen etkilerden ortaya çıkan beş ana çatışmanın

sentezini yapar. Çatışmalarda ortaya atılan varsayımlar sözlü hale getirildiğinde, yanlış varsayımlarla uğraştıklarını anladıklarında ise çatışma bir buhar bulutu gibi dağılır.



Şekil 4.3 : Örnek bir işletmede buharlaşan bulut (Tekin, 2006).

4.6.3 Gelecek gerçeklik ağacı

Gelecek Gerçeklik Ağacı (GGA), geleceği hayal ederek canlandırmak ve tahmin etmek için kullanılan araçtır. Mevcut durumda yapılmasına karar verilen değişikliklerin elde etmek istediğimiz sonuçlara ne derece ve nasıl katkı yapacağını bize göstermeye yarayan bir araçtır. Önerilen değişimin yararlarını, doğuracağı olumsuz etkileri ve bu etkilerin nasıl ortadan kaldırılacağını belirlemeye çalışır (Dettmer, 1997).

GGA amaçları :

Kaynakları tahsis etmeden önce yeni fikirlerin nasıl bir etkinlik sağlayacağını test etmemizi sağlar.

Sistemde önerdiğimiz değişikliklerin negatif etki yaratmadan istenilen düzeyde etkiler yaratıp yaratmayacağını belirler.

Önerilen değişikliklerin eski problemleri çözerken yeni problemler karşımıza çıkartıp çıkarmayacağı ve hangi ek faaliyetler uygulayarak bu negatif etkilerin etkisini azaltabileceğimizde bize yön gösterir.

Tüm sistemin yerleştirilen kararlarının etkilerinin neler olduğunu saptamayı sağlar.

Bireysel bir planlama aracı olarak kullanılır.

4.6.4 Ön koşul ağacı

Ön Koşul Ağacı (ÖKA), gelecek gerçeklik ağacını sonuca ulaştıracak aşamaları tanımlar. ÖKA, amacı gerçekleştirirken üstesinden gelinmesi gereken tüm engel ve sorumlulukları tanımlamaya yarayan mantıksal yapıdır. Ulaşmak istediğimiz yoldaki karşılaşıcağımız engellerin listesini çıkarır ve bu engeller konusunda neler yapılması gerektiğini belirler (Sadıç, 2006).

İstenilen faaliyet ya da amacın gerçekleşmemesine neden olan engelleri tanımlarken engellerin aşılması için gerekli çözümleri ve koşulları belirler. Bu yönüyle Mevcut Gerçeklik Ağacı ve Geçiş Ağacı arasında bir köprü vazifesi görmektedir.

4.6.5 Geçiş ağacı

Ön koşul ağacı ile tanımlanan hedeflerin başarılması için verilecek kararlara nasıl ulaşılacağını göstermekte, adım adım rehberlik sağlamaktadır. Amaca ulaşmak için gerekli faaliyetlerin tanımlanmasında kullanılır. Arzu edilmeyen sonucun tanımlanmasından, değişimin tamamlanmasına kadar adım adım süreçleri ortaya koymak için tasarlanmış bir sebep-sonuç zinciridir.

Geçiş ağacı ; satış, tahmin, çizelgeleme, yeni üretim prosesleri gibi mevcut ve yeni oluşturulan süreçlerin belgelenmesinde, yeni yerleşim düzeninin oluşturulmasında ve işletme süreçlerinin geliştirilmesinde kullanılır (McMullen, 1998).

5. PROJE YÖNETİMİNDE KISITLAR TEORİSİNİN UYGULANMASI

5.1 Proje Kavramı

Proje, başlangıç ve bitişi açıkça tanımlanmış aktivitelerin hedef ve amaçlarına kaliteli ve zamanında teslimi güvence altına alarak bütçe ve zaman kısıtı altında ulaşmaktır. Projelerde ; gözlem yaparak bilgi toplama, elde edilen bilgilerin düzenlenmesi, bilgiler arasında neden – sonuç ilişkisinin olup olmadığının araştırılması, gelecek nesillere bilgilerin ve sonuçların aktarılması söz konusudur. Proje süreci, proje fikrinin ortaya çıkışıyla başlayan ve bu fikrin kağıda dökülmesi, geliştirilmesi, yürütülmesi, tamamlanması ve değerlendirilmesinin ardından yeni proje fikirlerinin üretilmesine kadar ki süreçleri içerir.

Tarihte ilk modern Proje Yönetimi'nin örneği Manhattan projesidir (İlk atom bombası üretimi).

5.2 Proje Yönetim Sistemi

Proje yönetimi, projeleri gerçekleştirmek için gerekli tüm araç ve tekniklerin bir arada kullanılmasıdır. Projenin tanımlanması, kategorize edilmesini ve gerçekleştirilmesini sağlamaya yönelik çalışmalar bütünüdür. Her projede tanımlama, planlama, uygulama ve kontrol süreçlerine ilişkin aktiviteler mevcuttur.

Proje yönetimi devamlı bir süreçtir. Aktivitelerin sabit sıralandığı bir sistem değildir. Süreçler iç içedir ve birbirinden ayrı düşünmek imkansızdır. Metodoloji projenin yönetimi ile ilgili akışı gösterir fakat geliştirme çalışmalarının detaylarını göstermez. Bunun nedeni ise projelerin spesifik ve tek olmasıdır.

Projeler belirli özgün hedef ve amaçlara ulaşmak amaçlı uygulanır. Genellikle faydalı bir değişim getirmek ya da değer katmak için. Projelerin esneklik payı ile birlikte belirli başlangıç ve bitiş tarihi vardır. Projelerin geçici olması; onları kalıcı, sürekli tekrarlanan, üretim ve servis amaçlı her zamanki işletme operasyonlarından

farklı yapar. Pratikte, bu iki tür sistemin yönetimi oldukça farklıdır ve farklı teknik beceriler gerektirmektedir

5.2.1 Parkinson kanunu

Parkinson kanunu, çalışanlar bir işi ancak onun için belirlenen zaman dahilinde veya o zamanı aşacak şekilde yapmaya eğilirler. Eğer iş için belirli zaman belirlenmemişse, bu taktirde işin bitirilmesi oldukça geniş zamana yayılabilir (Leach, 2000). Kritik zincir yaklaşımı ile olası ve garanti edilebilir süreler arasındaki fark gözle görülebilir hale geldiğinden bu psikolojik yavaşlatıcı etkenden bir nebze olsun kurtulabilmek mümkün görünmektedir (Kendall, 2001).

Bir faaliyeti kısa zamanda bitireceğini bilen takım üyeleri, eğer bunu gerçekleştirirlerse aynı işin onlardan rekor bir zamanda bitirilmesini istenileceğini düşünürler. Aynı zamanda güvenirlilikleri de kaybolur. O nedenle, çalışanlar faaliyeti son tarihe dek getirecek şekilde çalışmayı tercih ederler.

5.2.2 Öğrenci sendromu

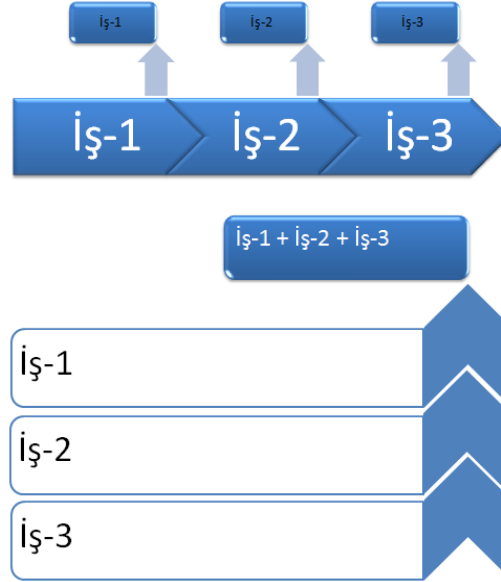
Öğrencilere sadece bir kaç gün önceden sınav olacakları söylenilse ve bu sınava dönem boyunca işlenen tüm konuların dahil olacağı söylenilse hemen itiraz ederler. Sebebi ise sürenin kendileri için yeterli olmadığını savunmalarıdır. Ancak aylar öncesinden belirli olan bir sınava çoğu öğrencinin son bir kaç gün çalıştığını söylemek yanlış olmaz. Kısıtlar Teorisinin doğayeni Dr. Eli Goldratt'e göre tahminlerinde güvenlik payı olduğunu bilen kişiler, çoğunlukla esasında planladıklarından çok sonrasına karar verilen bir projedeki faaliyet ile ilgili işi başlatmada gecikirler.

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 bekler (Stephen, 1998).

5.2.3 Çoklu görevlendirme

Bir işyerinde bir işçiye tamamlanması için 3 ayrı iş verdiğimizizi düşünelim. Her iş 1 gün sürdüğünü varsayalım. Eğer kişi zamanını bu üç işi de bitirecek şekilde dağıtırsa üçüncü günün sonunda tüm işler bitmiş olur. Ancak sıra ile bitirdiğini düşünürsek, birinci günde birinci iş, ikinci günde ikinci iş ve en son günde üçüncü işin bitirileceği

varsayılabılır. Ancak çoklu görevlendirme tüm projeleri geciktirir, daha uzun iş zamanları getirir (Leach, 2000). Şekil 5.1 de örneğe ait bir akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 5.1 : Çoklu görevlendirme (İşçigil, 2005).

Bir çok yönetici çoklu görevlendirmenin ilave insan kaynağını önlediğini ve maliyetleri ilk etapta düşürdüğü gibi gözükse de aslında bunun iş gecikmelerine ve hatta proje gecikmelerine sebep olabileceğini ve bunun maliyetinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini görmezden gelir.

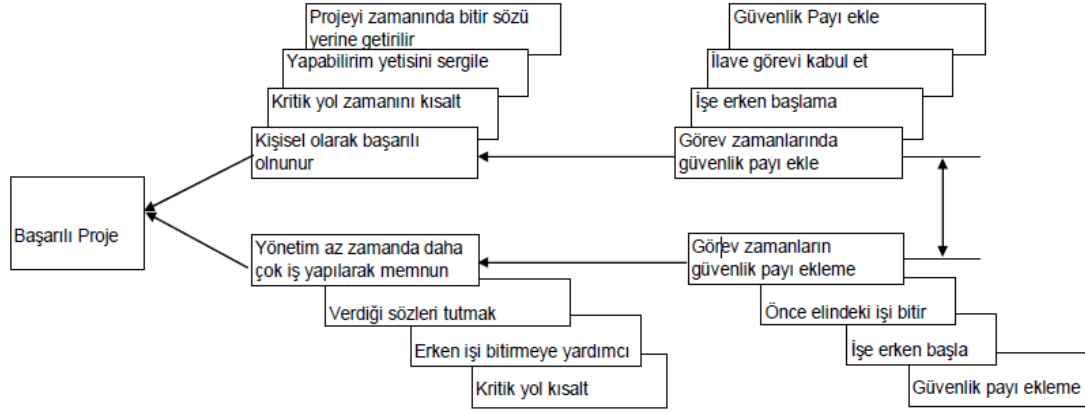
Klasik yaklaşımlarda çoklu görevlendirme kabul edilebilir ve böylelikle bütün görevler paralel bir şekilde yavaşça ilerler. Kritik zincir yaklaşımında ise çoklu görevlendirme kabul edilemez. Bir görev bitecek ve böylelikle diğer görev onun çıktısını kullanacaktır. Bu şekilde diğer görevlere doğru ilerleyecektir.

5.2.4 Temel ikilem

Çoğu sistemlerde temel zıtlık tüm istenmeyen durumların (İD) oluşmasına en fazla sebebiyet veren olarak alınır. Sistem halkası bir noktadan kesilmelidir ve bu kesilen noktadan başlanmalıdır ki bu çoğu nokta temel zıtlık olup bu seçilen temel zıtlıkla belirlediğimiz çoğu İD'lara sebebiyet veriyor olsun.

Bu şekilde üç çelişkinin de amacı başarılı proje yapmaktır. Başarılı proje için kişiler kendi görevlerini başarı ile yerine getirmelidirler. Kişilerle ilgili bireysel başarılar

BB mantık ağacının üst kısmında yer almaktadır. Alt kısımdaki maddeler ise genel proje başarısını esas almaktadır. Şekil 5.2 de temel zıtlık gösterilmiştir.



Şekil 5.2 : Temel zıtlık (Arslan, 2008).

Burada ulaştığımız temel zıtlık Kısıtlar teorisinin temelinde var olan “ her bir alt sistemin optimumlaştırılması ile üst sistem optimum olmaz” temel zıtlığıdır. Genellikle proje yöneticileri bu konuda hemfikir olmaz ve bunun temel zıtlığın gerçek temel zıtlık olup olmadığı kanıtlanamaz. Daha önce bahsedildiği üzere çoğu sistemde temel zıtlık, İD’lara en fazla sebebiyet verem zıtlık olarak alınır.

5.3 Kritik Zincir Proje Yönetimi

Firmalar kendilerine en uygun proje yönetimi metodolojilerini karşılaştırarak, mevcut zamanlarını sürekli kısaltarak kaynakların daha etkin kullanımını ve daha yüksek kalitede daha hızlı ürün elde etmeyi amaçlarlar. Bu şekilde bakarsak Kısıtlar Teorisi proje yönetimine yeni bir bakış açısı getirmektedir. “Kritik Zincir” Kısıtlar Teorisi’nin proje yönetiminde uygulama şeklidir (Tekin, 2006).

Bu metodun amacı bir organizasyonda tamamlanan proje oranını artırmaktır. Kısıttan faydalanmak için kritik zincirde bulunan görevlere en büyük önem verilmektedir.

5.4 Kritik Zincir Özellikleri

Kritik zincirden farklı olarak kullanılan metodolojiler :

- Ghannt Çizelgeleri
- PERT Tekniği
- CPM Metodu

Kritik zinciri diğer proje yaklaşımlarından farklı temel unsurları (Leach,2000) ;

- Kritik zincir bir projede yer alan görevlerin, faaliyet sürelerinin ve birbiri ile bağlantılı olan faaliyetlerini göz önüne alarak ve proje içindeki kısıtları da ilave ederek ulaşılan en kısa proje bitiş planıdır.
- Her bir alt görevin sonuna emniyet süreleri ilave edilmeden görevi % 50 bitirme tahmini süresi kullanılarak proje planı yapılır. Daha sonra emniyet süresi proje sonuna ilave edilir.
- Ardışık olarak arasında bağlantı kurulan görevlerin sonuna besleme stokları konur. (Bunu yaparken çoklu görevlendirmeden kaçınılır)
- Kaynaklar için ise emniyet stokları konur. Bu sayede proje boyunca kaynaklardan oluşabilecek proje kaymaları bu stoklar ile önlenir.
- Projenin performansını genel olarak değerlendirebilmek için proje emniyet stoku ve besleme emniyet stokları kullanılır.

Kritik Zincir proje yönetiminden tam olarak verim almak istiyorsak aşağıda sıralayacağımız değişiklikleri yapmak gerekir.

- % 50 tamamlanma süresi üzerinden çalışırken kesinlikle yönetim bu görevi daha da kısa sürede bitirmeleri için baskı yapmamalıdır.
- Her bir çalışan tek bir zaman dilimi içerisinde sadece bir görevi bitirmeye yönlendirilmeli, çoklu görevlendirme yapılmamalıdır. İlgili görev biter bitmez görevlerin sonuçları değerlendirilmelidir.
- Her bir çalışan bir sonraki işinin hangi görev olduğunu öğrenmek için besleme ve emniyet stoklar raporlarını kullanmalıdır.

5.4.1 Gantt çizelgeleri

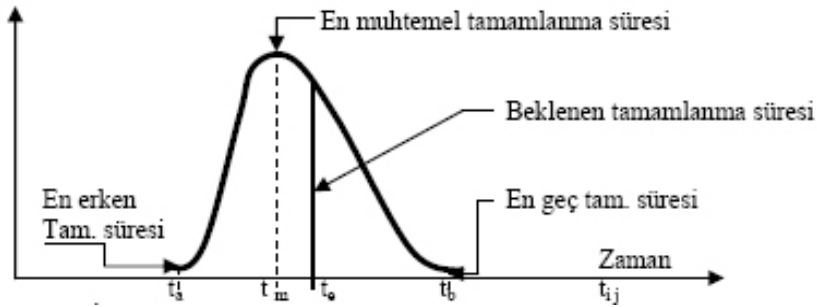
Kritik zincirden farklı olarak kullanılan 1917 yılında Henry Gantt tarafından geliştirilmiştir. Yatay eksen boyunca aktivitelerde planlanan ve gerçekleştirilen ilerlemeyi gösterir. Faaliyetler arasındaki ilişkileri basit olarak gösterir. Eğer karar vermemiz gereken çok büyük ve karmaşık bir proje varsa Gantt şeması üzerinde çalışmak faaliyetler arasındaki ilişkileri ortaya koymakta zorluklar çıkaracaktır. Bu Gantt şemasının geliştirmesi gereken bir eksikliğidir (Özdemir, 2006). Ayrıca dezavantajları : Evreler arasında oluşan zayıf ilişkileri tanımlamaz, gecikmeleri ve gecikmeler sonunda karşılaşılabilecek olası problemleri belirtmez, görevler için gereken kaynakların ve gereksinimlerin koordinasyonunu sağlamaz.

5.4.2 PERT (proje geliştirme ve gözden geçirme tekniği)

PERT (Project Evaluation and Review Technique) tekniğine Gantt cetvelleri temel teşkil etmiştir. Gantt çizelgelerin eksikliğine daha önce değinmiştik. PERT ise Gantt cetvelinin daha gelişmişidir.

Sabit bir faaliyet süresiyle ilgilenmektense, her faaliyetin süresi bazı olasılık dağılımları kullanılarak tespit edilir. Amaç üç süreyi tahmin etmektir. Bu süreler ; en iyimser, en kötümser ve en olası sürelerdir. Özetle PERT in amacı, her faaliyetin ortalamasını, varyansını ve tüm projenin de olasılık dağılımını bulmaktır.

İlk olarak faaliyetler arasında öncelik ilişkileri belirlenir, her faaliyet için 3'lü süre tahmini yapılır, şebeke diyagramı çizilir ve her faaliyet için en erken, en geç başlama, bitiş süreleri ve gecikme süreleri bulunur. Tamamlanma süreleri şekil 5.3 de gösterilmektedir.



Şekil 5.3 : Tamamlanma süreleri (Özdemir, 2006).

PERT, araştırma-geliştirme projelerinde kullanılır. Nedeni ise belirsizliğin fazla olduğu bu tip projeler için geliştirilmiştir. Yönetimsel olarak baktığımızda ise bu yöntem planlamanın nasıl yapıldığını belirtir. Koşullar değiştiğinde planlamanın güncel kalmasını sağlayacak gerekli araçlar sunar. Plandan sapılırsa yaratacağı etkileri yönetimin önceden görmesini sağlar, problemler ortaya çıkmadan düzeltici önlemlerin alınmasına olanak sağlar.

Bunun yanında yönteme eleştiriler de olmuştur. PERT'te olasılık dağılımının beta eğrisi biçiminde olduğu varsayımının teorik bir esasa veya araştırmaya dayanmamasıdır. Diğer bir eleştiri, proje başlangıcı ve sonu arasındaki faaliyetlerin süre ve varyanslarının art arda toplanarak bulunmasının, bu faaliyetlerin bağımsız olmasıyla ilgilidir.

Bir takım eksikliklere rağmen yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Büyük bir projenin nasıl yapılacağı konusunda hazırlanan kapsamlı planlardır. Ayrıca bir teslim tarihini yakalayabilme olasılığına sahip olmasıdır. PERT kullanıcısı istatistiksel süreç kontrol sistemlerini kullanarak projenin istenilen tarihte bitirilebilme olasılığını hesaplayabilir. Ek olarak şunu da vurgulamak gerekirse, karışık verilerin düzenli bir biçime getirilmesi konusunda kolaylık sağladığı için yapılan çalışmaların ve alınan kararların müşteriye sunulmasını kolaylaştırır.

5.4.3 CPM (kritik yol metodu)

CPM (Critical Path Method) faaliyet sürelerinin kesin olarak bilindiği deterministik bir yöntemdir. CPM ve PERT arasındaki ana fark faaliyet süreleridir. Bahsedildiği üzere PERT için 3 adet süre tahmini yapılırken CPM için bu rakam 1 dir. Diğer işlemler ; şebekenin çizilmesi, faaliyetlerin en erken, en geç başlama ve bitiş sürelerinin bulunması işlemleri PERT tekniğiyle aynıdır.

Faaliyet sürelerinin kesin olarak tahmin edilmesi, CPM'in zayıf bir yönüdür. Ama unutulmamalıdır ki CPM daha önce yapılmış tekrarlanan projelere uygulanır. Bu sebepten sürelerle ilgili tahminlerdeki yanlışlık payları düşük olmaktadır.

CPM şu soruları yanıtlayabilir :

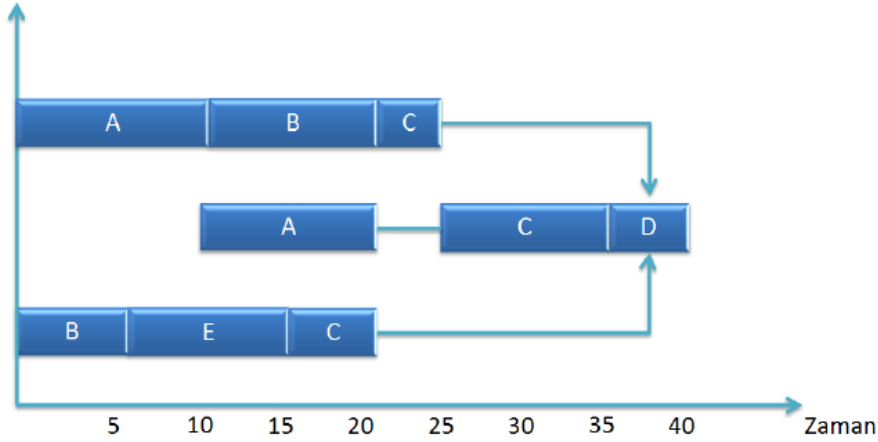
- Projenin tamamlanmasını sağlayan en kısa zaman nedir?
- Her bir faaliyetin başlayabileceği en erken zaman nedir?
- Eğer proje en kısa zamanda tamamlanacaksa her faaliyet en geç ne zamanda bitirilecektir?
- Projenin tamamlanmasında şemada hangi faaliyetler kritiktir ? Kritik faaliyetler tamamen bitirilmelidir yoksa proje geç kalır.
- Projeyi geciktirmeden kritik olmayan faaliyetlere sağlanacak en çok gecikme nedir?

