

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KISITLAR TEOREMİ İLE GEMİ BLOK İMALATI
SÜREÇ OPTİMİZASYONU

Zafer DEVECİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Programı

Danışman

Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ

Temmuz, 2024

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KISITLAR TEOREMİ İLE GEMİ BLOK İMALATI SÜREÇ
OPTİMİZASYONU**

Zafer DEVECİ tarafından hazırlanan tez çalışması 31.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nurten VARDAR, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hasan Bora USLUER, Üye

Galatasaray Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ sorumluluğunda tarafımda hazırlanan “Kısıtlar Teoremi ile Gemi Blok İmalatı Süreç Optimizasyonu” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Zafer DEVECİ

İmza

X X X X X X X X

TEŞEKKÜR

Şirketlerin asıl amacının karlılık olduğunu, her üretim sürecinde en az bir kısıtın mevcut olduğu ve bu kısıtın öncelikle doğru bir şekilde tespit edilmesi, daha sonra kısıtın ortadan kaldırılması veya etkisinin en aza indirilmesi için iyi bir proje yönetim sisteminin yapılması gerekliliğini savunan kısıtlar teorisi, tezin ana konusu olarak ele alınmıştır. Firmaların üretim sürelerine uygulanan bir teorik yaklaşım ile emniyet tamponları oluşturulmuştur, bu süreler daha sonra proje sonlarına eklenerek, proje üretim süresinin kısalmasına ve oluşabilecek gecikmelerin önüne geçilmesine imkan sağlamıştır. Çalışmada da ülkemizin en büyük ve prestijli tersanelerinin birinde yer alan bir yat firmasındaki iş akışı ve üretim kademeleri incelenerek, blok imalat süreçleri kısıtlar teoremi kapsamında incelenmiştir.

Çalışmamın başından sonuna kadar benden desteğini esirgemeyen, her türlü sorunumda sabırla çözmek için elinden geleni yapan, her zaman yol gösteren ve kendisiyle çalışma fırsatı bulduğum için hep çok şanslı hissettiğim değerli hocam Yıldız Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ'ye ve bu vesileyle tüm bölüm hocalarıma teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca bu günlere gelmemi, bu başarıyı tatmamı sağlayan, bana her türlü güçlüğü altından nasıl kalkabileceğimi öğreten gerek maddi gerek manevi destekleri ile her zaman yanımda olduklarını hissettiren değerli eşime ve aileme en içten teşekkürlerimi sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımla sunarım.

Zafer DEVECİ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iv
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	6
1.3 Hipotez.....	6
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	
2.1 Gemi İnşa Sanayisi, Önemi ve Mevcut Durumu.....	7
2.1.1 Gemi İnşaatında Üretim Aşamaları.....	9
2.1.1.1 Nesting ve CNC Kesim İşlemleri.....	10
2.1.1.2 Ön İmalat.....	11
2.1.1.3 Blok İmalat.....	11
2.1.1.4 Çelik Tekne Montajı.....	12
2.1.2 Yat İnşaatı.....	13
2.1.3 Gemi İnşa Sektörünün Dünyadaki Gelişimi.....	15
2.1.4 Türk Gemi İnşa Sanayisinin Mevcut Durumu.....	17
2.1.5 Türk Gemi İnşa Sanayisinin Sorunları.....	19
2.2 Kısıtlar Teorisinin Kavram ve Tanımı.....	21
2.2.1 Kısıtlar Teorisinin Temel İlkeleri.....	23
2.2.2 Kısıt Türleri.....	24
2.2.2.1 Kapasite Kısıtları.....	24
2.2.2.2 Malzeme Kısıtları.....	25
2.2.2.3 Pazar Kısıtları.....	25
2.2.2.4 Lojistik Kısıtlar.....	26
2.2.2.5 Yönetsel Kısıtlar.....	26
2.2.2.6 Davranışsal Kısıtlar.....	27
2.2.2.7 Davranışsal Kısıtlar.....	27
2.2.2.8 Lojistik Bileşenler.....	29

2.2.2.9	Problem Çözme/Düşünme Süreci.....	31
2.2.3	Kısıtlar Teorisinin Faydaları.....	32
2.2.4	Kısıtlar Teorisinin Faydaları.....	34
3.	GEMİ BLOK İMALATI SÜRECİNE KISITLAR TEORİSİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI	
3.1	Araştırmanın Yöntemi.....	36
3.2	İşletme Hakkında Genel Bilgi.....	36
3.3	Araştırmanın Uygulanması.....	37
3.3.1	Yatın Ana Boyutları.....	37
3.3.2	Üretim İstasyon Ağırlıkları.....	38
3.3.3	Proje Analizi.....	39
3.3.4	Kritik Zincir Proje Planı.....	40
3.4	Kısıtlar Teoreminin Uygulanması.....	41
4.	SONUÇ	46
	KAYNAKÇA	48
	TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	53

KISALTMA LİSTESİ

MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
PERT	Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
UMS	Ulusal Meslek Standardı
HAT	Liman Kabul Tesit
SAT	Deniz Kabul Testleri
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Gemi üretim aşamaları.....	10
Şekil 2.2 Blok imalat.....	12
Şekil 2.3 Blok montajı.....	13
Şekil 2.4 Tersane sayıları.....	17
Şekil 2.5 Tersane kapasiteleri.....	18
Şekil 2.6 Teslim edilen gemi sayıları.....	18
Şekil 2.7 Gemi inşa sanayisinde istihdam edilen kişi sayısı.....	19
Şekil 2.8 Alınan siparişlerin gemi tiplerine göre dağılımı.....	19
Şekil 2.9 Kısıt türleri.....	24
Şekil 2.10 Kısıtlar Teorisi'nin beş adım süreci.....	30
Şekil 2.11 A hangarı	37

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Teknenin özellikleri.....	37
Tablo 3.2 Blok isimleri.....	38
Tablo 3.3 İstasyon ağırlıkları.....	38
Tablo 3.4 Gerçekleşen ve planlanan süreler.....	42
Tablo 3.5 Kısıtlar teoremi uygulaması sonrası değerler.....	43
Tablo 3.6 Kısıtlar teoremi uygulaması sonrası proje plan tablosu.....	45



Kısıtlar Teoremi ile Gemi Blok İmalatı Süreç Optimizasyonu

Zafer DEVECİ

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ

Son yıllarda özellikle çok hızlı bir gelişim gösteren gemi inşaa sektöründen daha fazla pay almak isteyen tersaneler, rekabet gücünü korumak hatta arttırmak zorunda olduğunun farkındadır. Bu bağlamda bir dizi önlem almak ve her sektörde olduğundan daha fazla gemi inşaa sektörünün yapı taşlarından birini oluşturan planlama kısmına eğilmek zorundadırlar.

Kısıtlar teoremi çok farklı alanlarda kullanılan ve asıl amacı, üretim süreçlerini düşürerek ve giderleri azaltarak, şirket karının arttırılmasını amaçlayan bir yöntemdir. Sistemdeki en zayıf halkayı bulmayı ve sistemi korumak için bir dizi önlem almayı hedeflemektedir. Önlemlerin genel amacı daha kısa zamanda, daha kaliteli ve daha az maliyetle üretim yapmaktır.

Bu tezde özellikle gemi inşa süreçleri ve bu süreçlerin başında gelen blok imalat sürecinin kısıtlar teoremi ile optimizasyonu konusu ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kısıtlar Teorisi, Gemi İmalatı, Gemi Bloğu, Deniz Yolu Taşımacılığı.



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ship Block Manufacturing Process Optimization with the Theorem of Constraints

Zafer DEVECİ

Department of Naval Architecture and Ship Machinery

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ

Shipyards that want to get a bigger share from the shipbuilding industry, which has been developing very rapidly in recent years, are aware that they have to maintain or even increase their competitiveness. In this context, they have to take a series of measures and focus on the planning part, which is one of the building blocks of the shipbuilding industry, more than in any other sector.

The theorem of constraints is a method used in many different fields and its main purpose is to increase company profits by reducing production processes and expenses. It aims to find the weakest link in the system and take a series of measures to protect the system. The general purpose of the measures is to produce in a shorter time, with better quality and at less cost.

In this thesis, shipbuilding processes and the optimization of the block manufacturing process, which is one of the most important of these processes, with the theorem of constraints are discussed.

Keywords: Theory of Constraints, Ship Manufacturing, Ship Block, Maritime Transportation.



YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF SCIENCE AND ENGINEERING

Yat inşa üretim süreçlerinde başlangıç olarak yatin tasarımı yapılır. Bu aşamada, yatin amaçları, taşıma kapasitesi, hızı, güvenlik standartları ve diğer teknik gereksinimleri belirlenir. Tasarım süreci, deneyimli gemi mühendisleri ve tasarımcıları tarafından yürütülür ve genellikle bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları kullanılarak gerçekleştirilir.

Tasarım onaylandıktan sonra, inşaat süreci başlar. İlk adım genellikle yatin gövdesinin yapımıdır. Bu adım genellikle tersanede gerçekleşir ve geminin çelik, alüminyum veya çelik gibi malzemelerden oluşan gövdesi şekillendirilir. Yatlar genellikle büyük parçalar halinde inşa edilir ve ardından bu parçalar birleştirilir.

Gövde inşaatı sırasında, yatin iç mekanı da oluşturulmaya başlanır. Bu aşamada, yatin kabinleri, güverte düzeni, makine dairesi ve diğer iç mekan bileşenleri planlanır, üretilir ve monte edilir.

Yatin makineleri ve sistemleri de inşaat sürecinin kritik bir parçasıdır. Yat makineleri, itiş gücünü sağlayan motorlar, pervaneler, jeneratörler ve diğer güç sistemlerini içerir. Bu makineler, yatin güvenli seyri için hayati önem taşır ve deneyimli mühendisler tarafından titizlikle kurulur ve test edilir.

Son olarak, HAT ve SAT 'lar yapılır. Bu testler genellikle denizde ve limanda yapılan deneme seferlerini içerir ve geminin tüm sistemlerinin doğru çalıştığı ve belirlenen performans ölçütlerini karşıladığı doğrulanır.

Bir yatin inşası süreci, titiz planlama, mühendislik bilgisi ve deneyimi gerektiren karmaşık bir süreçtir. İnşaat sürecinin her aşaması, geminin güvenliği, performansı ve operasyonel etkinliği için kritik öneme sahiptir.

1.1. Literatür Özeti

İnsanlık tarihindeki uzun süreç göz önünde bulundurulduğunda, çeşitli alanlarda birçok farklı proje gerçekleştirilmiş ve insanlık var olduğu sürece gerçekleştirilmeye devam edecektir. Bir projenin başarılı olabilmesi için gereken en temel unsur ise etkili bir proje yönetimi sağlanmasıdır. Proje yönetimi, bir

projenin hedeflerine ulaşması ve belirlenen zaman dilimi içinde tamamlanması için kaynakların planlanması, temin edilmesi ve yönetilmesi disiplini içermektedir.

Son yüzyılda özellikle teknolojinin hızlı ilerleyişi, bir dizi proje yönetimi uygulamasının ortaya çıkmasına yol açtı ve kısıtlar teoremi, bu uygulamalardan en yaygın olanlardan biridir. Goldratt'ın kısıtlar teorisi, her işletmenin temel hedefinin kar elde etmek olduğunu savunur. Ancak, diğer teorilerden farklı olarak, üretim süreçlerini ayrı parçalar olarak değil, birbirine bağlı bir bütün olarak görür. İşletmeler ayrı parçalar olarak ele alınırsa, bütüne bakmak zorlaşır ve bütünü göremediğimizde proje yönetiminde aksaklıkların tespiti ve dolayısıyla proje yönetimi zorlaşır. Birbirine bağlı birçok sürecin yönetimi düşünüldüğünde, başlangıçtaki bir süreçte meydana gelebilecek bir kısıt, diğer süreçler ne kadar iyi olursa olsun, projenin genelini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, kısıtlar teoremi, projeyi bir bütün olarak ele alarak, projenin genelini görmeyi amaçlar.

Kar elde etmek ve karı artırmak amacıyla geliştirilen bu teorem, üç temel başlık altında özetlenebilir. Şirketlerin kar marjını artırmak için, bu başlıklardaki mevcut kısıtların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu teorem, kar elde etme ve karı artırma amacıyla üç temel başlık altında geliştirilmiştir. Şirketlerin kar marjını artırması, bu temel başlıklardaki kısıtların ortadan kaldırılmasıyla doğru orantılıdır. İşletme giderleri, envanter düzenlemesi, satış getirisi takibi olarak incelemek, karı artırma konusunda ciddi katkılar sunmaktadır.

Kısıtlar teorisi, bu üç temel başlığa odaklanmayı hedeflerken, bu amaçlara ulaşmak için proje yönetiminde uygulanması gereken beş temel prensibi belirlemiştir. Bu prensipler, hedefe doğru ilerlerken atılması gereken adımlara benzerdir. Goldratt, kısıtlar teorisini, sistemi bütünsel olarak ele alıp, iyileştirmeye odaklanan beş adımlı bir döngüyle açıklamıştır.

Büyükyılmaz ve Gürkan, kısıtlar teorisinin işletmelere sunduğu yenilikler ve faydaların yanı sıra, teorisinin temel yapısı ve kavramları üzerine çalışmalar yapmışlardır [1].

Steyn'in araştırmasında ortaya koyduğu "Çalışanlar, belirlenen süre üzerinde işi bitirme eğilimindedir" ifadesine dayanarak, örnek bir uygulama geliştirmiştir. Eğer bir süre belirlenmemişse, işin tamamlanması uzun bir süreye yayılabilir.

Critical Chain, işi bitirme olasılığının %50 olduğu bir proje yönetimi yaklaşımıyla bu temel çelişkiyi ele almaktadır ve bu çelişkiyi ortadan kaldırmayı hedeflemektedir [2].

Tekin'in çalışmasında, Ford fabrikalarında daha önce uygulanmış olan açılır tavan projesini, Kritik Zincir metodolojisi gibi kısıtlar teoremi yöntemlerinden birini kullanarak yeni bir proje yönetimi stratejisiyle ele almıştır. Çalışmanın sonucunda, ocak ayında başlatılan proje nisan ayının ortasında tamamlanabilirken, kısıtlar teoremi uygulamasıyla mart ayının ortasında tamamlanarak yaklaşık olarak 30 günlük bir süre kazanılmıştır [3].

Graham'ın araştırmasında, Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT) ile kritik yol ve kritik zincir uygulamaları aktivite bazında karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaların sonucunda bir şema oluşturulmuştur. Bu şemaya göre, PERT, kritik yol olsun ya da olmasın tüm faaliyetler için belirsizliği aynı şekilde ele alırken, kısıtlar teorisinin yaklaşımı, emniyet sürelerini stratejik konumlara yeniden yerleştirmeyi amaçlamaktadır. Kısıtlar teoremini uygulanan projelerde bitiş zamanının gözle görülür şekilde öne çekildiği tespit edilmiştir [4].

Üreten adlı kaynakta yer alan bilgilere dayanarak, Avery Dennison firması, farklı bir proje yönetimi modeli uygulayarak üretim süreçlerinde önemli iyileştirmeler elde etmiştir. Bu iyileştirmeler şu şekilde özetlenebilir:

- 1.5 yıl süren iyileştirme süreci sonucunda, pazar payını %17 ile %25 aralığında artırmıştır.
- Müşteri memnuniyetini %47 oranında yükseltmiştir.
- Siparişleri karşılama süresini %80 oranında azaltarak daha hızlı ve etkin bir hizmet sunmuştur.
- Net satışlarını %25 oranında arttırmıştır.

Bu değişiklikler, firmanın rekabet gücünü arttırarak genel performansını olumlu yönde etkilemiş ve işletme içi süreçlerinde önemli verimlilik kazanımlarına işaret etmektedir [5].

TBS Furniture firması, kısıtlar teorisine dayalı olarak gerçekleştirdiği proje yönetimi uygulamaları sonucunda belirgin bir pozitif değişim elde etmiştir. Bu değişimleri aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

- İşletim giderlerini %40 azaltmıştır.
- Stok miktarını 2 milyon pound düşürmüştür.
- Sermaye devrini 13 milyon pounddan 17 milyon pounda yükseltmiştir.
- Satışlar %40 artış göstermiştir.
- Teslimat performansını %97 artırmıştır.
- Siparişleri karşılama süresini 6-8 haftadan 7 güne indirmiştir.

Bu başarılar, firmanın operasyonel etkinliğini artırarak maliyetleri düşürdüğünü ve müşteri memnuniyetini artırdığını göstermektedir.

