

GEMİ İNŞAATINDA TASARIM PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

*(ÇELİK GEMİ İNŞA SEKTÖRÜNDE YALIN
FELSEFENİN YERİ)*

BÜLENT SEZEN

Doç.Dr.,Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İşletme Fakültesi

AZİZ ALPER KURULTAY

M.Sc., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü
İşletme Fakültesi

ÖZET: *Çalışmada çelik konstrüksiyonlu ticari gemilerin tasarımında ve inşasında yalın felsefenin önemi incelenmiştir. Çelik gemi inşası, ürün çeşitliliğinin fazla olduğu proje tipi üretim sektörüdür. Bu sektörün tasarım aşamaları, gemi özelliklerinin müşteri ihtiyaçlarına göre belirlenmesini ve üretim sürecinin bu özelliklere bağlı olarak oluşturulmasını kapsamaktadır.*

Çalışmada, çelik gemi tasarımında ve inşasında hangi yalın tasarım ilkelerinin daha etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, maliyetlerin düşürülmesi, israfların azaltılması, işlem zamanlarının kısaltılması için kullanılabilecek uygulamalar tanımlanmıştır. Araştırmada, belirtilen amaçlara ulaşabilmek maksadıyla literatürde sıklıkla rastlanan faktörlerin yanında standartlaşma seviyesi, yerileştirme çalışmaları gibi faktörler belirlenmiştir. Analiz modeli oluşturulmuş, sonra hipotezler tanımlanmıştır.

Araştırma neticesinde Türk Çelik Gemi İnşa Sanayisi'nde Yalın Tasarım ilkelerinin üretime etkisi ve işlem sürelerinin kısaltılması, israfların azaltılması, maliyetlerin düşürülmesi için hangi faktörlerin etkili olabileceği etki ağırlıklarıyla belirlenmiştir. Sonuçlar genel olarak literatürde daha önceden yapılan araştırmalara paralellik göstermektedir. Ancak, beklenenin aksine, yerileştirme

çalışmalarının maliyetler, israflar ve üretim sürelerinin azaltılması üzerinde pozitif etkisi olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Yalın Felsefe, Yalın Üretim, Yalın Tasarım, Çelik Konstrüksiyonlu Gemi İnşası, Tasarım Performansı*

Abstract:

This research study questions the importance of lean philosophy in steel structured commercial ship design and shipbuilding. Shipbuilding is unique 'project type' manufacturing industry which encompasses a lot of product variety. Design phases related to this industry includes specifications which are determined according to the customers' requirements as well as the manufacturing processes which are based on these requirements.

The research aims to determine the lean design principles which primarily affect steel ship design and shipbuilding. With this goal, the study identifies what kind of practices can be used for cost, lead time, and waste reduction. In addition to the widely-used factors in past research, the constructs of "standardization level" and "use of national suppliers" were developed to achieve the research goals. The analysis model was created and the hypotheses were defined.

In the findings, the key factors and the effect size of each factor for cost, lead time and waste reduction in conjunction with the effect of lean design principles were determined in the Turkish Steel Shipbuilding Industry. The results agree with the general established conclusions of previous research. However, in contrary to the expectations, "use of national suppliers" was found to have no positive effect on reducing cost, waste and lead time.

Keywords

Lean Philosophy, Lean Production, Lean Design, Steel Structured Ship Building, Design Performance

1. Giriş

Çelik konstrüksiyonlu ticari gemilerin tasarımı ve inşasında tasarım kararları %70 oranında geminin inşa maliyetini belirlemektedir (Lamb,2005). Dolayısıyla, inşa edilecek geminin tasarım ofislerindeki çalışmaları geminin ömür devir maliyetini belirleyici önemli etkenlerden birisi olmaktadır. Bu noktada, yalın üretim felsefesinin odağında bulunan *israfların azaltılması* ve *maliyetlerin düşürülmesi* çelik konstrüksiyonlu gemi inşasındaki hedeflerle örtüşmektedir. Bu nedenle araştırma konusunun temelinde, yalın tasarım felsefesinin gösterdiği doğrultuda çelik gemi tasarım hedeflerinin tespit edilmesi ve bu konuyla ilgili etmenlerin etkilerinin incelenmesi yatmaktadır.

Çelik gemi inşası, çeşitliliğin fazla olduğu, müşteri ihtiyaçlarına göre gemi spesifikasyonlarının belirlendiği, gemi spesifikasyonlarına bağlı olarak üretim sürecinin oluşturulduğu bir üretim sektörüdür. Üretim hacimleri nispeten düşük, değişkenlik yüksektir. Genellikle siparişe göre üretimin yapıldığı atölye/fabrika bütününden oluşan tersanelerde üretim gerçekleşir. Üretim yöntemleri açısından çelik gemi inşasının parti üretimine uygunluğunun sağlanması için yüksek yatırım maliyetleri gerekmektedir. İnşa süresinin uzun olması, zaman içerisindeki sektördeki dalgalanmalar, parti üretimi için gerekli olan alt yapı yatırımlarını yapma konusunda tersane yöneticilerini detaylı inceleme ve araştırma yapmaya itmektedir.

Mevcut çalışmada gemi inşasında Yalın Tasarım ilkelerinin performans bileşenleri belirlenerek, hangi etkenlerin bu bileşenler üzerinde etkisi olduğu bulunmaya çalışılmıştır. Bir anket çalışması dahilinde değişkenler tanımlanmış ve çelik gemi inşa sektöründe Tuzla/İstanbul bölgesindeki seçilmiş bazı tersanelerde çalışan teknik müdür, proje mühendisi ve teknik ressam örneklemelerinden anketin doldurulması sağlanmıştır. Bu çalışma neticesinde Türk Çelik Gemi İnşa Sanayisinde Yalın Tasarım ilkelerini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Verimliliğin artırılması, israfların azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesi için hangi faktörlerin etkili olduğu ve bu faktörlerin etkileme ağırlıkları anket sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile, üretim sektörlerinden birisi olan çelik gemi inşasında hangi yalın tasarım ilkelerinin etkili olduğu belirlenmeye çalışılmış ve maliyetlerin düşürülmesi, israfların azaltılması ve işlem zamanlarının

kısaltılması için ne gibi uygulamaların yapılabileceğine ışık tutulması amaçlanmıştır.

2. Teorik Bilgiler/Literatür Araştırması

2.1. Yalın Terminolojisi

Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren dünya çapında pek çok üretim şirketi küresel anlamda rekabet sağlayabilmek için yalın üretimi adapte etmişlerdir. Bazı şirketler yalın üretimi uygulamakta büyük bir ilerleme sağlayabilirken, bazıları bunları oldukça zor bulmuş ve uygulamaya çalışmaya devam etmişler, bazı firmalar ise bu çabalarından vazgeçmişlerdir. Üretim tesislerini yalın üretime çevirmede başarı sağlamış bazı şirketler, yalın felsefeyi (prensipleri) diğer iş çevrelerine (örneğin, ürün tasarımı, ödemelerin işlenmesi, sipariş alma) veya tedarik zincirlerine yaymaya başlamışlardır. (Crute ve diğ., 2003)

En temel tanımlamasıyla yalınlığın yaygın olarak kullanılan ve kabul edilen özelliği israfların azaltılması için kaynakların verimli kullanılmasıdır. Yalın üretim israfların ve değişik biçimlerdeki değer katmayan faaliyetlerin azaltılması üzerine odaklanmaktadır (Narashimhan ve diğ., 2006). "Yalın" terminolojisi, Krafcik (1988) tarafından Toyota'nın kullandığı üretim sisteminin tanımlanmasında ilk olarak kullanılmıştır. Womack (1990), "The machine that change the World" isimli kitap ile, altında yatan gerçeklerle beraber Toyota Üretim Sistemi'ni tanımlayan "yalın üretim" kavramını açıklamıştır.