5.5 Kritik Zinciri Geliştirme

5.5.1 Proje kısıtlarının belirlenmesi

Projelerin süresi uzarsa planlanandan daha fazla kaynak ayırmak gerekecektir. Projenin bitiş tarihinde projeyi teslim edememek müşterinin memnuniyetsizliğinin oluşmasına sebebiyet verecek ve firma için istenmeyen bir durum ortaya çıkacaktır.

Ardışık görevlerin oluşturduğu en uzun bitiş zamanı bir proje için en büyük kısıttır. Şekil 5.4 de ardışık görevlendirme gösterilmektedir.



Şekil 5.4 : Ardışık görevlendirme (Tekin, 2006).

Aslında bir projede kritik yol asıl kısıtı oluşturmaz. Çoğunlukla bir projenin zamanında tamamlanması kaynak kısıtına bağlıdır ve bu ana kısıttır. Kısıtlar teorisi kullanarak proje planlaması yapılırken sürekli bu durum göz önünde bulundurulur.

Yukarıdaki şekilde bir kaynak ancak tek bir iş için kullanılabilir ve planlama 40 gün sürmektedir. Kritik zincir mevcut kaynakları da göz önüne almıştır.

5.5.2 Proje kısıtlarının kullanılması

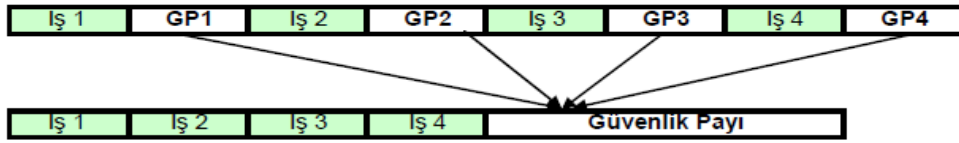
Kritik zincir yaklaşımı varvasyon yaklaşımını benimser ve istatistik bilimini kullanır. Proje genel süre veya görev sürelerindeki özel nedenler kaynak güven stokları, proje genel zaman stokları ve her bir görev için çoklu görevlendirmeden kaçınılarak engel olunur. Genel nedenlerden doğan uygunsuzluklar ise Kritik Zincir stok alanlarından yönetilir.

Genellikle proje görev süresi tahmin edilirken % 85 - % 90 güven aralığı kullanılırken Kritik Zincir yaklaşımında bu oran % 50 tamamlanma olasılığına dek gelen süre alınır. Kritik Zincir böylece görev sürelerinde güvenlik payı kullanmak yerine bunu tüm projenin sonuna atarak istatistiksel varvasyon hesabına göre genel bir kısalma sağlamaktadır (Jacob, 2001).

Kritik zincir projenin kaynak kısıtından dolayı uzamasını ya da gecikmesini önleyecek bir method geliştirmiştir. Bu method bir kaynak stoğu yardımıyla kritik zincir kaynaklarına ne zaman ihtiyaç duyulacağına ilişkin bilgi akışını sağlamaktır.

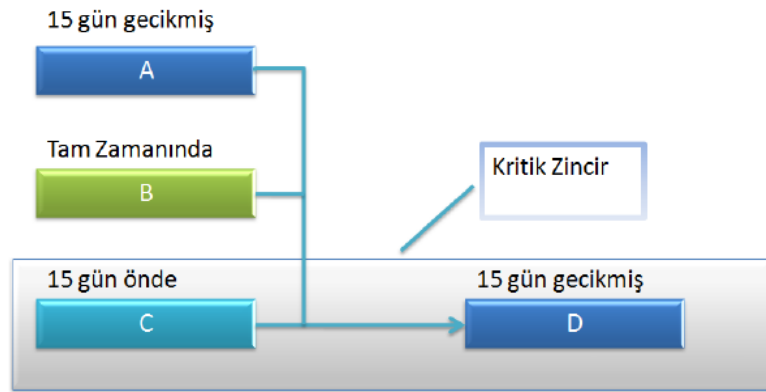
Proje planlarında kaynak stoku yer almadığından besleme stoklarından ve proje genel stoklarından farklıdır. Aslında proje kaynak stoku Kritik Zincir görevlerindeki yaklaşan kaynak gereksinimini proje yöneticisine önceden bildiren bir bilgi aracıdır.

GP: Güvenlik Payı



Şekil 5.5 : Projeye eklenen güvenlik payı (İşçigil, 2005).

Kritik Zincir proje planları faaliyetler için bir bitiş tarihi değil bir başlangıç tarihi belirler. Projenin proje tamponu ile bir bitiş tarihi vardır. Diğer tüm alt faaliyetler için sade tahmini başlangıç zamanları ve tahmini süreleri göz önünde bulundurulur. Kritik zincir besleme tampon kullanımı şekil 5.6.1a da gösterilmektedir.

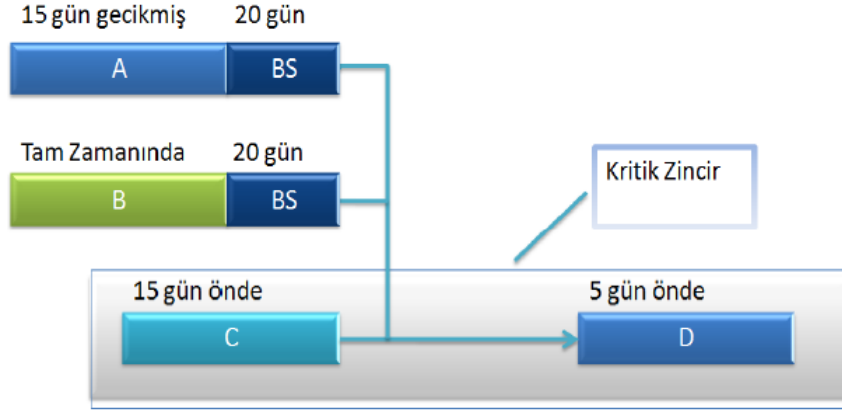


Şekil 5.6.1a : Kritik zincir besleme tampon kullanımı (İşçigil, 2005).

Proje tamponunun sonunun proje bitiş tarihi olduğu ve ötelenmeyeceği düşüncesi ile besleme tamponlarına da bir bitiş tarihi verilir. Faaliyeti yapan insanlara işlerini ne zaman bitirebilecekleri sorularak belirlenir. Böylece proje tamponunun ne kadar kullanıldığı da belirlenir.

Besleme tamponları kritik zincir üzerinde boşluklara sebep olabilir, sakıncası yoktur. Tampon emniyet için olduğundan hepsinin kullanılması gerekmez. Besleme tamponu ile CPM erken ve geç başlama payları aynı değildir. Tampon değişkenlikle ilgilidir, CPM kesin sürelerin yerleşimine göre pay belirler.

Besleme tamponlarına bitiş tarihinin nasıl verileceği şekil 5.6.1b de gösterilmektedir.



Şekil 5.6.1b : Besleme tamponları ve bitiş tarihi (İşçigil, 2005)

Proje yöneticileri proje tamponlarını hazırlarken ellerindeki faaliyetleri ne zaman bitirebileceklerini sorarak belirleyebilirler, ancak bunu yaparken baskı yapmaz ve beklenti belirtmezler.

5.6 Kritik Zincir Proje Planı

5.6.1 Süreç

Kritik Zincir Projesi geliştirme prosesi temel adımları aşağıdaki adımlarla anlatılmıştır.

1) Kritik zincir belirlenir.

- Ardışık faaliyetler ile birlikte proje planı oluşturulur. Her bir faaliyet için tahmini % 50 tamamlanma süreleri kullanılır ve her bir faaliyetin ihtiyaç duyduğu kaynak belirlenir.
- Herhangi bir kaynak çakışması yok ise birbirine bağlı en uzun zincir belirlenmiş olur.
- Çakışan kaynak var ise bunun ne olduğu belirlenir. Bu kaynak proje bitimine en yakın olarak seçilebilir.
- Belirlenen kaynak kısıtı 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 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. Kısaltma yapılabilinecekse 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 tamponu ile beslenir ve kritik zincire bağlanır. Tampon miktarları bir önceki en uzun besleme tamponları 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 tampon kaynakları ile toplam proje süresi kısaltılır.

5) İlk 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. Kritik Zincir, bütün proje sürelerini hem öncelik ilişkilerine hem de kaynak ilişkilerine göre hesaba katarak belirleyen bir görevler bütünüdür.

Kritik Zincirin geliştirilmesinin nedeni, mevcut metotların, uygulamaların ve pahalı bilgisayar yazılımlarının bile çözemediği kronik problemlerin varlığıdır.

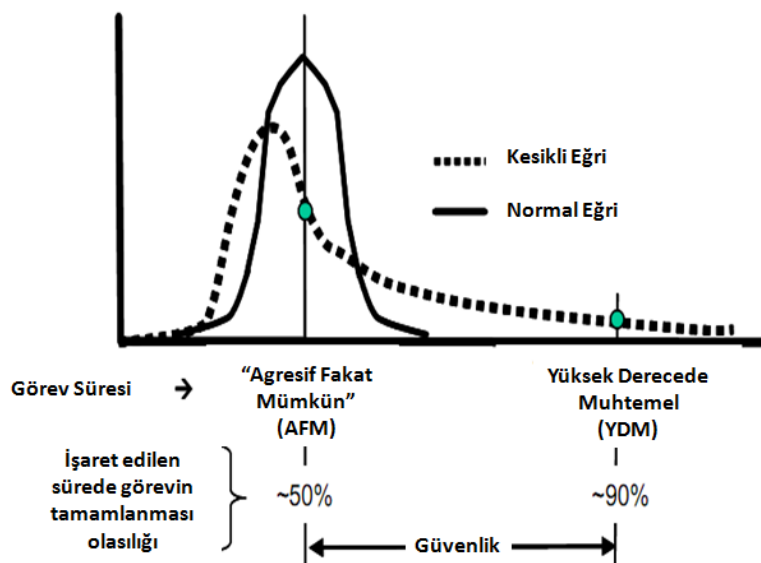
5.6.2 Tampon belirleme

Tampon miktarı, projenin gecikmesine yol açacak belirsizlerden ve onun yol açacağı gecikmelerden korur , hem de tüm projenin toplam süresini ve toplam projeye eklenen güvenlik payının derecesini belirler.

Kritik zincir tahminlerin aralığının eğri bir dağılım olarak gerçekleşeceğini varsayar. Bir faaliyetin ortalama ve medyan tahminlerinden daha az tutacağını öngörür, fakat değişkenlik gerçekleşirse bu faaliyet süresini meydana ötesine götürebilir.

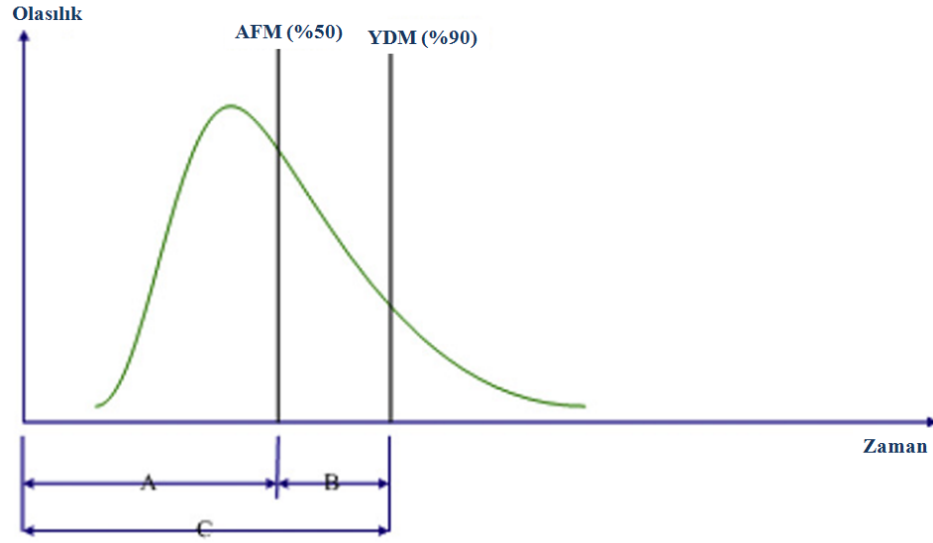
AFM , bütün gerekli kaynaklar-parçalar, personel vb ihtiyaç duyulduğunda mevcut olması ve çalışanın tamamen bu faaliyete odaklanabildiği durumlarda gerçekleşen süredir. Bu AFM süresi yaklaşık olarak projenin % 50 başarıya ulaşacağı düşüncesidir. YDM, bir faaliyetin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek değişkenliğin üstesinden gelebilmek için yeterli güvenliği içeren süredir. İki tahmin arasındaki fark faaliyetin yerine getirilmesinde belirsizliğin bir ölçüsüdür ve kritik zincir tarafından güvenlik olarak dikkate alınır (Casey, 2005).

Güvenliği her bir faaliyet süresine saklamak yerine, kritik zincir bu güvenliği besleme tamponları ve proje tamponları olarak emniyet tamponları sistemine toplar. Tamamlanma olasılıklarına ait grafik şekil 5.7 de gösterilmektedir.



Şekil 5.7 : Tamamlanma olasılıkları (İşçigil, 2005).

Çünkü her bir faaliyete gömülecek güvenlik toplamından daha az bir güvenlik proje düzeyinde gerekecektir.



Şekil 5.8 : Faaliyet süresindeki belirsizlik (İşçigil, 2005).

A: AFM olan zaman tahminleri agresif bir şekilde uygulanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 50 içindedir.

B: C-A'ya eşittir. Güvenlik tamponu büyüklüğü olarak belirlenir.

C: YDM zaman tahmini, eğer uygulanırsa projenin tamamlanma olasılığı % 90 içindedir.

Her bir faaliyetin güvenlik tamponu büyüklüğü proje yöneticisi tarafından tecrübesine ve iş ile ilgili politikasına göre belirlenir. Dr. Goldratt projeye aldırmaksızın $B=C-A$ iken B/C oranının yaklaşık olarak % 50 olması gerektiğini ifade etmektedir.

Her bir faaliyet için en kötü durum süre tahminleriyle başlıyoruz. Bir faaliyetin tamamlanma olasılığı için lognormal dağılım kullanılacaktır. Lognormal dağılımın başlangıçta geniş bir tepesi ve uzunca bir kuyruğu vardır. Ayrıca faaliyetlerin zamanının % 90'ı civarında bizim en kötü süre tahminlerimiz içerisinde tamamlanması gerektiğini varsayıyoruz.

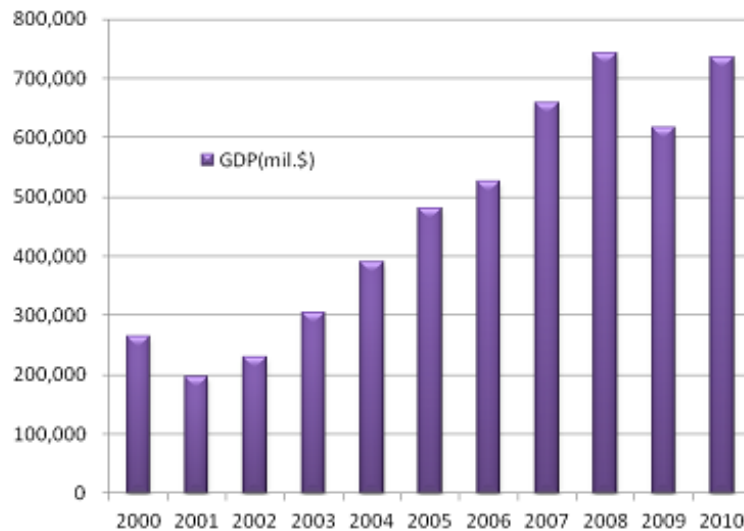
6. GEMİ İNŞA SANAYİSİNİN İNCELENMESİ

6.1 Gemi Sanayisinin Geçmişi ve Geleceği

6.1.1 Türkiye ve dünya gemi inşa sanayisinin incelenmesi

OECD (Organization for Eceonomic Co-operation and Devolopment), Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün 2011 yılında Türkiye'deki gemi inşa sanayiyle ilgili yayınladığı raporunda gemi inşa sanayisinin ekonomideki yerinden, diğer sektörlerle olan ilişkilerinden, hükümetimizin politikalarından ve son olarak da tersane kapasitelerimiz ile ilgili bilgiler vererek raporunu tamamlamıştır.

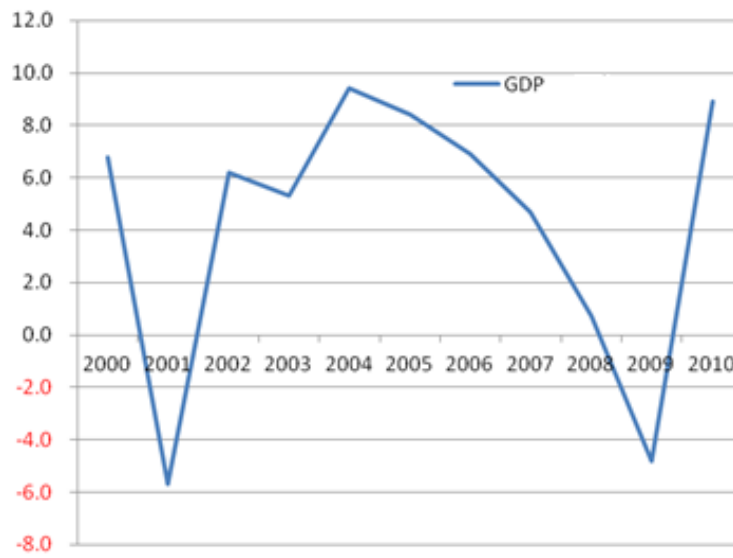
Sektörün 2002 ve 2007 yıllarında sahip olduğu büyüme ve ekonomiye katkısı azımsanamayacak kadar fazladır. Sektör krizden kaçamayınca gemi inşa sanayisi zorunlu olarak küçülmeye gitmek mecburiyetinde kaldı. Gemi siparişleri iptal olan tersaneler zor durumdan kurtulmak için yeni gemi inşasından gemi tamiri yapan tersane konumuna doğru kaydılar. Bunun en güzel örneklerinden biri tezimizde kullanacağımız gemileri üreten İstanbul Tuzla Tersaneler Bölgesi'nde faaliyet gösteren Sedef Tersanesi 'dir.



Şekil 6.1 : Gemi inşaasından sağlanan gelirler (OECD, 2011).

Yeni gemi inşasında sektörün en hızlı üretim yapabilen ve en yüksek çelik işleme kapasitesine sahip olan tersanede krizin etkilerini en aza indirmek adına belli bir dönemde gemi tamiri yapmıştır.

Literatürde “gross domestic product” olarak yer almaktadır. GDP miktarları ile bir ülkede istikrarın olup olmadığını bilgisini edinebiliriz. GDP formülüne göre bir ülkenin ekonomisinin ipleri 3 oluşumun elindedir : devlet, yatırımcı ve tüketicidir. Yıllara göre ülkemizin GDP (gayri safi yurtiçi hasıla) miktarları şekil 6.2 de gösterilmektedir.

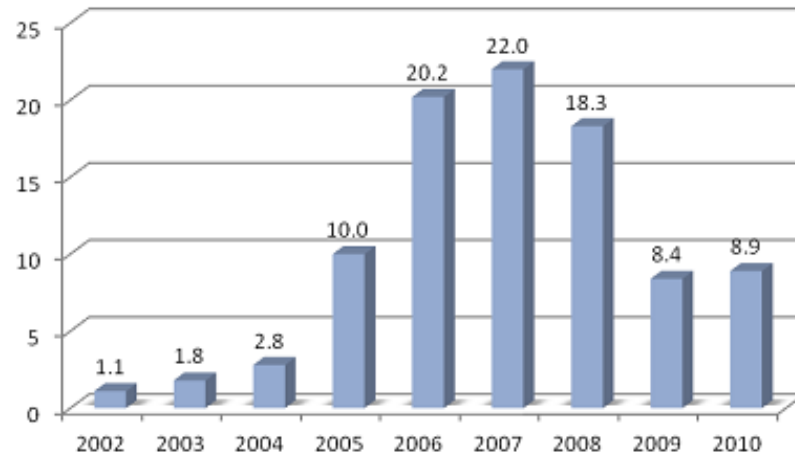


Şekil 6.2 : Yıllara göre GDP miktarları (OECD, 2011).

2011 yılı Türkiye istatistiksel büyüme oranlarına baktığımızda 2008 ve 2009 yılları arasındaki krizin ciddi olduğunu görmekteyiz. Sektöre yapılan yabancı yatırım oranları şekil 6.3 de gösterilmektedir.

