

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK DÜZEYİ
ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Kaan KAŞIKÇI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK DÜZEYİ
ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mustafa Kaan KAŞIKÇI
(507101217)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ufuk CEBECİ

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün **507101217** numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mustafa Kaan KAŞIKÇI** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK DÜZEYİ ANALİZİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ufuk CEBECİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Şule İtir SATOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. İhsan KAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **12 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **20 Ocak 2015**

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç.Dr. Ufuk CEBECİ'ye çok teşekkür ederim.

Çalışmanın çeşitli dönemlerinde görüşünü aldığım, lisans bitirme tezi danışmanım ve hocam Doç. Dr. İsmail Hakkı HELVACIOĞLU'na, lisans tezimde olduğu gibi bu çalışmamda da bana destek olan Doç. Dr. Murat ÖZKÖK'e ve tezin analiz kısmında bana yardımcı esirgemeyen Yard. Doç. Dr. Fırat BAYIR'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Aralık 2014

Mustafa Kaan Kaşıkçı
Gemi İnşaatı Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı Ve Kapsamı	4
1.2 Tezin Yapısı Ve Organizasyonu.....	5
2. YALIN ÜRETİM VE TEKNİKLERİ	7
3.1 Yalın Üretim Tarihçesi.....	7
3.2 Yalın Üretim Ve Seri Üretim Farkları.....	8
3.3 Gemi İnşaatı Sektöründe Yalın Üretim Uygulamaları	9
3.4 Yalın Üretim Prensipleri	13
3.4.1 Değer	14
3.4.2 Değer akışı.....	15
3.4.3 Sürekli akış.....	15
3.4.4 Çekme.....	16
3.4.5 Mükemmellik	16
3.5 Yalın Üretim Teknikleri	17
3.5.1 5S.....	17
3.5.1.1 Seiri (Sınıflandırma).....	18
3.5.1.2 Seiton (Sıralama).....	18
3.5.1.3 Seiso (Silme, Temizlik).....	18
3.5.1.4 Seiketsu (Standartlaştırma)	18
3.5.1.5 Shitsuke (Sürdürme, Disiplin).....	19
3.5.2 Değer akış haritalama.....	19
3.5.3 Kanban	21
3.5.4 Hücresel üretim	22
3.5.5 Toplam üretken bakım	22
3.5.6 Kaizen.....	23
3.5.7 Tam zamanında üretim (JIT).....	24
3.5.8 Poka-yoke.....	24
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	25
4. GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK ANALİZİ. 41	
4.1 Türkiye’de Faaliyet Gösteren Tersanelerin Durumu.....	41
4.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi	44
4.3 Araştırmanın Yöntemi.....	45
4.4 Araştırmanın Modeli	47
4.4.1 Teknik boyutu	48

4.4.2 Altyapı boyutu	49
4.4.3 Teknoloji boyutu	51
4.4.4 Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması.....	52
4.4.5 Her bir boyut için sınır değerlerinin hesaplanması	54
4.5 Araştırmanın Bulgu Ve Sonuçları	55
4.5.1 Demografik analizler	55
4.5.2 Anketteki ifadelerle ait ortalamalar ve standart sapmalar	59
4.5.3 Anketteki ifadelerle ait normallik testi ve güvenilirlik analizi	62
4.5.4 Faktör analizi	65
4.5.5 Boyutların ve gemi inşaatı sektörünün yalın olgunluk düzeyleri.....	72
4.5.6 Hipotez testleri	79
4.5.6.1 Yalın olgunluk düzeyi için yapılan hipotez testleri.....	82
4.5.6.2 Ana boyutlar için yapılan hipotez testleri	88
4.5.6.3 Alt boyutlar için yapılan hipotez testleri	96
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	109
KAYNAKLAR.....	115
EKLER.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	129