Ford Motor firması ise kısıtlar teorisine dayalı iyileştirme çabalarıyla önemli sonuçlar elde etmiştir. Öncelikle, tam zamanında üretim uygulaması ile siparişleri karşılama süresini 10,6 gün olan süreden 8,5 güne indirmiştir. Daha sonra, kısıtlar teorisi ile bu süreyi 2,2 güne kadar düşürmüştür. Bu değişim, firmanın üretim süreçlerindeki verimliliğini ve hızını artırmıştır [5].

Jacob ve McClelland'ın çalışmaları, kısıtlar teorisinin uygulanmasında güvenlik payı kullanımının dikkate alınmamasının ve proje değerlendirmesinin bütünsel olarak yapıldığının altını çizmektedir. Bu çalışmalarda, güvenlik payının proje süresince belirli basamaklarda kullanılmasının yerine, proje bütünü göz önüne alınarak güvenlik payının projenin sonuna atılması önerilmiştir. Yapılan hesaplamalar ve somut veriler ışığında, bu yaklaşımın projenin toplam süresinde gözle görülür bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir.

Kısıtlar teorisi, proje basamaklarında güvenlik payı oluşturmanın yanlış olduğunu ve bu durumun proje sürecinde rahavet oluşturabileceğini ve verimi düşürebileceğini öne sürmektedir. Bu nedenle, güvenlik payının projenin sonuna atılması, kısıtlar teorisinin prensiplerine daha uygun bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde, proje süresince belirli bir esneklik sağlanarak, projenin daha etkin bir şekilde yönetilmesi ve hedeflenen sonuca ulaşılması hedeflenmektedir [6].

Kartal'ın araştırmasında, kısıtlar teorisini üretim sistemiyle entegre etmiştir. Bu entegrasyonla birlikte levha üretim çizelgesini ve gövde çizelgesini yeniden düzenlemiştir. Bu çizelgelerin uygulanması sonucunda, üretim döngü süresinin ortalama 12 gün olan süresinin 6 gün azaldığı ortaya çıkmıştır [7].

Antmen ve Erik'in çalışmasında, klasik baş başa analizi incelenmiştir. Kısıtlar teorisini klasik baş başa analizi ile entegre etmeye çalışmışlar ve bu entegrasyonun sonucunda yeni bir model analizi geliştirmişlerdir. Çukurova bölgesinde faaliyet gösteren bir fabrikada kısıtlar teorisi uygulanmış ve kazanç noktaları tespit edilmiştir. Bu kazanç noktaları karşılaştırıldığında, kısıtlar teoremi uygulandığında fabrikanın daha yüksek kâr elde edeceği belirlenmiştir [8].

Saha ve Mohana, tarımsal üretim sektöründe performans iyileştirmesi hedefiyle kısıtlar teoremi yaklaşımını uygulamışlardır. Projenin amacı, Bangladeş'teki tarım endüstrilerinin üretkenliğini ve yatırım getirisini artırmak için düşünme süreci ve iş hacmi muhasebesi ile ilişkilendirilen Tambur-Tampon-Halat planlamasının uygun şekilde senkronize edilmesini denemektir. Belirlenen kısıtların çözümü için operasyonel ve finansal önlemler alınmıştır. Uygulama sonrasında, Yatırım Getirisi'nde ve kaliteli ürünlerde %0,3'lük bir artış elde edilmiştir [9].

Barbosa, Anholon ve Sanchez, konuya farklı bir açıdan yaklaşmak amacıyla, evcil hayvan bakımı işiyle uğraşan bir şirketi incelemiştir. Bu şirketin gider kayıplarını en aza indirmeye ve kazanç miktarını artırma, engelleyen darboğazları belirleme amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada, kısıtlamalar teorisinin klasik araçları kullanılmıştır. Şirketin mevcut durumu (darboğazlı) ile teorideki durum (darboğazsız) simüle edilmiş ve bulunan çözümlerin potansiyeli karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, her iki senaryo arasında ikinci senaryonun avantajlarını gösteren sayısal karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar, ikinci senaryonun talep yoğunlaştığında yüklenecek ürünlerin bulunabilirliği açısından daha karlı ve organik olduğunu kanıtlamıştır [10].

Çelebi ve Levent'in yaptığı çalışmada, sürekli üretim halinde olan yüksek aktiflik gösteren bir tersanenin üretim verileri incelenmiş ve planlama ile ilgili birçok somut veri elde edilmiştir. Bu veriler, kısıtlar teoremi uygulaması ile kritik zincir noktalarını belirlemek amacıyla analiz edilmiştir. Mevcut veriler, hesaplama sonuçlarıyla karşılaştırılmış ve elde edilen yeni bulguların daha verimli bir üretim sürecine katkı sağladığı ortaya konmuştur [11].

Sağlam'ın yaptığı çalışmada, seri üretime yatkın bir yaklaşımla gemi üretimi gerçekleştiren bir tersanenin proje yönetim aşamaları incelenmiş ve kritik zincir yöntemi ile besleme stokları hesaplanmıştır. Kabuk gemi olarak adlandırılan bir

seri üretim projesinin üretim adımları ele alınmıştır. Tersaneden elde edilen veriler ve kısıtlar teoremi uygulanarak hesaplanan veriler karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, 217,22 iş gününde tamamlanan bir projenin, kritik zincir proje planı ile 159,5 iş gününde teslim edildiğini ve yaklaşık 58 günlük bir iyileştirme sağlandığını göstermektedir [12].

1.2. Tezin Amacı

Bu çalışmada, Türkiye’de ve dünya çapında öncü olan bir yat firmasının üretim akışı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Kısıtlar teoreminin bahsedilen üretim akışında nasıl uygulandığı ve bu uygulamanın sonuçları detaylı olarak ele alınmıştır. Çalışmada, 76 metre uzunluğundaki bir mega yatın çelik blok üretim süreci özelinde incelenmiştir. Yat firmasından elde edilen veriler ışığında, planlanan süreler ile gerçekleşen süreler karşılaştırılmış ve detaylı hesaplamalar yapılmıştır.

Sonrasında, Kısıtlar Teoremi uygulanarak belirlenen kısıtların bulunduğu istasyonlarda iyileştirmeler yapılmış ve harcanan süreler tekrar hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar, gerçek verilerle karşılaştırıldığında, Kısıtlar Teorisi'nin teorik prensiplerinin uygulanmasının ardından nasıl bir değişim yaşandığı, verimlilik ve kar oranlarında artış olup olmadığı gibi sorulara cevap bulunmuştur.

1.3. Hipotez

Bu çalışmanın sonuçlarından, gemi inşaatı sektöründe Kısıtlar Teoreminin uygulanabilir olduğu ve uygulanmasının sonucunda elde edilen süreç iyileştirmelerinin verimliliğini görebiliriz. Uygulama sonucunda stok miktarlarının azalması, işletim giderlerinin düşmesi ve iş gücünün daha etkin kullanılması gibi olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, tersanelerde Kısıtlar Teoreminin uygulanabilirliğinin artırılmasını hedeflemektedir.

2.1. Gemi İnşa Sanayisi, Önemi ve Mevcut Durumu

Türkiye’de çekek yerleri, yat gemi bakım onarım ve inşa tersaneleri, malzemeleri tedarik edenler ve yan sanayi üreticileri şeklinde gemi inşa sanayisi dört grup içerisinde değerlendirilebilir.

- **Gemi Yan Sanayi:** Pek çoğu İstanbul’ da yer almak üzere genel manada Türkiye’nin pek çok ilinde de yat , gemi bakım ve inşa onarım çalışmalarında lazım olan malzemelerin üretimini sağlayan firmalar gemi inşa etme sanayisi için çok önem arz eden bir yerdir [13].
- **Gemi, Yat İnşa ve Bakım-Onarım Tersaneleri:** Özel tersaneler ve askeri tersaneler olacak biçimde iki farklı grup içerisinde etkinliklerine devam etmektedirler [1]. Türkiye içerisinde gemi/yat bakım-onarım ve inşa etkinliklerini sürdüren 78 adet aktif çalışan tersane, 24 adet de henüz yatırım noktasında tersane yer almaktadır [14].
- **Malzeme Tedarikçileri:** Yat, gemi bakım onarım ve inşasında kullanılmak üzere malzemelerin bulunmasını tedarik edilmesini gerçekleştiren firmalardır [1].
- **Çekkek Yerleri:** Tersane tanımına uygun olmayan, büyük bir oranda Karadeniz ve Marmara bölgesinde olmak üzere Türkiye’nin diğer kıyılarında da etkinliklerine devam eden çekek yerleri küçük tonajlı gemilerin onarım ve bakımlarıyla ilgilenilen yerler olarak bilinir [13].

2008 yılında Türkiye’de yaşanan ekonomik sıkıntılar gemi inşa sanayinin faaliyetlerini de kötü etkilemiştir. Dolayısıyla gemi üretimi durma noktasına kadar gelmiş ve çalışanlar işten çıkarılmıştır. Krizin bitmesiyle beraber gemi sektörü hızla iyileşerek 2010 yılında iyileşmeye başlamıştır. 2012 yılından itibaren gemi inşa ve yan sanayide istihdam edilen çalışan sayısında belirgin şekilde artış göstermiştir [14].

Sektörde kalifiyeli tersane çalışanı yetiştirilmesi açısından mesleki standart ve çalışanları belgelendirme sistemi oluşturulmuştur. Bu amaçla Aralık 2012 tarihinde MYK (Mesleki Yeterlilik Kurumu) ile İş Sağlığı ve Genel Müdürlüğü arasında UMS (Ulusal Meslek Standardı) ve Ulusal Yeterlilik Hazırlama İşbirliği Protokolü imzalanmış ve gemi sanayisinde de uygulamalara başlanılmıştır. UMS bir mesleğin başarı oranı yüksek bir şekilde ortaya koyulabilmesi adına MYK tarafından kabul gören lazımlı görülen beceri, bilgi, tutum ve tavırların ne şekilde olacağını belirleyen asgari norm olarak değerlendirilir. Gemi inşaatı sektörü 2003-2016 yılları arasında Türkiye gemi inşaatı sanayisinin Türkiye ekonomisine katkısı incelendiğinde 2016 yılında tüm ihracatın %0,68'ini karşıladığı görülmüştür. Sektörün ürünlerini ihraç ettiği başlıca dış pazarlar; İtalya, Norveç, Faroe Adaları ve Suudi Arabistan'dır. Sektördeki başlıca ihracatı yolcu gemileri, gezi tekneleri, feribotlar, yük gemileri, vb. oluşturmaktadır [15].

Gemi inşa sanayisi yapı olarak talebe bağlı siparişlere dayanmaktadır. Siparişlerin teslimatı ise diğer sektörlerle kıyaslandığı zaman oldukça uzun sürmektedir. Gemi inşa sanayisi, üretim aşamaları göz önünde bulundurulduğunda, inşa sürecinde emek yoğun olan, tersanelerin teknik ve fiziki olanakları açısından değerlendirildiğinde ise sermaye yoğun olan bir ağır sanayi kolu olarak nitelendirilmektedir.

Başta makine imalat sanayi, elektrik-eloktronik sanayi, çelik sanayi, lastik-plastik sanayi ve boya sanayi gibi farklı sektörler bulunmasının yanında pek çok sektörün bir araya gelmesi neticesinde gemiler üretilerek ortaya çıkmaktadır. Sektörün emek yoğun bir sektör olması ve yan sanayileri desteklemesi yüksek istihdam oluşturmaktadır. Üretim sonucunda çıkan ürünlerin katma değerinin yüksek olması ise önemli bir ihracat değeri yaratmakta ve ülke ekonomisine döviz girişi sağlamaktadır. Gemi inşa sanayisinin bir diğer önemli tarafı ise askeri amaçlarla üretilen gemilerin ülke savunmalarında kritik rol oynamasıdır [16].

Gemi inşa sanayinin gelişiminin ülke ekonomilerindeki etkisi [17]:

- İlişkili olduğu yan sanayi sektörlerinin gelişimini sağlama ve yeni sanayi sektörleri oluşturma,
- İhracat potansiyeliyle ülke ekonomilerine yüksek döviz girdisi sağlama,
- Kurulduğu bölgelerde nitelikli iş gücünü artırma,

- Bölgesel ticaretin gelişmesini sağlama,
- Ülke savunmasında etkin rol oynama,
- Teknoloji transfer etme,
- Yabancı sermayeyi davet etmek olarak belirtilebilir.

2.1.1. Gemi İnşaatında Üretim Aşamaları

Gemi imalatı tekne inşası ve donatım olarak iki ana adımda ele alınabilir. Tekne inşası ise tersanenin ihtiyaç duyduğu sacların temin edilmesi ile başlamaktadır. Tersaneye gelen saclar dizayn büronun vermiş olduğu teknik resimlere göre CNC (Computer Numerical) tezgahında kesilerek daha küçük parçalara ayrılır. Kesilen bu parçaların yüzeyleri temizlenir ve taşlama işlemine tabi tutulur. Ön imalat aşamasında ise kesilen saclara şekil verilerek istenilen levhalar, paneller ve profiller oluşturulur. Ön imalat aşamasında oluşturulan bu parçalar bir araya getirilerek bloklar oluşturulur. Birçok bloğun kızak üzerinde bir araya getirilmesi ile de çelik tekne inşa edilmiş olur. Kızak üzerinde blok birleşimi tamamlanan geminin denize inişi gerçekleşir. Denize inişten sonra donatım işleri başlar ve donatımın tamamlanma seviyesine göre seyir tecrübeleri gerçekleştirilir [18].

Aşağıdaki şemada gemi üretim aşamalarının genel bir gösterimi belirtilmiştir [44].



Şekil 2.1 Gemi üretim aşamaları

2.1.1.1. Nesting ve CNC Kesim İşlemleri

Günümüz sanayisinde oldukça genel olarak kullanılan, seri imalat için oldukça önem arz eden, bilgisayar teknolojisinin üretim açısından direkt destek olarak kullanılmasına yardımcı olan otomasyon sisteminin üretim noktasında en yoğunlukla karşı karşıya kalınan uygulamalarından bir tanesi de CNC tezgahları olarak bilinmektedir. CNC, mekanik işlemeyi gerektiren bir çalışmada takım tezgâhlarının bilgisayar yardımıyla kontrol edilmesidir. Her parça aynı programla işlendiğinden parçalar arasında fark olmaz. Bir parçanın süresi belli olduğundan üretim planı yapmak daha kolaydır. Ayrıca CNC tezgâhlar ham maddeyi daha verimli kullanarak tasarruf sağlar. Bu tezgâh kullanılarak kesilen parçalar markalanır ve sonrasında istiflenerek kullanıma göre hazır edilir. Bu kesim işleri tasarım büronun vermiş olduğu nestinglere göre yapılmaktadır. Bir sanayi terimi olarak nesting işlemi, bir alan üstünde farklı farklı parçaları malzeme harcanması

en az olacak şekilde yapılacak olan bir araya getirme işleminin adıdır. Gemi inşa sektöründe de verimlilik açısından malzeme kullanımı önem arz etmektedir bu yüzden tasarım bürodan gelen nestinge göre parçalar kesilir [18].

2.1.1.2. Ön İmalat

CNC tezgâhında nesting kesimleri yapılan parçaların keskin köşelerin ve çapakların taşlama ile temizliği yapıldıktan sonra resimlere göre tasnif edilir. Geminin bloklarını oluşturacak parçaların üretildiği bu aşamada parçaların resme göre kaynak ağzı, büküm, yüzey işleme ve delik işçilikleri gerçekleştirilmektedir. Üretilen gemide gerekli olan sac levhaların gemi formuna geçebilmesi için bükülmesi gerekmektedir. Bu işlemler tasarım bürodan gelen çizimlere göre hazırlanan büküm kalıpları yardımıyla bükülür ve stoklanır. Özellikle baş ve kış formalarında bu büküm işlemi gerekmektedir. Büküm işlemleri için pistonlu büküm pres kullanılır. Kaynak ağzı açma işlemi genellikle taşlama makinesi ile yapılmakta olup özellikle kalın ve büyük boyutlu saclarda tezgâhlardan faydalanılmaktadır. Yüzey işleme ve delik işçilikleri ise çeşitli makineler yardımıyla yapılmaktadır. Belirtilen işlemlerden geçen küçük parçalar ile geminin bloklarını oluşturacak alt parçaların imalatları gerçekleştirilmiş olur [18].