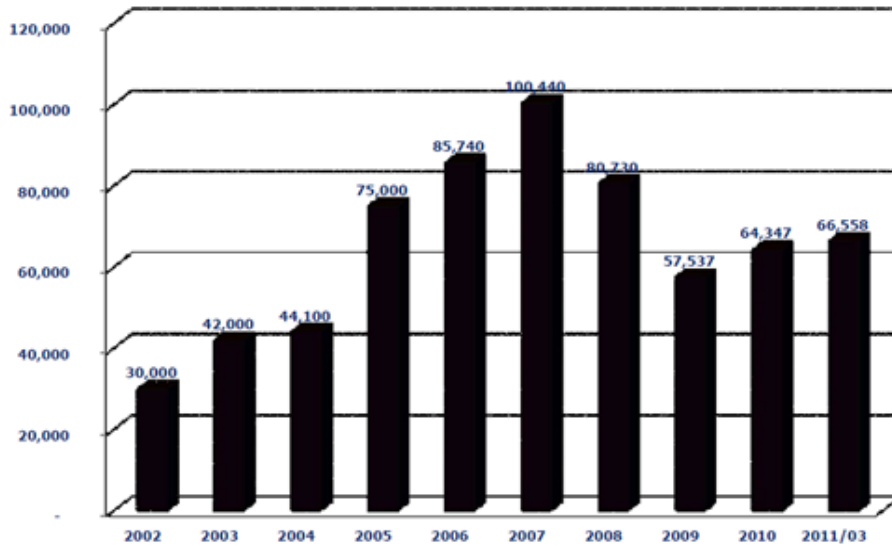
Yabancı yatırımların krize kadar ki süreçte Türkiye’nin ekonomisinin büyümesine olan katkısı inkar edilemez. 2009 yıllarındaki yabancı yatırımların üretim sektöründeki yüzdesine en fazla yatırım yapılan alan olmuştur. Bu yüzdenin artmasını etki eden en büyük sektörlerden birisi gemi inşa sektörüdür.

Sektörün geniş bir kitleye istihdam sağlaması ve ülkenin endüstriyel kapasitesi ile teknolojik know-how’ına katkıda bulunması öneminin göz ardı edilmemesini gerektirmektedir.



Şekil 6.3 : Gemi sanayisine yapılan yabancı yatırım oranları (OECD, 2011).

UMA (Undersecretariat for Maritime Affairs), Denizcilik Müsteşarlığı 2011 verilerine göre denizcilik sektöründe çalışan kişi sayısı şekil 6.4 de gösterilmektedir.



Şekil 6.4 : Denizcilik sektöründe çalışanlar (OECD, 2011).

Türkiye sınırlarında bulunan yaklaşık tersane sayımız 70 dir. Tuzla bölgesi çok sıkışık bir alana yayıldığından ve tersane alanı olarak yeterli boyutlarda olmayan tersanelerin olduğu bilinmektedir. Türk tersaneleri Marmara, Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde kurulmuş olup bu tersanelerin büyük bölümü Marmara bölgesinde İstanbul ve Yalova çevrelerindedir En büyük tersane alanımız Tuzla olup ikinci

sırada Yalova yer almaktadır. Türkiye'deki tersane sayıları şekil 6.5 de gösterilmektedir.



Şekil 6.5 : Türkiye'deki faal tersaneler (OECD, 2011).

Yalova'daki tersaneler bölgesine yatırımlar devam etmektedir. Son olarak yapımına devam edilen İzmit-Yalova körfez köprüsü ile lojistik olarak da tersaneler bölgesinde bir rahatlama sağlanacaktır. Sedef Gemi inşaat yıllık 100000 ton ile Türkiye'nin en büyük çelik işleme kapasitesine sahip tersanesi olarak göze çarpmaktadır.

Emek yoğun bir sektör olan gemi inşa sektöründe, işçilik ücretlerinin daha düşük olduğu ülkelerde rahatlıkla gelişme kaydedilmektedir. Sektörün gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere doğru kaydığı gözlenmektedir. Ancak gelişmiş ve sosyal refah seviyesi yüksek olan ülkeler oluşturdıkları istihdam imkanları ve diğer sanayi sektörlerinin ürünlerini kullanarak onların gelişimlerini sağlaması sebebiyle, rekabeti olumsuz yönde etkileyen yüksek işçilik maliyetlerine rağmen sektörü ayakta tutabilmek adına çeşitli destek ve tedbir uygulamalarını hayata geçirmektedir. Devlet desteğinin diğer önemli bir sebebi ise, savunma sanayi açısından stratejik öneme sahip gemi inşa sanayinin kapanmasını engelleme çabalarıdır.

Dünya taşımacılığının % 90 'ının denizyolu aracılığıyla yapılması ve denizyolu taşımacılığının, kara yolu taşımacılığından 7 kat, demir yolu taşımacılığından 3.5 kat daha ekonomik olması azımsanamayacak değerlerdir. Bununla birlikte sektörün ülke ekonomisine katacağı döviz girdisi oldukça fazladır.

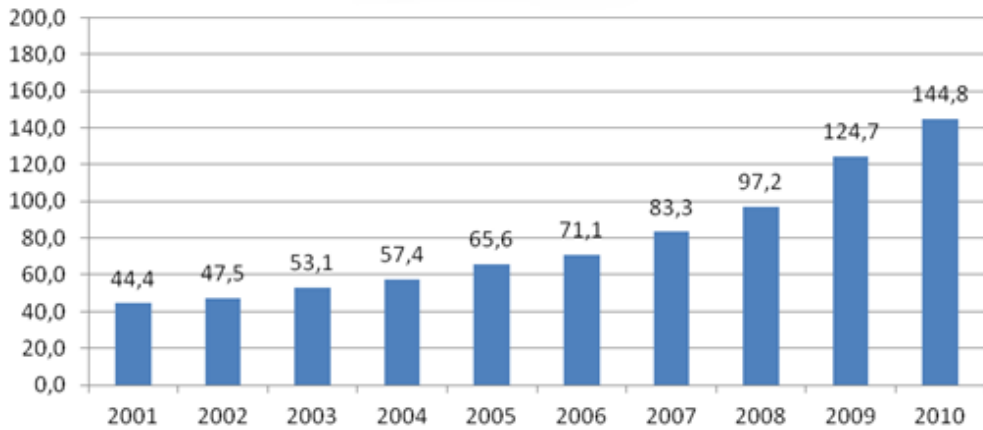
Dünya piyasalarına baktığımızda ise Filipinler, Vietnam, Hindistan, Romanya ve Tayvan hayata geçirdikleri yeni yatırımlarla gemi inşa pazarlarındaki paylarını artırmışlardır. Başrollerde ise Güney Kore, Çin ve Japonya karşımıza çıkmaktadır.

Ekonomik krizin etkilerini gösterdiği Ekim 2008'den sonra ise tüm ülkelerde bir daralma yaşanmıştır. Ama ilk üç sıra yine değişmemiştir. Siparişlerdeki düşüslere baktığımızda Almanya'da %50 oranındadır. Bunun en önemli nedeni ise Alman bankacılık sisteminin krizden doğrudan etkilenmiş olmasıdır ve Almanya'nın üretimin bir marka olduğu spesifik gemi inşasına olan talebin düşmüş olmasıdır. Aynı dönemde Türkiye'de siparişlerde %52 oranda bir düşüş yaşandı.

Avrupa Birliği tersaneleri 2008 yılında yaşanan krizden hem gemi inşa hem de bakım-onarım faaliyetleri açısından büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu süreçte, Avrupa'daki tersanelerin en önemli rakipleri, Türkiye başta olmak üzere doğuda bulunan tersaneler olmuştur. Özellikle Tuzla tersanelerinde fiyatların düşük olması ve doların değer kaybetmesi buradaki tersaneleri büyük ölçekli çelik tamiratlarında güçlü birer rakip haline getirmiştir. Ülkemizdeki tersanelerin çok amaçlı kullanıma uygun olarak tasarlandıkları ve yeni gemi inşa faaliyetlerinin yanı sıra geri dönüşüm, tamir ve bakım gibi hizmetleri de sundukları görülmektedir.

TÜSİAD tarafından açıklanan 2010 yılındaki rapora göre, 2010 yılı itibariyle gemi inşa siparişlerinde bir canlanma olmasına rağmen finansal problemler ve diğer ülkelerde sektöre yapılan yardımların ülkemizde uygulanmaması tersanelerimizin siparişlerden önemli pay almasının önünde engel teşkil etmektedir.

Aşağıdaki şekil 6.6 da 2011 yılı itibariyle dünya genelinde teslim edilen gemiler (milyon Cgt) gösterilmektedir. Dünya genelindeki yıllara göre teslim edilen gemilerin tonaj bilgileri genellikle DWT olarak paylaşılsa da Cgt (Konpamsen Gross Ton) olarak verilerin kullanılması daha uygun olacaktır.



Şekil 6.6 : Yıllara göre teslim edilen gemiler (DMKA, 2013).

Platou 2011 raporuna göre, 2010 yılında yeni tonaj talebinde 2009 yılındakine göre 3 kar artış gerçekleşmiştir.

Çizelge 6.1 : Dünya sipariş defteri- mill Cgt (DMKA, 2013).

Yıl	Tankerler	Kimyasal Taşıyıcılar	Dökmeyük	Kombineyük	Diğer	Toplam
2001	39,3	9,5	34,3	0,2	24,5	107,8
2002	52,0	10,0	22,4	0,2	27,9	112,5
2003	45,3	10,8	30,3	0,2	22,9	109,5
2004	65,1	10,2	48,4	-	41,2	164,8
2005	72,0	11,6	60,6	-	56,2	200,4
2006	76,5	3,3	61,4	-	68,1	209,3
2007	128,7	11,0	78,9	-	80,0	298,6
2008	147,7	19,0	216,1	3,4	105,7	491,8
2009	164,0	18,4	286,3	3,4	92,2	564,3
2010	120,6	13,9	268,7	2,4	70,5	477,0
2011	113,4	9,7	246,5	2,8	53,7	426,0

2011 yılı itibariyle dünya sipariş rakamları da yukarıdaki çizelge 6.1 deki gibidir.

Tezimizde inceleyeceğimiz gemi tipi konteynerler olduğundan o tip gemilerle de ilgili istatistiksel bilgi vermek gerekirse:

Çizelge 6.2 : Yeni gemi siparişleri (DMKA, 2013).

2010	Tankerler	Dökmeyük	Konteynerler	Diğer	Toplam
Çin	2,7	10,7	1	0,8	15,2
Kore	3,9	5,1	2,2	0,9	12,2
Japonya	0,5	2,7	0,1	0,6	4
Diğer Asya Ülkeleri	0,1	0,7	0,1	0	0,9
Avrupa	0,5	0,1	0	0,9	1,5
Diğer	0	0	0	0	0
Toplam	7,7	19,4	3,4	3,3	33,9

Birimler Mill Cgt cinsindendir. Cgt (Compansated Gross Ton), kompansen gros tonaj olarak ifade edilmektedir.

Gemi inşaatında verimlilik tanımını net olarak yapmak mümkün değildir. Üretilen ürünler sipariş üzerine birbirinden farklı özelliklerde, değişik hammadde ve değişik işgücü kullanılarak üretilmektedir. Genelde kullanılan verimlilik tanımı adam-saat başına çelik işleme miktarı (adam-saat/ton) veya adam-saat başına CGT değerleri kullanılmaktadır. CGT biriminin verimliliği değerlendirmede kullanılmasının amacı,

değişik gemi tipleri üretiminde bulunan tersaneler arasında karşılaştırma yapmaya imkân vermesidir.

Gemi inşa sanayini bekleyen en büyük tehlike ise arzın talebi geçmesi durumudur. Böyle bir durumda fiyatlar düşecek ve yüksek maliyetli tersaneler kar elde edemeyeceklerdir.

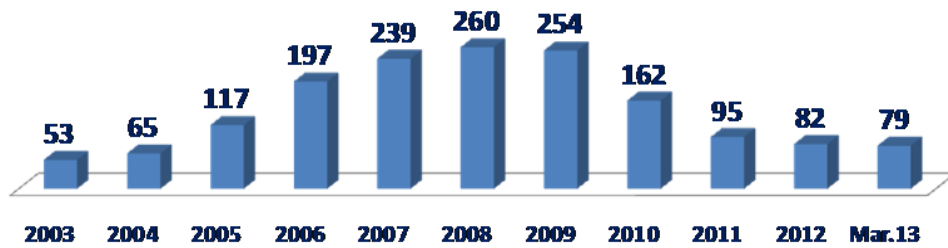
2002 yılında 37 adet olan faal tersane sayımız 2012 yılı itibariyle 71 adettir ve bunun dağılımı daha önceki tablolarda gösterilmiştir. Faal tersanelerin sahip olduğu toplam alan ve toplam yıllık saç işleme kapasitemiz de çizelge 6.3 te verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Türkiye’deki faal tersaneler ve gemi inşa kapasitesi (DMKA, 2013).

FAAL TERSANELER				
Tersane Adı	Proje Alanı		Tesis Sayısı	Gemi İnşa Kapasitesi (Dwt/Yıl)
	Toplam (m ²)	Deniz Cephesi (m)		
Genel	3.905.122	13.176	71	3.671.321

Türk tersanelerinin yıllara göre sipariş defteri durumu gemi adeti bazında, 2008 global ekonomik kriz öncesi ve sonrası diye ayırmak mümkündür.

Şekil 6.7 deki çizelgede görüleceği üzere ülkemizin yeni sipariş almadaki yetersizliği aşıkardır. Özellikle 2011 yılında yaşanan ciddi düşüş sektörün 2005 yılındaki değerin altına düşmesine neden olmuştur. 2013 yılının ilk üç ayında 79 adet gemi ile 2012 yılının neredeyse toplam değerine ulaşan sipariş defter kayıtları sektör ticaretinin gelişimi açısından olumlu sinyaller vermiştir.

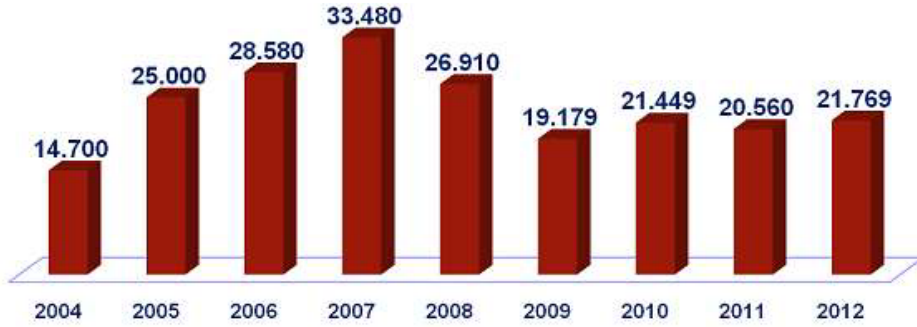


Şekil 6.7 : Türk tersanelerinin yıllara göre sipariş defteri (DMKA, 2013).

Son sipariş defterlerinde küçük tonajlı tankerler ve genel kargo gemileri ağırlıktadır. Türk tersanelerindeki bu uzmanlaşma bahsi geçen niş pazara yönelik tersanelerin kendilerini başarılı bir şekilde geliştirdiklerini göstermekte ve yeni siparişlerin azaldığı bir dönemde can simidi görmektedir. Ocak 2011 verilerine bakıldığında,

Türk tersanelerinin 10000 dwt'e kadar küçük kimyasal/petrol tankerleri kategorisinde 62 sipariş ile toplamda 74 siparışı bulunan Çin'in ardından ikinci sırada yer almıştır. Daha da önemlisi, Türkiye'nin ardından gelen en yakın takipçisi Güney Kore'nin sadece 24 siparişinin bulunmasıdır.

İstihdam olarak sadece gemi inşa çalışanlarını değerlendirirsek 2007 yılında hazırlanan raporda aynı büyüme oranıyla devam ettiğimiz taktirde 2013 yılı için çalışan sayımız 200000 öngörülmüyordu. Yıllara göre istihdam kapasiteleri şekil 6.8 de gösterilmektedir.



Şekil 6.8 : Türkiye gemi sanayi istihdam kapasitesi (DMKA, 2013).

Türk Gemi İnşa sanayinin üretim hedefleri ve ürün seçimlerini tonajdan ziyade gemi fiyatları ve maliyetleri açısından belirlenmesi önem arz etmektedir. Küçük gemiler olarak nitelendirilebilecek panamaksa kadar olan gemi tipleri daha fazla gelir ve istihdam sağladığı, daha çok teknoloji ve uzmanlık gerektirdiğinden hedeflerimizi bu şekilde oluşturmak daha akılcı olacaktır.

2008 yılında Devlet Denetleme Kurulu'nun raporuna göre Türk Loydu tarafından yapılan çalışmada; 2016 yılı için 242 parça gemiden oluşan yaklaşık 2,5 milyon DWT, 2 milyon CGT gemi üretimi, yaklaşık 4.4 milyar dolar ciro, 2.3 milyar dolar katma değer ve 64.862 kişi istihdam hedeflenmiştir. Bu üretim dünya pazarının gemi sayısına göre % 10,4'ü; DWT bazında % 4,06'sı; CGT bazında % 6,38'ine karşılık gelmektedir. Yaşanan global krizle beraber malesef bu rakamların çok uzağında kaldığımız bir gerçektir. Sağlıklı ve düzenli verilere ulaşmada yaşanan zorluk, sektördeki çatı kuruluşların verilere dayalı stratejik plan ve program geliştirmesinin önünde engel teşkil etmekte ve gemi inşa sanayine yönelik geçerli politikalar oluşturulamamaktadır. Sektörün önünün açılması ve global ölçekte bir oyuncu olabilmesi adına güvenilir bir veri tabanının kurulması ve bilgilerinin paylaşımının tesis edilmesi gerekliliği bulunmaktadır.

6.1.2 Türk gemi inşa sanayisinin GZFT analizi

Güçlü Yanlar :

- Sektöre yönelik nitelikli işgücü yetiştiren üniversitelerin varlığı,
- Küçük tonajlı kimyasal tankerler ve mega yatlarda uzmanlaşmış Türk tersaneleri,
- Gemi inşa, bakım-onarım ve tadilat gibi tersanelerin çok yönlü kullanım olanakları

Zayıf Yanlar :

- Tersanelerimizin kapasite ve olanaklarının büyük tonajlı gemilerin üretimi için elverişli olmaması,
- Sürdürülebilir rekabet ortamında rakiplerimiz ile aynı imkanlara sahip olmamamız,
- Teknolojik altyapı yetersizliği,
- Yan sanayi ürünlerinde standartlaşmanın bulunmaması,

Fırsatlar :

- Niş pazarlara hitap eden yeni tip gemilere yönelik talebin artacak olması,
- Türkiye'nin bölgesel konumu ile rekabetçi yapıda olması,
- Kriz döneminin ardından global piyasalarda talep artışının beklenmesi,

Tehditler :

- Sektörün rekabetçileriyle ilgili gelişmelerin senkronizasyonunun yetersiz kalması,
- Ekonomik belirsizlikler,
- İnovasyon/Ar-Ge/v verimlilik eksikliği nedeniyle niş ürün geliştirememesi,
- Önde gelen rakiplerin seri üretim yoluyla gemi maliyetlerini indirmeleri,
- Gemi inşa ve armatörlere yönelik gemi işletme finansman seçeneklerinin yetersizliği,

Gemi inşa sektörü diğer sanayi kollarını bir lokomotif gibi sürüklemektedir ve onların gelişmesinde teşvik edici bir unsur olmaktadır. Ayrıca sektör sağladığı

istihdam ve gelişim dışında döviz girdisi sağlama, teknoloji transferini cezbetme, milli deniz ticaret filosunu destekleme ve ülkenin savunma ihtiyaçlarına katkıda bulunma gibi önemli özellikleri de bulunmaktadır.

Türkiye'nin denizcilik politikası ve stratejisi yeniden gözden geçirilmeli ve öncelikler yeniden tespit edilmelidir. Yunanistan 2008 yılında dünya deniz ticaret filosunun % 17.4'üne sahipken ülkemizin aynı dönemde % 1.3'lük paya sahip olması ve denizcilik sektörü ciromuzun 11 milyon nüfusa sahip olan Yunanistan'ın denizcilik sektörü cirosunun yaklaşık yedide biri kadar olması bu durumu açıklayan önemli bir göstergedir.

Ayrıca deniz ticaret filosunun yaşlılığı ve yetersizliği, bayrak gemi uygulamalarında yaşanan sıkıntılar ve teşvik sisteminin yetersizliği gibi deniz ticaretimizi olumsuz etkileyen hususların giderilmesi gerekmektedir. Tersanecilik sektörünün gelişimi ve yaşanan sorunların giderilmesi açısından gerek mevcut tersanelerin modernizasyonuna gerekse yeni tersane yatırımlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

7. GEMİ İNŞA ÜRETİM AŞAMALARI VE MRP PROGRAMLARI

7.1 Çelik İşleme Üretim Kademeleri

Gemi inşa üretimi bir proje yönetim sistemini oluşturur ve üretimin sistematik bir düzende yapılması gerekmektedir. İstanbul-Tuzla Tersaneler Bölgesi'nde yer alan Sedef Tersanesi üretmiş olduğu 6 adet 1900 TEU konteyner gemileriyle kendi bünyesinde seri bir üretim sistemi oluşturmıştır. Almanya'nın Kiel şehrinde bulunan Flensburg Tersanesi ile yapmış olduğu anlaşmayla tersanenin uygulamış olduğu üretim akış sistemini kendi bünyesine entegre etmiştir ve sonrasında blok bazlı saha üretimine geçilmiştir. Üretim aşamalarında üzerinde durulan en önemli nokta : Her bloğun sıcak işleri, boru donatım işleri ve boyama işlerinin üretim sahasında tamamlanması gerektiğidir ve bu gereklilik hassasiyetle benimsenmiştir. Dizayn departmanı tarafından kullanılan Aveva Marine (eski adıyla Tribon) programı ile üretilcek gemide bulunan parçaların en küçük detayına kadar modellenmesi, üretim kademelerindeki akışın sağlanması için en önemli aşamalardan biridir.