Yalın düşünceye sahip tasarımcı, herkesin görebildiğini görebilmeli, fakat herkesin düşünemediğinden farklı da düşünebilmelidir. Yalın Tasarım, değer katabilmek, kalite ve kazanç sağlayabilmek için yaratıcılığı ve geliştirmeyi destekleyen bir metodolojidir. (Ahlstorm, 1998)

2.2. Yalın Tasarım ve Yalın Üretim

Yalın tasarımın en geniş tanımı, tasarımda israfların oluşumunun önlenmesi olarak yapılabilir. Dr. Deming'in kalite yaklaşımında ön gördüğü gibi, yalın üretim de üretim sürecinde israfları tanımlamayı ve önlemeyi amaçlamaktadır. Yalın Tasarım, tasarımın fonksiyonelliği hakkında ve beklenen performansı karşılamak için gerekli olan parçaların sayısı hakkında tasarım ve geliştirme takımını "farklı düşünme"ye zorlayan yapısal bir süreçtir. Takım, geleneksel olan

doğrusal ve fonksiyonel parça bazlı tasarım yerine entegrasyon ve azami fayda üzerine yoğunlaşmayı hedeflemektedir. Yalın tasarım, tasarım ekibini geliştirme, sağlanan faydayı artırma, kaliteyi ve ergonomiyi geliştirme yönünde iten bir felsefedir (National Steel & Shipbuilding Co. ,1999).

Ürün tasarımında “Dengeli Tasarım” yakalamanın en iyi yollarından biri, hem geliştirme sürecinde hem de ürünün kendisinin tasarımında, değer katmayan israfları yok etmeye odaklanmaktır. Üretim alanında israfların azaltılması için “yalın düşünce” (lean thinking) prensiplerinin başarılı olabildiği Lamb (2005) tarafından belirtilmiştir. Yalın Tasarım, montaj için tasarım (design for assembly) ve üretim için tasarımın ötesine geçmektedir. En basit anlatımıyla ürün geliştirmede yalın tasarım “para kazanma” yaklaşımıdır. Yalın Tasarım, ürünün tüm ömür devri maliyetini ele almakta ve ürünün ömrü boyunca her kademedeki işçilik, saha maliyeti, sigorta, yazışma maliyetleri, kalite ve pazara sunma maliyetlerini de hesaba katmaktadır. (Ahlstorm, 1998)

1996 yılında Womack ve Jones (1996) tarafından yayımlanan ‘Yalın Düşünce’ kitabı ile bu felsefe genişletilmiş ve ‘yalın’ teriminin içerdiği yol gösterici prensipler tanımlanmıştır. 2000’li yıllardan sonra bu kavramın uygulamaları genişletilmiş ve çeşitli kitaplarda ve makalelerde yer bulmuştur. Özellikle, kavramsal çalışmalar olarak Hopp ve Spearman (2004), De Treville ve Antonakis (2006)’in makaleleri, görgül (ampirik) yaklaşımlar içeren Shah ve Ward (2003) yalın üretimin hızla genişleyen uygulama alanlarını tanımlamıştır.

Krafçik’in (1988) çalışmasının yaklaşık on yıl öncesinde Tam Zamanında Üretim kavramı biliniyor olmasına rağmen, yalın üretimin Japonya dışarısına yayılmasında Womack’ın (1990) yayınladığı kitap anahtar bir rol oynamıştır (Holweg, 2007). Daha öncesinde ilk prensipleri “The Toyota Production System” ile Monden (1983) tarafından ortaya konulan bu felsefe, öncelikle otomobil sektörünün gelişiminde önemli bir rol oynayarak bu ciddi rolünü farklı üretim sektörlerine de aktarmaya devam etmiştir. Yalın Üretimin, otomotiv sektöründeki gelişimini kapsayan detaylı çalışma Hines (2004) tarafından yapılmıştır. Toyota Üretim Sisteminden ve Tam Zamanında Üretim kavramından “yalın üretim” kavramının ortaya çıkması ve otomotiv sektöründe gelişerek ortaya çıkan basamaklar, gerek Holweg’in (2007), gerekse Shah’in (2007) çalışmalarında yer almıştır.

Womack'a (1990) göre yalın uygulamaların çoğu; maliyetlerin ve değer katmayan faaliyetlerin azaltılmasını hedeflemekte; maliyet etkinliğinde, uyum kalitesinde, üretkenlikte performansı arttırmayı, stokların azaltılmasını ve işlem zamanlarının kısaltılmasını vurgulamaktadır (Narasimhan ve diğ., 2006). Ayrıca, De Treville ve Antonakis (2006) uyum kalitesi, dağıtımın güvenilirliği ve işlem zamanını; Hopp ve Spearman (2004) düşük tampon maliyeti, süreç zamanlarındaki, dağıtım zamanlarındaki, talep oranlarındaki ve artan oranlarda kadro seviyelerindeki düşük değişkenlikleri, Shah ve Ward (2003) maliyet etkinliği, uyum kalitesi, dağıtım güvenilirliği ve ürün karmasındaki esnekliği ve McLachlin (1997) ise maliyet etkinliği, uyum kalitesi, dağıtım güvenilirliği ve ürün karmasındaki esnekliği yalınlığı tanımlayan performans ölçüleri olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde, Mason, Naylor ve Towill (2000) ile Christopher ve Towill (2001) maliyet etkinliğini yalınlığın temel öğelerinden kabul etmişlerdir.

Yalın üretim, aşırı stok ve aşırı kapasite (makina ve insan gücü kapasitesi) tarafından ortaya çıkarılan israfların azaltılması/yok edilmesi ile ilişkilendirilmektedir. İşlem sürelerinin kısaltılması stokları azaltarak israfların azaltılması yönünde bir etken olmaktadır (Hopp ve Spearman, 2004; De Treville ve Antonakis, 2006). White, Pearson ve Wilson (1999) çalışmasında, yalın uygulamaların en fazla belirtilen faydalarının, işçilik üretkenliğinde ve kalitesinde ilerleme ve müşteri işlem zamanları, çevrim zamanı ve üretim maliyetlerinde azalma olduğunu belirtmiştir.

Narasimhan, Swink ve Kim (2006)'de maliyet, uyum kalitesi, tasarım kalitesi, dağıtımın güvenilirliği ve hızı, yeni ürün geliştirme/üretme esnekliği, süreç esnekliği ve işlem zamanlarının kısaltılması olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada bağımsız değişkenler olarak; iş gücünün geliştirilmesi, takım çalışması, toplam kalite yönetimi kültürü, tedarikçi ile bilginin paylaşımı, tedarikçilerin geliştirilmesi ve ortak çalışması, stratejik tedarikçinin seçimi, tedarikçinin sertifikalandırılması, gelişmiş MRP (Material Resource Planning) ve ERP (Enterprise Resource Planning) uygulaması, bütünleşik ürün tasarımı, gelişmiş üretim teknolojileri, firma içerisinde teknoloji geliştirilmesi, tam zamanında üretim akışı, hücresel üretim, istatistiksel kalite kontrol, müşteri ilişkileri, üretim stratejileri entegrasyonu ve karşılaştırmalı değerlendirme tanımlanmış ve analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada yalın üretimin temellerinden olan maliyet ve dağıtımın hızı öne çıkmıştır.

Perez ve Sanchez (2000) tarafından İspanya'da 28 otomotiv tedarikçisinde yapılan araştırma yalın üretim ve tedarikçi ilişkilerini incelemiştir. Bu anket çalışmasının neticesinde, görevlerin rotasyonu ve takım çalışmasının eğitim ve standart (yaygın) parçaların kullanımı ile pozitif yönde bağlı olduğu belirlenmiştir. Tam zamanında ulaştırma işleminin, şirket içersinde eğitim gören çalışanların yüzdesi ile ve modüler parçaları kullanma seviyesi ile pozitif yönde bağlı olduğu çalışma neticesinde ortaya çıkmıştır.

Yalın Üretim ile ilgili seçilmiş diğer uygulama çalışmaları ve ele alınan faktörler şu şekilde sıralanabilir: De Treville ve Antonakis (2006)-- Tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi, toplam önleyici bakım, Kaizen, üretim ve birleştirme için tasarım, tedarikçi yönetimi, insan kaynakları eğitimi ve katılımı; Hopp ve Spearman (2004)-- çekme üretimi, bariz israfların önlenmesi, yüksek maliyetli tamponlar ile ucuz olanları değiştirmek, değişkenlikleri azaltmak, sürekli iyileştirmek; Shah ve Ward (2003)-- tam zamanında üretim, toplam önleyici bakım, toplam kalite yönetimi, insan kaynakları yönetimi (22 alt uygulama); McLachlin (1997)-- çalışanların katılımı, tam zamanın üretim akışı, kalite yönetimi (17 alt uygulama).