2.1.1.3. Blok İmalat

Ön imalat atölyesinde oluşturulan elemanlı ve gruplu paneller üretim tezgâhına yerleştirilir. Bu imalat Şekil 2.2’de gösterildiği gibi uygun kreynlerle taşınmalı ve imalat tezgâhı mutlaka zemine sabitlenmelidir. Boyuna ve enine elemanlar teknik resimlere göre montajları yapılır. Montaj işleminden sonra puntalama işlemi yapılır; parçaların resme göre ölçü ve layn kontrolü yapılır. Kalite kontrol birimi tarafından ölçü kontrolü yapıldıktan sonra varsa gerekli düzeltmeler yapılır ve kaynak işlemine geçilir. Çalışılan ortam koşullarına göre tozaltı, gazaltı ve elektrik ark kaynağı gibi farklı kaynak türleri kullanılabilir. Kaynak işlemi tamamlandıktan sonra bloktaki cüruf ve çapaklar taşlanarak temizlenir; sonrasında Kalite Kontrol birimi tarafından kaynak kontrolü, ölçü kontrolleri yapılır ve raporlanır. Kalite kontrol faaliyetinden sonra da; yüzey hazırlanarak ilk kat boya işlemi yapılır [18].

Ticari gemilerde yaygın olarak blok aşamasında raspa boya işlemi uygulanırken, yat sektöründe daha çok, blok erection faaliyetleri bitiminde bu faaliyet başlamaktadır.



Şekil 2.2 Blok imalat

2.1.1.4. Çelik Tekne Montajı

Çelik tekne üretiminin son aşamasıdır. Blokların kızak üzerinde birleştirilmesi işlemidir. Tersanenin kreyn kapasitesi ve montaj yapılabirlik kısıtları ölçüsünde inşa edilen bloklar kızak üzerinde blok birleşim planına göre birbirlerine punta atılarak bağlanır. Bu aşamada blokların laynı ve posta arası mesafeler kontrol edilir. Montajdan sonra da uygun kaynak tekniği işlemi kullanılarak bloklar birleştirilir (Şekil 2.3). Bu aşama büyük boyutta parçaların birleşimi gerçekleştirildiğinden gemi boy ve en yönünde bir dönüklüğe karşı ara ara ölçü kontrolü tekrarlanmaktadır. Blok birleşimi tamamlandıktan sonra da geminin raspa/boya işlemi, akabinde denize inişi gerçekleştirilir.



Şekil 2.3 Blok montajı

2.1.2. Yat İnşaatı

Tekne ve yat imalat sanayi oldukça fazla oranda katma değeri bulunan, ihracat oranı fazla, istihdam olanağı ortaya çıkaran bir sektör olarak bilinmektedir. Bu sanayi demir-çelik, boya-kimya, tekstil, makine, ahşap, lastik-plastik, dekorasyon ve pek çok alanda sanayi dalının ürünlerinin tersanelerde bir araya getirilmesi neticesinde üretim gerçekleştiren ve uygun servis sektöründen de hizmet talep eden bir sanayi koludur.

Tekne ve yat endüstrisi kapsamı, içeriği ve ortaya koyduğu teknoloji noktasında gemi inşa sanayisinden ayrı olup bu sanayi özelinde fazla oranda yatırımlara, fazla zamana ve deniz kenarında yer alan büyük alanlara gereksinim duyulurken bundan farklı olarak tekne ve yat imaltı sanayisi daha az yatırım ile daha az bir zaman da ve büyük yerlere gereksinim duymadan küçük yerlerde çalışmalarına devam etmektedir. Bu sanayide büyük yatırımlara ihtiyaç duyulmamasına rağmen katma değer oranı çok daha fazladır [17].

Bünyesinde barındırdığı yat turizim olanakları, içinde bulundurduğu kıyıları, tarih ve kültürel fazlalığıyla Türkiye özel olarak mega yatlar açısından önem arz eden uluslararası pazar olanağı meydana çıkarmaktadır. Dünyanın etkili tarih ve turizim açısından değerli bir merkez olan İstanbul Zeytinburnu ve Ataköy’de yapılması düşünülen liman ve yeni tesisler arasında mega yat bağlama olanaklarının da bulunması, ilerleyen zamanlarda yaşadığımız ülkenin mega yat turizm gelirlerinin de fazlalaşmasını sağlayacak, bu yatırımlar sayesinde ülkemiz kalkınacak ve prestijli olacaktır.

Ülkemiz tekne ve yat endüstrisinin genel manada üzerinde bulundurduğu üstünlükleri şöyle sıralayabiliriz [17]:

- Uluslararası standartları bulunan ve kaliteyi içerisinde barındıran üretim,
- Maliyette düşüklük ve işçilik ücretleri,
- Kalifiye işçili ve ustalık, eğitim verilerek elde edilen işgücü, çalışma zamanlarında esneklik
- Uzakdoğu ülkelerine nazaran uluslararası pazara yakınlık,
- Ülkemizin içinde bulundurduğu yat ve deniz turizmi olanakları,
- Uygun çevre ve iklim koşulları ile ikili insan ilişkiler.
- Uzun soluklu tarihi bulunan gemi ve tekne inşa sanayi,
- Kaliteli olan ve yeterli miktarda yan sanayisi bulunan, uygun tedarik koşulları,
- Yeterli miktarda teknolojik ve bilişim alt yapısı,

Türkiye özel olarak süperyat (24 m ve üstü) meydana getirme de 2007 yılından beri istikrarını düşürmeden yükselmeye devam etmiş ve bunun neticesinde 2010 verilerinin gösterimiyle teslim edilen süperyat sayısı ve uzunluğu noktasında dünyada üçüncü sıraya yerleşmiştir. Global sipariş defterinin 2014 yılı verileri incelendiğinde, yaşadığımız ülkeden sipariş edilen veya üretime giren yatlar sıralamasında 3.005 m ve 68 proje sayesinde yine önceki gibi dünya üçüncülüğüne yerleşmiş ve aynı şekilde 2016 senesinde de 68 proje ve 3.005 m ile üçüncü sıradaki istikrarına devam etmiştir. Devamında bu sektör 2021 yılının ocak ayında 3.497 m uzunluk ile sıralamada üçüncü noktada bulunurken 2022

yılında bu durum değişerek verilerin ışığında 54.494 GT ile 4. sırada bulunmaktadır [43].

2.1.3. Gemi İnşa Sektörünün Dünyadaki Gelişimi

Günümüzde gemiler genelde ağır sanayiye sahip ülkeler olan Japonya, Güney Kore, Avrupa ülkeleri ve Çin'de üretilmektedir. Gemi inşaatı ağır makine sanayi olarak nitelendirilmektedir. Bu sanayi kolunda ürünler büyük ve oldukça karmaşık yapıdadır. Gemilerin tasarlanması ve üretilmesi, ciddi bir sermaye yatırımını yanında üstün teknik ve idari uzmanlık gerektirmektedir [19].

1960 yılında 8,4 milyon gros tonaj olan dünya gemi üretimi 1977 yılında üç kat artarak 27,5 milyon gros tonaj olmuştur. 1980 yılında yarıya düşerek 13 milyon gros tonaj olan toplam üretim, 1990 yılında 16 milyon gros tonaja yükselmiştir ve 2005 yılında iki kat artarak 44,44 milyon gros tonaja ulaşmıştır. Bölgesel olarak ise Avrupa'nın Pazar payı %66'dan %10'a düşmüştür. Asya'nın pazar payı ise %22'den %84'e yükselmiştir [19]. Asya ülkelerinin hâkim olduğu pazarda Çin, Güney Kore ve Japonya dünya gemi üretiminin üçte ikisinden fazlasını sağlamaktadır. Üretimdeki dalgalanmaları ve bölgesel olarak dağılımın değişim sebeplerini anlayabilmek amacıyla gemi inşa sanayisinin dünyadaki tarihine kısaca değinmek gerekmektedir.

İngiltere, 1890'larda dünyada denizcilik sektörünün lideri konumdadır ve dünyadaki gemilerin %80'inden fazlası İngiliz tersanelerinde üretilmektedir. Bu durum İngiltere'nin 1890'larda dünya ticaretinin ve özellikle de İngiltere'nin egemenliği altındaki ülkelerle arasındaki Atlantik ve Pasifik ticaret yollarını kontrolü altında tutmasıyla açıklanmaktadır. İngiltere'nin zaman içerisindeki küresel ticaretteki üstünlüğünün azalması beraberinde gemi inşaatındaki üstünlüğünün de azalmasına yol açmıştır. 1960 yılında İngiliz filosu ve gemi inşaat kapasitesi dünya toplam tonajının %20'sine kadar gerilemiştir. 2005 yılında ise deniz taşımacılığındaki oran %2 olup küçük tipteki gemiler haricindeki üretim durmuştur. Gemi inşa sanayisindeki gerilemenin nedenlerinden bir diğeri ise İngiltere'nin İsveç ve Japonya gibi bütünleşmiş üretim teknolojisine geçiş yapamamasıdır. Geleneksel yöntemlerle yapılan üretim İngiltere'nin Birinci ve İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra bu sektördeki uluslararası yüksek rekabet koşullarında geri planda kalmasına neden olmuştur. İngiltere'nin gemi inşa

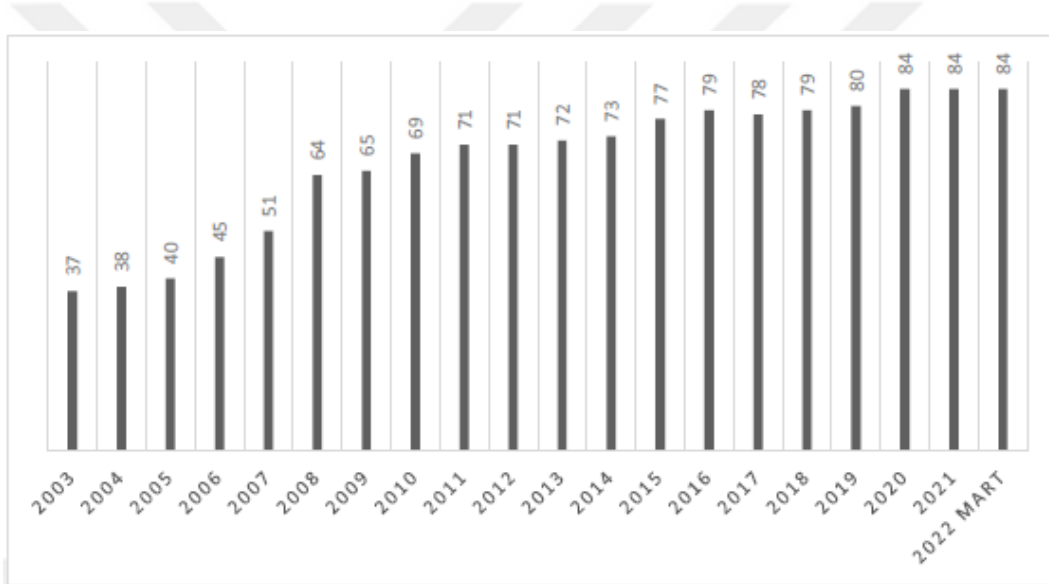
sanayisindeki büyüme ve gerileme dönemlerinin benzeri Avrupa geneli içinde geçerlidir [19].

Amerika Birleşik Devletleri'nin dünya gemi inşa sanayisindeki pazar payı Birinci Dünya Savaşı'ndan ve İkinci Dünya Savaşı'na kadar tek haneli düzeylerde bulunmaktadır. Tarihsel süreçte bu pazarda hâkim bir konumda olmayan Amerika Birleşik Devletleri gemi üretimine ilişkin teknoloji gelişiminde ise öncü konumdadır. Özellikle 1914-1919 yılları arasında standart üretim teknikleri kullanarak dünya toplam gemi üretiminden %30 daha fazla üretim yapmayı başarmıştır. Bu üretim süreci gemi inşaatında standardizasyonun başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri 1930 ve İkinci Dünya Savaşı sonrasında gemi inşaat maliyetlerinin %30-%50 kadar kısmını sübvans etmiştir ancak bu politikayla Amerikan tersaneleri istenilen ölçüde küresel rekabeti sağlayamamıştır. Amerika Birleşik Devletleri daha çok ticari anlamda gemi tiplerinin üretimlerine değil savaş gemilerinin üretimlerine odaklanmaktadır [19].

Gemi inşa sanayisinin dünyadaki tarihsel gelişimi kısaca özetlenecek olursa İngiltere gemi inşa sanayisindeki hakimiyetini büyük iç pazarını kullanarak elde etmiştir. Emek yoğun üretimde uzmanlaşan İngiltere teknik ilerleme sağlayamamıştır ve zamanla üstünlüğünü kaybetmiştir. Avrupa ise genel olarak teknik ilerlemeyi sağlayabilmiştir ve üretim teknolojilerini geliştirmişlerdir. Yüksek iş gücü maliyetleri ve teknoloji verimliliği Asya ülkeleriyle rekabet edememiştir. Avrupa tersaneleri spesifik tiplerde gemi üretimine yoğunlaşmıştır ve bu pazarlarda rekabet üstünlüğünü günümüzde de korumaktadır. Japonya karmaşık üretim sistemlerini oluşturmada başarılı olmuştur ve imalat sanayisinin gelişimiyle beraber gemi inşa sanayisinde üstünlük elde etmiştir. Güney Kore'nin düşük iş gücü maliyeti ve büyük tersanelere sahip olmasıyla doğrudan ihracat odaklı üretimi benimsemiştir ve Japonya'yı gemi inşa sanayisinde geçmiştir. Çin'de Güney Kore gibi aynı yöntemle gemi inşa sanayisine odaklanmıştır. Güney Kore'den farklı olarak Çin'de çok sayıda tersane bulunmaktadır ve Çin'in yurt içi Pazar hacmi Güney Kore ile kıyaslanmayacak ölçüde büyük durumdadır. Günümüzde Asya ülkeleri gemi inşa sanayisinde lider konumlarda olup Çin bu ülkeler arasında ilk sıradadır [19].

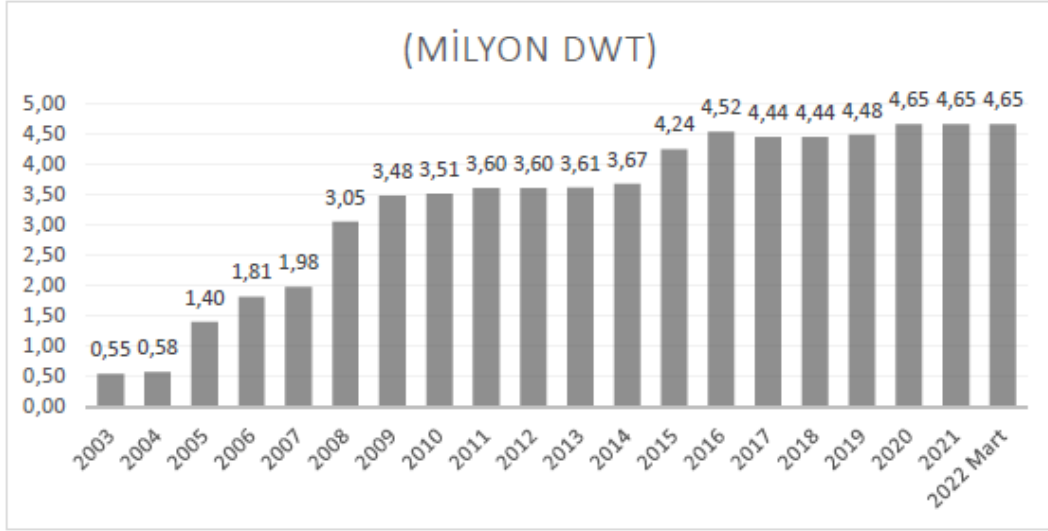
2.1.4. Türk Gemi İnşa Sanayisinin Mevcut Durumu

Türkiye’de tersaneler Marmara Bölgesi’nde yoğunlaşmıştır. İstanbul Tuzla tersaneler bölgesinde 28 adet, Yalova’da 30 adet, Zonguldak’ta 9 adet, Körfez/Kocaeli bölgesinde 5 adet, Çanakkale’de 3 adet, Trabzon’da 3 adet, Kastamonu’da 2 adet, Samsun, Adana, Ordu ve Hatay’da 1’er adet olmak üzere toplam 84 adet tersane bulunmaktadır [8]. Şekil 2.4’te Türkiye’deki tersane sayıları gösterilmiştir. Son bir kaç yılın verisine kurumda bu alanda güncelleme yapıldığından ötürü daha önceki rapor paylaşılmaktadır. 2003 yılında 37 olan tersane sayısı 2021 yılı itibariyle 84 adettir. Mevcut tersanelere ek olarak 10 adet tersane yatırım aşamasında olup, 15 alan da tersane alanı olarak belirlenmiş durumdadır [21].