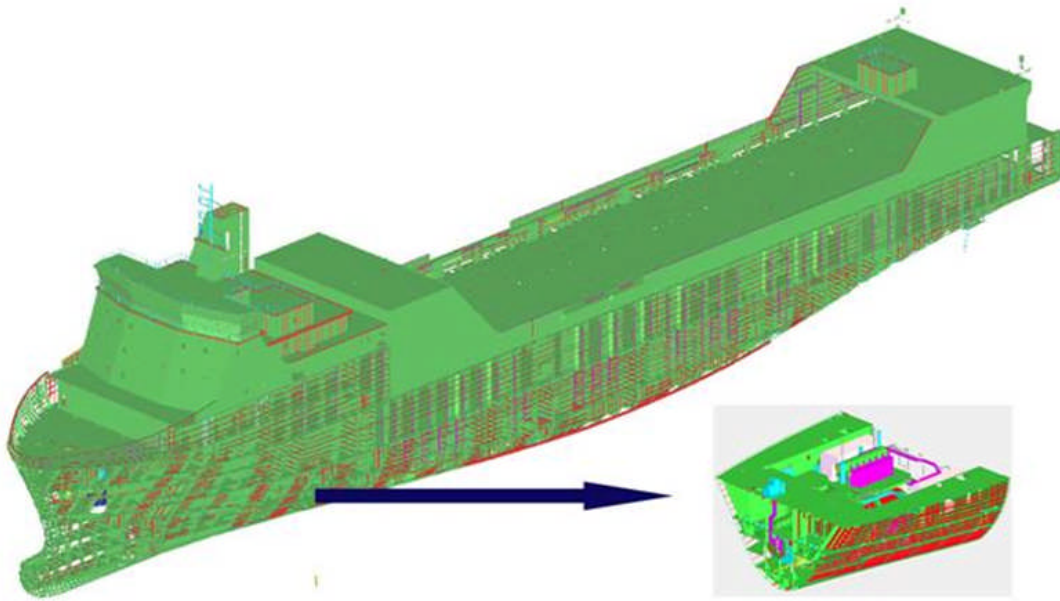
İncelememizi yaptığımız Sedef Tersanesi'nin :

- 2 adet rıhtım . 300 m ve 200 m uzunluk . Maks. derinlik 32.5 m
- Kuru havuz : 50 x 310 m uzunluk(2 x250 ve 2x275 ton vinç)
- Islak kızak : 41.2 x 250 m (2x200 ton vinç)
- Blok raspalama ve boyama atölyesi : 2 adet yüksek hangar 20x36x18 m
2 adet alçak hangar 20x36x8 m
2 adet yüksek hangar 31x36x20 m
- Eski panel hattı : 13500 m²
- Yeni panel hattı : 15000 m²
- Nakliye : 250 ton ve 450 ton

Toplam Tuzla Tersane Alanı : 194000 m²

Toplam Orhanlı Atölye Alanı : 36000 m²

Gemi inşası denilince akla ilk gelen tonlarca ağırlıkta çelik yığımıdır. Gemi inşasında çelik işleme en önemli kısmı oluşturur ve bu kısım malzemenin tersaneye gelişinden denize inişe kadar olan süreçteki tüm işlemlerdir. Eski üretim tekniklerinden olan kızakta üretim (yığma üretim) sona erdi ve yerini blok bazlı sahada üretim sistemine bıraktı. Şekil 7.1 de blok bazlı üretim örneği gösterilmiştir.



Şekil 7.1 : Aveva programında modellenmiş bir gemi

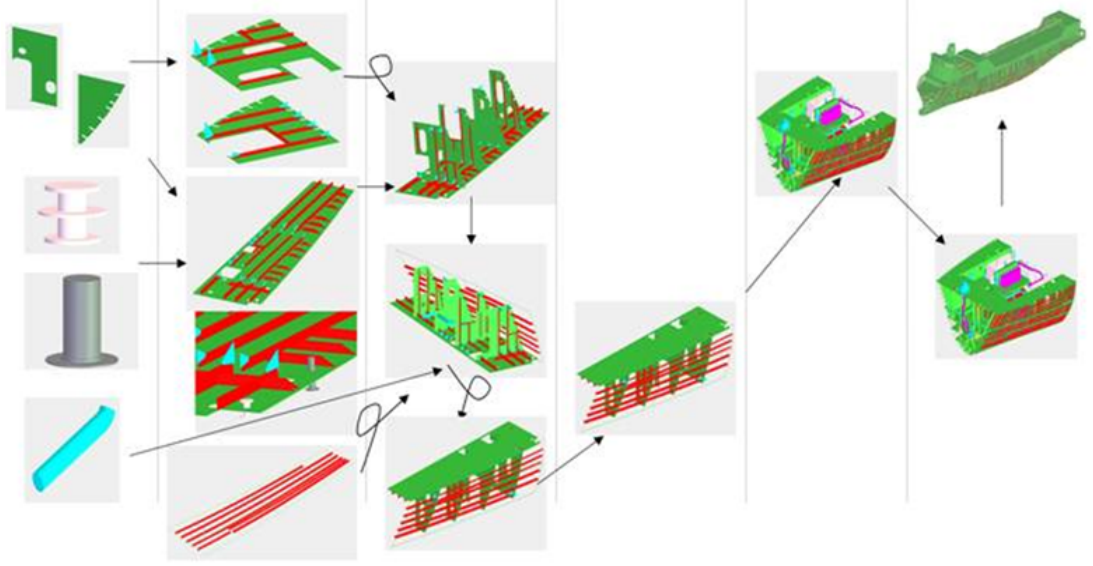
Modern tersanecilikle birlikte çok zaman harcanan kızak gün sayısı azaltıldı ve eş zamanlı üretim artırılarak daha hızlı bir şekilde üretim sağlandı. Yıllık çelik işleme kapasiteleri artırıldı ve üretilen gemi sayılarında ciddi artışlar meydana geldi.

Blok bazlı üretim ile tersanedeki mevcut kapasiteleri bilinen atölyelere uygun işler dağıtılarak bir üretim planı oluşturulur. Söz konusu atölyeler boş kalmazlar ve ürünlerde süreklilik sağlarlar. Bu da tersanenin üretim verimine yansımaktadır.

Tezimizde inceleyeceğimiz konteynerlerin üretiminde de blok üretim tipi uygulandı. Blok bazlı üretim için her iş alanı “istasyon” diye adlandırılır. Tersanenin projeye başlamadan önce kapasitesi bilindiğinden geminin ana boyutları, işlenecek çelik tonajı ve ne kadar sürede bitirilmesi göz önüne alınarak bir üretim planı yapılır.

Unutulmamalıdır ki çelik işlemede (genellikle sıcak işler) meydana gelecek bir gecikme tüm projenin gecikmesine neden olabilmektedir. Bu durumun oluşması projenin hem zamanında bitişini engelleyecek hem de teslim tarihinin kaçırılarak firmanın ceza ödemesine (anlaşmaya göre) sebep olacaktır.

Şekil 7.2 de blok üretimi yapılırken montaj hattının nasıl olacağıyla ilgili bir bilgi verilmiştir.



Şekil 7.2 : Parçaların birleştirilerek blok oluşturulması

7.1.1 Sac ve profillerin tersaneye gelişi

Kara yoluyla İstanbul (Tuzla) - Orhanlı tesisine getirilen saclar , kalınlık ebat ve kalitelerine göre daha önceden belli olan alanlara çalışanlar eşliğinde stoklanır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise sacların ayrıca proje proje stoklanmasıdır. Çünkü her proje için tahmini sac listesi çıkarılır ve tüketimi ona göre yapılır. Aksi takdirde çoklu projelerde karışıklık olabilmektedir.

Benzer şekilde profiller de stok sahasında bulunan raflara kalınlık ve ebatlarına göre istiflenirler.

7.1.2 Sac ve profillerin boyanması

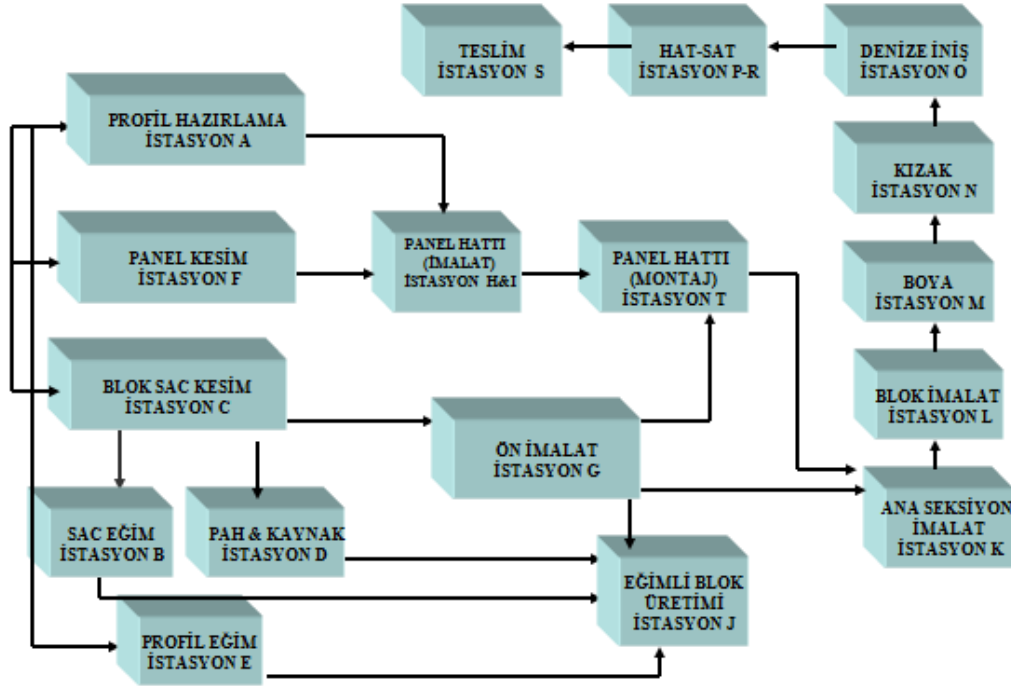
Nakliyatı yapılan sac ve profiller Orhanlı tesislerinde teslim alınırken kontrolleri yapılır. Stokta tutulan saclar paslanmış olabilir veya piyasadan o şekilde tedarik edilmiş olabilir (Bazı zamanlarda sac tedarikinde sıkıntı yaşanabildiğinden bu durum gözardı edilebilmektedir). Gözle muayenede yeterli görülmeyen saclar raspa işlemi ile temizlenir ve boyaya girmeden önce kalite kontrol ekibi tarafından tekrar uygunluğu kontrol edilir. Onayı verilen sac ve profiller konveyöre dizilir, ön ısıtma, püskürtme, boya işlemi yapıldıktan sonra kurutma hattından geçirilir ve konveyörün sonuna kadar ilerletilir. Shop primer boyası yapıldıktan sonra Tuzla'daki üretim

sahasına gönderilmek üzere ayrılan alana yerleştirilir. Boyaya girmeden önce yapılan kontrollerde aşınmış olan saclar veya herhangi bir kusuru bulunan parçalar ürün ret formu düzenlenerek iade veya düzeltme sürecine alınır.

7.1.3 CNC işlemleri

Sedef Tersanesi'nin dizayn departmanı mevcuttur ve CNC kesim kodları bu departman tarafından hazırlanır. CAD-CAM dosyalarını üretim sahasında bulunan CNC operatörü ortak sörvir üzerinden alır. Aynı departmandan gönderilen nesting skeçlerine göre kesimini ve parçaların markalama işlemini yapar. Markalama işlemi yaparken dizayn departmanının vereceği kodlar incelendiğinde (nesting skecinde mevcuttur) o parçanın hangi istasyona gönderileceği daha önceden belirlenmiştir.

Şekil 7.3 de tersanenin uyguladığı üretim sisteminin şematiği gösterilmiştir.

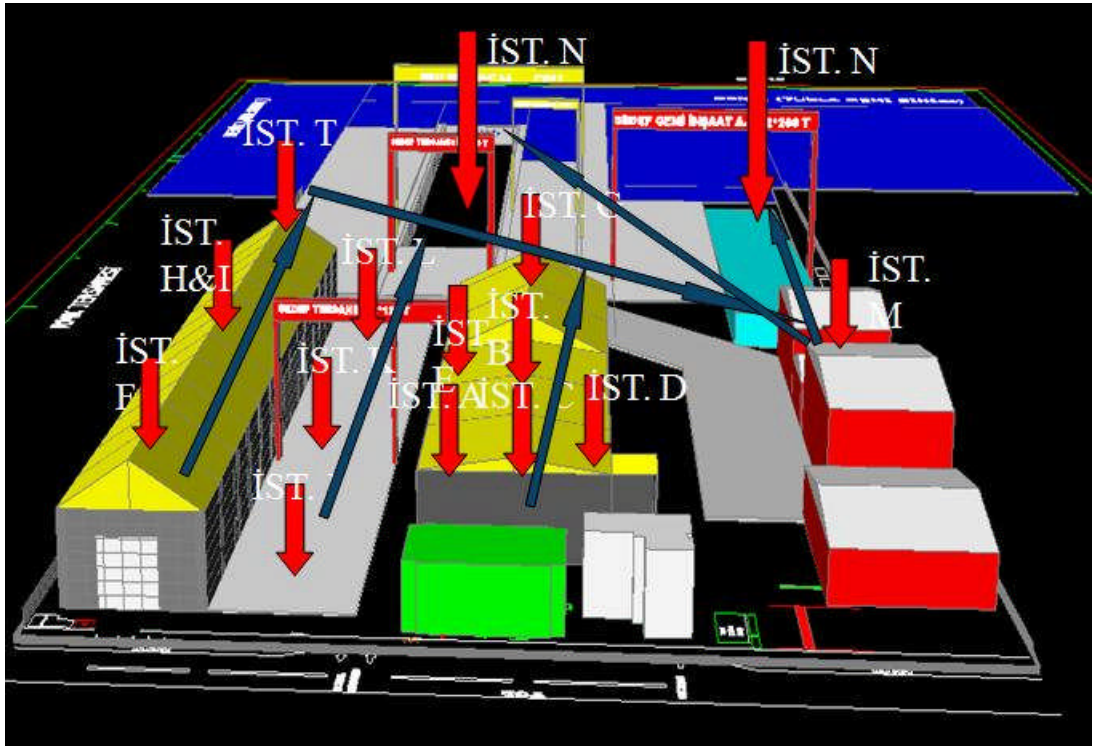


Şekil 7.3 : Sedef Tersanesi üretim kademeleri

CNC tezgahlarındaki transport işlemleri manyetik kaldırıcılarla veya vakum işlemi ile yapılır. CNC kesim tezgahlarında uygun kalınlığa göre uygun torç kullanılır ve kesimin kalitesi kalite departmanı tarafından kontrol edilir. Ayrıca tersane bünyesinde fire sacların stoklandığı bir alan mevcuttur. Daha sonra kullanılabilinecek saclar burada stoklanır, kullanılmayacak haldekiler ise hurda

malzemeye ayrılır. Ayırma işlemi yaparken esas olan malzemenin tekrar kullanılamayacak boyutta olmasıdır.

Sedef Tersanesi lisanslı program olan Aveva Marine programının değişik modülleri kullanmaktadır. Nest için ise “Hull” modülü içerisinde ayrı bir “Plate nesting” sekmesi mevcut olup plakaya parça yerleştirme işlemi buradan yapılmaktadır. Otomatik parça yerleştirme yapıldığında fire oranı çok yüksek olduğundan nest işlemi dizayn departmanı tarafından manuel olarak yapılmaktadır. Amacımız mevcut plaka veya profili maksimum verimle kullanmaktır. Ayrıca fire listesinin kontrol altında tutulduğu bir program mevcut olup, firenin tekrar kullanılmasına ve hangi firelerin kullanıldığının takibinin yapılmasına olanak vermektedir.



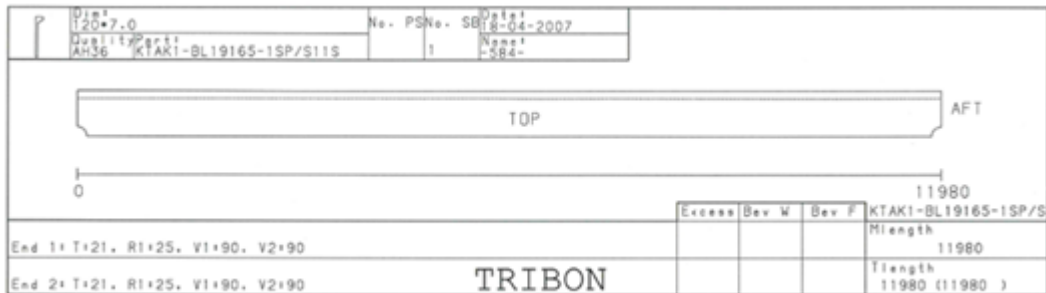
Şekil 7.4 : Tersane yerleşim planı ve istasyon bölgeleri

Tersanenin istasyon sistemlerini sahada nasıl uyguladığını Şekil 7.4 de görebiliriz. CNC makineleri panel hattılarının (sarı renk ile gösterilen hangarlar) en başında bulunan makinalardır ve her bir panel hattı için ayrı CNC makineleri mevcuttur. sıradışı durum olmadığı sürece kesimi yapılan parça aynı hangar içerisindeki istasyon alanlarına gönderilmektedir. Tersanede sulu ve kuru yöntemle CNC makineleriyle kesim yapılabilir. Sac kalite, kalınlık ve aciliyet durumlarına göre hangisinin kullanılacağına karar verilmektedir.

7.1.4 “İstasyon A” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde profil hazırlama işlemleri yapılır. Sırasıyla :

- Orhanlı atölyesinde stoklanan profiller içerisinde tersaneye transferi yapılması istenen ebatlarda profiller depo sahasından alınır ve shot blasting işlemi yapılmış olarak tezgah stok alanına nakledilir.
- Profiller seksiyon planına göre 10’arlı gruplar halinde olacak şekilde tezgaha yerleştirilir.
- Dizayn departmanı tarafından oluşturulan kesim kodları network bağlantısı ile profil kesim tezgahına yüklenir.
- Otomatik profil tezgahı yüklenen kodlara göre profil detayı nasıl olacakssa profilleri taşlar, üzerlerine markalamasını yapar.(Hangi istasyona gideceği ve hangi panel üzerine montaj edileceği bellidir), kesim yapar, cugul deliklerini açar ve işlemi tamamladığında tezgah sonundaki banda profili bırakır.
- Manyetik taşıyıcılar ile profiller alınır.
- Kesilmiş profillerin bulunduğu profil stok sahasına nakliyesi yapılır, taşlama işlemi yapılması gerekiyorsa yapılır. Şekil 7.5 de profil kesimi için hazırlanan bir skeç gösterilmiştir.

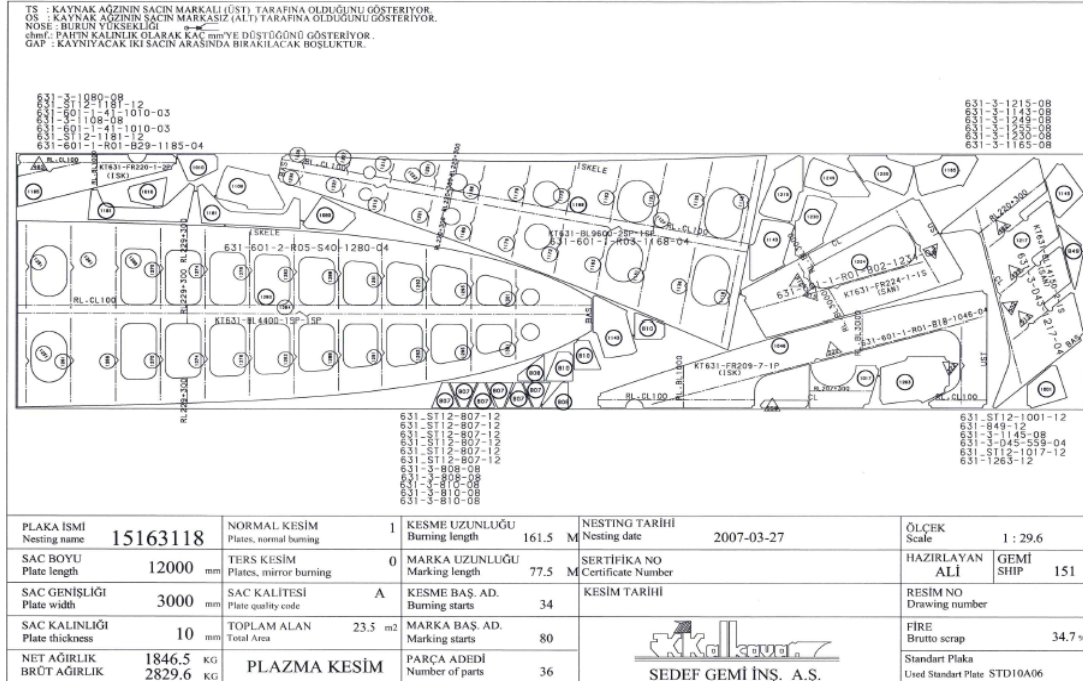


Şekil 7.5 : Hollanda profil nestingi

- Eğilcek profillerimiz mevcut ise box tezgahımıza gönderilir, eğilmeyecek olanlar ise iş bittiklerinde markalara göre iş istasyonlarına gönderilir.
- Box tezgahında profiller kalıplar ile çizilir ve profillere pres ile eğim verilir.
- Yine aynı şekilde iş biten eğimli profiller markalarına göre iş istasyonlarına gönderilir.

7.1.5 “İstasyon C” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde kesilmiş tek parça saclar yer alır. Şekil 7.6 da örnek bir nesting gösterilmiştir.