Yalın Üretimin ölçülmesi ile ilgili literatürde Shah ve Ward (2003 ve 2007) tarafından çalışmalar yapılmıştır. Shah ve Ward (2003) çalışmalarında yalın üretim için ölçüler geliştirmiş ve uygulama dalları olarak; tam zamanında üretim (Just In Time), toplam kalite yönetimi (Total Quality Management), toplam önleyici bakım (Total Preventive Maintenance) ve insan kaynakları yönetimi (Human Resource Management) kapsamında ölçülebilir hale getirmiştir. Bu çalışmada, bir şirketin iç yapısında üretim operasyonlarının yönetimini kapsayan dört etkenin analizi yapılmıştır. Operasyon performans ölçüleri olarak (bağımlı değişkenler) üretim çevrim zamanındaki, hurda ve tekrarlanan işlerin maliyetlerindeki, iş gücü üretkenliğindeki, birim üretim maliyetindeki ve müşteri işlem zamanındaki 5 yıllık değişimler kabul edilmiştir. Belirtilen operasyon performans ölçülerinin temelinde, işlem zamanı, maliyet ve uyum kalitesinin bulunduğu belirtilmiştir.

Shah ve Ward (2007) yalın üretimi tanımlayan ölçüleri incelemiş, bu ölçüler arasındaki bağlantıları iki basamaklı ampirik bir yöntem ile üretim firmalarından gelen verilerden yararlanarak, toplam 48 adet yalın üretim

ölçüsü belirlemiştir. Bu 48 ölçü ampirik bir yöntemden faydalanarak toplam 10 adet ölçüye ve bunların altında yatan 3 bileşene indirgenmiştir. Bu bileşenler; tedarikçi, müşteri ve firma içi olmak üzere 3 eksende olmak üzere ayrılmıştır. Bu ölçüler; *Tedarikçi Ekseninde*; tedarikçi geri beslemesi, tedarikçiler tarafından tam zamanında ulaştırma ve tedarikçi gelişimi olarak belirtilmiştir. *Müşteri Ekseninde*; müşteri katılımı, bir şirketin müşterileri ve ihtiyaçları üzerine odaklanma bileşenleri olarak yer almıştır. *Firma içinde ise*; çekme yöntemi, kanban kartlarının uygulanmasını içeren tam zamanında üretim, sürekli akış, ürünlerin sürekli akışının kolay olmasını sağlayan mekanizmanın kurulumu, kuruluş süresinin azaltılması, ürün değişimlerinde sürecin durma zamanlarını azaltma, toplam üretici/önleyici bakım, istatistiksel süreç kontrolü, çalışanların katılımı, çalışanların problem çözmedeki rolü ve çapraz fonksiyonlu karakteri olarak bu çalışmada yer almıştır.

Yukarıdaki örneklerden de anlaşıldığı üzere, otomotiv sektörü yalın felsefenin doğuşunda ve gelişiminde temel üretim sektörü olarak karşımıza çıkmıştır. Ancak, yalın prensipleri sadece otomotiv sektöründe sıkışıp kalmamış, diğer üretim hatta hizmet sektörlerinde de uygulamaları görülmeye başlamıştır. Rinehart (1997) yalın üretimin yaygınlaşması konusunda araştırma yapan kimi araştırmacıların, “yalın üretimin 21. yüzyılın standart üretim şekli olacağını” iddia ettiğini belirtmiştir.

Otomotiv sektörü dışında ilk göze çarpan örneklerden birisi, A.B.D. Hava Kuvvetleri için “Lean Aerospace Initiatives” başlıklı bir programla yalın düşünce prensiplerinin uygulanabilirliğinin araştırılması ve akabinde hem sivil hem de askeri havacılık için bu prensiplerin uygulanmasıdır (Murman, 2002). 1993 yılında başlatılan “Lean Aerospace Initiatives (LAI)” programı ile Amerika Birleşik Devletleri Uzay ve Havacılık çalışmaları için 47 katılımcı kurum “yalın uygulamalar ve değer kriteri (lean practices and value criterion)” deyişi üzerine yoğunlaşmış ve çalışmaya başlamışlardır. Süregelen bu çalışmanın bir ürünü olarak Earll Murman tarafından Massasuches Institute of Technology (MIT) bünyesinde “Lean Enterprise Value: Insights from MIT’s Lean Aerospace Initiatives” isimli kitap 2003 yılında yayımlanmıştır (Stoewer, 2003).

Yine uzay ve havacılık ile ilgili olarak bu sektörde yalın uygulamalar konusunda ayrı bir çalışma 2003 yılında Crute, Ward, Brown ve Graves

(2003) tarafından yayımlanmıştır. Bu çalışma, havacılık sektöründe yalın felsefenin uygulanmasındaki yaklaşımlar ve güçlükleri anlama hususlarını kapsamıştır. Bu çalışmada, yalın uygulamaların özellikle otomotiv sektörü ile ilgili fikirleri içerdiği belirtilmekle beraber bu felsefeyi havacılık gibi farklı bir sektöre uyarlamadaki güçlükler belirtilmiştir. Havacılık ve uzay sektöründeki bu incelemede yazar; süreç ve ürün kalitesi, düşük maliyet ve işlem zamanlarının kısaltılmasını değişken kabul ederek iki farklı üretim tesisi için karşılaştırmalı vaka analizini yapmıştır.

Bu çalışmada, uygulamalarda elde edilen ilerlemenin ölçülmesinde kullanılacak performans ölçütlerinin, açık bir şekilde tanımlanması gerektiği ve hedeflerin bu paralelde konulması gerektiği belirtilmiştir. Çalışanların bu sürece katılımlarının ve görüşlerinin işleme konulmasının önemi vurgulanmış ve personele israfların önlenmesini sağlayacak anahtar prensipler konusunda eğitimlerin faydaları belirtilmiştir. Üst yönetimin sürece olan inancı ve sürekli olarak yoğun çalışmalarının etkileri incelenmiştir. Yalın felsefenin uygulanabilmesi için açık hedeflerin olması ve performans ölçütlerinin tam olarak tanımlanmasının kilit rolü olduğu belirtilmiştir. Diğer yalın uygulama çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da hedefler; süreçlerdeki değer katmayan faaliyetlerin tanımlanması ve önlenmesi, işlem zamanlarının kısaltılması, stokların azaltılması ve çekme sistemlerin kurulması olarak tanımlanmıştır.

Bu sektördeki yalın uygulamaların adaptasyonu 1990'lı yılların sonunda Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere'de karşımıza çıkmıştır. A.B.D.'de Lockheed Martin firmasının Uzay ve Havacılık Bölümü 1999 yılını "Yalın Olma Yılı (Year of Lean)" ilan etmiş ve Yalın felsefenin tekniklerini F-16 ve F-22 savaş uçağı programlarına ve C130J askeri kargo uçağı programlarına uygulamıştır. İngiltere'de, BAE Sistemleri'nin savaş uçağı üretim tesislerinin Yalın uygulamaları hayata geçirmek için son yıllarda yoğun çalışmalar içerisine girdiği Crute, Ward, Brown ve Graves (2003) tarafından yapılan çalışmada belirtilmiştir. Firmanın başlıca üretim tesisi olan "Samlesbury", Eurofighter savaş uçağı programının maliyetlerinin kontrolünü sağlamada yalın üretimin merkez olacağına inandığını belirtmiştir. Yazara göre BAE Sistemleri, havacılık sektörü otomotiv sektörüne göre Yalın fikirleri uygulamada 10-15 yıl geride olduğunu düşünmektedir (Crute vd., 2003).