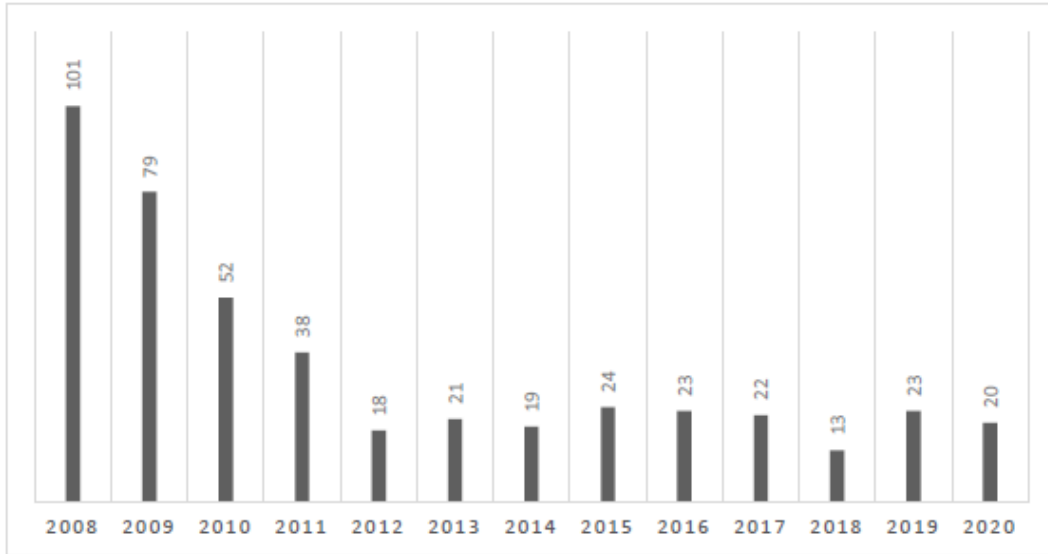
Şekil 2.4 Tersane sayıları [10]

Şekil 2.5’de mevcut 84 adet tersanenin 2003 – 2021 yılları arasındaki milyon DWT cinsinden kapasitesi gösterilmiştir. 2003 yılında 0,55 milyon DWT olan tersane kapasitesi 2021 yılı itibariyle 4,65 milyon DWT boyutuna ulaşmıştır. Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’de belirtilen yıllar içerisinde Türkiye’nin tersane sayılarında önemli ölçüde bir azalma görünmemektedir ve buna paralel olarak tersane sayılarının artmasıyla beraber tersane kapasitelerinin de arttığı görülmektedir.



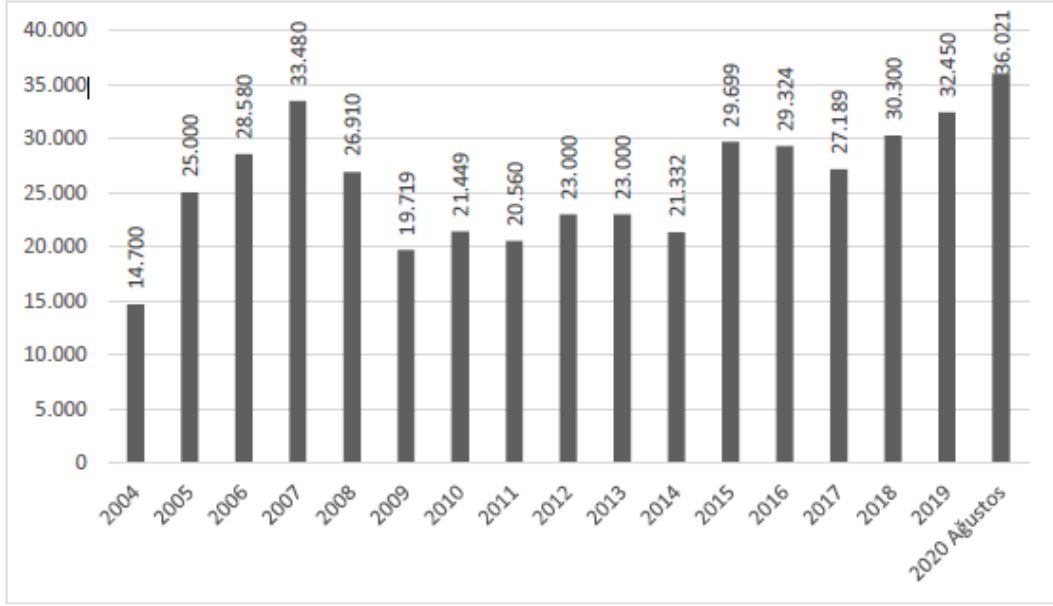
Şekil 2.5 Tersane kapasiteleri [10]

Şekil 2.6’da 2008 ve 2020 yılları arasındaki teslim edilen gemi sayıları gösterilmiştir. 2008 yılında 101 adet olan teslimat sayıları 2008 küresel ekonomik krizin etkisiyle düşüş yaşamıştır. Bu yıllar arasındaki en düşük teslimat sayısı 13 adet gemi ile 2018 tarihinde yaşanmıştır.



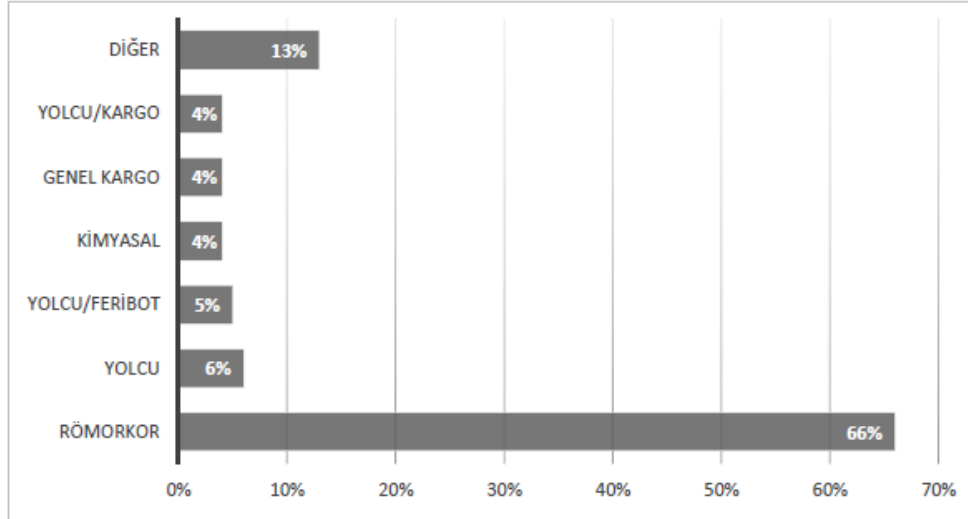
Şekil 2.6 Teslim edilen gemi sayıları [10]

2008 yılında yaşanan ekonomik kriz sonrasındaki Türk gemi inşa sanayisindeki daralma kuşkusuz bu sektördeki istihdama da yansımıştır. Şekil 2.7’de 2004 – 2020 yılları arasındaki tersanelerde istihdam edilen kişi sayısı gösterilmiştir. 2007 yılında 33.480 olan kişi sayısı krizin getirdiği daraltma neticesinde 2019 yılında 19.719’a kadar azalmıştır. 2020 Ağustos ayında ise sektörde çalışan kişi sayısı 36.021 olup sayı 2007 yılındaki seviyelere tekrar ulaşıldığını göstermektedir.



Şekil 2.7 Gemi inşa sanayisinde istihdam edilen kişi sayısı [10]

Şekil 2.8’de ise 2021 yılında Türkiye’nin aldığı gemi siparişlerinin gemi tiplerine göre oransal dağılımı gösterilmektedir. Bu dağılıma göre römorkörler ilk sırada olup, yolcu gemileri ikinci sırada yolcu/feribot gemileri ise üçüncü sırada yer almaktadır.



Şekil 2.8 Alınan siparişlerin gemi tiplerine göre dağılımı [9]

2.1.5. Türk Gemi İnşa Sanayisinin Sorunları

Türk Gemi İnşa Sanayicileri Birliği’nin 2016 yılında Piri Reis Üniversitesi akademik kadrosu tarafından Türk Gemi İnşa Sanayinin Rekabet Gücünün Artırılması isimli araştırma raporunda değinilen başlıca hususlar aşağıda sıralanmıştır [21];

- Gemi inşa sanayisinde sermaye imkânı kolay sağlanamamaktadır ve sermaye maliyetleri yüksektir. Sermayenin büyüklüğü yanı sıra vade ve teminat koşullarında da düzenlemeler gereklidir.
- Başta SGK primleri olmak üzere iş gücü maliyeti sektörde yük oluşturmaktadır.
- Denizcilik sektörü bir bütün halinde değerlendirilerek tersaneler, armatörler ve diğer navlun kazancı sahiplerini de dahil edilerek teşvik paketi hazırlanmalıdır.
- Sektörde istisnalar bulunmakla birlikte genel olarak tersanelerde teknolojik seviye yeterli düzeyde değildir.
- Gemi inşa sanayi dünyada devletler tarafından desteklenen sektörlerden olup Türkiye'nin de uluslararası rekabette sektörü desteklemek amacıyla devlet tarafından desteklenmesi gerekmektedir.

Deniz Ticaret Odası'nın yayınladığı 2021 yılı Denizlik Sektör Raporu'nda belirtilen Türk gemi inşa sanayisine ilişkin sorunları aşağıda belirtilmiştir [21];

- Bankalarla yaşanan finansal problemler öncelikli olarak çözüme kavuşturulmalıdır. Bu durum içerisinde kredilerin yeniden oluşturulması, tersanelere ait orta seviyelerde olan yatırım ve işletme kredisi için ek kaynak düzenlenmesi ve devlet desteği için lazım görülen düzenlemelerin ortaya koyulması önem teşkil eden bir durumdur.
- Gemi inşa sanayisinin gelişiminin ülke ekonomisine getirdiği pozitif geri dönüşler sebebiyle devlet tarafından stratejik sanayi sektörü olarak belirlenmelidir.
- Gerekli görülen uygun olan finansmana erişememe ve yurtdışından gelen siparişlerle alakalı uygulanacak teminat noktasında arzu edilen kontur-garanti mektupları ve gemi inşaatında yer alan belirli ürünlerin Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)'ne olanak sağlaması sektörde rakabet edebilme oranını kolay olmaktan çıkarmaktadır.
- Tersanecilik faaliyetlerinde bürokratik engeller ortadan kaldırılmalı ve faaliyetlerde gerekli işlemler kolaylaştırılmalıdır.

- Tersanelere yetişmiş eleman sağlamak amacıyla sektörde istihdam edilen çalışanlara kamu-özel iş birliği ile gerekli eğitimler verilmelidir. Yabancı iş gücünün sektöre katılımını azaltmak amacıyla tersane bölgelerinde meslek edindirme kursları açılarak yerli iş gücü katılımı artırılmalı ve teşvik edilmelidir.
- Çevrenin korunması amacıyla tersanelerden çıkan atıkların yok edilmesinde ilgili kuruluşlarla iş birliği sağlanarak uygun maliyetli çözümler getirilmelidir.

2.2. Kısıtlar Teorisinin Kavram ve Tanımı

Küreselleşmenin dünyada ortaya çıkması ve gelişmesiyle beraber işletmelerde; çalışan bireylerin motivasyonlarını fazlaştırma, endüstri ortamı içerisinde kapasiteyi fazlaştırma, farklılaşan piyasa koşullarına uyabilme, işletme politikalarının ne olacağını belirleme gibi pek çok miktarda kısıt meydana gelmiştir [24]. İşletmeler bu problemleri yok etmek adına 30 seneden fazla süredir kısıtlar teorisini ortaya çıkarmış ve etkinliklerini fazlaştırmışlardır.

Bu noktada Kısıtlar Teorisi yaklaşımını kavrayabilmek adına ilk olarak kısıtın tanımlamasını oluşturmak önemlidir. İşletmenin etkinliklerine devam ettiği ortamlarda karlılığını ve performansını azaltan unsurlara kısıt adı verilir. Yönetici davranışları, yönetimin uygun gördüğü politikalar, işgücü ve kapasite kısıtları iç kısıtlar olarak adlandırılırken , tedarikçi, müşteri istekleri vb. olanlara da dış kısıtlar denir ve bu şekilde iki farklı grup içerisinde incelenir.

Kısıtlar Teorisi, kısıtların bir işletmenin çalışma performansını olumlu olmayacak biçimde etkisi altına alarak kar oranının azalmasına mani olmak gayesi ile yönetilmesinin önemli olduğunu belirten bir yönetim felsefesi şeklindedir [26]. Kısıtlar Teorisinde sistemin parçaları ayrı ayrı olarak değil de bir arada değerlendirilir. Bütün parçalar birbirleri ile alakalıdır ve bakıldığında geneli temsil eder. Bu teori en zayıf halka prensibini kendine düstür edinir [27]. Sistemi meydana getiren aşamaların her biri, bir zincirin halkaları olarak kabul edilirse bu zincirin başarılı sayılabilmesi için zincirdeki tüm halkalara fazla görev düşmektedir. Sistem içerisinde yer alan ve en zayıf kabul edilen halka sistemin kısıtı olarak adlandırılır ve sistemin verimi yüksek bir biçimde işine devam etmesi için bu zayıf halkanın kuvvetlendirilmesi gerekli görülen bir konudur [28].

Darboğazlar halkalar içersinde en zayıf olanı olarak tanımlanır. Bu halka işletmenin bünyesinde barındırdığı makine, hammadde ve işgücü gibi fiziksel kaynakların yeterli gelmemesinin yanında işletmenin üretim sunmasına karşılık yeterli miktarda müşteri isteğinin bulunmaması ya da farklı düşünce şekilleri de olabilmektedir. Sistem performansının fazlalaşması için yapılması gerekenlerin ardından durum düzelse bile sonrasında tekrar kısıtla karşı karşıya kalabileceği için bu gidişatın sürekli bir biçimde tekrarlanıyor olması önem teşkil eden bir konudur [29].

Kısıtlar teorisinin ana gayesi, işletmede fazla oranda performansın meydana çıkmasına mani olan kısıtın belirlenerek etkin bir biçime getirilmesinin neticesinde sistem çıktısının diğer bir ifadeyle satışlardan elde edilen geliri fazlalaştırmaktır [30]. Ayrıca işletme ve yatırım maliyetlerini azaltırken, verimlilik oranını fazlalaştırmak ve pazardan gelen istekleri yerine getirebilmek için verimli kabul edilen kaynaklarla beraber malzemelere hareket kazandırarak bunun neticesinde işletme içersinde düzenlemeyi karşılamak gayeleri arasında bulunmaktadır [31].

Yol gösterici ve yönlendirici teoriler arasında değerlendirilen kısıtlar teorisi bütün sektörlerde kullanılabilir olması bu teori açısından önem teşkil eden bir konudur [31]. Geleneksel düşünceden farklı olarak sistem içersinde kısıtların yer alıyor olması, iyileştirme olanakları açısından dikkate değer bir nokta olup bundan dolayı olumlu getirileri olan bir durum olarak kabul edilmektedir. Bunun en büyük nedeni bir sektör içersinde kısıtların aşamalı bir biçimde artışa geçmesi firmaların performansı noktasında olumlu kazanımlar ayak basmasını sağlayacaktır [33]. Kısıtlar Teorisi, kısa süreli bir süreci göz önüne almakta ve bunun yanında işletme içersindeki maliyetin yerinde durduğunu düşünmektedir [21]. Kısıtlar teorisi, gidişata odaklanan bir anlayış şeklini kabul etmektedir. Bu durumda üretimle dağıtım arasındaki zamanı azaltarak net kazanç oranını artırmaktadır. Kısıtlara ve sürece yönelik yönetim uygulamaları neticesinde firmaların mevcut müşteri isteklerini zamanı gecikmeden müşteriye verebilmekte ve bunun yanında hali hazırda bulunan stoklarını en az miktarda elinde bulundurarak maliyetini azaltmakta, neticede de kar oranında artış yaşanmaktadır.

İşletmeler, sistemlerinde mevcut olan kısıtlar sebebiyle kaynaklarını yeterli düzeyde verimli bir biçimde kullanamamaktadır. Bunun doğal bir neticesi olarak üretim maliyetleri fazlalaşmakta, piyasa içerisinde talep edilen ürün adedi azalmakta ve devamında siparişlerin bitirilmesi süresi artmaktadır [34]. Kısıtlar Teorisi yaklaşımı ile kısıtların yönetilmesi olanaklı hale gelebilmekte ve işletmedeki kar oranının belirten maliyet oranlarında düşüş ile beraber pazar payı fazlalaştırılmaktadır [35].