Şekil 7.6 : Plaka nesting örneği

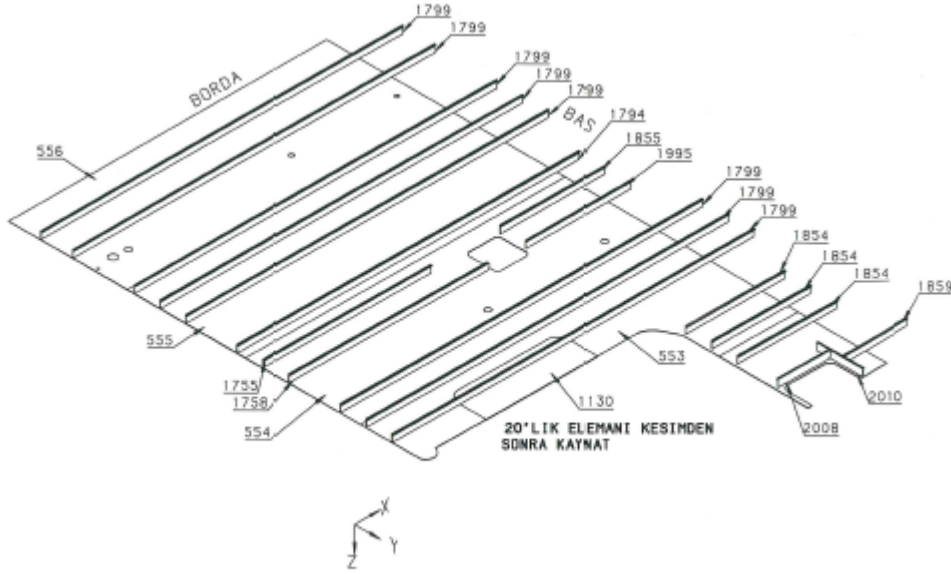
Aşamalar sırasıyla :

- Düz levha kesimi
- Yüzey hazırlama
- Sac eğimi

Hazır olan sac bir sonraki üretim kademesine gönderilir. Nesting üzerinde her parçanın kendine özgü bir pos numarası bulunmaktadır.

7.1.6 “İstasyon B-D-E-F” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde sac eğim, pah ve panel kesim işlemleri yapılır. Kesim işlemi tamamlanan sacların istenilen kenarlarına kaynak ağzı açılır. Eğimi yapılan sacların kaynakları makine sistemiyle kaynatılamayacağından kaynak ağzı açmak gerekir. Taşlanmış olarak saclar pres stok alanına gelir. Şekil 7.7 de tozaltı ile birleştirilen sacların üzerine profillerin nasıl yapılacağını gösteren işçilik resmi gösterilmiştir.



Şekil 7.7 : Panel hattı profil montajı istasyon resmi örneği

Basım işlemi yapılırken kalıplardan yararlanılır. Bunlar ahşap veya suntadan olabilir. CAD-CAM tarafından belirlenen yarıçaplara uygun eğilme işlemi yapılması için pres basım tonajları ilgili istasyonda belirlenir. Basımı yapılan ve eğilen saclar kalite kontrol sisteminin onayını alarak ilgili istasyona gönderilir.

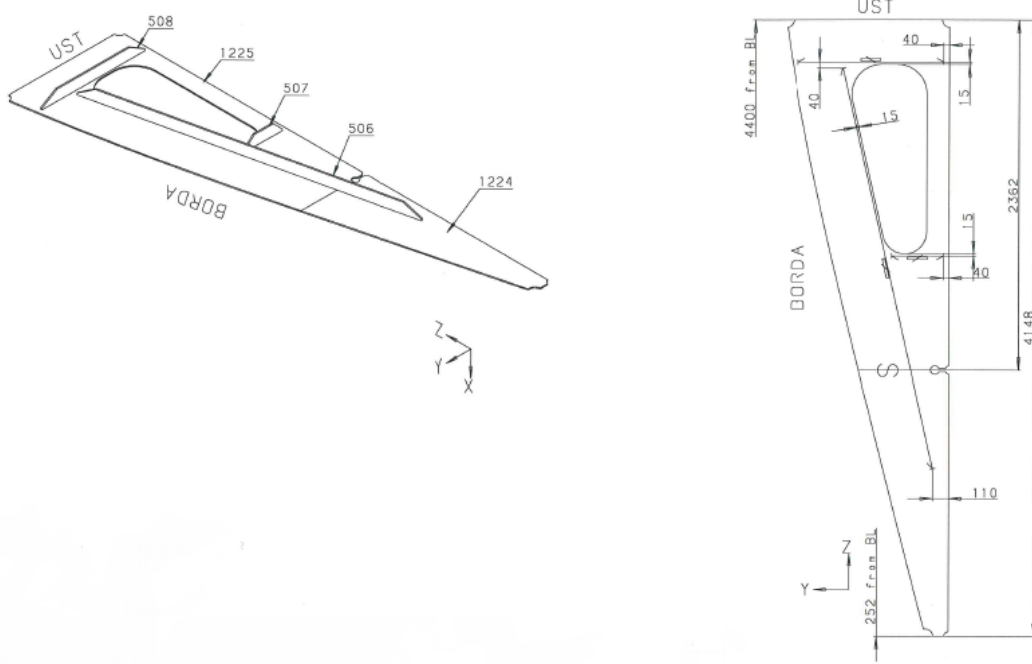
Sac eğiminde kullanılan proses ne ise profil eğimi için de aynı method kullanılır, fakat üretim aşaması farklı istasyonlarda olur. Panel istasyonunda kullanılacak olan sacların kenar kesimlerinin yapılması için de kesim istasyonu mevcuttur.

7.1.7 “İstasyon G” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde küçük grupların ön imalatı yapılır. Üretim yapılırken parçalar çok büyük boyutlarda olmadığından çevirme “tumba yapma” şansımız vardır ve temel amacımız ise büyük makineleri meşgul etmeden el ile kaynak yapmaktır. Parçayı çevirebilme ihtimalimiz olduğundan tavan kaynağı yapmak yerine yer kaynağı yapabiliriz. Bu kaynak işlemlerinde önnerilen ve istenilen bir durumdur. Kaynağın daha sağlıklı olması açısından vazgeçilmez bir durumdur. Ek olarak tavan kaynağına göre çok daha hızlı işlem gerçekleştirilir.

Dizayn departmanı tarafından planlama departmanına gönderilen ve buradan da üretim sahasına gönderilen işçilik resimlerine bakılarak üretim montajı yapılır. Tüm ayrıntılar resimlerde verilmeye çalışılır, amaç işçinin anlayabileceği en sade dili

kullanmaktır. Yoruma açık olmayan iki boyutlu çizimlerden oluşmaktadır. Ayrıca kaldırma kapasitesi düşük olan ve seri çalışmaya yatkın kreynler kullanılır.



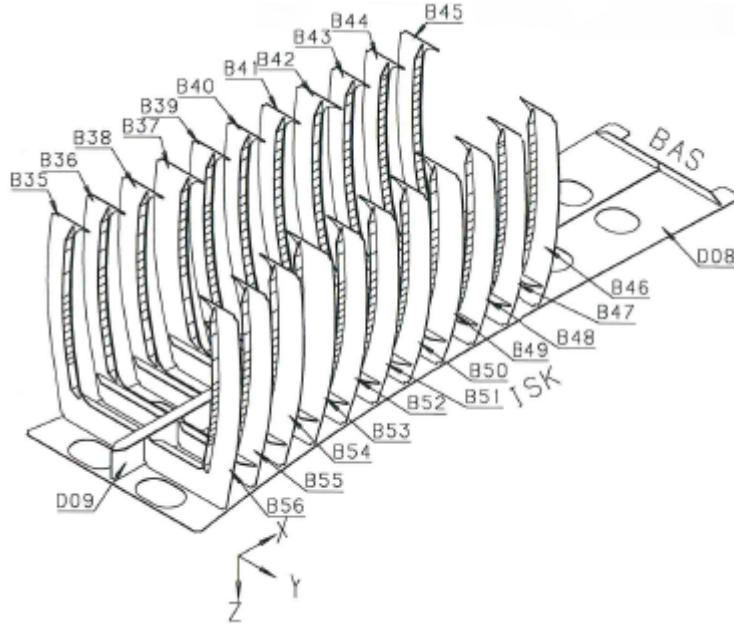
Şekil 7.8 : Ön imalat resmi örneği

Şekil 7.8 de ön imalatta üretimi yapılacak bir parçanın üretim resmi gösterilmiştir. Bu üretim kademesine gelen ön imalat parçalarının tüm hazırlık işlemleri yapılmış olmalıdır. Ön boyası yapılmış, taşlanmış, markalama işlemi yapılmış şekilde olmalıdır. İskele ve sancak benzer ön imalat işlemlerinin aynı anda yapılması hem karşılaşılan problemlerin aynı anda çözülebileceğinden üretim hızının artmasına olanak sağlayacaktır.

CNC tezgahında kesim işlemi yapıldıktan sonra yapılmış olan markalama işlemi önem teşkil etmektedir. Hangi parçanın hangi marka üzerine montajlanacağını bilginin doğru verilmiş olması yine üretimi hızlandıran etkenlerden birisi olacaktır. Ayrıca parçanın kodunun yazıldığı yazılama işlemleri de parçaların birbirleri ile karışmasını da engeller. Komponent imalatımız biter ve kaynak daha sonra taş işlemi yapılan malzeme kalite kontrol ekibinin onayını alır ve bir sonraki iş istasyonuna gönderilmek üzere hazırdır. Her istasyonda kalite kontrolün yapılması olası problemlerin erken farkedilmesine ve daha hızlı az maliyetle çözümlerin üretilmesine olanak sağlar.

Şekil 7.9 da basit olmayan ön imalat parçalarının üretim resmi gösterilmiştir. Basit olmayan bu parçalar “modül” olarak isimlendirilir ve üretim yapılırken farklı isimler

harf kodları kullanılır. Tüm kontrolleri yapılan modül olarak montajı yapılacak bir sonraki istasyona gönderilir.



Şekil 7.9 : Basit olmayan ön imalat resmi örneği

7.1.8 “İstasyon H” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde panel imalatı yapılır. Bir veya birden fazla levha sacın kaynak ile alın altına birleştirilmesi sonucu oluşan üretim kademesidir. Sedef Tersanesi’nin eski ve yeni olmak üzere iki adet panel hattı mevcuttur.



Şekil 7.10.1a : Panel hattı kaynak makinaları

Panel hattında profillerin kaynağının nasıl yapıldığı şekil 7.10.1a ve 7.10.1b de gösterilmiştir. Panel hattı üretim metodları da kendi içerisinde değişiklik

göstermektedir. Örneğin panel hattından biri paneli tumba yapmadan tek taraftan çift taraflı kaynak yapabilirken, diğer panel hattında ise bu özellik olmadığından sacın ters çevrilebileceği bir makine sistemi mevcuttur.

Her iki panel hattında da üretim yapılırken konveyör kullanılır. Bu üretim kademesinde toz altı ve gaz altı kaynak metodları kullanılır. Panel hatlarının ne zaman uygun olacağı proje başlarında belirlenir. Bazı durumlarda panel hatlarını kullanmak üretimi hızlandırmadan maliyeti artırabilir. Tersanenin belirlediği yaklaşık olarak standartı şu şekildedir : Tezgah yüksekliği 300 – 500 mm arasında olan, yüksekliği maksimum 13 m boyundaki panellerin çevrilebileceği ve yeterli vinç kapasitelerin olduğu panel atölyelerinde buna uygun paneller üretilir.



Şekil 7.10.1b : Panel çevirme sistemi ve üretim hattı

Aveva Marine programının panel nesti için kendine özgü bir sekmesi bulunmaktadır “panel nesting”. Bu nesting hazırlanarak panellerin kenar kesimleri yapılır ve markalama işlemi burada gerçekleştirilir.

7.1.9 “İstasyon T” üretim kademesi

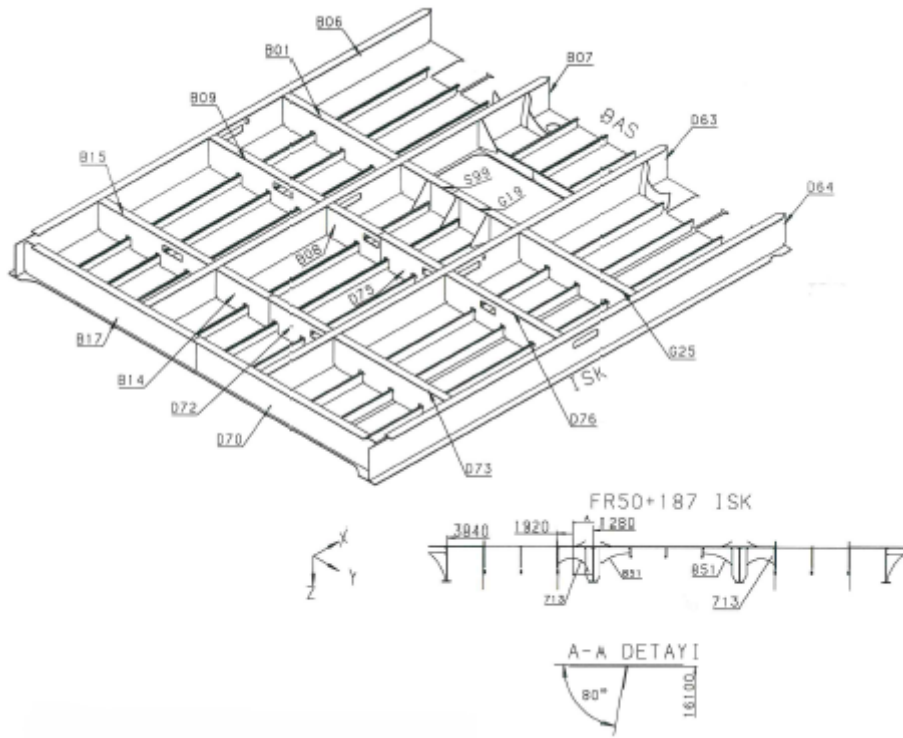
Bu üretim kademesinde elamanlı panel imalatı yapılır. Panel istasyonunda birbirine alın altına birleştirilmiş ve kenar kesimi yapılarak nihayı boyutlara ulaşmış panel üzerindeki markalar referans alınarak stifner ve tülani gibi takviye elemanlarının montajı yapılır. Sedef Tersanesi’nde panel üretim tezgahı ile elamanlı panel üretim tezgahı aynı konveyör üzerinden aynı line da üretim yapılır. Bu kademede en önemli nokta diğer kademelerde olduğu gibi montajı yapılacak profil ve tulanilerin eş

zamanlı olarak üretim hattına ulaşmasıdır. Kopukluklar giderildiğinde üretim hızı gözle görülür şekilde artacaktır.

7.1.10 “İstasyon I” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde düz panel, eğimli panel veya alt gruplar ve elemanların birleştirilmesi yapılır.

İstasyon H den gelen takviye elemanlarıyla birleştirilmiş panel sacı ile istasyon G den gelen komponentler birleştirilir ve ön blok imalatı yapılır. Şekil 7.11 birleşim resmi gösterilmiştir. Kullanılacak vinçler bu istasyonda önem taşır.



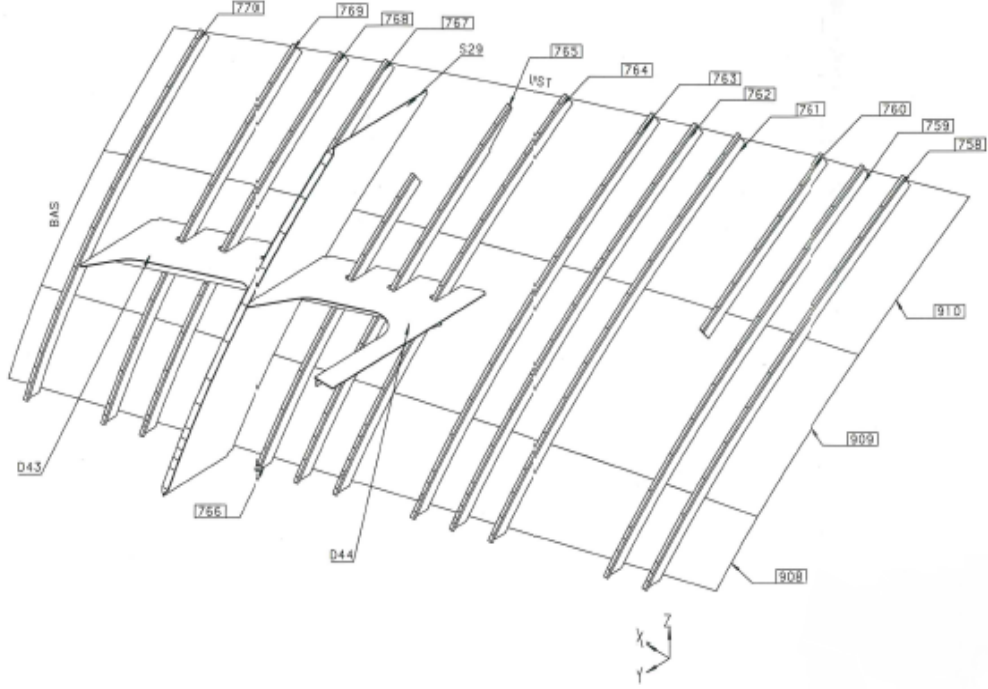
Şekil 7.11 : Panel hattı sacı ile ön imalat parçalarının birleştirilmesi

Dizayn ve planlama departmanının gönderdiği işçilik resimlerinin antetlerinde ilgili istasyondaki parçaların ağırlıkları yazmaktadır. Diklik kontrolünün yapılması kaynak çekmesinin önüne geçecektir. Tecrübeli üretim mühendisleri ve çalışanları çapraz destek elemanlarının atılacak yerleri belirleyerek kaynak çekmelerinin önüne geçerler. Aksi taktirde deformasyonlar oluşur ve kalite kontrol birimlerinden geçer not alamayacaktır.

Gruplu panel nivo veya teodolit yardımıyla seviye kontrolleri yapılır ve bir sonraki iş istasyonuna sevk edilir.

7.1.11 “İstasyon J” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde bir gemide mevcut olan eğrisel blokların imalatı yapılır. Şekil 7.12 de jig üzerinde üretilmesi planlanmış plakanın üretim resmi gösterilmiştir.

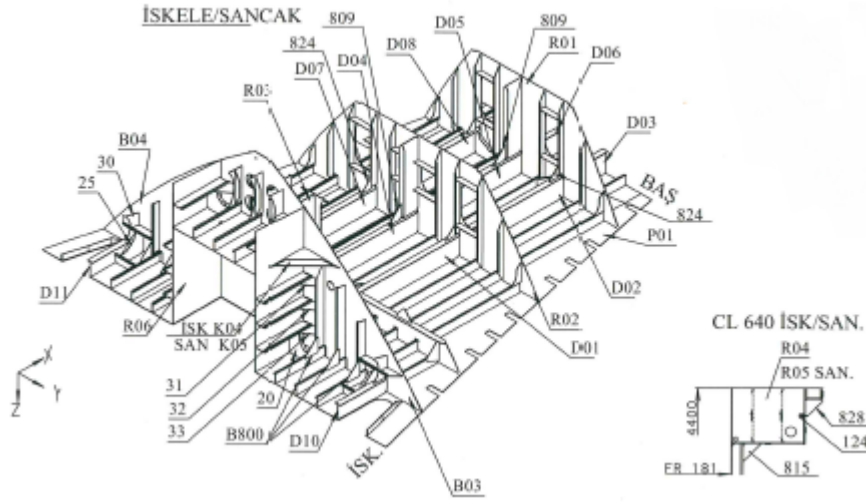


Şekil 7.12 : Jig üzerinde üretim yapılacak eğrisel blok sacı

Genellikle Jig üzerinde üretim yapılarak eğrisel blokların imalatında ortaya çıkan problemlerin giderilmesi amaçlanır. Bu istasyon eğrisel parçaların geleceği pres atölyesi ve box tezgahından gelen malzemelerle beslenir.

7.1.12 “İstasyon K” üretim kademesi

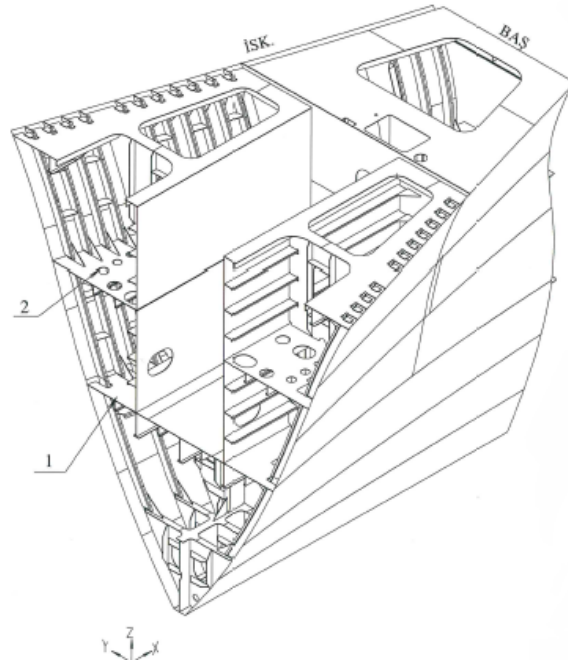
Bu üretim kademesinde ana seksiyon imalat işlemleri gerçekleştirilir. Düz ve eğimli panellerin üzerine gruplar ve elemanların, daha sonra düz veya başka başka eğimli panelin konulması ile oluşan üretim kademesidir. Ön blokların birleştirildiği istasyon olarak düşünülebilir. Yerde üretim yapılıyor mantığıyla yerde kaynayacak şekilde ilgili braketler ve elemanlar da bu istasyonda konur.