Farklı bir örnekte bilgisayar sektöründen verilebilir. Brunn ve Mefford (2004) teorik olarak internetin yalın üretim prensiplerinin uygulanmasını nasıl etkileyebileceğini tanımlamış, firmaların yalın üretim süreçlerini daha etkin yapabilmek için interneti nasıl kullandıklarının örneklerini vermiş ve son olarak yalın girişimlere internetin entegrasyonunda karşılaşılan kısıtları ve engelleri incelemiştir. Bu çalışmada yalın üretim prensiplerini uygulamada İnternetten faydalanan Dell Computer Corporation, Cisco Systems ve ODAM (Ostergaard Danish Automotive Materials) firmalarından örnekler verilmiştir. Dell örneğinde çarpıcı olan konu, uygulamalar ile sektörün parçaları stokta bulundurma ortalaması 100 gün iken, bu süre 10 güne indirilebilmiştir. İlave olarak, tedarik zinciri faaliyetlerini koordine etmede ve operasyon performansını geliştirmede İnterneti kullanan bazı firmalardan örnekler sergilenmiştir. İnternet kullanarak yapılan uygulamaların çoğunluğunun, yalın düşünceye lojistik yaklaşım olan tedarik zinciri yönetimi kapsamında olduğu çalışmada belirtilmiştir.

Gemi inşa sektöründe, 2000 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde NAVSEA (Naval Sea Systems Command) tarafından uygulamaya konulan "Lean Shipbuilding Initiatives (LSI)" programı ile yalın felsefe konusunda çalışmalar başlatılmıştır . Bu çalışmalar kapsamında 2000 yılından başlayarak günümüze kadar forumlar düzenlenerek yapılan uygulamalar, uygulamaların sonuçları ve alınan dersler hakkında seminerler Savaş Gemisi İnşası Araştırma Programı (Naval Shipbuilding Research Program,NSRP) sponsorluğunda düzenlenmiştir. Bu kapsamda; Brogger, Northrop Grumman, Pearl Harbor, Portsmouth Askeri Tersanelerinin, Atlantic Marine, Todd Pacific ve Senesco Marine Tersanelerinin yapmış oldukları çalışmalar belirtilen seminerlerde sunulmuştur (<http://www.nspd.org/lean>; erişme tarihi 30 Mayıs 2007).

Bu program dahilinde yapılan çalışmalardan bir tanesi, Portsmouth Askeri Tersanesi'nin "Küresel Vana Model Hattı" konusunda yalın onarım vaka çalışmasıdır. (Desjardins ve Kucner, 2002) Yalın felsefe bu çalışmada, yalın üretim kapsamında değil yalın olarak ekipman onarımı kapsamında uygulanmıştır. Amerikan Deniz Kuvvetleri'ne ait nükleer denizaltıların ana onarımlarını yapan bu tersanede, yalın felsefe uygulanarak küresel vana onarımlarının çevrim zamanlarında yaklaşık %40 ilerleme, yarı mamul stoklarında yaklaşık %60 azalma sağlanmıştır. Ana uygulama aşamaları olarak; tersane içi kapasitenin geliştirilmesi, darboğazların önlenmesi ve stokları azaltmaya yönelik

üretim sürecinin zorlanması ile performansın artırılması için israfların ortadan kaldırılması belirtilmiştir. Başlangıç planlaması, çalışanların katılımı, hızlı ilerleme sağlanabilmesi için atölyenin yeniden düzenlenmesi, mamul ve yarı mamul stok seviyelerinin doğru belirlenmesi, stokların azaltılması ara basamaklar olarak belirtilmiştir.

Literatür araştırması sonucunda görüldüğü gibi, gemi inşasının yalın tasarım felsefesi ile ilişkilendirilmesini kapsayan görgül (ampirik) bir çalışma hali hazırda literatürde yer almamaktadır. Mevcut çalışmada bu konu üzerinde durulmuş olup, gelecek araştırmalarda kullanılabilecek bir araştırma modeli geliştirilmiştir.

2.3. İsrarlar ve Ürün Geliştirmede İsrarı Oluşturan Etkenler

İsraf, değer katmayan faaliyetlerle beraber yalın felsefenin temel unsurlarından biridir. Bu yüzden, israf ve israfı oluşturan alt etkenlerin ne olduğu iyi anlaşılmalıdır. İsrar, ürünün kendisinden beklenen görevi ve fonksiyonu gerçekleştirme için gerekli olanların dışındakiler olarak tanımlanmıştır (Oppenheim,2004). Ürün geliştirme faaliyetlerini; Değer Katan Faaliyetler (Value Adding Activities), Değer Katmayan Faaliyetler (Non-value Adding Activities) ve sözleşme veya kanunlardan kaynaklanan Değer Katmayan Gereklili Faaliyetler (Required Non-value Adding Activities) olarak sınıflandırmak mümkündür (Womack ve Jones,1996).

Monden (1983) Toyota Üretim Sistemi'nde 7 tip israf tanımlamıştır. Bunlar; gerekli olmayan süreçler, fazladan süreçler, fazla üretim, gereksiz elleçleme/hareket, ulaştırma, bekleme, stok ve hatalardır. Oppenheim (2004) ürün geliştirmede oluşan israfları yedi sınıfa ayırmıştır: Bunlar; aşırı üretim (gereksiz bilgi üretmek), envanter (ihtiyaçtan fazla bilgi tutmak), ulaştırma (etkin olmayan ulaştırma bilgisi), gereksiz hareketler (bilgiyi elde etmek ve ulaşmak için insanların giriş çıkışları), bekleme (bilgi, veri, girdi, onay ve onaydan çıkma vb.), hatalar (yetersiz bilgi kalitesi, tekrarlı işlerin ortaya çıkması), fazladan sürece dahil etmedir (çıktıyı elde etmek için gereğinden fazla çalışmak). Morgan (2002) ise ürün geliştirmede oluşan israfları 11 sınıfa ayırmıştır: ürün partileri arasındaki süreçteki transfer, harici kalite zorlamaları (performans gereksinimleri de dahil), bekleme, muamele israfları, yeniden geliştirmedeki israflar, sistem disiplinindeki eksiklikler, ulaştırmadaki değişikliklerden dolayı artan süreçler, sistemin aşırı

kullanılması ve hızlandırılması, etkin olmayan haberleşme, büyük üretim partileri, eş zamanlı olmayan tekrarlı süreçlerdir.

3. Seçilen Değişkenler, Hipotezler ve Model

3.1. Çalışmaya Konu Olan Değişkenler

Mevcut çalışmada gemi tasarımı yalın felsefesiyle örtüşen bağımlı değişkenler: (1) Maliyetlerin düşürülmesi, (Womack, 1990; Shah ve Ward, 2003; McLachlin, 1997; Narasimhan, Swink ve Kim, 2006); (2) İşlem zamanlarının kısaltılması (De Treville ve Antonakis, 2006; Narasimhan, Swink ve Kim, 2006; Shah ve Ward, 2003) ve (3) İsrafların azaltılması (Womack, 1990; Narasimhan, Swink ve Kim, 2006) olarak belirlenmiştir.

Bu değişkenleri etkileyen bağımsız değişkenler olarak ise, (1) Tedarikçi Firma Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi (Narasimhan ve diğ., 2006); (2) Takım Çalışması ve Problem Çözüm Desteği (McLachlin, 1997; Shah ve Ward, 2007; Crute, 2003); (3) Standartlaşma Seviyesi (Perez ve Sanchez, 2000) ve (4) Yerileştirme Çalışmaları ele alınmıştır.

Bağımsız değişkenlerden “Takım Çalışması ve Problem Çözüm Desteği”, “Tedarikçi Firma Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi” ve “Standartlaşma Seviyesi” yukarıdaki referans çalışmalarda sık yer alan değişkenler olduğu için bu çalışmada yer almıştır. “Yerileştirme Çalışmaları” ise geçtiğimiz yıllarda büyük bir atılım içerisinde olan Türk Gemi İnşa sektöründe yerli imkanlarla tasarım ve üretim yapan tedarikçilerin etkisinin önemli bir unsur olduğu değerlendirilerek bu çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca, bu değişkenler arasındaki bağlantı ve ilişki üzerinde etkili olabileceği düşünülen “Yeni Teknoloji Yatırımı” (Narasimhan vd., 2006), “Çalışanlara Verilen Eğitim” ve “Takip Etme ve Ödüllendirme” değişkenleri de araştırmaya dahil edilmiştir.