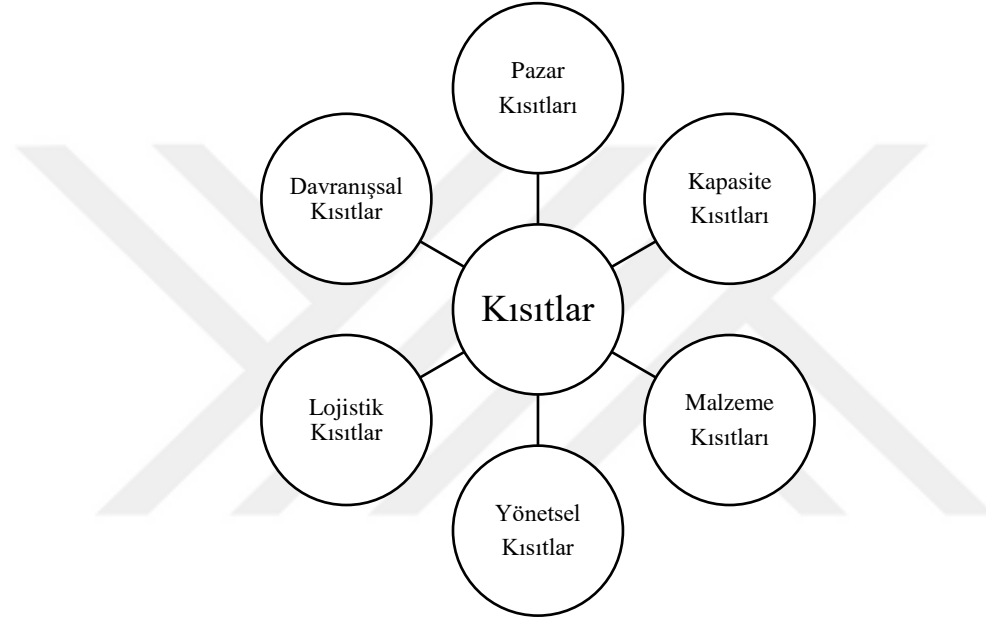
2.2.1. Kısıtlar Teorisinin Temel İlkeleri

Kısıtlar teorisi bazı ana ilkeler üzerine inşa edilir. Bu ilkeler şu biçimde sıralanmaktadır [36];

- Sistemin ait bulunduğu çevre de değişiklik olduğu müddetçe oluşturulabilecek en doğru çözüm işlevliğini kaybedecektir. Bu sebeple süregelen değişim sürekli bir biçimde tekrar etmeyi gerekli kılmaktadır.
- Sistemi oluşturan bütün noktaların performanslarının fazla olması sistem içerisindeki her şeyin performansının da fazla olduğu anlamını taşımaz. Benzer olarak sistemin performansının fazla olması sistemi meydana getiren bütün noktaların performansının fazla olduğunu göstermez.
- Sistemde kabul edilmeyen etkilerin pek çoğu, sadece birkaç temel sorundan oluşmaktadır.
- Nerede değişim yaşanacağını bilmek sistem içerisinde şu anda içinde bulunduğu amacını, büyüklüğünü, gerçeğini ve ikisi arasındaki ayrımların yönünü anlamlandırmaya destek olacaktır.
- Sistem kısıtları İçsel Kısıtlar (Fiziksel Kısıtlar) ya da Dışsal Kısıtlar (Politik Kısıtlar) olabilir. Dışsal kısıtların anlaşılması ve düzeltilmesi içsel kısıtların anlaşılması ve düzeltilmesine kıyasla daha zor olmaktadır.
- Harekete geçmemek sürekli gelişim sürecinin önündeki en büyük engel olarak bilinir.
- Dikkate değer olan, ana sorunların bulunarak bu sorunların ortadan kaldırılmasıdır. Önemli olmayan sorunlarla fazla ilgilenmek sadece maliyeti fazlalaştıracak ve sistem performansına olumsuz etkileri olacaktır.

2.2.2. Kısıt Türleri

Kısıtlar, çeşitlerine göre kendi içerisinde altı farklı kategoriye bölünebilmektedir. Bunlar Şekil 2.9’da gösterildiği gibi malzeme kısıtları, pazar kısıtları, lojistik kısıtlar, kapasite kısıtları, davranışsal kısıtlar ve yönetsel kısıtlardır.[37].



Şekil 2.9 Kısıt türleri [14]

2.2.2.1. Kapasite Kısıtları

Herhangi bir makinenin müşteriden gelen istekleri yerine getirebilmemesine bu konuda eksik kalmasına kapasite kısıtı denir. Yani eğer bir kaynaktan üretilmesi gerekli olan miktar, kaynağın olağan kapasitesinin üstünde kalıyorsa kapasite kısıtı ortaya çıkıyor demektir [37]. Ortaya çıkan bu durum makineden ya da orada çalışan kişilerden ortaya çıkıyor olabilir ve dolayısıyla arzu edilen miktarda çıktı alınmasına zarar verir. Bu nedenle kapasite kısıtı işletmedeki üretim akışının gidişatını olumsuz etki altına alan bir etmendir.

İşletmelerde farklı kapasitelere sahip iki çeşit kaynak vardır [38]. Bunlar:

- Darboğaz nitelikli kaynaklar: Kapasitesi müşterinin isteklerini yerine getirmeye gücü olmayan kaynaklardır. Kısıtlar teorisi yaklaşımında bütün

sistemin çıktı oranının darboğaz kaynaklar tarafınca ortaya koyulduğu yadsınamaz bir gerçek olarak bilinmektedir.

- Darboğaz olmayan kaynaklar: Kapasitesi müşteri talebini karşılamaya yeten kaynaklardır.

2.2.2.2. Malzeme Kısıtları

İşletmeler üretim etkinlikleri için malzemeye ve hammaddeye ihtiyaç hissederler. Tedarikçilerden elde edilen girdilerin kaynağında problemler ve sınırlar ortaya çıktığı için, malzeme kısıtı farklı bir söylemle hammadde kısıtı olarak belirtilmekte ve üretim etkinlikleri zarar görebilmektedir [39].

İşletmede ortaya çıkan malzeme kısıtları kendi içerisinde uzun dönemli ve kısa dönemli olacak şekilde ikiye ayrılmaktadır. Hammaddenin tedarik edici kişilerce arzu edilen süreçte ellerinde bulundurması ya da teslim edilecek malzemenin arzu edilen kaliteye sahip olmaması neticesinde kısa dönemli malzeme kısıtları, pazardaki malzeme isteğinde problemlerin ortaya çıkması neticesinde ise uzun süreli malzeme kısıtları meydana çıkar. Sistem içerisinde ortaya çıkan bu kısıtlar, onaylanan maliyetleri fazlalaştırmakta ve planlanan üretimi etki altına almaktadır [36].

Malzeme kısıtlarının önüne geçebilmek için; üretim sürecindeki işlemler oldukça sağlıklı bir biçimde programlanmalıdır. Bu şekilde hammadde kısıtı ortaya çıktığında yöneticilerin anında müdahalede bulunmasıyla, üretim aşamasında ortaya çıkacak olan aksamının önüne geçmiş olacaktır. Bunun yanında yeni tedarikçilerle anlaşmaya varılması ve malzemeler için tedarikçi kişilere teklif verilen fiyatlarda iyileşmeler yapılması önemli bir konudur [40].

2.2.2.3. Pazar Kısıtları

İşletmelerin sürekliliğini oluşturabilmek için ortaya çıkardıkları ürünlere veya sundukları hizmetlere pazar tarafından isteğin bulunması noktasında önem teşkil eden bir konudur. Pazardan gelen istek, işletmede bulunan ürün hacminin altında bulunuyorsa ya da sunulan hizmet oranının altında kalıyorsa pazar kısıtı ortaya çıkmaktadır. Pazar isteğinin az oranda olması işletmenin, kapasitesini etkin bir biçimde kullanabilmesine engel teşkil etmektedir. İşletmenin pazardan gelen isteğinde problemler meydana gelmesi neticesinde pazar kısıtları diğer bir söylemle piyasa kısıtları ortaya çıkmaktadır. Pazar kısıtlarının ortaya çıkmasının

pek çok sebebi olmakta ve bunların pek çoğu doğru olmayan yönetim politikalarından meydana gelmektedir [39, 40].

İki tür pazar kısıtı bulunmaktadır. Bunlardan geleneksel olanı sistem içerisindeki hizmet ya da mal tedarik etmek kapasitesinin isteğin üstüne çıktığı durumdur. Diğeri ise üretim esnasında hammadde gibi gereksinim hissedilen bir girdinin kısıtlı bulunabilirliği neticesinde sistemdeki çıktının düşmesidir. Farklı bir söylemle işlem hacmi sistemin kapasitesinden ayrı olarak yabancı kaynaklarla sınırlı olduğu önem arz eden bir konudur [41].

İşletme yönetimlerinin pazar kısıtını ortadan kaldırabilmesi için yeni pazarlar bulması ve bu pazarlarda kendine yer edinebilmek için çabalaması bunun yanında mevcut pazarlarda olan istekleri fazlalaştırmaya dayanan politikalar oluşturması, yeni ürünler ortaya koyarak insanlara hizmette bulunması gereklidir [37].

2.2.2.4. Lojistik Kısıtlar

Bir işletme içerisinde kontrol ve programlama sistemiyle alakalı problemler ortaya çıkıyorsa ya da sistem etkili bir biçimde kullanılmıyorsa, bu işletme içerisinde lojistik kısıtlılığın olduğundan söz edilebilir [42]. İmalat sektörü içerisindeki işletmeler lojistik kısıtlarla daha fazla oranda karşı karşıya kalmaktadır. İşletmelerin üretim açısından gereksinim hissettikleri malzeme veya hammadde oluşum yerlerine taşıma ve malzemelerin işlenerek amaçlanan pazara ulaştırma esnasında karşı karşıya kalınan sorunlar, ürünlerin teslim zamanlarını istek duyulan süreçte erİştirebilmemesine sebep olabilmektedir. Bunun neticesinde işletmenin itibarı ve ekonomisi olumlu olmayan bir biçimde etkilenmektedir [43]. Lojistik kısıtın ortaya çıkmasını önlemek amacıyla işletmelerin ürünü ortaya çıkarma zamanlamasına göre planlanmış olup sipariş sistemi ile tedarikçi kişilerin arasında uyum içeren bir işbirliği olması önem teşkil eden bir konudur [36].

Lojistik kısıtların işletme yönetimi tarafınca görülmesi ve farklılaştırması kolay değildir. Yalnızca dağıtım hattının karmaşık olduğu zamanlarda lojistik kısıtının belirlenmesi daha zahmetsiz olacaktır [44].

2.2.2.5. Yönetmel Kısıtlar

Yönetmel kısıtlar, şirket yönetiminde içerisinde bulunan bireylerin, işletme içerisinde üretimle alakalı olan bütün kararların olumlu olmayan bir biçimde etkisi

altına alınan politikalar gerçekleştirmesi durumunda meydana gelmektedir. İşletmelerde fazla zamanlar süresince devam eden prosedürler kullanıldığı için, dış faktörler farklılaşsa bile aynı kalarak işletmelerin gelişim göstermesini zorlaştırmaktadır [37]. Doğru olmayan yönetim politikaları, fiziksel kaynaklardan elde edilen verimin azalması ve darboğaz olmayan kaynakların doğru bir biçimde yönetilmesini olumsuz etkilemektedir.

Genel olarak bir işletme içerisinde, fiziksel kısıtlara oranla daha fazla yönetsel kısıtlar bulunur. Bahsedilen özellikleri üzerinde bulunduran kısıtların belirlenerek ortadan yok edilmesi fiziksel kısıtlara oranla daha güç olmanın yanında, işletmenin gelecek günlerini daha fazla oranda etkisi altına almaktadır. Yönetsel kısıtlamalarla karşı karşıya kaldığı alanlar daha fazla finansman, pazarlama ve de muhasebedir [45].

2.2.2.6. Davranışsal Kısıtlar

İşletme kültürünün özelliklerini ortaya koyan işe dair alışkanlıklar, uygulamalar çalışan bireyler ve yönetici davranışları davranışsal kısıtları tanımlamaktadır [39]. Davranışsal kısıt gerçeklerle çatışma halinde olan ve işletmenin dünya çapındaki ölçümlerinde olumsuz neticelere sebep olan bir durumdur. Farklı bir söylemle, çalışan bireyler tarafında ortaya koyulan ve az performansa sebep olan davranışlar veya işe dair alışılan durumlar davranışsal kısıtları meydana çıkarır [46].

Örnek olarak, bir işletme içerisindeki yönetici kişilerin işlerinin ellerinden alınması korkusu ile çalışan bireylerin sürekli bir biçimde çalışır durumda tutmaları sonucunda gerekli olmadığında bile üretim sürdürülecek, yarı mamul veya mamul stoklarından lazım olandan fazla artma meydana gelecektir [43]. Bunun doğal bir neticesi olarak işletmenin gelirlerinde de fazlalaşma ortaya çıkacaktır.

Kısıtlar Teorisinin Bileşenleri

Kısıtlar teorisi, üç temel bileşenden oluşmakta olup, bunlar Demircioğlu (2016) tarafından performans ölçütleri, lojistik bileşenler ve düşünme süreçleri/problem çözme bileşenleri olmak üzere sınıflandırılmıştır [47].

2.2.2.7. Performans Ölçütleri

İşletme performansının ölçümünde genellikle finansal ölçütler kullanılmaktadır ki bu ölçütler net kâr, yatırımın kârlılığı ve nakit akışları gibi ölçütlerdir [49]. Ancak bu ölçütler işletmelerin finansal başarısını ölçmekte olup, faaliyetlerin etkinliğini ölçmekte yetersiz kalmaktadır. Kısıtlar teorisi uygulamaları kapsamlı bir şekilde geliştirilmiştir ve zamanında teslimat, stok ve işletme maliyetlerini optimize etmek üzere bir fabrikayı yönetmek için toplam bir çözüm sunmaktadır [48].

Kısıtlar teorisi, küresel operasyonel performans ölçümlerini, geleneksel finansal ölçütlerle ilişkilendirmektedir [50]. Kısıtlar teorisi ile, işletmelerin belli bir dönemde ne kadar gelir elde ettiği ve bu gelirin ne kadarının faaliyetlerin sürdürülmesi için harcama amaçlı olarak kullanıldığı sorularına aşağıdaki üç kavramın açıklanması ile cevap aranmaktadır [49]:

- Süreç Katkısı,
- Stok,
- Faaliyet Giderleri.

Süreç Katkısı

Ünal ve diğerleri (2006) çalışmalarında süreç katkısının katkı payına benzediğini belirtmişler ancak katkı payının, satış fiyatından tüm değişken (direkt hammadde, direkt işçilik ve değişken genel üretim maliyetleri) maliyetlerin çıkarılması sonucu elde edildiğini oysa kısıtlar teorisinde ise tek değişken maliyet hammadde maliyeti kabul edildiğinden süreç katkısının, satış fiyatından hammadde maliyetinin çıkarılması sonucu elde edildiğini ifade etmişlerdir [51].

Direkt hammadde giderleri değişken maliyet olarak ele alınmaktadır [52]. Kısıtlar teorisi sürece odaklanmaktadır [53]. Aynı zamanda kısıtlar teorisi kısa vadeli bir araçtır çünkü direkt hammadde dışındaki her eyin sabit olduğunu varsaymaktadır [54]. Kısıtlar teorisi, direkt hammadde maliyetlerini değişken maliyetler olarak alıp, direkt hammadde dışındaki bütün maliyetleri sabit maliyetler olarak kabul etmekte ve bu nedenle karar almada bu maliyetlerin ilgisiz olduğunu öngörmektedir [53]. Bu teoride yalnızca direkt hammaddenin maliyet unsuru olarak temel alınmasının nedeni, genel üretim giderlerini doğrudan ürünlere yükleyecek herhangi bir yöntemin olmamasının savunulmasındandır. Böylelikle kısıtlar teorisi, üretimde değişken olan maliyetlerin toplamını alarak ürün

maliyetlerini hesaplamakta, diğer tüm maliyetleri gerçekleştikleri döneme ait olmak şartıyla faaliyet giderleri olarak döneme gider yazmaktadır [55].

Stok

Sistemin satmayı amaçladığı şeylere yatırılan tüm para olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu bu maliyetler, hammadde, yarı mamul ve nihai ürünler gibi fiziksel stokları ve araçları, binayı, ekipmanları ve mobilyaları içermektedir [44].

Stok olarak tanımlanan bu ölçüt, hammadde, yarı mamul ve nihai ürün stoklarını ifade etmektedir [45]. Genel kabul görmüş muhasebe ilkeleri, stokların, hammadde maliyeti, stokları üretmek için kullanılan emek ve genel gider ile değerlendirilen bir varlık olarak bilançoda rapor edilmesini gerektirmektedir [45]. Kısıtlar teorisinde stoklar, sistemin satmak amacıyla satın aldığı şeylere yatırdığı paranın toplamıdır [46].

Faaliyet Giderleri

Son olarak, faaliyet giderleri, mal ve hizmet üretmenin ürün dışı maliyetlerini ifade etmektedir [46]. Sistemin stokları süreç katkısına dönüştürmek için harcadığı tüm para olarak tanımlanmaktadır [47]. Faaliyet gideri, direkt ve indirekt işçilik, malzeme, dış yükleniciler ve faiz ödemeleri gibi harcamaları içermektedir [44].