Şekil 7.13 : Bloğu oluşturan paneller ve diğer parçaların birleştirilmesi

7.1.13 “İstasyon L” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde istasyon K daki imalata hazırlanmış blokların ters çevrilerek borda sacının sarıldığı istasyondur. Borda sarımı yapıldıktan sonra bloklar ters çevrilerek boyahaneye gönderilir.



Şekil 7.14 : Bloğun ters çevrilip borda sacının sarılması

Bu istasyonda gerekli nakliye ve vinç hizmetlerinin imal edilecek en büyük bloğa göre düzenlenmesi gerekmektedir.

7.1.14 “İstasyon M” üretim kademesi

K istasyonunda işi biten ve sac sarılımı yapılmayacak bloklar kızak montaj sırasına göre boya hollerine alınır. Şekil 7.15 de gösterildiği üzere boya holleri tersanenin maksimum genişlikte gemi üretebileceği şekilde daha önceden düşünülerek en büyük blok etrafına iskele (2 metre) boşluğu kalacak şekilde inşa edilmiştir.



Şekil 7.15 : Raspa ve boyamanın yapıldığı blok holleri

L istasyonunda tüm kaynakları biten, çapakları temizlenen ve taşlanmayan yeri kalmayan blok raspanır ve yüzey temizliği yapılır. Yüzeyi temizlerken boyanın kaynak sırasında meydana gelecek kaynak yanmasının ve deforme olmasının engellenmesi için belli mesafeler boyasız bırakılır.

7.1.15 “İstasyon N” üretim kademesi

Bu üretim kademesinde birden fazla seksiyon bir araya gelerek kızak üzerinde yerleştirilir. Bloklar kreynerler ile kızağa planlama departmanının belirlediği sıra ile alınır. Kızak montajı üretim istasyonlarının sonudur. Bütün seksiyonlar birleştirildiğinde gemi rıhtıma çekilip donatım işleri yapılmak üzere suya indirilir.



Şekil 7.16 : Blokların kızakta montajının yapılması

7.1.16 “İstasyon O” üretim kademesi

Tüm bloklar kızak montajlarını tamamladığında denize iniş için her şey hazır olur. Üretim istasyonu olarak değerlendirirsek 1 günlük bir iştir. Ayrıca planlama yapılırken baz alınan bir tarihtir.



Şekil 7.17.1a : Blok montajlarının tamamlanması

Denize iniş ayrıca müşteri ve gemi inşa firması arasındaki kontratlarda teslim öncesi bir aşama olarak geçmektedir.



Şekil 7.17.1b : Geminin denize inişi

Şekil 7.17.1b de inişi gerçekleşen bir geminin denize iniş töreninden bir fotoğraf gösterilmiştir.

7.1.17 “İstasyon P” HAT (harbour acceptance tests)

Liman içi testlerin yapıldığı istasyondur. Denize iniş sonrasında devreler ve buna bağlı makine elemanları ile yardımcı ekipmanların testleridir.

Gemi seyir tecrübesi gerçekleşmeden önce bu tür denemelerin geminin klas kuruluşu kim ise o firma tarafından görevlendirilmiş sürveyoru gözetiminde raporlandığı üretim aşamasıdır.

7.1.18 “İstasyon R” SAT (sea acceptance tests)

Açık deniz testine verilen isimdir. Teslim öncesinde müşteri ve tersane arasındaki klas kuruluşunun geri dönüşlerin tamamlanıp geminin bazı senaryolarını gerçekleştirdikleri test diyebiliriz.



Şekil 7.18 : Seyir testinin yapılması

Eğer seyir tecrübesi bittiğinde klas kuruluşunun kabul ettiği bir problem mevcut ise seyir tekrarı istenir. Şekil 7.18 de seyir testi sonrası römörkor yardımıyla yanaştırılmaya çalışılan bir gemi gösterilmiştir.

7.1.19 “İstasyon R” teslim

Geminin müşteriye teslim edildiği ve üretim aşamasının sonudur. Çelik işleminde istasyon C de başlayan üretim, teslim edilmesiyle son bulur.

7.2 MRP Programları

Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) Sistemi 1960'lı yıllarda bilgisayar destekli olarak üretim ve malzeme takibi yapmak isteklerine cevap vermek üzere ortaya çıktı. Avrupa'da İkinci Dünya Savaşı öncesinde bir çok ülkede bu tekniğin elle yapıldığı bilinmektedir. MRP sisteminin kullanımıyla birlikte stok düzeylerinin kontrolünden, malzeme akışının her aşamada kontrol edilebildiği bir noktaya ulaşılmıştır.

Günümüzde etken bir planlama sürecinin bilgisayar destekli olması kaçınılmazdır. Bu durumda, yöneticiler klasik yöntemlerden daha etken, yeni yöntemlere doğru aşamalar yapmak ve işletme düzeyinde planlama ve kontrol faaliyetlerini yaygınlaştırmak durumundadırlar.

MRP nin amacı malzeme ihtiyaç planlaması ana üretim planının uygulanabilmesi için hangi malzeme, ne kadar ve ne zaman sorularının cevabını bulma çabasıdır. Bu cevapların bulunması ile MRP bizim gereksiz envanter bulundurmamamızı, planın daha etkin ve verimli olarak uygulanabilmesi ve anlık müşteri isteklerine hızlı şekilde cevap verebilmemizi sağlamaktadır.

Malzeme ihtiyaç planlaması, malzeme için yenileme siparişlerinin açılmasını, zaman fazlı olduğu için talep tarihleri ile ihtiyaç tarihleri saptıkça açık siparişlerin yeniden çizelgelenmesini önerir. Malzeme ihtiyaç planlama sistemlerinin ortak amacı, tüm envanter birimleri bazında dönemler itibariyle brüt ve net ihtiyaçların tespit edilmesi ve bu yolla gerçekçi bir envanter yönetimi için bilgi üretilmesidir. Envanter yönetiminde iki ana faaliyet söz konusudur. Satınalma ve üretim. Bu faaliyetler gerek yeni gerekse eski bir işlemin düzeltilmesi şeklinde olabilir. Yeni faaliyet belirli bir tarihte ve belirli bir miktarda istenilen envanter biriminin temini için sipariş verilmesi veya üretim söz konusuysa iş emri verilmesi şeklinde olabilir.

Planlama sürecinde malzeme ihtiyaç planlama sistemi, eldeki stok miktarlarını brüt ihtiyaçlara atar ve net ihtiyaçların belirlenmesinde gözönüne alınan açılmış siparişlerin zamanlamasının doğruluğunu kontrol eder. Net ihtiyaçların karşılanması amacıyla sistem her envanter birimi için, planla sipariş çizelgesi hazırlar. Bu çizelge hem , hemen verilecek siparişleri hem de gelecekte belirlenmiş tarihlerde verilmesi planlanan siparişleri içerir. Sipariş miktarlarının tespitinde, sistem kullanıcısı söz konusu birim için uygun olabilecek ekonomik sipariş büyüklüğü modellerinden bir tanesini kullanabilir. Ana üretim planının gerçekleşmesi için gerekli tüm parça ve

malzeme ihtiyaçları ile bu ihtiyaçların karşılanması ile ilgili bilgiyi içeren ve malzeme ihtiyaç planlama sistemi tarafından geliştirilen ana plan malzeme ihtiyaç planı olarak tanımlanır.

Malzeme ihtiyaç planlaması imalat ile dağıtım faaliyetleri arasındaki çarpıcı farkları kendi sistemi içinde tanıyan bir yöntem olup, üretim ortamının temel ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde geliştirilmiştir. Bu sistem herhangi bir üretim ortamında envanter yönetiminin üretim planlamasından ayrı olarak düşünölemeyeceği gerçeğini göz önünde bulundurur.

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin başlıca ıktıları :

- Sipariş açma uyarıları (planlanan siparişlerin açılması için)
- Yeniden çizelgeleme uyarıları (açılmış siparişlerin teslim tarihlerindeki değişmeler karşısında gerekli düzeltmelerin yapılması için)
- İptal etme uyarıları (açılmış olan siparişlerin iptal edilmesi veya ertelenmesi için)
- Gelecek dönemde açılmak üzere çizelgelenmiş planlanan siparişler

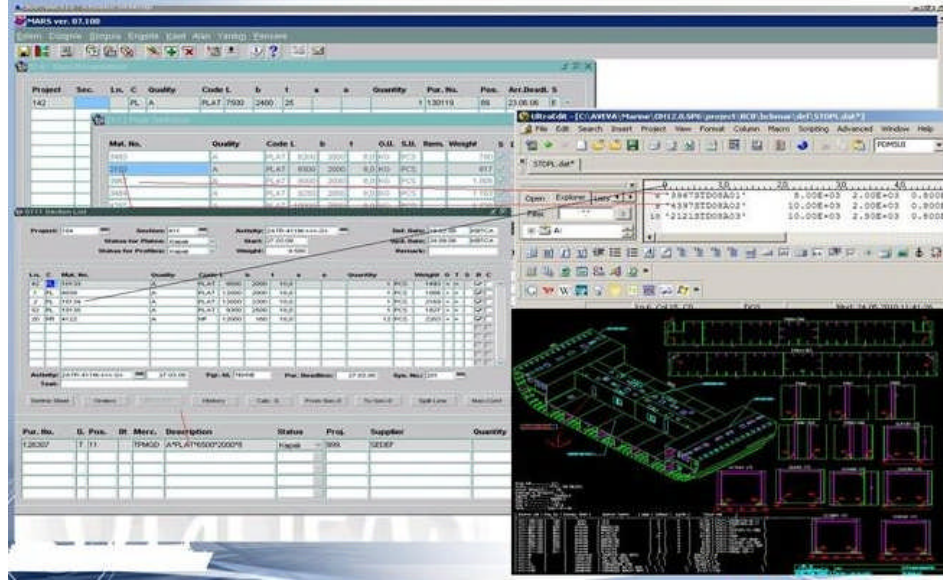
Sistemin ıktıları çok yönlüdür ve kullanıcıların istekleri doğrultusunda farklılıklar gösterebilir.

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminin kullandığı girdiler :

- Planlama dönemi için hazırlanmış ana üretim planı
- Tüm envanter birimlerini içeren envanter durumu bilgileri kütüğü
- Her operasyon için işlem süresi veya malzemeler için satın alma temin süreleri
- Ürün ağaçları bilgileri kütüğü
- Planlanmış ve/veya açılmış siparişlerin miktar ve zamanları
- Bağımsız talep elemanları (başka bir deyişle, doğrudan doğruya müşteri talebiyle belirlenen elemanlar) için, planlama döneminde tahmini talep miktarlarının belirlenmesi. Talep tahminleri, müşteri siparişlerini değerlendirerek de yapılır.

- Belirli operasyonlar için söz konusu olan muhtemel fire oranlarının belirlenmesi.

Sedef Tersanesi MRP programı olarak Aveva Mars programını kullanmaktadır. Blok bazlı üretim yapılırken her bir blok için gereken malzemelerin veri girişi yapılmaktadır.



Şekil 7.19 : Firmanın kullandığı MRP programı (MARS)

Hangi ebatlarda sac gerektiği, ne kadar profile ihtiyaç duyulduğu, ihtiyaç duyulan vanalar, valflerin vb. sisteme girişi yapılmaktadır. Sipariş için sisteme girilen malzemeler satın alma departmanı tarafından görülebilmektedir. Bu malzemelerin ne zaman tedarik edilmesi gerektiğinin tarih bilgisi ise planlama departmanı tarafından sisteme girilmektedir ve ilgili aktiviteleri program içerisinde birbirine bağlamaktadır. Her departmanın MARS programında işlem yapabildiği pencere sayısı sınırlıdır.

Siparişleri verilen malzemeler bir paket halinde ambarlarda stoklanmaktadır . Blok üretimine başlandığında o blokla ilgili malzemeler tek bir paket halinde üretim yapılan yere transfer edilmektedir.

Sonuç olarak MRP mantığı; ana üretim programını ayrıntılı bir hammadde listeleme ve temin programına dönüştürür. Ürün ağacını kullanarak, mevcut dönemler için ne zaman, ne miktarda malzeme kullanılacağını belirlemesi yanı sıra, daha sonraki dönemlere ait üretim programını kullanarak, ne zaman, ne kadar malzeme ihtiyacı olacağını da hesaplar. MRP; stok kontrolü, kapasite ihtiyaç planlama ve imalat takibi

The screenshot displays the HAZOP v10.100 software interface, which is used for process safety analysis. The main window is divided into several panes:

- Top Left:** A menu bar and a toolbar with various icons for file operations, editing, and viewing.
- Top Center:** A project information panel showing details such as Project Name (HAZOP v10.100), Activity (HAZOP), Draw No. (10000000), and a list of participants (HAZOP v10.100).
- Top Right:** A table listing the HAZOP team members, including names, roles, and contact information.
- Center:** A large 3D model of a chemical reactor system. The reactor is a cylindrical vessel with a conical bottom, mounted on a yellow support structure. It is surrounded by piping and other equipment. The model is rendered in a wireframe style, showing the internal components.
- Bottom Left:** A list of HAZOP findings, organized by severity (Critical, Major, Minor) and a table of findings with columns for ID, Description, and Status.
- Bottom Right:** A table of HAZOP findings, organized by severity (Critical, Major, Minor) and a table of findings with columns for ID, Description, and Status.

82

8. MEVCUT GEMİLERİN İNCELENMESİ VE TEORİNİN UYGULAMASI

8.1 Gemilerin Ana Boyutları

Sedef Tersanesi'nin üretim akışı Almanya'nın Flensburg Tersanesi ile yaptığı üretim akışı bilgi paylaşım anlaşmasıyla oluşturulmuştur. Sedef Tersanesi 2000 li yıllarda üretimini yapmış olduğu 6 adet konteyner gemisinin ortalama kızak süresini 80 güne kadar indirmiştir. Türkiye'de gemi inşasında seri üretime en yatkın tersanelerden biri olarak tez için gerekli bilgiyi sağlayabilecektir. Kısıtlar Teorsinin uygulanacağı verilerin alındığı 1900 TEU konteyner gemisi bu bölümde incelenecektir.

1900 TEU Konteyner gemisi blok bazlı üretim sistemiyle üretilecektir. Yan duvarlar iskele, sancak diyerek ikiye ayrılmıştır. Standartın dışında kalan bazı blokların üretilmesinde ağırlık hesabı ve bununla birlikte vinç kapasiteleri göz önüne alınarak birleştirmelere ve bölünmeler gözlenebilir.

Çizelge 8.1 : 1900 TEU konteyner ana boyutları

Ana Boyutlar (1900 TEU)	
Tam boy (LOA)	182,5 m
Dikmeler Arası Boy (LBP)	171 m
Genişlik (B)	28 m
Derinlik	16,1 m
Draft (T)	10 m
Servis Hızı (Knot)	19,5 knot
DWT	26200 ton
Kapasite (TEU)	1900 TEU

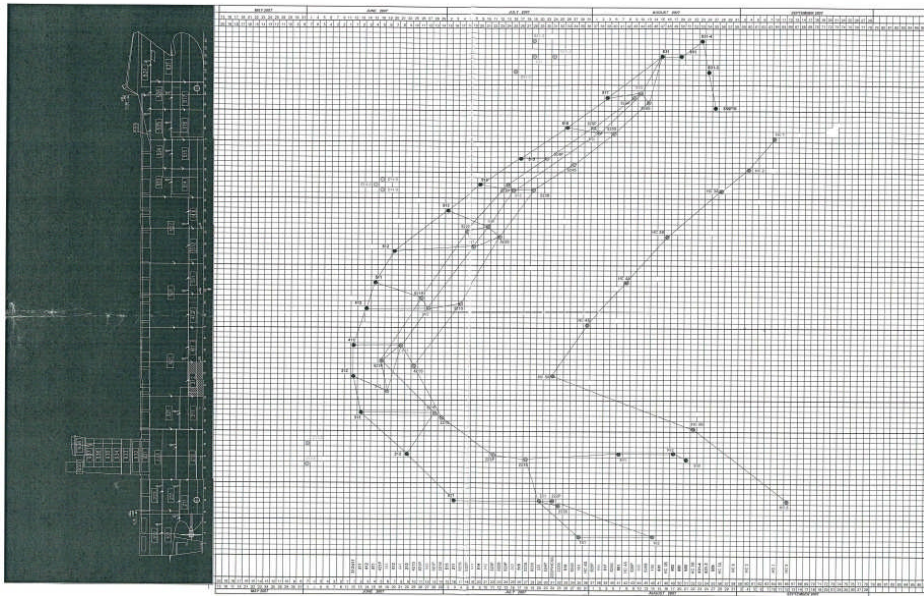
Sedef Tersanesi sistematik bir düzen içerisinde çalışmaktadır. Aveva programı ile gemiyi oluşturan her bir parça tüm ayrıntısına kadar dizayn konstrüksiyon büro tekne, teçhiz ve donatım bölümlerinde yer alan mühendis ve teknikerler tarafından modellenmektedir. Her bir bloğun kızağa çıkana kadar ki işleri (donatım, boya vb) tamamlanmaktadır. Kullanılan program vasıtasıyla gemimiz blok blok modellenmektedir. Hangi parçanın hangi istasyonda montajının yapılacağı, hangi seksiyon elemanlarının duvar ya da dip saclarının hangi panel hattında birleştirileceği

önceden belirlenir. Her bir bloğu oluşturan elemanlar MARS programında sisteme girilir. Bu program kendine özgü bir üretim takip programı olmakla birlikte her bir departmanın ulaşabileceği pencereler daha önceden belirlenmiştir. Örneğin bir bloğun sahip olduğu sac listesi, profil listesi ve boyutları, kullanılacak borunun çeşitleri, kaç metre hangi çapta ya da civatasından somununa kadar tariflenmektedir. Planlama departmanı da daha önce oluşturmuş olduğu planlama sırasına göre bu aktivitelerin atamalarını yapar. Planlamanın oluşturduğu belli aktiviteleri satın alma departmanı görebilmektedir. Bu departmandaki arkadaşlar ise çalışılan tedarikçilerle iletişime geçerek ya da yeni tedarikçi bularak istenen elamanların planlanan tarihten önce tersaneye transferini sağlamaya çalışırlar. Sipariş edilen ekipmanlar çeşitlerine göre Orhanlı (sac ve profil stok sahası, boya, kurutma ve kesim makinaları yer alır) ya da Tuzla'daki ambarlara stoklanır.

Yapımına başlanması planlanan blok zamanı geldiğinde bir paket halinde o blokla ilgili hazırlanmış olan ekipmanların üretimin yapılacağı yere transferi sağlanır. Bu sayede departmanlar arasındaki koordinasyon ve işbirliği ile aksamalar en aza indirilmeye çalışılmaktadır.

8.2 Üretim İstasyon Ağırlıkları

Tersanenin planlama kısmına bakacak olursak her bir aktivitelerin ne zaman başlanacağını belirledikten sonra ilgili aktivitelerle ilgili veri girişini yine bu departman tarafından yapılır.



Şekil 8.1 : Blok birleşim planı

Şekil 8.1 de konteyner gemisine ait blok birleşim planı gösterilmiştir. Sedef Gemi İnşaat istasyon bazında harcanan Adam*Saat miktarlarını kullandığı program yardımıyla raporlar halinde tutmaktadır. İstasyon Ağırlık Listeleri, harcanan iş gücü (Adam*Saat) ile istasyonlarda çalışan adam sayıları belirlenmiş ve gerçekleşen tarihler seri gemi imalatı boyunca SDS programı kullanılarak güncellenmiştir.

Çizelge 8.2 : Blok- Grup isimleri

Gruplar	Bloklar
10	Kıç Pik
20	Makine Dairesi
30	Kargo Blokları
40	Kargo Blokları
50	Kargo Blokları
60	Baş Pik
70	Baş Kasara
90	Üst Bina ve Baca

İstasyonlardaki iş yükü yoğunluğu önemlidir. İş yükü yoğunluğu gemi inşa sektöründe doğru orantılı kullanabileceğimiz verilerdir ve karşılaştırma yapabileceğimiz tonaj bilgileridir. Bunu yapabilmek için geminin istasyon başına düşen ağırlık listelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yukarıdaki çizelgede (çizelge 8.2) yer alan blok listesinde kıç pik, baş pik ve baş kasara blokları oluşturulurken harcanan iş gücü, perde ve double bottom için harcanan iş gücü, diğer bloklardaki tonaj başına harcanandan daha fazladır.

Çizelge 8.3 : İstasyon ağırlıkları

BLOK İMALAT (İSTASYON L)				
Gruplar	Toplam Ağırlık (Ton)	(Adam*Saat)/Ton	KG/(Adam*Saat)	Toplam Adam*Saat
10	473,2	62	62	7609
20	863,0	12	82	10541
30	455,5	7	140	3253
40	675,1	10	104	6492
50	2173,2	9	108	20204
60	121,7	16	62	1975
70	110,1	20	49	2251
90	358,9	15	65	5545
TOPLAM	5230,7	151,0	672,0	57870,0

Örnek olarak istasyon L için oluşturulmuş bir işgücü tablosu (çizelge 8.2) yukarıdaki gibidir. Bu tabloları tüm istasyonlar için uyguladığımızda geminin ilk bloğunun sac kesiminden başlayarak teslim sürecine kadar giden periyodundaki durum ortaya çıkmaktadır. Daha sağlıklı kararlar verip üretimimizi ona göre yönetmemize olanak sağlamaktadır. Blokların nerde ne kadar süre kaldığı bilinmekte ve üretim akışında öncül ve sonraki bağların kurulması ile toplam süreç tamamlanabilmektedir.

8.3 Proje Analizi

Tersanenin bu proje için mevcut planı proje yöneticileri tarafından oluşturulmuştur. Bu plana bağlı olarak veri girişlerini ve takibini yapan planlama departmanının da kullandığı ürün izleme programı yardımıyla projedeki aktivitelerin planlanan ve gerçekleşen sürelerine ulaşılmıştır.