3.2. Hipotezler ve Model

Tedarikçi firmanın, verilen siparişleri kendisinden talep edilen zaman içerisinde ve talep edilen koşullarda sağlaması tersane için geminin inşa ve zaman planı açısından kritiktir. Dolayısıyla,

Hipotez 1: Gemi tasarımında tedarikçi firma performansının ölçülme ve izlenme seviyesi ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

Gemi içerisinde bulunacak ekipmanların, malzemelerin standart ürünlerden seçilmesi tedarik sürecini kısaltacak, malzeme çeşitliliği azaltılarak malzemelerin ambarlanması kolaylaşacaktır. Standart ürünlerin ambarda muhafazası sağlanarak tedarik süreçlerinde kısalma sağlanabilecektir. Dolayısıyla,

Hipotez 2: Gemi tasarımında standartlaşma seviyesi ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

Yalın tasarımın ilkelerinden birisi olan takım çalışmasının pekiştirilmesi ve takım ruhunun oluşturulması farklı düşünce seçeneklerinin ortaya konulmasını sağlayarak alternatif tasarım çözümlerini meydana getirebilecektir. Çalışanların karşılaşılan problemlerin çözülmesinde sağlayacağı destek, hem takım ruhunu geliştirecek hem de ürün tasarım sürecinde etkili olacaktır. Dolayısıyla,

Hipotez 3: Gemi tasarımında takım çalışması ve çalışanları problem çözüm desteği ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

Gemide bulunacak sistem, ekipman ve malzemelerin yerli sanayide üretilerek tedarik edilmesinin maliyetler üzerinde etkili olduğu değerlendirilmektedir. Bazı güç aralığındaki deniz tipi dizel makinelerin, karmaşık sevk sistemlerinin, elektronik seyir sistemlerinin hali hazırda yerli üretimleri bulunmamakta, ancak dümen sisteminin, jeneratörlerin, bazı yardımcı gemi sistemlerinin ve bazı donatım ekipmanlarının yerli imkanlarla üretimi bulunmaktadır. Gemi inşa sektörünün gelişmesi ile beraber tedarikçilerin de sistem tasarımı üzerinde yapacakları yatırımların artacağı ve gemide bulunacak sistemlerde zaman içerisinde daha fazla yerli imkanlarla üretilen ekipman/sistem/cihaz bulunacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla,

Hipotez 4: Gemi tasarımında yerleştirme çalışmaları ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

3.2.1. Kontrol Değişkenlerine Ait Hipotezler

Geminin tasarımı aşamasında, 3 boyutlu CAD / CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing) modüllerinden, gemideki bölgesel ve yapısal toplam gerilimlerin, mukavemetin analizi için sonlu

elemanlar yöntemini (Finite Element Analysis) kullanan yazılımlardan faydalanılmaktadır. İşlem ve analiz sürelerini kısaltmak, hata oranlarını düşürerek tekrarlı işlerin sayısını azaltmak maksadıyla güncel yazılımların kullanılmasının ve gerekli donanımın sağlanmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Dolayısıyla,

Hipotez 5: Gemi tasarımında yeni teknoloji yatırımı ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

Eğitim, çalışanların uzmanı oldukları konuda kendilerini geliştirmelerini sağlayarak verimi arttırmayı ve kendi uzmanlık alanı dışındaki sahalarda da bilgi edinmesini sağlayarak firmaya katkı sağlamayı hedefler. Hem çalışanın uzmanlığını geliştirmesi hem de kendisine yatırım yapıldığını göz önüne alarak motivasyonunu arttırması açısından önemlidir. Dolayısıyla,

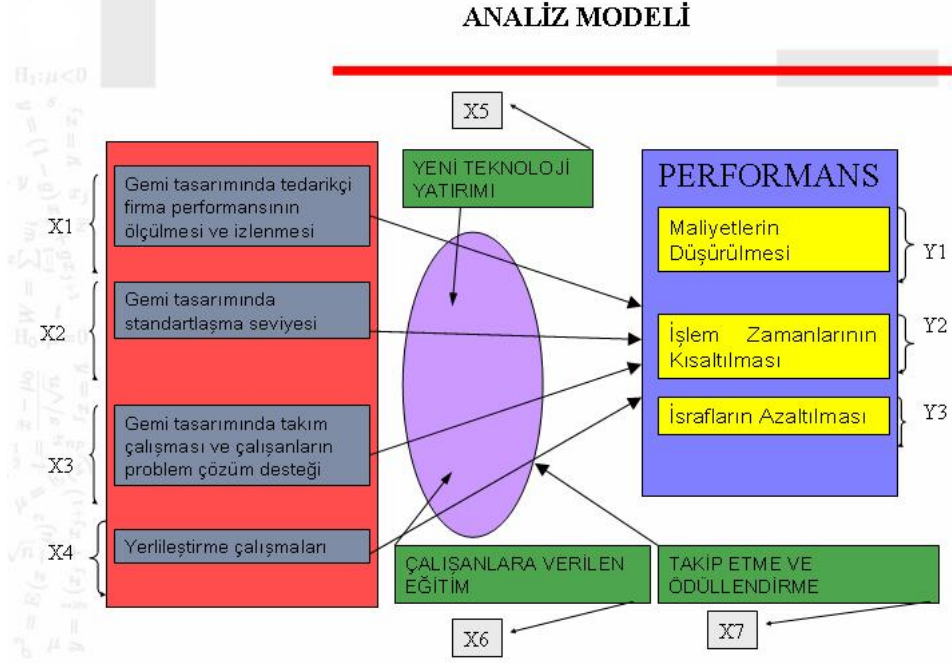
Hipotez 6: Gemi tasarımında çalışanlara verilen eğitim ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

Çalışanlar, gayretlerinin takip edilerek karşılıklarını gördüğü oranda çabalarını arttırma eğilimi gösterirler. İzleme faaliyetlerinin olası hataları daha öncesinde ön görerek düzeltici tedbirlerin uygulanması açısından da faydası vardır. Çalışmalarında gayretlerini arttırdığı durumda ödüllendirileceğini bilen personelin motivasyonu artarak ürün tasarım sürecindeki verimi daha da artacaktır. Dolayısıyla,

Hipotez 7: Gemi tasarımında çalışanların gayretlerinin takip edilmesi ve ödüllendirilmesi ile maliyetlerin düşürülmesi/ işlem zamanlarının kısaltılması/ israfların azaltılması arasında pozitif bir ilişki vardır.

3.2.2. Model

Yukarıda tanımlanan bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenleri ışığında analiz modeli Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1: Analiz edilecek olan teorik model

4. Yöntem / Analiz ve Bulgular

4.1. Yöntem / Analiz

4.1.1. Araştırmanın Ön Çalışması

Araştırmaya başlanmadan önce detaylı bir şekilde yalın tasarım ve yalın üretim kavramları incelenmiştir. Özellikle üretim sektöründe yalın üretim kavramının uygulamalara yansıtılması ve elde edilen sonuçlar üzerinde inceleme yapılmıştır. Araştırmanın konu aldığı ana kütle (evren) ve örnek kütle belirlenmiştir. Öncelikle analizin sağlıklı yapılabilmesi için uygulanabilecek değişkenler tanımlanmıştır. Hipotezler oluşturularak analiz sonucunda bulunabileceği değerlendirilen etkileşimler belirlenmiştir. Hipotezleri gerçeklemek için gerekli olan değişkenleri tanımlayacak ölçekler/sorular incelenmiştir. Teorik çalışmaların tamamlanmasını müteakip çalışma uygulaması hazırlanmış ve Likert ölçeğinde uygulanabilecek şekilde anket biçimine dönüştürülmüştür. Gemi inşa sektörüyle ilgili ve uzman üç kişiye anket yapılarak değerlendirmeler alınmış ve gerekli düzeltmeler yapılarak kullanıma sunulmuştur.