Kısıtlar teorisinde faaliyet gideri, bir işletmeden maaşlar ve ücretler, kira, kamu hizmetleri ve üretilen mal veya hizmet birimleriyle doğrudan değişmeyen diğer maliyetler açısından çıkan parayı ifade etmektedir [45].

Kısıtlar teorisinde, bir organizasyonun para kazanma amacı, verimi artırırken yani süreç katkısını artırırken aynı zamanda stokları azaltarak ve faaliyet giderlerini azaltarak gerçekleştirilir [46]. Özetlemek gerekirse; işletmenin amacı, para kazanmaktır ve işletmenin bu amaca ulaşması için süreç katkısını artırmak suretiyle stokları ve faaliyet giderlerini azaltması gerekmektedir.

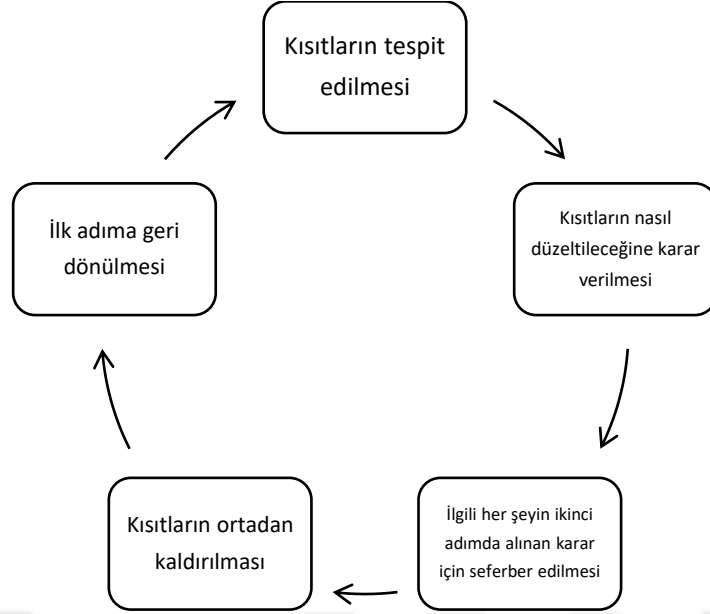
2.2.2.8. Lojistik Bileşenler

Kısıtlar teorisinde lojistik bileşenler, beş adımda sürekli iyileştirme süreci, çizelgeleme süreci ve yedek stok yöntemi ile IVAT analizlerinden oluşmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde bu bileşenler teorik ayrıntılarıyla anlatılacaktır.

Sürekli İyileştirme Süreci (Beş Adım)

İşletmelerde bazı zamanlarda üretim sürecinde var olan bir kısıtın tespit edilerek ortadan kaldırılması yeni kısıtların doğmasına neden olabilmektedir ki ayrıca daha önce kısıt olmayan bir etkenin de kısıta dönüşmesine yol açabilmektedir [48]. Bu nedenle, iyileştirme süreci tek seferlik bir çaba değil, devam eden bir süreç olmalıdır ki bu doğrultuda kısıtlar teorisi, bu felsefeye dayalı olarak bir operasyon sisteminin yönetimi ve iyileştirilmesi için beş adımlı sürekli iyileştirme süreci önermektedir [48]. Bu süreç kısıt yönetim süreci olarak da adlandırılmaktadır [51].

Literatürde beş adımda sürekli iyileştirme süreci olarak da ifade edilen bu süreç, darboğazın belirlenmesi ve bu darboğazla ilgili üretim sisteminin yönetilmesi için kullanılmakta olup, sistemdeki bu sınırlamanın kaldırılması için çaba harcanmasını gerektirmektedir [48]. Bu süreci uygulayan işletmeler satışlarını ve dolayısıyla kârlılık seviyelerini arttırabilmektedirler [51]. Bir darboğaz giderildiğinde, işletme daha yüksek bir hedefe ulaşma düzeyine geçerek, yeni darboğaz/darboğazlarla karşılaşır ve yeni darboğazı yönetme döngüsü, firmanın operasyonlarında ve performansında art arda iyileştirmelere yol açacak şekilde tekrarlanır ki bu döngü, beş adım sürekli iyileştirme döngüsü olarak nitelendirilebilmektedir [48].



Şekil 2.10 Kısıtlar Teorisi'nin beş adım süreci [51]

Kısıtlar teorisi, Şekil 2.10'da gösterildiği gibi performansı iyileştirmek için beş adıma sahiptir. Kısıtların belirlenmesi ve yönetilmesine yönelik bu sistematik yaklaşım, işletme performansının artmasıyla sonuçlanabilmektedir [61].

Kısıtların belirlenmesi ve yönetilmesindeki bu sistematik yaklaşım, işletme performansının artmasıyla sonuçlanabileceği gibi, ayrıca adımların gösterdiği gibi, darboğazın yönetimi, stok oluşumuyla ilgili gereksiz maliyetlerden kaçınılabileceğinden, maliyetlerin etkin yönetimiyle de sonuçlanabilecektir [61].

Çizelgeleme Süreci

Davul-Tampon-İp yöntemi, 1980'lerde Eliyahu M. Goldratt tarafından ortaya atılan Kısıtlar Teorisi üretim planlama yöntemidir [49]. Eliyahu Goldratt tarafından geliştirilen bu sistem yaygın olarak davul-tampon-ip yöntemi olarak bilinmekte olup, kısıtlı kaynakların tespit edilmesi ve etkili olmasına odaklanmaktadır [62]. Bu sistem, işletmedeki kaynakların, hammaddeler ile pazar taleplerinin eş anlı bir şekilde uyumlu hale getirilmesine dayanmaktadır [55].

Davul-Tampon-İp modeli, üretim zincirindeki en kısıtlı kaynağın tam kapasitesinde veya buna yakın bir üretim hattı boyunca devam eden işin akışını düzenlemek için tasarlanmaktadır [63]. Amacı işletmedeki kısıtlı kaynakta süreç katkısını arttırıp, stokları ve faaliyet giderlerini azaltarak, üretim sürecini dengeli hale getirmektir [49].

IVAT Analizleri

IVAT analizleri, kısıtlar teorisinin bileşenlerinden biri olan lojistik bileşenlerden olup, bu analizle üretim ortamının yapısı I, V, A, T üretim ortamı olarak sınıflandırmaktadır [49]. IVAT, Goldratt'ın (1990) ürün malzeme listesini bileşen parçasının operasyon rotaları ile birleştirdiği malzeme ihtiyaç planlama yönteminin köklerinden gelmektedir [64]. IVAT analizi bazı temel yönergeler sağlamaktadır. Genel olarak karmaşık bir üretim sistemini tanımlayan IVAT, rotaların ve malzeme listelerinin üretim programı sistemindeki bileşenlerine göre kökenlerini takip etme avantajına da sahiptir [64].

IVAT analizinde üretim ortamının yapısı I üretim ortamı, V üretim ortamı, A üretim ortamı ve T üretim ortamı olarak haritalandırılmakta ve burada hangi noktalarda kısıtların meydana gelebileceği tanımlanabilmektedir ki bu bağlamda kısıtların tespit edilmesinde kılavuz olabilmektedir [49].

2.2.2.9. Problem Çözme/Düşünme Süreci

Goldratt kısıtlar teorisine göre, her süreçte en zayıf halkanın var olduğunu ve bu zayıf halkanın tüm sistemin üretim hızını kontrol etmekte olduğunu ifade etmiştir [65]. Sistemin üretimini en üst düzeye çıkarmak için, en zayıf halkanın (kısıt) iyileştirilmesi ve süreçlerdeki diğer tüm bağlantıların en zayıf halkanın hızına göre düzenlenmesi gerekir ve kısıtları belirlemek için tüm adımlar birlikte incelenmelidir. Kısıtlar her zaman belirgin olmadığından, Goldratt, “Düşünme Sürecini” geliştirmiştir. Bu, kısıtları bulmak (Neyi Değiştirmeli?), çözümü belirlemek (Neye değişmeli?) ve çözümün nasıl uygulanacağını (Değişiklik nasıl yapılır?) belirlemek için kullanılan bir dizi adımdır [53]. Özetle bu süreçte Dr. Goldratt tarafından “ne değişecek”, “neye dönüşecek” ve “değişim nasıl gerçekleşecek” sorularına yanıtı aranmıştır [49].

Düşünme süreçleri, bir bireyin veya grubun bir sorunu çözmesine ve/veya nedensönuç titizliğini ve mantığını kullanarak bütünleşik bir strateji geliştirmesine olanak tanıyan, semptomlarla başlayan ve ayrıntılı bir eylem planıyla biten bir dizi araç ve tekniktir [49]. Kısıtlar Teorisinde düşünme süreçleri, kurumsal başarısızlıkları açıklamak için kullanılmaktadır [57]. Gelecekte gerçekleşebilecek

olayları öngörebilmeyi sağlamak ya da bir çözümün nasıl uygulanacağını planlamak amacıyla da kullanılmaktadır [66]. Çözümün uygulanmasına dâhil olan herkesin faaliyetlerini koordine etmekte ve sistem kısıtlarının sürekli olarak tanımlanması ve kaldırılması için teorik bir çerçeve ve araçlar sağlamaktadır [48]. Kısıtlar teorisi, Goldratt'ın Düşünme Süreci aracılığıyla üretim için geliştirilmiş olsa da, düşünme süreci sistemi diğer birçok iş süreci ve problem üzerinde çalışmak için kullanılabilir.

2.2.3. Kısıtlar Teorisinin Faydaları

Kısıtlar teorisinin işletmeler yönünden ortaya koyduğu en kayda değer avantajlı durum kısıtların belirli hale gelip ortadan yok edilmesi ve sistem içerisinde devam edecek olan gelişime katkı sağlanmasıdır. İşletmelerin ilk hedefi maliyetlerini azaltarak kar oranlarını artırmaktır. Kısıtlar teorisinin yarı mamul stoklarındaki fazlalık ve darboğazların ortadan yok edilmesindeki amaç sonucunda işletmelerdeki en değerli maliyet faktörlerinden biri ortadan kalkmış olur. Bunun yanında üretim zamanında ortaya çıkan olumlu gelişmeler sayesinde siparişlerin istenilen sürede teslim edilmesine de olanak sunmuş olur. Kısıtlar teorisinin performans ölçütleri içerisinde bulunan, faaliyet ve finansal ölçüler kayda alındığında kısıtlar teorisinin maliyetlere dikkat ettiği görülen bir durumdur [36].

Diğer sistemlerden ayrı olarak kısıtlar teorisi, bireylere yönelttiği esneklik aracılığıyla işletme içerisinde daha etkili neticelerin meydana çıkmasına destek olacaktır. Kısıtlar teorisi, işletme bütünlüğünü oluşturmada, meydana çıkarılan amaçların belirginliği ve çalışan bireylerin bu amaçlara erişmek adına yapmaları gerekli görülenlerin kavranabilmesi yönünden oldukça dikkate değer bir noktadır. Kısıtlar teorisini uygulayan işletmeler ve sağladıkları kazançlara yönelik örnekler aşağıda sıralanmıştır [36].

- TBS Furniture: Mobilya üreticisi işletme sahipleri MRP sisteminden umdukları verimi sağlayamayınca kısıtlar teorisini uygulamaya koymuşlar, bunun neticesinde satışlarını %40 ve teslim performansını %97 oranında artırmışlardır.
- Avery Dennison: Etiket, etiket sistemleri ve ofislerde gerekli olan malzemelerin üretimine destek olan işletme, 12-18 ay içinde kısıtlar teorisi

sayesinde pazar payını %25, üretim kapasitesini %50-300, satışlarını %23, oranında fazlalaştırmış, teslim sürelerini % 80 arttırmış ve müşteri şikâyetlerinde %47, stoklarda %50-75 ve hurda oranında %32 azalma oluşturmuştur.

- Ford Motor: Siparişleri temin zamanı 10.6 günden, JIT ile 8.5 güne, kısıtlar teorisi sayesinde ise 2.2 güne düşmüştür. Bunun doğal bir sonucu olarak müşterilerin memnuniyet oranında %75 oranında artış olmuştur.
- General Electric: Yönetmel zoramaların kısıt olduğu belirlenmiş, direkt işçiliğe yönelik dönüşüm süresi düşmüştür.
- Siparişlerini temin edebilme zamanı 6-8 haftadan 7 güne inmiş , işletme giderleri %40 düşmüş ve stoklarda da 2 Milyon Pound düşüş olmuştur.
- Southwestern Ohio Steel: Kısıtlara dayalı olarak kapasitede meydana gelen dalgalanmalar sorun olarak düşünülmüş, kısıtlar teorisi , geliştirme de ve fiyatların belirlenmesinde kullanılarak önem arz eden olumlu sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.
- General Motors: Kısıtlar teorisi desteği ile iş yoğunluğundan sebep sistem içersinde yığılmalar meydana gelmesi kısıt olarak tanımlanmıştır. Gecikme zamanı %30 düşmüş, kalite fazlalaşmış ve yığılmalar azalmıştır.

Kısıtlar teorisinin işletme yöneticilerine disiplin ve yapısal gereklilik yönünden sağladığı faydalar şu biçimde ortaya koyulmuştur [36];

- Sistem performansının ne biçimde farklılaşacağını ve neticelerinin tahmini
- Arzu edilmeyen neticelerin temel sebeplerinin belirlenebilmesi,
- Organizasyonun mevcut yapısına yönelik derinlemesine inceleme olanağı,
- Uygulama neticeleri ile meydana çıkabilecek durumların gelişim ve analizi,

Diğer sistemlerden ayrı olarak kısıtlar teorisi, yöneticilere yönelttiği esneklik aracılığıyla işletmelerde daha kayda değer neticelerin meydana gelmesine destek olmaktadır.

2.2.4. Kısıtlar Teorisine Yönelik Eleştiriler

Sürekli bir biçimde gelişmeyi hedefleyen bir teori olan kısıtlar teorisinin bu amacında daha önce de söz edilmişti. Fakat kısıtların meydana yok edilmesi

amacıyla ortaya koyulan çözümlerin az zaman içermesi, teoriye yönelik olan en önemli eleştiridir.

MacArthur (1993)'nin ifadesine göre, kısıtlar teorisi üretim esnasında az zaman alan maliyetlere dikkat ederken; faaliyet tabanlı maliyetlendirme ise daha fazla zaman alan maliyetlere dikkat etmektedir [24]. Bu sebeple yöneticiler yalnızca kısıtlar teorisi dönüşüm muhasebesini değil bunun yanında faaliyet tabanlı maliyetlendirmeyi de göz önünde bulundurarak bir çalışma ortaya koymalıdır.

Holmen (1995)'nin söylemine göre, kısıtlar teorisi ana faraziyelerinde direkt işçilik harcamalarının geçerli maliyet olarak fark edilmemesi, kısa zamanlı maliyetlerle ortaya koyulan programların uzun zamanda değişmeye olanak sağlamaması ve sabit görülmesi de teorinin eleştirilen durumlarından biridir [36].

Yaşadığımız bugünün olanaklarının daha fazla küreselleşme yönünde bulunması, müşteri hassasiyetindeki fazlaşma, uluslar üstü örgüt sayısının ve faaliyetlerinin fazlaşması ile işletmeler Goldratt'ın kısıtlar teorisinin temel faraziyeleri içinde bulunan kar kazanma ve kar oranlarını fazlaştırma hedefinin yerine sosyal hedeflere daha fazla yoğunlaşmaya sürüklenmişlerdir. Bu sebeple kısıtlar teorisinin eleştirilen farklı bir yönü de yalnızca kârı fazlaştırmayı amaçlaması olarak belirtilebilir [36].

3

GEMİ BLOK İMALATI SÜRECİNE KISITLAR TEORİSİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Yat tersanesinde kısıtlar teoremini kullanarak merkez bloğunun imalat süreci.

3.2. İşletme Hakkında Genel Bilgi

1997 yılında kurulan bir yat tersanesi, Türk tekne imalat sektörünün önde gelen isimleri tarafından kurulmuştur. Tersane, Türkiye'nin ilk uluslararası standartlardaki süper yatını inşa ederek faaliyete geçmiş, ardından 40 ila 72 metre arasında değişen boylarda 20 mega yat daha üreterek sahiplerine teslim etmiştir.

1. Yerleşke

1. şubesi 2007 yılında tamamlanmış olup, 25.000 m²'lik bir alanına sahip olup, uzunlukları 85 metreye kadar olan dört yatın aynı anda barındırılmasına olanak

sağlamaktadır. 110 m'lik bir iskele uzunluğuna sahiptir ve özellikle iç dekorasyon ve gemi teslim aşamalarının yapıldığı lokasyondur.