Kısıtlar teoremi uygulamalarında bir aktivitenin bitimiyle diğer aktivitenin başlaması gerekmektedir. İş akışları oluşturulurken tüm blokların istasyon ağırlıklarından yararlanılır ve bu veriler ışığında adam sayıları ve kapasiteler oluşturulur.

Her bir gemi projesine özgü olan blok birleşim planları oluşturulur. Konteyner gemileri için genellikle makine dairesi bloğu ilk başlanan ve en uzun süren bloklardan bir tanesidir. Sedef Gemi İnşaat blok birleşim planını oluştururken bu bloğu ilk önce üretmeye başlayacak ve ilk kızağa çıkan o blok olacak şekilde planlamasını yapmıştır. Kızağa çıkana kadar ki üretim aşamalarındaki aktiviteler bilgi olarak alındı. Tüm blokların kızağa çıkışı ve denize inene kadar ki süreç kızak süresi olarak tablolarımıza işlendi (Sağlam,2011).

Her bir alt görevin sonuna emniyet süreleri ilave edilmeden görevi % 50 bitirme tahmini süresi kullanılarak proje planı yapılacaktır. Daha sonra emniyet süresi proje sonuna ilave edilecektir. Ardışık olarak arasında bağlantı kurulan görevlerin sonuna besleme stokları konulacaktır. (Bunu yaparken çoklu görevlendirmeden kaçınılır) Kaynaklar için ise emniyet stokları konulacaktır. Bu sayede proje boyunca kaynaklardan oluşabilecek proje kaymaları bu stoklar ile önlenecektir. Projenin performansını genel olarak değerlendirebilmek için proje emniyet stoku ve besleme emniyet stokları kullanılır.

% 50 tamamlanma süresi üzerinden çalışırken kesinlikle yönetim bu görevi daha da kısa sürede bitirmeleri için baskı yapmamalıdır. Her bir çalışan tek bir zaman dilimi

içersinde sadece bir görevi bitirmeye yönlendirilmeli, çoklu görevlendirme yapılmamalıdır. İlgili görev biter bitmez görevlerin sonuçları değerlendirilmelidir. Her bir çalışan bir sonraki işinin hangi görev olduğunu öğrenmek için besleme ve emniyet stoklar raporlarını kullanmalıdır.

Yöneticiler de şu durumun farkında olmalıdırlar : Eğer sistemimiz düzgün çalışıyorsa ve hiç bir aksama yoksa bir işçinin boşta gözükmesi o işçinin hiç bir şey yapmadığı anlamına gelmemektedir. Bu yanlış algıyı ortadan kaldırmak gerekmektedir. Proje yöneticileri proje tamponlarını çalışanlarına ellerindeki faaliyetleri ne kadar zaman sonra tamamlayabileceklerini sorarak basitçe yapabilirler. Ancak bunu yaparken baskı yapmaz ve beklenti belirtmezler.

Diğer bir nokta ise kullanılacak kaynak ve kapasitelerin çakışmaması gerekmektedir. %50 tamamlanan ve kaynak çalışmasını ortadan kaldırdığımız projede en uzun yolu belirledikten sonra kritik aktivitelerin olduğu bu zinciri kullanarak uygun yerlere proje ve besleme stokları yerleştirilir.

8.4 Kritik Zincir Proje Planı

Kritik zincir gemimizin başlama tarihinden (sac kesim) bitiş tarihine (teslim) kadar ki en uzun süredir. Aktivitelerimiz ve öncül işler tanımlandıktan sonra ortaya çıkan kritik zincirimiz C-D-G-J-K-L-M-N-O-P-R istasyonları olacak şekilde oluşturuldu.

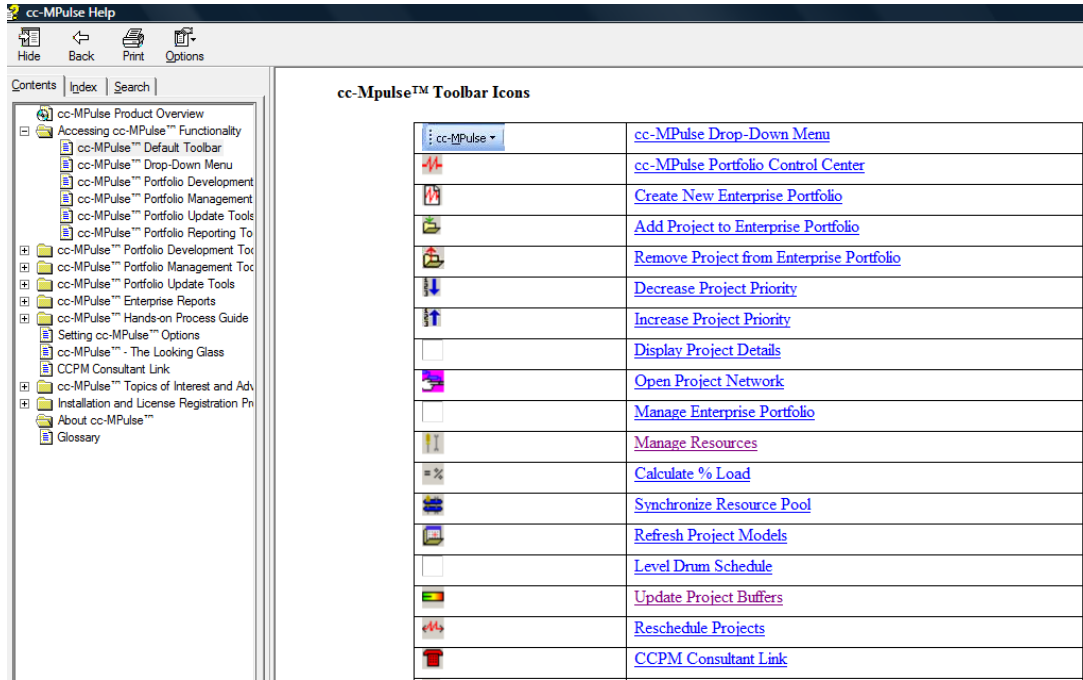
Matematiksel ifadesine bakarsak kritik zincir üzerinde yer alan aktivitelerin %50 tamamlandığı düşünülür ve arta kalan süre aşağıdaki ifadede olduğu gibi kareleri karekök içersinde toplanır. Bu matematiksel ifade bize gösteriyor ki sonuç en büyük sayıya yakınsayacaktır. Elde ettiğimiz sonuç proje sonuna eklenecek emniyet tamponunu oluşturacaktır.

$$\sqrt{C^2 + D^2 + G^2 + J^2 + K^2 + L^2 + M^2 + N^2 + O^2 + P^2 + R^2 + S^2} \quad (8.1)$$

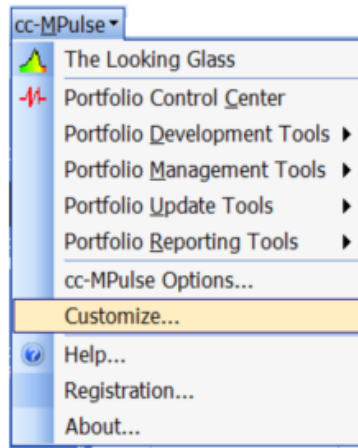
Yine aynı şekilde besleme stoklarına yerleştireceğimiz değerler de karekök yöntemiyle hesaplanır.

Tüm bulduğumuz sonuçları MS Project programında aktiviteleri birbirine bağlayarak gerekli olan günleri ve değerleri girdiğimizde ortaya besleme stokları, emniyet stoları ve kritik zincirin olduğu bir grafik ortaya çıkacaktır.

Paket program kullanarak bu el ile yapılanların doğru olduğunu kıyaslamak, en azından neleri hatalı yaptığımızı görmek için teorisinin sahipleri tarafından geliştirilen ve MS Project ile uyumlu bir yama mevcuttur (cc-(M) Pulse). Program 2007 ve öncesi MS project ile çalıştırılabilir. 2007 ve sonrası desteklememektedir.



Şekil 8.2.1a : CC(m) Pulse araç çubukları



Şekil 8.2.1b : CC(m) Pulse komutlar

El ile yaptığımız hesapta bulduğumuz besleme stokları, kritik zincir dışındaki alt görevlerin kritik zincire öncül aktivite olarak katıldıkları noktalarda kullanılmaktadır. Kritik zincirde meydana gelebilecek en ufak gecikmenin projenin teslimatına direk olarak yansıdığı ve projeyi geciktirdiği aşıkardır. Bu sebeple proje stoku ve besleme stokları hesaplanırken ve yerleri belirlenirken gereken hassasiyet gösterilmelidir. Bizim projemizde ise üç noktada besleme stoğu mevcuttur. Sac eğim (İstasyon B), profil eğim (İstasyon E), panel montaj (İstasyon T) kritik zincirimize öncül aktivite olarak malzemeler tedarik etmektedirler.

8.5 Kısıtlar Teoreminin Uygulanması

Sedef Gemi İnşaat ürettiği her projeye bir numara atamaktadır. 6 adet üretilen 1900 TEU konteyner gemileri sırasıyla 151 ve 156 arasındadır. Biz ilk gemi ve son iki gemi verileriyle çalışacağız. Amacımız ilk gemideki yapabileceğimiz iyileştirme ile en son gemide yapabileceğimiz iyileştirme arasındaki farkı görebilmektir. Ayrıca firmanın iyileştirme değerleriyle karşılaştırmaktır. Üretimin yapıldığı tarihlerde planlama departmanında çalışmış mühendisler nasıl bir iyileştirme yüzdesi uyguluyorsunuz diye soru yöneltildi. %5-%10 arasında bir değeri her proje için uygulama çalıştıklarından ama genelde çok fazla bir değişiklik yapmadan projeyi devam ettirdikleri bilgisini paylaşıldı.

Çizelge 8.4 : Gerçekleşen ve planlanan süreler.

Proje No 154							
İstasyon No	Aktivite	Planlanan			Gerçekleşen		
		Başlangıç	Bitiş	Süre (Gün)	Başlangıç	Bitiş	Süre (Gün)
C	BLOK KESİM	26.06.2007	30.06.2007	3 gün	26.06.2007	01.07.2007	4 gün
D	PAH & KAYNAK AĞZI	29.06.2007	01.07.2007	2 gün	29.06.2007	01.07.2007	2 gün
G	ÖN İMALAT	29.06.2007	31.07.2007	24 gün	30.06.2007	11.08.2007	31 gün
B	BLOK SAC EĞİM	01.07.2007	04.07.2007	4 gün	02.07.2007	09.07.2007	6 gün
A	PROFİL HAZIRLAMA	04.07.2007	09.07.2007	4 gün	04.07.2007	10.07.2007	5 gün
E	BLOK PROFİL EĞİM	08.07.2007	14.07.2007	5 gün	08.07.2007	15.07.2007	6 gün
F	PANEL SAC KESİMİ	11.07.2007	15.07.2007	3 gün	11.07.2007	14.07.2007	4 gün
H	HAFİF PANEL İMALAT	14.07.2007	21.07.2007	6 gün	15.07.2007	16.07.2007	8 gün
I	PANEL İMALAT	20.07.2007	29.07.2007	7 gün	23.07.2007	24.07.2007	10 gün
T	PANEL MONTAJ	27.07.2007	06.08.2007	8 gün	27.07.2007	11.08.2007	11 gün
J	EĞRİSEL BLOK İMALAT	22.07.2007	18.08.2007	20 gün	28.07.2007	01.09.2007	26 gün
K	ANA SEKSIYON İMALAT	11.08.2007	24.09.2007	33 gün	23.08.2007	17.10.2007	40 gün
L	BLOK İMALAT	13.09.2007	29.09.2007	17 gün	02.10.2007	20.10.2007	13 gün
M	BLOK BOYA	30.09.2007	05.10.2007	6 gün	15.10.2007	21.10.2007	5 gün
N	KIZAK BLOK MONTAJ	05.10.2007	30.01.2008	85 gün	21.10.2007	10.02.2008	81 gün
O	DENİZE İNİŞ	02.02.2008	02.02.2008	1 gün	11.02.2008	12.02.2008	2 gün
P	HAT	03.02.2008	06.04.2008	45 gün	13.02.2008	27.04.2008	52 gün
R	SAT	07.04.2008	08.04.2008	2 gün	28.04.2008	30.04.2008	3 gün
S	TESLİM	09.04.2008	27.03.2008	3 gün	01.05.2008	06.05.2008	4 gün
			Toplam	278 gün			313

Üretim takip programından alınan ve istasyon isimlerine bağlı olarak planlanan iş günü ve gerçekleşen iş günü sayıları tablodaki gibidir. Kısıtlar teorisi felsefesini uygulamak için gerçekleşen faaliyet süreleri üzerinden işlem yapılacaktır.

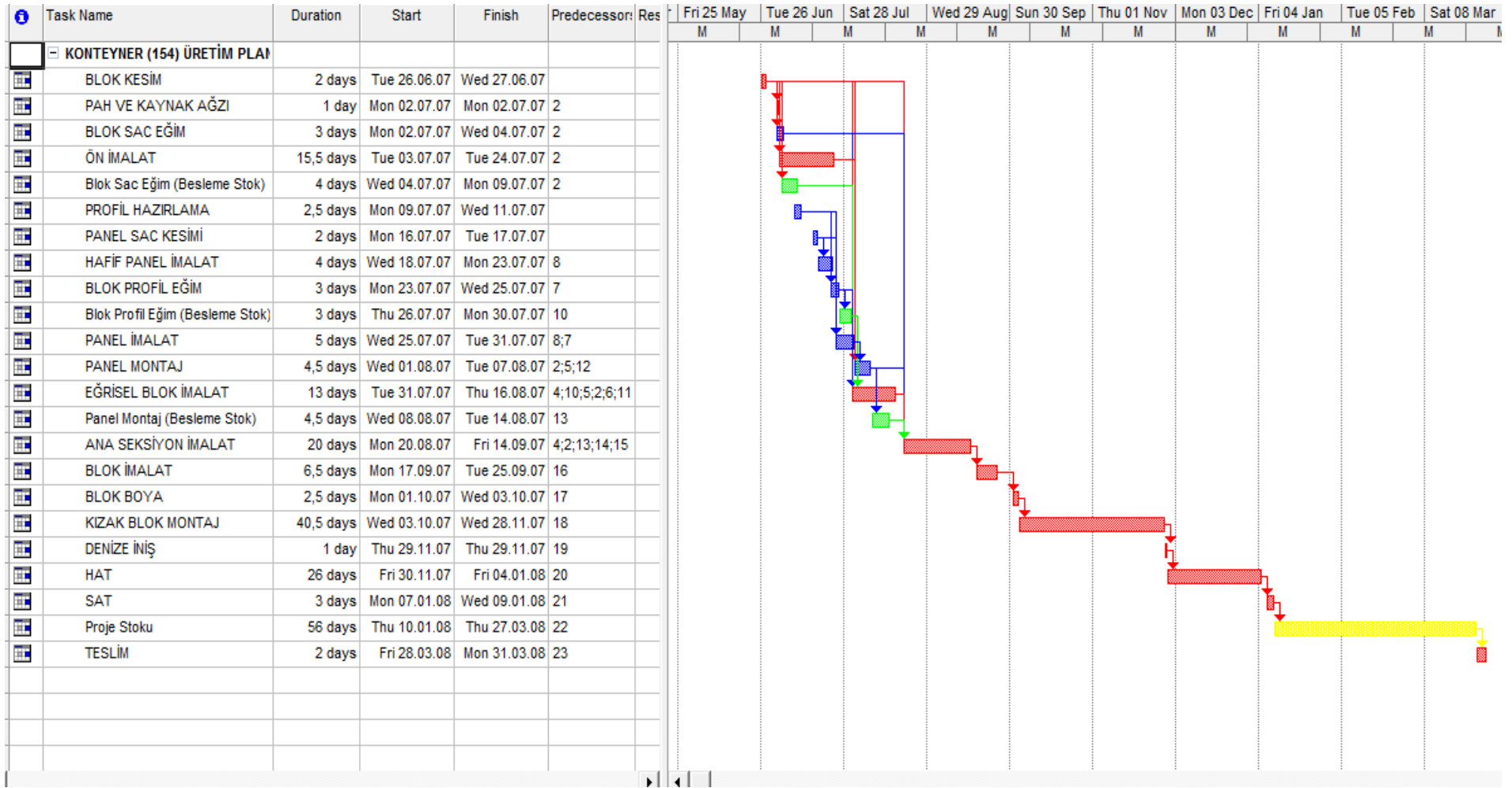
Çizelge 8.5 : Kısıtlanmış faaliyet süreleri.

İstasyon No	Aktivite	Güvenlik Payı Var	Güvenlik Payı Yok	ÖNCÜL İŞLER
		Gerçekleşen Süre (Gün)	Kısıtlanmış Süre (Gün)	
C	BLOK KESİM	4 gün	2,0 gün	
D	PAH & KAYNAK AĞZI	2 gün	1,0 gün	C
G	ÖN İMALAT	31 gün	15,5 gün	C
B	BLOK SAC EĞİM	6 gün	3,0 gün	C
A	PROFİL HAZIRLAMA	5 gün	2,5 gün	
E	BLOK PROFİL EĞİM	6 gün	3,0 gün	A
F	PANEL SAC KESİMİ	4 gün	2,0 gün	
H	HAFİF PANEL İMALAT	8 gün	4,0 gün	F
I	PANEL İMALAT	10 gün	5,0 gün	H;A
T	PANEL MONTAJ	11 gün	5,5 gün	C;G;I
J	EĞRİSEL BLOK İMALAT	26 gün	13,0 gün	B;E;G;C
K	ANA SEKSİYON İMALAT	40 gün	20,0 gün	B;C;T;J
L	BLOK İMALAT	13 gün	6,5 gün	K
M	BLOK BOYA	5 gün	2,5 gün	L
N	KIZAK BLOK MONTAJ	81 gün	40,5 gün	M
O	DENİZE İNİŞ	2 gün	1,0 gün	N
P	HAT	52 gün	26,0 gün	O
R	SAT	3 gün	1,5 gün	P
S	TESLİM	4 gün	2,0 gün	R

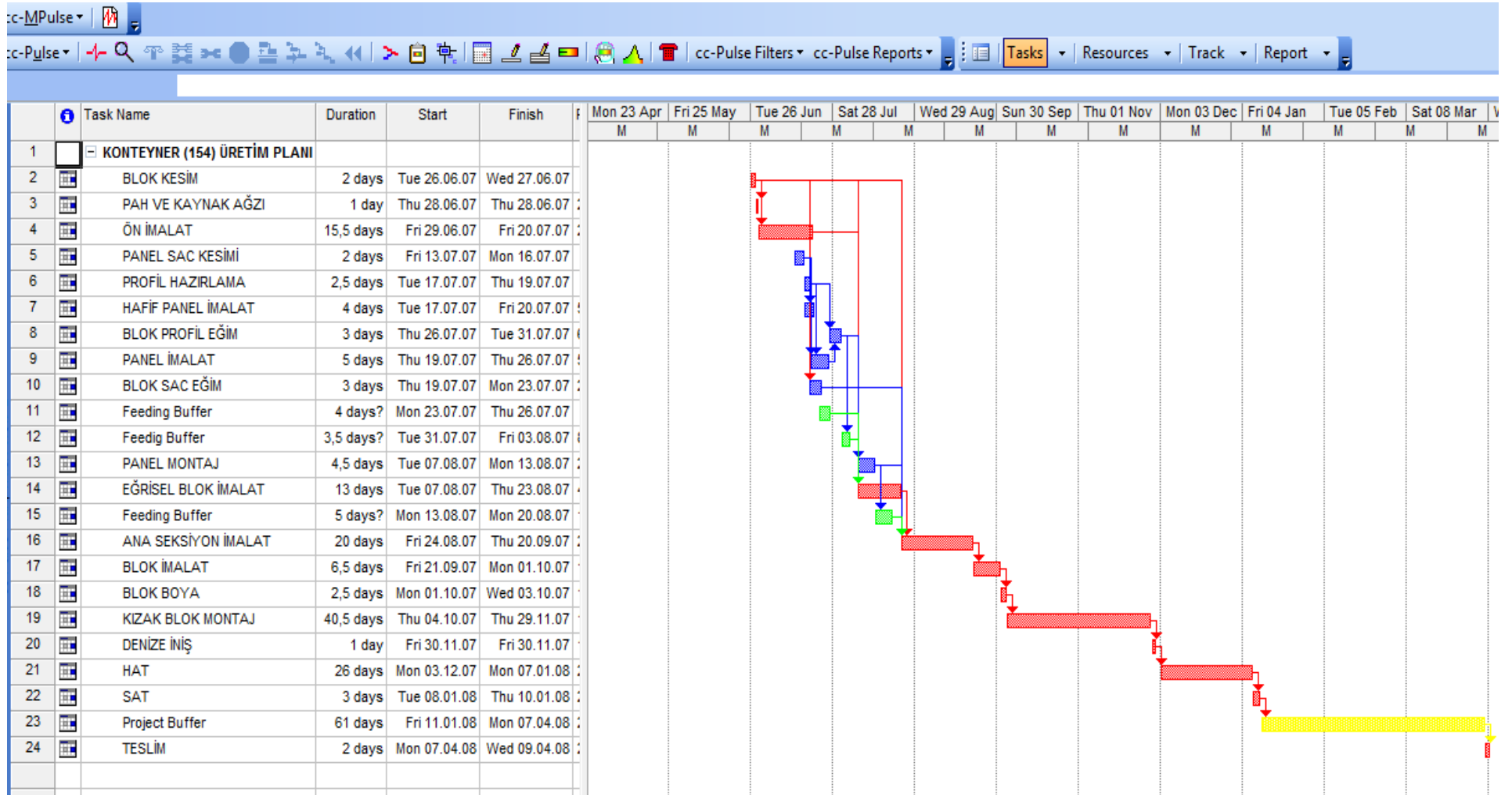
Toplam	313 gün	157 gün
--------	---------	---------

Proje Stok	56 gün
------------	--------

“Güvenlik payı var” sütununda yer alan süreler istasyon bazında projenin gerçekleştirme süreleridir. “Güvenlik payı yok” sütündakiler %50 tamamlanma süreleri fikri ile yarı yarıya düşürülmüş sürelerdir. Kırmızı ile gösterilen kritik zincirde yer alan yarı yarıya azaltılmış sürelerin karelerinin karekökü hesaplanarak proje stok belirlenir (56 Gün).