4.1.1.1. Veri Toplama Biçiminin ve Yönteminin Seçimi

Maliyetlerin ve işlem zamanlarının ölçülebilir ve takip edilebilir özellikler olmasına rağmen, yalın felsefenin uygulanması neticesinde yenilenen maliyetler ve işlem zamanlarının tespiti oldukça titiz bir dokümantasyon ve kayıt gerektirmektedir. Dolayısıyla, katılımcıların görüşlerini aktarabilmeleri için anket çalışmasının en uygun yöntem olduğu değerlendirilmiştir. Anket çalışmasında değişkenler arasındaki etkileşimlerin bulunabilmesi için katılımcıların sektörden seçilmesi önemlidir. Analize katılacak kişilere soruların sunuş şeklinin özellikleri yanında sorulacak sorunların miktarı da önem arz etmektedir. Anket çalışmalarına katılan kişilere genel olarak; telefon, yüz yüze görüşme, e-posta, posta ve internet üzerinden hazırlanan bilgisayar anketleri ile sorular sorulabilmektedir. Araştırmada, anketler yüz yüze ve posta aracılığıyla uygun kişilere ulaştırılması ile doldurulabilmiştir.

4.1.1.2. Değerlendirme Ölçeğinin Seçimi ve Değişkenleri Tanımlayan Ölçeklerin Belirlenmesi

Genel olarak anket çalışmalarına katılan kişiler sorulan sorulara ya da ölçekte belirtilen ifadelere metrik ve metrik olmayan iki ayrı biçimde cevap verebilirler. Metrik sistemlerde, katılımcılar belirtilen ifadelere birbirleri arasında oranlama yaparak belirli bir puanlama aralığında puan verirler (Örnek olarak 1 – 10 arasında bir sayı). Metrik olmayan sistemlerde ise katılımcılar tercihlerinin yoğunluk derecelerini belirtirler (katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum). Metrik olmayan sistemlerde genellikle 5'li ya da 7'li likert ölçeği kullanılmaktadır. Bu çalışmada 5'li likert ölçeği aşağıdaki şekilde kullanılmıştır. "Kesinlikle Katılıyorum" en yüksek değeri (5) alırken, "Katılıyorum" 4, "Kararsızım" 3, "Katılmıyorum" 2 ve "Kesinlikle Katılmıyorum" en düşük değeri (1) almıştır. Anket soruları Tablo-1'de gösterilmektedir.

Bu çalışmada **bağımsız değişkenleri** tanımlayan ölçekler literatürden araştırılarak seçilmiş olup, bunun mümkün olmadığı yerlerde, ön çalışma kapsamında yetkili kişilere danışılarak geliştirilmiştir. "Tedarikçi Firma Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi" için Stark, Crum ve Arango (1999)'dan ve Uluköylü (2005)'den yararlanılmıştır. "Standartlaşma Seviyesi"ni tanımlayan ölçekler, bu analiz çalışması kapsamında belirlenmiş, deneme olarak sunulan anketlerin sektördeki ilgili uzmanların yapmış oldukları düzeltme ve girdileriyle ankette belirtilen şekline kavuşmuştur. "Takım Çalışması"ni tanımlayan ölçekler

Lamb (2005)'de tanımlanan yalın tasarımda takım çalışması ile ilgili prensiplerin anket sorusu haline dönüştürülmesiyle elde edilmiştir. "Çalışanların Problem Çözüm Desteği"ni tanımlayan ölçekler çalışanların kararları kapsamında incelenmiş ve Lamb (2005)'dan yararlanılarak oluşturulmuştur. Son olarak, "Yerileştirme Çalışmaları" değişkenini tanımlayan ölçekler, bu çalışma kapsamında belirlenmiş, deneme olarak dağıtılan anketlere sektördeki ilgili uzmanların yapmış oldukları düzeltmelerle nihai halini almıştır.

Bu çalışmada kontrol değişkenlerinden "Yeni Teknoloji Yatırımı"ni tanımlayan ölçekler genel kabul görmüş kalite yönetim uygulamaları kapsamında belirlenmiştir. Diğer bir kontrol değişkeni olarak belirlenen "Çalışanlara Verilen Eğitim, Takip Etme ve Ödüllendirme" ölçeğinin tanımlanmasında Kitapçı ve Sezen'in (2007) çalışmasından yararlanılmıştır.

4.1.1.3. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması için Tuzla/İstanbul bölgesinde çelik gemi inşa tasarımı ve inşası yapan tersanelerle irtibata geçilmiştir. Anket sonuçlarının araştırma hedeflerini yansıtabilmesi amacıyla bu tersanelerde çalışan teknik müdür, proje mühendisi ve teknik ressam personelden anketin doldurulması talep edilmiştir. Toplam 79 adet anket toplanabilmiş, bu anketlerden 77 adetinin SPSS 11.5'de istatistiksel analizi yapılmıştır.

4.1.2. Analizler

4.1.2.1 Faktör Analizi, Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Analizleri

Değişkenler arasındaki temel faktörleri veya boyutları belirlemek amacıyla, değişkenler arasında herhangi bir bağımlı ya da bağımsız değişken ayırımı yapmaksızın tüm değişkenler arasındaki ilişkileri (bağımlılığı) dikkate almak amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi sonucunda tüm değişkenler kendi içinde tek boyutlu (uni-dimensional) bulunmuş ve tüm sorular da beklendiği gibi ilgili değişkenler altında faktörlere bölünmüştür. Ölçeklerin faktör yükleri ve alfa güvenilirlik katsayıları Tablo-1'de sunulmuştur. ([Tablo 1](#)) Tüm değişkenler arasındaki korelasyon değerleri ve tanımlayıcı istatistikleri de Tablo 2'de ([Tablo 2](#)) gösterilmektedir.

4.1.2.2. Regresyon Analizi

Sayısal bir bağımlı değişken ile bir veya birden fazla sayıda bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla istatistiksel bir analiz yöntemi olarak regresyon analizinden faydalanılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesi iki aşamalı regresyon analizi ile yapılmıştır. İlk aşama regresyon analizinde kontrol değişkenlerinin etkisi analize dahil edilmeden bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen regresyon denklemi aşağıdaki şekildedir,

$$\text{Bağımlı Değişken} = a + b1 \text{ FPOI} + b2 \text{ STDSEV} + b3 \text{ TCPCD} + b4 \text{ YERCAL} \quad (1)$$

a : sabit

bn : regresyon sonucu elde edilen katsayı

İkinci aşama regresyon analizinde kontrol değişkenleri de analize dahil edilmiştir. Elde edilen regresyon denklemi aşağıdaki şekilde olacaktır;

$$\text{Bağımlı Değişken} = a + b1 \text{ FPOI} + b2 \text{ STDSEV} + b3 \text{ TCPCD} + b4 \text{ YERCAL} \quad (2)$$

$$+ b5 \text{ YETEKYAT} + b6 \text{ CALVEGT} + b7 \text{ TAKETOD}$$

4.2. Bulgular

4.2.1. Faktör Analizi

Gemi tasarımında takım çalışması ve problem çözüm desteği ölçekleri ayrı sorular halinde sorulmuştur. Ancak, sonuçlar değerlendirilirken yapılan faktör analizinde bu iki ölçeğin beraber değerlendirildiğinde güvenilirlik değerlerinde artış belirlenmiştir. Dolayısıyla, regresyon analizlerinde "Gemi tasarımında takım çalışması ve problem çözüm desteği" olarak tek bir ölçek halinde değerlendirilmeye alınmıştır.

4.2.2. Regresyon 1

Maliyetlerin düşürülmesinde; Standartlaşma Seviyesi ve Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği %90 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Her iki değişkenin de pozitif etkisi vardır. Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi ve Yerleşirme Çalışmaları bu bağımlı değişken için minimum kabul edilebilir seviye olan %90 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır ([Tablo 3](#))

İşlem Zamanlarının Kısaltılmasında; Standartlaşma Seviyesi %95 anlamlılık düzeyinde, Yerleştirme Çalışmaları %90 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Standartlaşma Seviyesinin işlem zamanlarının kısaltılmasında pozitif etkisi olduğu, Yerleştirme Çalışmalarının ise hipotezin tersine işlem zamanlarının kısaltılmasında negatif olduğu belirlenmiştir. İşlem Zamanlarının Kısaltılmasında; Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği minimum kabul edilebilir seviye olan %90 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmamıştır. İsrarların Azaltılmasında; Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Standartlaşma Seviyesi, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği anlamlı çıkmıştır. Her üç ölçüğünde, israrların azaltılmasında pozitif etkisi vardır. İsrarların Azaltılmasında; Yerleştirme Çalışmaları %90 anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmamıştır.