2. Yerleşke

Tersane 2005 yılında kurulmuş olup 120 m rıhtımlı 500.000 m²'lik bir tesistir. Şu anda 50 m'den 75 m'ye kadar gövdeler (hem alüminyum hem de çelik konstrüksiyon) inşa eden tersane, toplam uzunluğu 120 m'ye kadar olan yatlar inşa etme kapasitesine ve tesislerine sahiptir.

Yerleşke 4 adet büyük hangardan oluşmaktadır, bunlar;

E-1, E-2, M ve A hangarlarıdır.

E-1, E-2 ve M hangarları çelik ve alüminyum bloklar için ayrılmış üretim hangarıdır. Ayrıca bu hangarlarda; boru atölyesi, imalat atölyesi, depo ve boyahane bulunmaktadır.

A Hangarı

Aynı anda 4 megayat inşa edilebilecek alana sahip olan, 3 adet büyük tavan vincinin bulunduğu, blok birleşim faaliyetlerinin yapıldığı hangardır. Tekne bu hangarda yapılıp, yüzer havuza burdan taşınır.



Şekil 2.11 A hangarı

3.3. Araştırmanın Uygulanması

3.3.1. Yatın Ana Boyutları

Tez konumuz olan yat, mega blok bazlı üretim ile üretimi devam eden bir motoryat projesidir. Tablo 3.1’de teknenin özellikleri belirtilmiştir.

Tablo 3.1 Teknenin özellikleri

Teknenin Ana Boyutları	
TAM BOY	76
DİKMELER ARASI BOY	65.01
GENİŞLİK	14.21
DİZAYN DRAFT	3.7
SERVİS HIZI	13 KNOT
Engine Power	2572 HP

3.3.2. Üretim İstasyon Ağırlıkları

Gemi inşaa sektöründe, yapılan işlerin maliyet analizi ve planlaması yapılırken, adam*saat üzerinden yapılır ve fiyat teklifleri de bu adam*saatler referans alınarak verilir. Bu sebeple adam*saat hesapları özellikle blok tonajlarında referans alıp karşılaştırma yapabileceğimiz en önemli ölçüttür. Gemi tonaj bilgileri elde edilerek, her bir blok için kg başı düşen adam*saat hesaplanır.

Tablo 3.2 Blok isimleri

Blok Grupları	Bloklar
A	Çelik Bloklar
B	1.Kat Alüminyum Bloklar
C	2.Kat Alüminyum Bloklar
D	3.Kat Alüminyum Blok
E	Direk
F	Parampet Bloklar

Tablo 3.3 İstasyon ağırlıkları

Blok Grupları	Toplam Ağırlık (kg)
A	468661
B	84828
C	25409
D	7568
E	2500
F	18115
Toplam	604581

Yukarıdaki taboda da görüldüğü üzere, A blok tonajı, toplam blok tonajlarının büyük kısmını oluşturmaktadır. A bloğun imalatı ve kurulumunda tamamlanmadan, B bloğun erection faaliyetlerine başlanamayacağından, bu blokların imalat sürecinin hızlanması, projeyi doğrudan hızlandırmaktadır. Kısıtlar teoremi uygulanan G blok tonajı, yaklaşık olarak 53678 kg'dır.

3.3.3. Proje Analizi

Projenin her bir aşaması ve mevcut planı, proje koordinatörü ve yardımcısı tarafından hazırlanmıştır. Proje ilerlemesine bağlı olarak veri girişleri üretim departmanı tarafından girilmiştir ve proje ekibi tarafından denetlenip, teyit edilmiştir. Oluşturulan excel tabloları yardımı ile projede planlanan ve gerçekleşen süreler kayıt altına alınmıştır.

Kısıtlar teoreminin ana uygulama esası, kritik zincir yöntemi dediğimiz, bir işin bitmesi ve diğer işin başlaması ile devam eden zincir iş akışıdır. Her bir bloğun iş akışı oluşturularak, istasyon ağırlıkları ve adam saatler ile iş akışı planı oluşturulur.

Kısıtlar teoremi uygulama adımlarının ilk adımı, her bir görevin bitiş süreleri tablo halinde yazılır ve, emniyet süresi hesaba katılmadan, bitirme süreleri yarı yarıya düşürülerek yeniden proje bitiş planı yapılır. Planın yapılmasına müteakip, emniyet süresi proje sonuna eklenir. Bir sonraki iş akış basamağının, ardışık olarak gelen basamağın, sonuna beslenme stoğu konulur.

Oluşabilecek her türlü aksamalar için, yani kısıtlar teoreminde bahsedilen kaynaklar için, oluşturduğumuz emniyet stokları kullanılır. Emniyet stokları sayesinde, projede oluşabilecek herhangi bir gecikme, bu stoktan yararlanılır ve bu sayede projede oluşabilecek gecikmelerin önüne geçilmiş olunur. Bir projenin başarı oranı ve genel performansı, bırakılan proje emniyet stoku ve emniyet stoku sayesinde belli olmaktadır.

Proje süresinin % 50 azaltılması, projenin yarı sürede bitirilip hiç aksama yaşanmadan sonuca ulaşacağımız anlamına gelmemektedir. Teoremin ana konularının bahsedildiği gibi, kısıtlar teoremi aksamaları en aza indirmek, oluşturulan emniyet payı sayesinde projede oluşacak gecikmeleri minimize etmektir. Sürenin azaltılması çalışan insanlar üzerinde büyük bir baskı oluşturulması engellenmelidir. Amaç verilen süreler içinde, verilen işi yapmak, bir sonraki aşamanın ne olduğunu bilmek ve büyük çerçeveyi görebilmektir. İş akışındaki sıraya sadık kalmak, sadece hedeflenen zamanda hedeflenen işi yapabilmektir. Örnekler ile durum daha açıklayıcı şekilde anlatılacaktır.

En önemli noktalardan biriside, kapasite ve kaynaklarda oluşabilecek çakışmanın önüne geçebilmektir. Süresinin yarı yarıya kısaltıldığı, bahse konu çakışmanın önüne geçildiği ve zincirin kritik halkaları diye adlandırılan projenin önemli noktalarına emniyet ve besleme stoklarının yerleştirilmesi ile proje istenilen başarıya ulaşacaktır.

3.3.4. Kritik Zincir Proje Planı

BL104 ün sac kesimine başlanan tarihten, blok imalat ve erection faaliyetlerinin tamamen bittiği süreye, kritik zincir süresi olarak tanımlayabiliriz. Bu sebeple kritik zincirimiz C-D-G-J-K-L-N istasyonları olacak şekilde oluşturuldu.

Kısıtlar teoremi yaklaşımının en önemli noktalarından birisi, kritik zincir noktalarının belirlenmesi olduğunu daha önce belirtmiştik. Bu kritik zincir noktaları olarak tespit ettiğimiz işlemlerin %50 oranda gerçekleştiği tasarlanarak, geri kalan süre aşağıda belirtilen formülüzasyonda belirtildiği gibi karaları alınıp toplanır ve çıkan sonucun, karekökü alınır. Elde edilen veri, projede emniyet tamponu diye tanımlanan sayıyı bize verir. Aynı şekilde besleme stoklarına eklenecek olan veri de bu yöntemle tespit edilir.

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

Proje emniyet stoğu projenin sonuna eklenir, besleme stokları için ise nerede kullanılacağıın tespiti gerekmektedir. En önemli nokta kritik zincir noktaları olduğundan, besleme stoklarının bu noktalarına öncül olacak yerlerde kullanılmaları en doğru kullanım şekli olacaktır.

Çıkarılan her bir sonucu excel programında aktiviteleri birbirine bağlayarak gerekli olan günleri ve değerleri girdiğimizde ortaya besleme stokları, emniyet stokları ve kritik zincirin olduğu bir grafik ortaya çıkacaktır.

Projede kritik zincirdeki bir gecikmenin, projenin teslim tarihinde aynı seviyede bir gecikme olacağı bilindiğinden, besleme stokları ve bu stokların nerede olacağı proje açısından önem arz etmektedir. Besleme stoklarının, prostedeki kriterleri göz önüne alınarak ve gerekli hesaplamalar yapılırken, hassas davranılmalıdır ki, belirtildiği gibi proje teslim süresinde gecikmeler yaşanmasın. Bahse konu projede İstasyon B, E ve T öncül aktivite olarak değerlendirildiğinden, besleme stokları olarak belirlenmiştir.

3.4. Kısıtlar Teoreminin Uygulanması

76m motoryat projesinin BL104 imalat süresinin gerçek değerleri alınarak ve kısıtlar teoremi uygulanarak hesaplanan sürenin arasındaki fark tespit edilmiştir. Kısıtlar teoremi uygulandığında projede nasıl bir iyileştirme olacağı görülecektir. Bu fark projedeki iyileşme süresini gösterecektir.

Tablo 3.4 Gerçekleşen ve planlanan süreler

Proje No NB							
İstasyon No	Aktivite	PLANLANAN			GERÇEKLEŞEN		
		BAŞLANGIÇ	BİTİŞ	SÜRE(GÜN)	BAŞLANGIÇ	BİTİŞ	SÜRE(GÜN)
C	BLOK KESİM	02.11.2022	05.11.2022	4 GÜN	02.11.2022	05.11.2022	4 GÜN
D	PAH VE KAYNAK AĞZI	07.11.2022	10.11.2022	4 GÜN	05.11.2022	10.11.2022	4 GÜN
G	ÖN İMALAT	07.11.2022	29.11.2022	20 GÜN	07.11.2022	03.02.2022	24 GÜN
B	BLOK SAC EĞİM	07.11.2022	10.11.2022	4 GÜN	07.11.2022	10.11.2022	4 GÜN
A	PROFİL HAZIRLAMA	11.11.2022	15.11.2022	4 GÜN	11.11.2022	17.11.2022	6 GÜN
E	BLOK PROFİL EĞİM	15.11.2022	19.11.2022	5 GÜN	17.11.2022	23.11.2022	6 GÜN
F	PANEL SAC KESİMİ	-	-	-	-	-	-
H	HAFİF PANEL İMALAT	21.11.2022	28.11.2022	7 GÜN	23.11.2022	02.12.2022	9 GÜN
I	PANEL İMALAT	29.11.2022	08.12.2022	9 GÜN	03.12.2022	14.12.2022	10 GÜN
T	PANEL MONTAJ	09.12.2022	17.12.2022	8 GÜN	15.12.2022	26.12.2022	10 GÜN
J	EĞRİSEL BLOK İMALAT	09.12.2022	31.12.2022	20 GÜN	15.12.2022	06.02.2023	22 GÜN
K	ANA SEKSIYON İMALAT w50	03.01.2023	25.01.2023	20 GÜN	07.02.2023	03.03.2023	22 GÜN
L	BLOK İMALAT W11	26.01.2023	21.02.2023	22 GÜN	04.03.2023	31.03.2023	25 GÜN
M	BLOK BOYA	-	-	-	-	-	-
N	KIZAK BLOK MONTAJ W15	21.02.2023	19.03.2023	25 GÜN	31.03.2023	28.04.2023	21 GÜN
O	DENİZE İNİŞ	-	-	-	-	-	-
P	HAT	-	-	-	-	-	-
R	SAT	-	-	-	-	-	-
S	TESLİM	-	-	-	-	-	-
			TOPLAM	153 GÜN		TOPLAM	167

Tablo 3.4’de görüldüğü üzere gerçekleşen durum da 167 günlük çalışma neticesinde blok imalatı tamamlanmıştır. Planlanan tarih ise 153 gündür. Yaklaşık 14 günlük bir gecikme oluştuğu görülmektedir.

İstasyon verileri ve harcanan günler incelendiğinde, bazı istasyonlarda süreler çok uzunken bazı istasyonlarda kısadır. Bunlar göz önüne alınarak adam*saat hesaplamaları yapılmıştır ve tarihler bu veriler ışığında planlanmıştır.

Kısıtlar teoremi proje uygulaması için iş akışı oluşturulurken ilk bloğun kızığa çıkışına kadar ki birbirini takip eden aktiviteler bilgi olarak alınmıştır. Kızak montaj sonrası aktiviteler ise tüm blokların kızığa çıkışı ile birbirini takip eden işler olarak projeye girmiş ve teslim kadar olan süreç oluşturulmuştur. Gerçekleşen verileri dikkate alarak kısıtlar teoremi uygulandığında;

Tablo 3.5 Kısıtlar teoremi uygulaması sonrası değerler

Proje No NB				
İstasyon No	Aktivite	GÜVENLİK PAYI VAR	GÜVENLİK PAYI YOK	ÖNCÜL İŞLER
		GERÇEKLEŞEN SÜRE (GÜN)	KISALTILMIŞ SÜRE (GÜN)	
C	BLOK KESİM	4 GÜN	2 GÜN	
D	PAH VE KAYNAK AĞZI	4 GÜN	2 GÜN	C
G	ÖN İMALAT	24 GÜN	12 GÜN	C
B	BLOK SAC EĞİM	4 GÜN	2 GÜN	C
A	PROFİL HAZIRLAMA	6 GÜN	3 GÜN	
E	BLOK PROFİL EĞİM	6 GÜN	3 GÜN	A
F	PANEL SAC KESİMİ	-	-	
H	HAFİF PANEL İMALAT	9 GÜN	4,5 GÜN	F
I	PANEL İMALAT	10 GÜN	5 GÜN	H;A
T	PANEL MONTAJ	10 GÜN	5 GÜN	C;G;I
J	EĞRİSEL BLOK İMALAT	22 GÜN	11 GÜN	B;E;G;C
K	ANA SEKSİYON İMALAT	22 GÜN	11 GÜN	B;C;T;J
L	BLOK İMALAT	25 GÜN	12,5 GÜN	K
N	KIZAK BLOK MONTAJ	21 GÜN	10,5 GÜN	L
	TOPLAM	167 GÜN	83,5 GÜN	
PROJE STOK			26	

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

“Güvenlik payı var” sütununda yer alan süreler gerçek sürelerdir. “Güvenlik payı yok” sütunundaki üretim aşamalarına teorem uygulandığından dolayı, süreleri %50 kısaltılmıştır ve proje stok değeri hariç projenin gerçekleştirme süresini bulmuş oluyoruz.

Kırmızı renkli güvenlik payı yok sütunundaki satırlar, kritik zincir diye bahsettiğimiz kısıtlardır ve karelerinin karekökü hesaplanarak proje stok değeri belirlenir.

Yukarıdaki formülizasyon uygulandığında; 57 gün kadar iyileşme görülmüştür. Hesaplamalar sonucu oluşturulan proje planının tablosu Tablo 3.6’da verilmiştir.

Proje çelik bloklarının teslim tarihi, projede hesaplanan stoklar ile birlikte, besleme stokları dahil, 28.04.2023 tarihinde görülmektedir. 167 günde bitirilen proje, kısıtlar teormi uygulanarak, 110 günde tamamlanabilmektedir. Projede 57 gün kadar ve yaklaşık olarak %35 oranında bir iyileştirme ile, G bloğun imalat süreçleri tamamlanmıştır.

Tablo 3.6 Kısıtlar teoremi uygulaması sonrası proje plan tablosu

YEAR	MONTH	WEEK	2022												2023									
			October	October	October	October	October	November	November	November	November	December	December	December	December	January	January	January	January	February	February	February	February	February
			40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TASK NAME	DURATION	START	FINISH																					
BLOK KEŞİM	2 GÜN	2.11.2022	3.11.2022																					
PAH VE KAYNAK AÇZI	2 GÜN	3.11.2022	4.11.2022																					
ÖN İMALAT	12 GÜN	3.11.2022	16.11.2022																					
BLOK SAC EĞİM	2 GÜN	3.11.2022	4.11.2022																					
PROFİL HAZIRLAMA	3 GÜN	5.11.2022	8.11.2022																					
BLOK PROFİL EĞİM	3 GÜN	8.11.2022	10.11.2022																					
HAFİF PANEL İMALAT	4,5 GÜN	11.11.2022	16.11.2022																					
PANEL İMALAT	5 GÜN	17.11.2022	22.11.2022																					
PANEL MONTAJ	5 GÜN	23.11.2022	28.11.2022																					
EĞRİSEL BLOK İMALAT	11 GÜN	23.11.2022	5.12.2022																					
ANA SEKSİYON İMALAT	11 GÜN	6.12.2023	17.12.2022																					
BLOK İMALAT	12,5 GÜN	17.12.2022	2.01.2023																					
KIZAK BLOK MONTAJ	10,5 GÜN	2.01.2023	13.01.2023																					
PROJE STOĞU	26		8.02.2023																					

4.