Şekil 8.3 : MS project proje ve besleme stokları.



Şekil 8.4 : CC(m) Pulse proje ve besleme stokları.

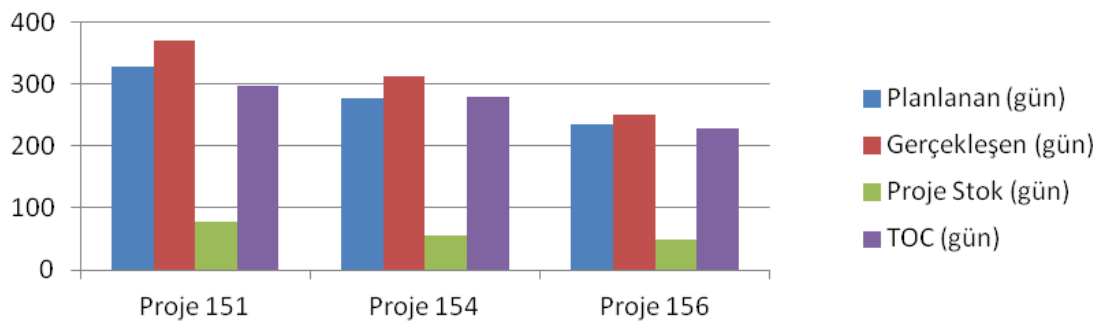
Matematik ifade kullanarak hesaplanan kritik yol, emniyet stoku ve besleme stoku bir önceki sayfadaki çizelge 8.4 de gösterilmektedir. Kırmızı renkli olanlar kritik yolu, sarı renk proje stokunu, yeşil renkler ise besleme stoklarıdır. CC(m) Pulse programı girilen bilgiler ile kritik zinciri tespit etmiş, proje ve besleme stoklarını el ile yapılan proje planındakine benzer şekilde yerleştirmiştir. Program ile proje stoku 61 gün hesaplanmıştır. Besleme stokları istasyon B-E-T’de verilmiştir. Aşağıdaki çizelgede uygulanan yöntem sonucunda ortaya çıkan iyileştirme yüzdeleri gösterilmiştir.

Çizelge 8.6.1a: Proje iyileştirme yüzdeleri

Proje No	151	154	156
İyileştirme %	% 19,5	% 10,5	% 8,4

El ile yapılan projeden farklı olarak proje teslim tarihi 09.04.2008 hesaplanmıştır. El ile yapılan proje tarihinden 9 iş günü daha geç bir teslim tarihidir. Projenin gerçekleşen teslim tarihinden ise 20 iş günü (haftasonları dahil edilmemiştir) daha iyi bir sonuç elde edilmiştir. Proje No 154 olması tersanenin hatalarını olabildiğince minumuma indirip, kritik zincir üzerinde yer alan aktiviteler süresini olabildiğince kısalttığını göstermektedir. Sonuçlar kısmında belirtileceği üzere ilk projelerde bu fark azımsanamayacak kadar fazladır.

Çizelge 8.6.1b: Sonuçların grafiksel gösterimi



Paket program kullanılarak farkın oluşmasının sebebi programın sağlıklı sonuçlar vermesi için en az 50 alt göreve ihtiyaç duymasıdır. Aktivite sayısının az olması sebebiyle kritik zincir üzerinde ağırlığı fazla olan aktivitelerden etkilendiği düşünülmektedir. El ile yapılan hesaplamanın avantajı ise uygulamayı oluşturan bireyin olaya daha hakim olması, kendisinin aktiviteler arasında bağlantı kurmasıdır.

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kısıtlar Teorisi, en zayıf halka yaklaşımı ile geleneksel yaklaşımlardan farklı bir performans ve sürekli iyileştirme felsefesi getirmektedir. Doğru kaynakların doğru zamanda ve doğru görevde kullanılması teorinin esasını teşkil etmektedir. Kısıtlar Teorisi bu yönü ile sistem anlayışının olduğu her yapıda uygulanabilir.

Ülkemizde üretim prosesine sahip ve bir proje yönetim sistemi uygulayan tersane sayısının az olduğu bilinmektedir. Hedefimiz gemi inşa üretim sisteminde yapacağımız değişiklikleri ölçebileceğimiz bir yapının oluşturulması ve sektörün bu verilerden yararlanarak somut değerlere sahip olmasıdır. Üretim planlamasını ölçülebilir kılmak Türkiye Gemi İnşa Sanayisi için artı bir değer olacaktır.

Bu amaçla Sedef Gemi İnşa firmasının 2000 li yıllarda üretmiş olduğu ve üretim süresini olabildiğince kısalttığı 1900 TEU konteyner gemilerine uygulanan Kısıtlar Teorisi ile daha erken teslimat sağlanabilir mi sorusuna cevap bulmaya çalışıldı. Üretim verileri kullanılan 6 adet konteyner gemisinden birincisi, dördüncüsü ve altıncısı üzerinde çalışmalar yapıldı.

İlk projede %19,5 luk iyileştirme oranı sağlarken (çizelge 8.6.1a) son projede bu oran % 8,4 e kadar geriledi. Bunun anlamı firmanın tecrübe kazanarak kendi bünyesinde iyileştirmeler yapmış olmasıdır. İlk projede geminin teslimi için planladığı süre ile gerçekleşen süreler arasındaki fark fazla iken son projede bu fark olabildiğince azaltıldı. Teoriyi uygulayarak elde edilen iyileştirme oranındaki azalma (% 8,4 lük bir oran) bunu desteklemektedir.

Teorem uygulandığında ilk gemi için 72 gün, dördüncü için 53 gün , son gemi için ise 21 gün teslimat süresinde (çizelge 8.5.1b) bir kısaltma yapılmıştır. Proje stoklarının lineer bir şekilde azalmamış olmasının sebebi kritik yol üzerinde yer almayan alt görevlerdeki değişimlerin (besleme stoklarının olduğu) proje stok hesabına katılmıyor olmasıdır.

İyileştirme oranlarına paralel olarak stoklar azaltılmış ve orantılı olarak da işletme giderlerinde azalma göstermesi beklenmektedir. İyileştirme ile bir sonraki projeye daha erken başlanabılacak ve teslimatın erken yapılması ile beraber müşterinin bakış açısı değişecektir. Yeni projeler için rakiplerine oranla bir adım önce olacaktır.

Sonuç olarak bu tip teorik çalışmalar başka sektörlerde ve başka ülkelerde verimli bir şekilde uygulanmaktadır. Bu teorinin seri gemi üretimi yapan firmaların karar vericileri tarafından benimsenmesi ve uygulamaya konulması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akman, G., Karakoç, C.,** (2005), “Yazılım Geliştirme Prosesinde Kısıtlar Teorisinin Düşünce Süreçlerinin Kullanılması”, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Yıl 4, Sayı 7
- Aryanezhad, M.B., Komijon, A.R.** (2004). An Improved Algorithm For Optimizing Product Mix Under The Theory Of Constraints.Vol 42, No.20
- Burton-Houle, T.,** 2001. The Theory of Constraints and its Thinking Process: A Brief Introduction to TOC, The Goldratt Institute, Connecticut, USA
- Büyükyılmaz, O. ve Gürkan, S.,** (2009). Süreçlerde En Zayıf Halkanın Bulunması: Kısıtlar Teorisi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt No: 5, Sayı No:9.
- Carl, Stephen ,**1998, Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects, Master of Business Administration Thesis, Massachusetts Institute of Technology
- Choe, K., Herman, S.,** (2004), Using Theory of Constraints tools to manage organizational change: A case study of euripa labs, International Journal of Management and Organisational Behaviour, Vol.8, No.6
- Dettmer, H. W.,** 1997. Goldratt’s Theory of Constraints, A System Approach to Continous Improvement, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin USA.
- Goldratt, M.Eliyahu,** (1984). The Goal, North River Press, Great Barrington
- Goldratt, M.Eliyahu,** (1990). What is this thing called Theory of Constarints, and How Should it be implemented?, WI:ASQC Quality Press, Milwaukee
- Goldratt, M.Eliyahu,** Critical Chain, 2. Basım, United States of America, 1997, s 7.
- Gürses, M.,** (2006). Kısıtlar Teorisi ve Proje Yönetimindeki Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İşçigil, Emrah ,** 2005, Pazar Kısıtlı Organizasyonlarda Kısıtlar Teorisi Uygulaması, Kısıtlar Teorisi Yüksek Lisans Dersi, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği
- Jacob, D. ve McClelland W.T.,** (2001). The Theory of Constraints Project Management, The Goldratt Institute
- Karamaraş, B.E.** (2002). Kısıtlar Teorisi Ve Muhasebe Uygulamaları. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir:Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Köksal, G.**, (2004), “Altı Sigma'da Kısıtların Yönetimi”, Altı Sigma Forum Kasım Aralık, Ankara
- Köksal G.**, “Selecting quality improvement projects and product mix together in manufacturing”, International Journal of Production Research, Vol. 42, No. 23, 01 December 2004, pp.5009-5029.
- Kuo Tsai-Chi, Sheng-Hung Chang.** “Due-date performance improvement using TOC’s aggregated time buffer method at water fabrication factory”, [Electronic Version], ScienceDirect,2008, (10 Ekim 2008), s.1785
- Leach, P.**, (2000). Critical Chain Project, Artech House Ins., Norwood
- Mabin, V.**, (1999), Goldratt's "Theory of Constraints" Thinking Processes: A Systems Methodology linking Soft with Hard, School of Business and Public Management Victoria University of Wellington, Wellington
- McMullen, Jr T.B.**, 1998. Introduction to the Theory of Constraints (TOC) Management System, CRC Press LLC, USA
- Özdemir, Gökhan**, 2006, Kısıtlı Kaynaklarla Proje Çizelgelemesi Problemlerinde Kullanılan Genetik Algoritma Metodları Ve BunlarınKarşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Özkök, M.**, (2010). Tersane Verimliliğinin İyileştirilmesi: Gemi İnşaatında Modern Endüstri Mühendisliği ve Belirsizlik Süreçlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Patrick, F.** “ Critical Chain Scheduling and Buffer Management” , 1998
- Pegels, C.C. and Watrous, C.**, 2005. Application of the theory of constraints to a bottleneck operation in a manufacturing plant, Journal of Manufacturing Technology Management, **16**, 302-311.
- Rand, G. K.**, 2000. Critical Chain:the theory of constraints applied to project Management, Int.J.of Project Management. 18, 173-177.
- Sağlam, Serhat.H.** (2012), “Gemi Üretiminde İş akışlarında Darboğazların Analizi ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Sadıç, Şenay, Özdemir, Dilek, Gözlü, Sıtkı.** (2006), “Kısıtlar Kuramı Yaklaşımı ile Petrol İthalat ve Ulusallaştırma Sürecinin İyileştirilmesi.” İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 5 Sayı:10
- Scheinkopf, L.**, (1999), Thinking for a Change-Putting the TOC Thinking Processes to Use, St. Lucie Press, USA
- Steyn, H.**, (2002). Project Management Applicationsof the theory of constraintsbeyond critical chain scheduling, International Journal of Project Management, 20: 75-80.

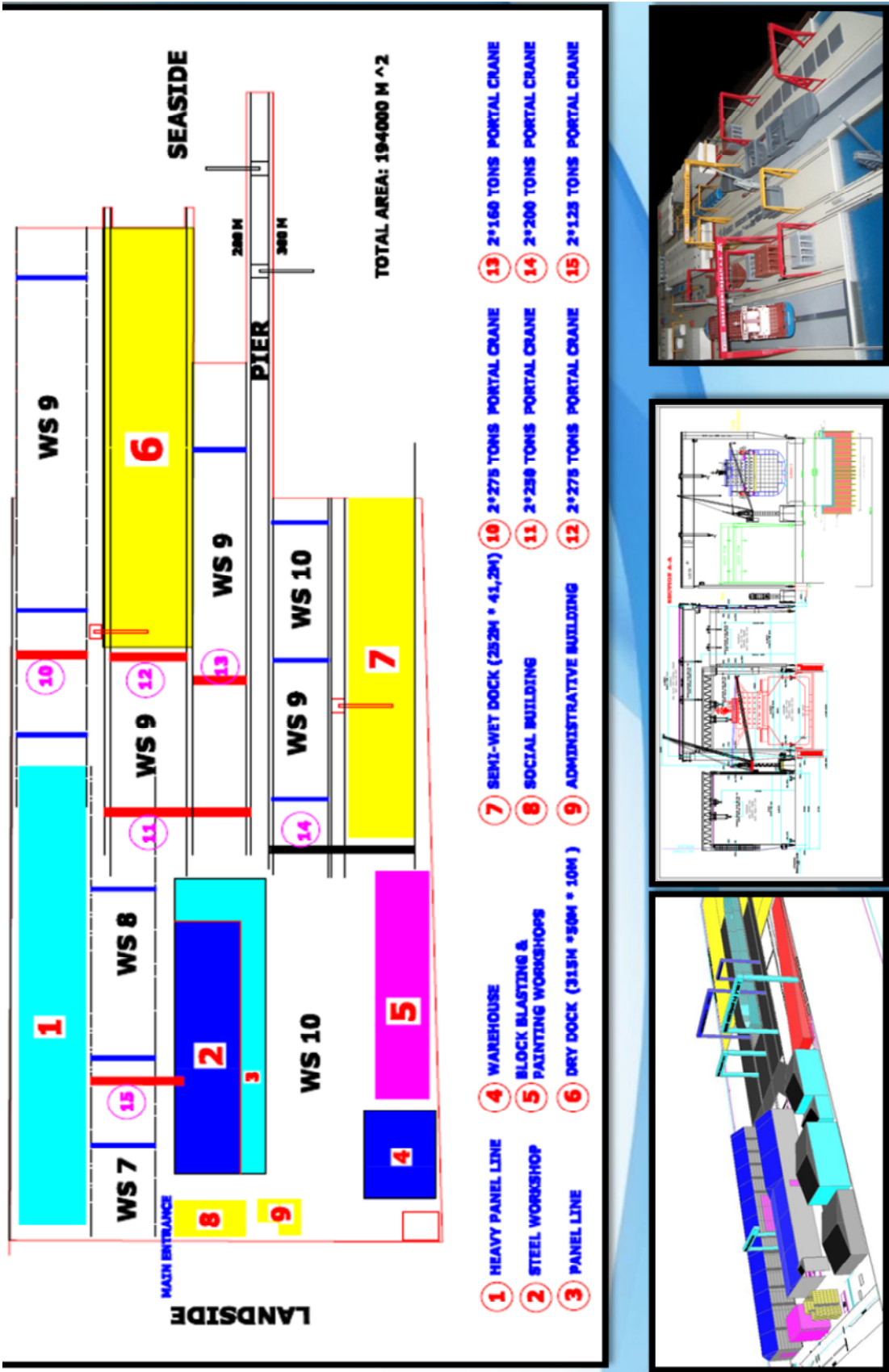
- Taylor Lloyd, Erin Thomas** “Applying Goldratt’s thinking process and the theory of constraint to the invoicing system of an oil and gas engineering consulting firm” International Society for Performance Improvement, cilt 47 (2008), s.29
- Tekin, H.,** (2006). Kısıtlar Teorisi ve Proje Yönetimindeki Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Umble, M., Srikanth, M.L.** (1995). Synchronous Manufacturing: Principles For Word-Class Excellence., The Spectrum Publishing Company, USA
- Ünal, E., Tanış, V., Küçüksavaş, N.,** 2005. Kısıtlar Teorisi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14, 433-448
- Ünsal, E. N. , Tanış, V. N. , Küçüksavaş, N. ,** Kısıtlar Teorisi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulama *Ç. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 14, Say 2, 2005
- Üreten, S.,** (1999). Bir Yönetim Aracı Olarak Kısıtlar Teorisi ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Yaralıoğlu, Kaan,** (2004), Uygulamada Karar Destek Yöntemleri, İzmir
- YU, Chien-Chih,** NOPPADON, Nuntasukasame, 2003, National ChengChi University, Buffer Management for Multi-Project Scheduling and Control in Critical Chain Project Management
- Wei, C., Liu, P., Tsai, Y.** 2002. Resource- constarint Project management using enhanced theory of constraint, *International Journal of Project Management*. **20**, 561-567.
- Wendell P . Simpson,** Ph.D., Critical Success Factors in Critical Chain Project Management

EKLER

EK A: Tersane Yerleşim Planı

EK B: Üretim İstasyonları

EK C: 1900 TEU Konteyner Gemisi



EK B



Stok Sahası



Atölyeler



Atölyeler



Teçhizat Atölyesi



Boru Büküm Tezgahı



Ön Raspa Boya
Ünitesi
(Yüzey Hazırlık)



Çelik İşleme Atölyesi

21



Ön boyama ve Raspa



Kesim Tezgahı



Profil İşleme Tezgahı



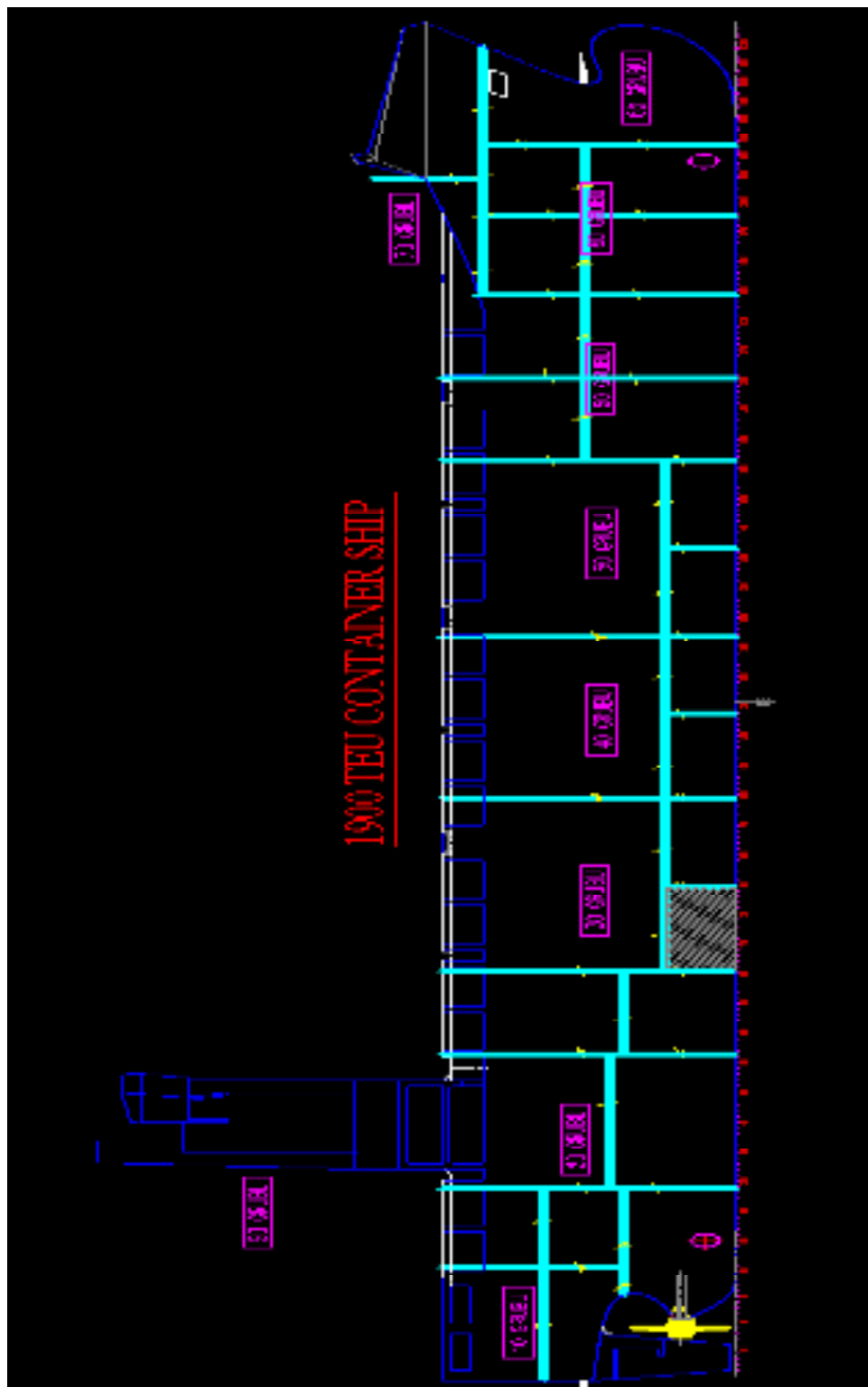
Sulu Kesim Tezgahı



Abkant Pres Tezgahı



Sac Büküm Tezgahı



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Sezgin KARABACAK
Doğum Tarihi ve Yeri: 30.11.1988 - Zonguldak
E-posta : szgnkarabacak@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2007 - 2011, Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği
- **Yüksek lisans** : 2011 - 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Programı
2013 - 2014, Hamburg Teknik Üniversitesi (Erasmus Programı), Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalı, Gemi İnşaatı Mühendisliği Programı
- **Yüksek lisans** : 2014 - Devam ediyor, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İşletme Mühendisliği Programı