Maliyetlerin düşürülmesi, işlem zamanlarının kısaltılması ve israrların azaltılmasının bütünü olarak tanımlanan Toplam Performans incelendiğinde; Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Standartlaşma Seviyesi, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği ve Yerleştirme Çalışmaları anlamlı çıkmıştır. Standartlaştırma Seviyesinin en yüksek pozitif etkiye sahip olduğu, ayrıca Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteğinin de yüksek pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yerleştirme Çalışmalarının merteye olarak Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi ile aynı büyüklükte etkisi olduğu belirlenmiş, ancak 4 numaralı hipotezin tersine Yerleştirme Çalışmalarının Toplam Performans değişkenleri ele alındığında negatif etkisi olduğu gözlenmiştir.

4.2.3. Regresyon 2

Kontrol Değişkenlerinin de regresyon analizine dahil edilmiş halde oluşturulan Beta ve Anlamlılık (Significance) değerlerinin yer aldığı analiz sonuçları Tablo 4'de verilmiştir. ([Tablo 4](#))

Maliyetlerin Düşürülmesinde, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği ve Yeni Teknoloji Yatırımı anlamlı çıkmıştır. İlk regresyon analizinde anlamlı çıkan Standartlaşma Seviyesi kontrol değişkenlerinin etkisi ile anlamlılığını yitirmiştir. İşlem Zamanlarının Kısaltılmasında; Standartlaşma Seviyesi, Yerleştirme Çalışmaları ve

Yeni Teknoloji Yatırımı anlamlı çıkmıştır. Kontrol Değişkenleri, Standartlaştırma Seviyesinin yüksek orandaki pozitif etkisinde düşüşe sebep olmuştur. Ancak, Yerleştirme Çalışmalarının negatif etkisi kontrol değişkenleri ile beraber negatif yönde artmıştır.

İsrafların Azaltılmasında; Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Standartlaşma Seviyesi anlamlı çıkmıştır. İlk regresyonda anlamlı çıkan Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği kontrol değişkenlerinin analize dahil edilmesiyle anlamlılık düzeyi tanımlanan seviyenin altına düşmüştür. Maliyetlerin düşürülmesi, işlem zamanlarının kısaltılması ve israfların azaltılmasının bütünü olarak tanımlanan Toplam Performans incelendiğinde; Standartlaştırma Seviyesi, Yerleştirme Çalışmaları ve Yeni Teknoloji Yatırımı belirlenen anlamlılık düzeyinde anlamlı çıkmıştır. İlk regresyonda anlamlı sonuç veren Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği, kontrol değişkenlerinin analize dahil edilmesiyle anlamlılıklarını kaybetmişlerdir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada amaç, çelik gemi inşa sektöründe yalın tasarımın temel faktörlerini etkileyen unsurların belirlenmesi ve bu etkilerin yönlerinin tanımlanabilmesidir. Otomotiv sektöründe başlayarak diğer üretim ve hizmet sektörlerinde de uygulama alanı bulan yalın felsefenin uygulanabilirliği konusunda fikir edinilmesi ve performans (bağımlı değişkenler) üzerinde pozitif etkisi olan değişkenlerin belirlenmesine çalışılmıştır.

Sadece bağımsız değişkenlerin performans üzerine etkisi incelendiğinde; Standartlaşma seviyesi, Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteğinin maliyetlerinde düşürülmesi üzerinde pozitif etkisi olduğu analiz sonucunda elde edilmiştir. Standartlaşma seviyesinin işlem zamanlarının kısaltılmasında güçlü bir pozitif etkisi olduğu, ancak yerleştirme çalışmalarının anket katılımcılarının görüşleri itibariyle işlem zamanlarının kısaltılmasında negatif etkisi olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile katılımcılar yerleştirme çalışmalarının işlem zamanlarını uzattığı görüşünde olduğu gözlemlenmiştir. İsrafların Azaltılmasında yerleştirme çalışmalarının etkisi gözlemlenememiş, diğer bağımsız değişkenlerin israfların azaltılmasını pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir.

Maliyetlerin düşürülmesi, işlem zamanlarının kısaltılması ve israfların azaltılmasının bütünü olarak tanımlanan Toplam Performans incelendiğinde, tüm bağımsız değişkenlerin belirlenen anlamlılık düzeyinde anlamlı sonuç verdiği belirlenmiştir. Standartlaştırma Seviyesinin en yüksek pozitif etkiye sahip olduğu, ayrıca Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteğinin de yüksek pozitif etkiye ve Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesinin orta seviyede pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. İşlem zamanlarının kısaltılması gibi toplam performans için de yerleştirme çalışmalarının anket katılımcılarının görüşüne göre önerilen 4. Hipotezin aksine toplam performansı negatif yönde etkilediği sonucu çıkmıştır.

Kontrol değişkenlerinin etkisi ile beraber bağımsız değişkenlerin performans üzerindeki etkileri incelendiğinde; Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği ve Yeni Teknoloji Yatırımının maliyetlerin düşürülmesinde pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir. Standartlaşma seviyesi kontrol değişkenlerinin etkisi ile anlamsız hale gelmiştir.

Standartlaşma Seviyesi, Yerleştirme Çalışmaları ve Yeni Teknoloji Yatırımının işlem zamanlarının kısaltılmasındaki pozitif etkisi yinelenmiş, ancak standartlaşma seviyesinin pozitif etkisinde azalma gözlemlenmiştir. Yerleştirme çalışmaları, kontrol değişkenlerinin etkisi altında daha büyük negatif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Tedarikçi Firmaların Performansının Ölçülmesi ve İzlenmesi, Standartlaşma Seviyesinin pozitif etkisi üzerinde kontrol değişkenlerinin belirgin bir etkisi olmamıştır. Toplam performans açısından ; Standartlaştırma Seviyesinin pozitif etkisi devam etmiş, kontrol değişkenlerinin Yerleştirme Çalışmalarının negatif etkisi üzerinde bir değişiklik yapmadığı görülmüş ve Yeni Teknoloji Yatırımının yüksek bir pozitif etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir.

6. Tartışma

Gemi inşa sektörü gibi seri üretim imkanının çok düşük olduğu sektörler için yalın felsefenin etkilerini ölçebilecek değişkenler tanımlanmış ve sorular oluşturulmuştur. Bu ölçeklerin ve seçilmiş referanslardan faydalanılarak oluşturulan soruların düşük üretim miktarlarının olduğu üretim sahalarında da kullanılabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma neticesinde Türk Gemi İnşa Sanayisinde (çelik gemi inşası) Yalın

Tasarım ilkelerini etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmış ve işlem sürelerinin kısaltılması, israfların azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesi için hangi faktörlerin etkili olabileceği ve bu faktörlerin etkileme ağırlıkları anket sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Standartlaşma seviyesinin, maliyetlerin düşürülmesine, işlem zamanlarının kısaltılmasına ve israfların azaltılmasına pozitif etkisi olduğu sonucu elde edilmiştir. Benzer şekilde hipotezlerde öngörüldüğü üzere Takım Çalışması ve Personelin Problem Çözüm Desteği bağımlı değişkenler üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar göz önünde tutulduğunda standartlaşma seviyesinin artırılmasını, takım halinde çalışarak tersanenin problemlerinin çözümüne destek olunmasını ve bu yönde çaba sarf edilmesini ankete katılanların benimsediği gözlemlenmiştir.