SONUÇ

Kısıtlar teorisi, bir projenin başarısı için kritik olan kısıtları belirleyerek bütünsel bir yaklaşımla problemleri ele alma yöntemini sunar. Bütünsel yaklaşım sayesinde, mevcutta var olan kısıtların ortadan kaldırılarak zaman ve maliyet bakımından daha verimli sonuçlar almaya çalışılmaktadır. Bu teori, üretim verimliliğini artırmak ve sürekli iyileştirme sağlamak açısından diğer teorilere göre daha etkili bir yol sunar. Kısıtlar teorisi, genel olarak her türlü projeye uygulanabilir olmasıyla dikkat çeker. Ancak, günümüz tersanelerinde, üretim süreçleri ve proje yönetim sistemleri genellikle bu teoriye uygun olmasına rağmen, uygulayan tersane sayısı oldukça sınırlıdır. Kısıtlar teoreminin uygulanmasıyla birlikte sermayeden, zamandan ve maliyetten kaçınılmaktadır.

Bu tezin ana amacı, gemi inşaat sektöründeki blok imalat süreçlerinde rasyonel verilerle desteklenen bir sistem geliştirmektir. Bu sayede, planlama süreçleri daha sağlam verilere dayanarak daha doğru bir şekilde yapılabilir ve elde edilen doğru verilerle sürekli iyileştirmeler sağlanabilir. Sağlanan süreklilik sayesinde, kısıtlar teoremini diğer projelerde de uygulayarak yıl sonu bilançolarında sürekli bir iyileştirme göz önüne gelmektedir. Elde edilen veriler sayesinde üretim süreçleri daha rasyonel bir şekilde ölçülebilir hale gelecek ve bu da ülkemiz gemi inşaat sanayisinin daha da ilerlemesini sağlayacaktır. Maliyet azaltımı göze çaracak seviyede olduğu için uygulanan bu yöntemin somut verilerle ölçülebilir olması, net bir şekilde oteriteler tarafından kabul görmesine olanak sağlamaktadır.

Bu amaçla, yat tersane firmasının 2022 yılında devam ettiği 76 metrelik megayat projesinde, en kritik merkez olan BL104 üzerinde kısıtlar teorisi uygulanarak çelik blok üretim ve montaj faaliyetlerinde ne kadar bir iyileştirme sağlanabileceği araştırılmıştır. Kısıtlar teorisi uygulaması sonucunda, BL104 çelik blok üretim ve montaj faaliyetlerinde 167 günlük üretim süresi, 57 günlük bir iyileştirme ile 110 güne düşürülmüştür. Bu iyileştirme, yaklaşık %35 'lik bir orana denk gelmektedir.

Teorem gereği, proje stokları %50 oranında lineer olarak azaltılmıştır. Bu azaltmanın ana nedeni, kısıtlar teorisine dayalı yaklaşımla, alt görevlerde olabilecek değişikliklerin projenin sonunda oluşturulan süreye eklenmemesi ve böylelikle stokların azaltılmasıdır. Proje ilerleme aşamasındayken kısıtların ortadan kaldırılmasının faydalı olduğu kanıtlanmaktadır. Dolayısıyla bu teorem, kısa bir süreçte faydalı olmak yerine tüm süreci ele aldığımızda, kısıtların ortadan kaldırılması durumu, silsile halinde projede maliyetin düşmesine ve tasarrufun artmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir.

Bu iyileştirmenin sağlayacağı avantajlar oldukça büyük olacaktır. Sürenin kısalması, projenin daha erken tamamlanmasına ve dolayısıyla rekabet gücünün artmasına olanak sağlayacaktır. Kısa teslim süreleri müşteri memnuniyetini artırırken, aynı zamanda prestij seviyesini yükseltecek ve daha fazla kazanç sağlanmasına olanak tanıyacaktır. Bir başka bakış açısı ile;

Daha kısa sürede bitirilen proje, bir sonraki projenin başlangıç tarihini de öne almaktadır. Dolayısıyla kısıtlar teoreminin her açıdan pozitif etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu tür teorik çalışmaların birçok ülkede uygulandığı ve bu sayede rekabet gücünün arttığı, maliyetlerin ve teslim sürelerinin azaldığı göz önüne alındığında, ülkemizdeki tersanelerde de bu tür yaklaşımların benimsenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] O. Büyükyılmaz ve S. Gürkan, “Süreçlerde En Zayıf Halkanın Bulunması: Kısıtlar Teorisi”. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, cilt 5, sayı 9, ss.177-195, 2009.
- [2] H. Steyn, “Project management applications of the teory of constraints beyond critical chain scheduling”, International Journal of Project Management, vol 20, no 1, 2002, pp. 75-80
- [3] H. Tekin, “Kısıtlar teorisi ve proje yönetimindeki uygulaması”. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2006.
- [4] Graham K. Rand, “Critical chain: the theory of constraints applied to Project management”, International Journal of Project Management, vol 18, no 3, 2000, pp. 173-177.
- [5] S. Üreten, “Bir yönetim aracı olarak kısıtlar teorisi ve uygulaması”. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1999.
- [6] D.B. Jacob ve W.T. McClelland, Theory of Constraints Project Management, A Brief Introduction into the Basics, USA, 2001.
- [7] Z. Kartal, “Kısıtlar teorisi ile senkronize üretim sistemi ve bir uygulama”.Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 2006.
- [8] F. Antmen ve A. Erik, “Kısıtlar teorisi kavramının başa baş analizi ile birlikte değerlendirilmesi ve uygulaması”, Yaşar Üniversitesi e-dergisi, cilt 14 sayı 55, s. 266-276, 2019.
- [9] A.K. Saha ve T.U. Mohana, “Performance improvement of jute industries using theory of constraints (TOC)”, Research Article, vol 5, no 5, pp.303-311, 2018.
- [10] G.L.L. Barbosa, R. Anholon ve M.A. Sanchez, “A manufacturing bottleneck case study through the theory of constraints and computational simulation of the proposed bottleneck solution”, Brazilian Journal of Operations & Production Management, vol 15, pp. 54-67, 2018
- [11] U.B. Çelebi ve L. Bilgili, “An innovative theory of constraints based approach for improvement of shipyard project management”, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi, vol 10, no 1, pp. 1-18, 2018
- [12] S.H. Sağlam, “Gemi üretiminde iş akışlarında dar boğazların analizi ve çözüm önerileri”, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2012.
- [13] Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği, “Gisbir sektör raporu”, İstanbul, 2011.
- [14] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, “Tersaneler ve Kıyı Yapıları Genel Müdürlüğü İstatistikleri” [Online]. <http://tkygm.gov.tr/Content/UploadedFile/TKYGM%20%C4%B0statistikleri%202016&&c1e90c1e-00e3-4dff-a818-30d73bfe2356.pdf>, 20.02.2024.
- [15] T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı İstatistikleri [Online]. <https://utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/istatistiklerleulastirmadenizcilikvehaberlesme20032014-6245.pdf>, 15.03.2024.

- [16] Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Yalova Yatırım Destek Ofisi, “Gemi İnşa Sanayi Sektör Raporu”, Yalova, 2013, [Online]. https://www.ytso.org.tr/uploads/publication_2.pdf, 15.03.2024.
- [17] İMEAK Deniz Ticaret Odası, “Denizcilik Sektör Raporu”, İstanbul, 2021, [Online]. <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/yayinlarimiz/sektorraporu>, 18.03.2024.
- [18] İ. Özyiğit, “Gemi inşaatında planlama ve üretim kademeleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2006.
- [19] M. Stopford, Denizcilik Ekonomisi, Ankara: Nobel Yayınları, 2016.
- [20] Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği (GİSBİR), “Gemi İnşa Bakım Onarım Sektörü 2019-2020 Yılları İstatistiksel Verileri”, İstanbul, 2021, [Online]. <https://gisbir.org/istatistik/sektor-raporu/#sektor-raporu>, 20.02.2024.
- [21] İMEAK Deniz Ticaret Odası, “Denizcilik Sektör Raporu”, İstanbul, 2021, [Online]. <https://www.denizticaretodasi.org.tr/tr/yayinlarimiz/sektorraporu>, 22.02.2024.
- [22] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Tersaneler ve Kıyı Yapıları Genel Müdürlüğü, Mart 2021 İstatistikleri, [Online]. <https://tkygmistatistikleri.uab.gov.tr/>, 23.02.2024.
- [23] O. Erdoğan, E. Aslanoğlu, N. Kahyaoglu, Z. Akdeniz, T. Albayrak, B.C. Karahasan, A. Arslan, K. Tata ve S. Sernikli, “Türk Gemi İnşa Sanayinin Rekabet Gücünün Artırılması”. Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği, 2016.
- [24] V. Karagün ve M. Sözen, “Kısıtlar Teorisinde Kapasite Kısıtı ve Bir Uygulama”. Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, cilt 6, sayı 2, pp.184-199, 2017.
- [25] J. G. Louderback ve J. W. Patterson, “Theory Of Constraints Versus Traditional Management Accounting”. Accounting Education, vol 1, no 2, pp. 189-197, 1996.
- [26] S. Y. Kaygusuz, “Kısıtlar Teorisi: Varsayımlar, Süreç ve Bir Uygulama”. Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, cilt 60, sayı 4, ss.133-156, 2005.
- [27] H. W. Dettmer, Goldrat’s Theory Of Contraints, A Systems Approach To Continous Improvement. A. Sguality Pres, 1997.
- [28] IMA (Institute of Management Accountants), Arthur Andersen LLP (1999), Statements on Management Accounting: Theory of Constraints (TOC) Management System Fundamentals, IMA, Montvale, 1993.
- [29] N. Akkaya, “Kısıtlar Teorisi ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2015.
- [30] N. Arslan, “Kısıtlar Teorisi ve Bir Deneme Çalışması”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 2008.
- [31] C. T. Horngren, S.M. Datar ve M.V. Rajan, Cost Accounting A Managerial Emphasis. USA: South-Western Cengage Learning, 2012.
- [32] G. Erel, “Kısıtlar Teorisi Yaklaşımının Yazılım Geliştirme Sürecine Etkisi”. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 2019.

- [33] S. Rahman, "Theory Of Constraints: A Review of The Philosophy and Its Applications", *International Journal of Operations and Production Management*, vol 18, pp. 336-355, 1998.
- [34] V. N. Tanış, "Teknolojik Değişim ve Maliyet Muhasebesi, 500 Büyük Firma Üzerinde Bir Araştırma", Adana, 2005.
- [35] E. N. Ünal, "Optimal Ürün Karması Belirlemede Faaliyete Dayalı Maliyet Sistemi ve Kısıtlar Teorisinin Uygulanması", Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2006.
- [36] E.N. Ünal, V. N. Tanış ve N. Küçüksavaş, "Kısıtlar Teorisi ve Süreç Muhasebesinin Yönetim ve Muhasebe Açısından Önemi", *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, ss.23-35, 2007.
- [37] E.M. Goldratt ve J. Cox, *Amaç-sürekli iyileştirme süreci*, (Çev. Dicleli, A.B.) İstanbul: Optimist Yayınlar, 2012.
- [38] B. Atwater ve L. G. Margaret, "The Theory of Constraints Versus Contribution Margin Analysis for Product Mix Decisions". *Journal of Cost Management*, vol 11, no 1, pp.14-22, 1997.
- [39] S. Ertan, "Hizmet Sektöründe Kısıtlar Teorisi ve Katkı Muhasebesi: Bir Otel İşletmesinde Uygulama", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, 2014.
- [40] J. Groop, "Theory of Constraints in Field Service: Factors Limiting Productivity in Home Care Operations", Yayımlanmamış Doktora Tezi., Aalto University School of Science, Helsinki, 2012.
- [41] M. Duran, "Kısıtlar Teorisi Yöntemiyle Süreç Analizi ve İyileştirilmesi, Bir Ameliyathane Uygulaması", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2015.
- [42] E.N. Ünal, "Kısıtlar Teorisi ve Yönetim Muhasebesi Açısından Değerlendirilmesi: Bir Sanayi İşletmesinde Uygulama", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2000.
- [43] S. Yükcü ve İ. Yüksel, "Hastane İşletmelerinde Kısıtlar Teorisi Yaklaşımı ve Örnek Bir Uygulama". *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, cilt 29, sayı 3, ss.557-578, 2015.
- [44] S. Rahman, "The Theory of Constraints' Thinking Process Approach to Developing Strategies in Supply Chains", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol 32, No 10, pp.809–828, 2002.
- [45] M.A. Türkmen, *Üretimde Paradigmatik Yaklaşımlar Üzerine Değerlendirmeler*, İstanbul: Kriter Yayınevi, 2017.
- [46] E.N. Demircioğlu, *Yönetim muhasebesinde çağdaş yaklaşımlar*, Adana: Karahan, 2016.
- [47] A. Gupta, A. Bhardwaj ve A. Kanda, "Fundamental concepts of theory of constraints: An emerging philosophy". *International Journal of Economics and Management Engineering*, vol 4, no 10, pp.2089-2095, 2010.
- [48] E.N. Demircioğlu ve N. Akkaya, "Kısıtlar teorisi 5 adım sürekli iyileştirme sürecinin boya sektöründe uygulanması". *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, cilt 18, sayı 1, ss.269-295, 2016.

- [49]M. Naor, E. S. Bernardes ve A. Coman, "Theory of constraints: Is it a theory and a good one?" International Journal of Production Research, vol 51, no 2, pp.542-554, 2013.
- [50]E. N. Ünal, M. Demircioğlu ve N. Küçüksavaş, "Optimal ürün karması belirlemede faaliyete dayalı maliyet sistemi ve kısıtlar teorisi". Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, cilt 15, sayı 2, ss.327-344, 2006.
- [51]R. Kee ve C. Schmidt, "A comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions". International journal of production economics, vol 63, no 1, pp.1-17, 2000.
- [52]N. Küçüksavaş ve E.N. Ünal, "Faaliyete dayalı maliyetleme ve kısıtlar teorisi", İzmir Serbest Muhasebeci ve Mali Müşavirler Odası: Dayanışma Dergisi, cilt 94, ss.40-55, 2006.
- [53]M. Alsmadi, A. Almani ve Z. Khan, "Implementing an integrated ABC and TOC approach to enhance decision making in a Lean context: A case study". International Journal of Quality & Reliability Management, vol 31, no 8, pp.906-920, 2014.
- [54]T. Köse, "Faaliyete dayalı maliyetleme ve kısıtlar teorisinin bütünleştirilmesi". Muhasebe ve Denetime Bakış, cilt 14, ss.127-148, 2005.
- [55]J.H. Blackstone, "Theory of constraints-a status report", Taylor & Francis 39(6), pp.1053-1080, 2001.
- [56]M.C. Gupta ve L.H. Boyd, "Theory of constraints: a theory for operations management". International Journal of Operations & Production Management, vol 28, no 10, pp.991-1012, 2008.
- [57]E.G. Goldratt ve J. Cox, Amaç; Sürekli iyileştirme süreci, (Çeviri; A. Bilge Dicleli), İstanbul: Optimist, 2018.
- [58]M. Naor, E. S. Bernardes ve A. Coman, "Theory of constraints: Is it a theory and a good one?" International Journal of Production Research, vol 51, no 2, pp.542-554, 2013.
- [59]V.N. Tanış, Teknolojik değişim muhasebesi, Adana: Nobel, 2005.
- [60]C. Kuma, "Integrating activity-based costing (ABC) and theory of constraint (TOC) for improved and sustained cost management". Journal of Modern Accounting and Auditing, cilt 9, sayı 8, ss.1046-1058, 2013.
- [61]J.B. Atwater ve S.S. Chakravorty, "A study of the utilization of capacity constrained resources in drum-buffer-rope systems". Production and Operations Management, vol 11, no 2, pp.259-273, 2002.
- [62]E. Schragenheim ve H.W. Dettmer, "Simplified drum-buffer-rope a whole system approach to high velocity manufacturing". WWW document available, 29, 1-10, 2000.
- [63]M. Spencer ve A. Lockamy, "Using IVAT analysis as a framework for supply chain management: A case study". European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, vol 17, p.69, 2009.

- [64]L.J. Taylor ve S. Nayak, “Goldratt’s theory applied to the problems associated with an emergency department at a hospital”. Administrative Sciences, cilt 2, no 4, pp.235- 249, 2012.
- [65]İ. Kefe, “Süreç ve maliyet iyileştirmede kısıtlar teorisi ve zamana dayalı faaliyet tabanlı maliyet sisteminin entegrasyonu üzerine bir uygulama”. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2017.
- [66]Boat International, 2021 Global Order Book, [Online]. <https://www.boatinternational.com/>, 12.02.2024.
- [67]M. Özkök ve H. Helvacıoğlu, “Determination of the effects of the pre-outfitting and pre-piping assembly operations on shipyard productivity”, Polish Maritime Research, vol 1, no 77, pp. 59-69.



TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. Kısıtlar teoremi İle Gemi Blok İmalatı Süreç Optimizasyonu, International Journal of Humanitesand Educational Research (IJHER) , Volume:6, Issue:3.