Kontrol değişkenlerinden Yeni Teknoloji Yatırımının etkisi ile maliyetlerin düşürülmesinde görülen etki daha da pozitif bir hal almıştır. Bu sonuç, ilk yatırım maliyeti gerektiren yeni teknolojiye yapılan yatırımların, tasarım ve üretim süreci içerisinde toplam maliyetleri düşüreceği yönünde olan inancı göstermektedir. Burada dikkate değer bir diğer husus, Yerileştirme Çalışmaları olarak ifade edilen bağımsız değişkendir. Bu değişkende; yerli olarak üretilen malzemeleri gemi inşasında kullanılmasının tercih edilip edilmemesi, yurt içi imkanlarla üretilen malzemelerin kalite seviyesinin belirlenen ihtiyaçları karşılayıp karşılayamayacağı, yerli malzeme üretim hacmi, gemi inşasında ihtiyaç duyulan malzemeleri karşılayabilecek düzeyde olup olmadığı ölçülmeye çalışılmış ve bu sorular katılımcılara anket içerisinde yöneltilmiştir. Belirlenmiş olan hipotezin aksine bu ölçekten elde edilen negatif etki, ankete katılanların yerli olarak üretilen malzemelerin tercih edilmesi, bu ürünlerin kalite seviyesi ve ihtiyaç duyulan miktarların mevcut olup olmayacağı konusunda kafalarındaki soru işaretlerini göstermiştir.

Genel olarak önerilen hipotezlerin sonuçları literatürde yapılan çalışmalarla örtüşmektedir. Tedarikçi yönetimi De Treville ve Antonakis (2006) çalışmalarında vurgulanmış, insan kaynakları yönetimi Shah ve Ward (2003) çalışmalarında incelenmiş ve McLachlin (1997)'de çalışanların katılımı uygulamaya alınmıştır. Ancak çeşitli çalışmalarda yer alan değişkenliklerin azaltılması (Shah ve Ward, 2007; Hopp ve Spearman, 2004) çelik gemi inşasının üretim yöntemlerindeki kendine has özelliklerinden bu çalışmaya dahil edilememiştir.

Bu çalışmada israflar, israfları oluşturan etkenler incelenmiş ve bağımlı değişken olarak çalışmada yer almıştır. Geminin tasarımı süresince değer katmayan faaliyetlerin (gereksiz muayene, taşıma, aşırı stoklama, vb.) tespit edilip ortadan kaldırılmasının hedeflenmesi, üretim aşamasında israf olan malzemelerin ve yapılan işin bir daha yapılmasını minimuma indirme çalışmalarının yapılması, üretilen malzemeler için hedeflenen kalite düzeyinin tam anlamıyla sağlandığından muayene ve kontrol süreçlerinin gün geçtikçe daha az gerekmesi, envanter seviyesinin azaltılması çalışmalarının yapılarak, aşırı stok bulundurulmaması, israfların azaltılması değişkeninin ölçükleri olarak belirlenerek çalışmaya dahil edilmiştir.

7. Limitler ve Gelecek Araştırma Konuları

Bu çalışma, çelik gemi inşa sektörünün hali hazırda kalbi sayılabilecek Tuzla/İstanbul bölgesindeki bazı tersanelerde icra edilmiştir. Hazırlanan anket çalışması çelik gemi inşasına yöneliktir. Tuzla/İstanbul bölgesinde çeşitli tonajlarda farklı üretim yöntemlerini kullanan süratli küçük müdahale botlarından, megayatlara kadar gemi inşası yapılmaktadır. Yukarıda belirtilen çeşitlilikte üretim imkan ve kabiliyette irili ufaklı toplam tersane sayısı 30-35 olan Tuzla/İstanbul bölgesinde, verilerin toplanması için tasarım imkan ve kabiliyeti olan belirli tersanelerle irtibata geçilmiş ve anket doldurulmuştur. İleriki çalışmalarda, uluslararası önemli başarıların sağlandığı ve dünya mega yat pazarında önemli bir dilime sahip olunan Türk Mega Yat sektörü incelenerek, mega yat tasarım ve inşası ele alınabilir. Bu çalışmada tedarikçi firmaların performansı tasarım, inşa/onarım yapan tersane personeli tarafından değerlendirilmeye çalışılmıştır. İleriki çalışmalarda tedarikçilere yönelik hazırlanan bir anket ile onların da gemi tasarımı ve inşasında yalın felsefeye yönelik algılarının ölçülmesine yönelik bir çalışma yapılabilir.

Kaynaklar

Ahlstrom, P. (1998) *Sequences in the Implementation of Lean Production*. *European Management Journal*, 16:3, s. 327-334.

Brunn, P., & Mefford, R. N. (2004) *Lean production and Internet*. *International Journal of Production Economics* 89, s. 247-260.

Christopher, M., & Towill, D. (2001) *An integrated model for the design of agile supply chains*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31:4, s. 235-246.

Crute, V., & Ward, Y., & Brown, S., & Graves, A. (2003) *Implementing Lean in aerospace – challenging the assumptions and understanding the challenges*. *Technovation* 23, s. 917-928.

De Treville, S., & Antonakis, J. (2006) *Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational and levels-of-analysis issue*. *Journal of Operations Management* 24:2, s. 99–123.

Desjardins, M., & Kucner, B. (2002) *Creating the LEAN Shipyard*. Portsmouth Naval Shipyard. URL: <http://www.nsrp.org/lean/presentations/9b.pdf>

Hines, P., & Holweg, M., & Rich, N. (2004) *Learning to evolve-a review of contemporary lean thinking*. *International Journal of Operations & Production Management* 24:10, s. 994-1011.

Holweg, M. (2007) *The genealogy of lean production*. *Journal of Operations Management* 25, s. 420-437.

Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004) *To pull or not to pull: what is the question?* *Manufacturing and Service Operations Management* 6:2, s. 133–148.

Kitapçı, H. ve Sezen, B. (2007) *The Effects of Participation in Decision Making, Individual Improvement Efforts and Training on the Quality of the Product Design Process*. *Production Planning and Control* 18:1, s.3-8.

Krafcik, J. F. (1988) *Triumph of the lean production system*. *Sloan Management Review* 30:1, s. 41-52.

Lamb, T. (2005) *Naval Ship Acquisition Class Notes*. Summer Naval Surface Ship Design Program, University of Michigan.

Mason-Jones, R., & Naylor, B., & Towill, D. R. (2000) *Engineering lean agile supply chain*. *International Journal of Agile Management Systems* 2:1, s. 54.

Monden, Y. (1983) *The Toyota Production System*. Productivity Press, Portland.

Morgan, J. M. (2002) *High performance product development*. Troy Design and Manufacturing

Murman, E., Allen, T., Bozdogan, K., Cutcher-Gershenfeld, J., McManus, H., Nightingale, D., Rebentisch, E., Shields, T., Stahl, F., Walton, M., Warmkessel, J., Weiss, S., Widnall, S. (2002) *Lean Enterprise Value—Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*. Palgrave, New York.

Narasimhan, R., & Swink, M., & Kim, S. W. (2006) *Disentangling leanness and agility: An empirical investigation*. *Journal of Operations Management*, 24, s. 440-457.

National Steel & Shipbuilding Co. (1999) *Lean Design Methodology Guide*.

Oppenheim, W. B. (2004) *Lean Product Development Flow*, Wiley InterScience.

Perez, M. & Sanchez, A. (2000) *Lean production and supplier relations: a survey of practices in the Aragonese automotive industry*. *Technovation* 20, s. 665-676.

Rinehart, J., Huxley, C., & Robertson, D. (1997) *Just Another Car Factory?* Cornell University Press, Ithaca, NY.

Shah, R. & Ward, P. T. (2003) *Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance*. *Journal of Operations Management* 21:2, s. 129–149.

Shah, R., & Ward, P. T. (2007) *Defining and developing measures of lean production*. *Journal of Operations Management*, 25:4, s. 785-805.

Stoewer, H. (2003) *Book review*. *Space Policy*, 19, s. 73-74.

Stank, T., Crum, M. & Arango, M. (1999) *Benefits of Interfirm Coordination in Food Industry Supply Chains*. *Journal Business Logistics* 20:2, 21-41.

Uluköylü, S. (2005) *Tedarik Zinciri Yönetimi ve Başarısını Etkileyen Faktörler*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İşletme Fakültesi.

White, R. E., Peraon, J. N., & Wilson, J. R. (1999) *JIT Manufacturing: a survey of implementation in small and large US Manufacturers*. *Management Science*, 45:1, s. 1-15.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990) The Machine That Changed the World. Harper Perennial, New York.

Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996) Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster, New York.