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANOVA	: Analysis of Variance
B	: Bakım
CAD	: Computer Aided Design
CAM	: Computer Aided Manufacturing
CNC	: Computerized Numerical Control
DAH	: Değer Akış Haritalama
DWT	: Dead Weight Tonnage
ERP	: Enterprise Resource Planning
GİSBİR	: Gemi İnşa Sanayicileri Birliği
GMO	: Gemi Mühendisleri Odası
GT	: Gros Tonaj
HSD	: Honestly Significant Difference
IA	: İş Aktiviteleri
IS	: İsrâfların Ortadan Kaldırılması
IT	: Information Technology
İPK	: İstatistiki Proses Kontrol
JIT	: Just-In-Time
KMO	: Kaiser-Meyer-Olkin
SD	: Serbestlik Derecesi
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SI	: Sürekli İyileştirme
T	: Tedarikçi Yönetimi
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TÜB	: Toplam Üretken Bakım
TÜS	: Toyota Üretim Sistemi
TY	: Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	: General Motor ve Toyota fabrikaları karşılaştırılması [14].	8
Çizelge 2.2	: Geleneksel üretim ve yalın üretim karşılaştırması [15].	9
Çizelge 2.3	: Puget Sound Askeri Tersanesi iyileşme miktarları [17].	11
Çizelge 2.4	: Old Shipbuilding Company iyileştirme değerleri [1].	12
Çizelge 2.5	: A ve B tersaneleri karşılaştırmaları [20].	12
Çizelge 2.6	: Dünya tersaneleri verimlilik karşılaştırmaları [21].	13
Çizelge 2.7	: Malzemelerin sınıflandırılması [23].	18
Çizelge 3.1	: Aragon bölgesinde yalın olgunluk araştırması regresyon analizi	31
Çizelge 3.2	: Araştırmaya katılan işletmelerin yalınlık durumları matrisi [42].	39
Çizelge 4.1	: Nihai kriter ağırlıkları.	52
Çizelge 4.2	: Sınır değerler ve grupların kategorize edilmesi.	55
Çizelge 4.3	: Araştırmaya katılan tersanelerin faaliyet gösterdikleri bölge.	56
Çizelge 4.4	: Araştırmaya katılan tersanelerin çalışan sayısı dağılımı.	57
Çizelge 4.5	: Araştırmaya katılan tersanelerin çalışma alanları.	58
Çizelge 4.6	: Araştırmaya katılan tersanelerin yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi.	58
Çizelge 4.7	: Anketteki sorulara ait ifadeler.	60
Çizelge 4.8	: Anketteki soruların çarpıklık, basıklık ve Cronbach alfası değerleri.	64
Çizelge 4.9	: Kriterlere ait değerlerin Bartlett testi ve KMO değerleri.	66
Çizelge 4.10	: Modelde oluşan faktörler ve açıkladıkları varyans değerleri.	66
Çizelge 4.11	: Döndürülmüş bileşenler matrisi.	67
Çizelge 4.12	: 1. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	68
Çizelge 4.13	: 2. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	68
Çizelge 4.14	: 3. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	69
Çizelge 4.15	: 4. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	69
Çizelge 4.16	: 5. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	70
Çizelge 4.17	: 6. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.	70
Çizelge 4.18	: Alt boyuta ait değerlerin Bartlett testi ve KMO değerleri.	71
Çizelge 4.19	: Alt boyutların oluşturduğu faktörler ve açıkladıkları varyans değerleri.	71
Çizelge 4.20	: Döndürülmüş bileşenler matrisi.	71
Çizelge 4.21	: Teknik ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.	72
Çizelge 4.22	: Altyapı ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.	73
Çizelge 4.23	: Teknoloji ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.	74
Çizelge 4.24	: 41 tersanenin yalın olgunluk düzeyleri.	75
Çizelge 4.25	: Teknik boyutu yalın olgunluk düzeyi.	77
Çizelge 4.26	: Altyapı boyutu yalın olgunluk düzeyi.	77
Çizelge 4.27	: Teknoloji boyutu yalın olgunluk düzeyi.	78
Çizelge 4.28	: Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.	83
Çizelge 4.29	: Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.	83
Çizelge 4.30	: Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.	83

Çizelge 4.31 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.	84
Çizelge 4.32 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.	85
Çizelge 4.33 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.....	85
Çizelge 4.34 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.	85
Çizelge 4.35 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon analizi.....	86
Çizelge 4.36 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan Levene testi. .	87
Çizelge 4.37 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA tablosu.....	87
Çizelge 4.38 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.	88
Çizelge 4.39 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.	89
Çizelge 4.40 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.	90
Çizelge 4.41 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.....	90
Çizelge 4.42 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.	90
Çizelge 4.43 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon analizi.....	92
Çizelge 4.44 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan Levene testi. .	92
Çizelge 4.45 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA	93
Çizelge 4.46 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.	94
Çizelge 4.47 : Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.	94
Çizelge 4.48 : Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.....	95
Çizelge 4.49 : Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.	95
Çizelge 4.50 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.	96
Çizelge 4.51 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.	97
Çizelge 4.52 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.....	98
Çizelge 4.53 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.	98
Çizelge 4.54 : IA değişkeni için yapılan Kruskal Wallis H-Testi.	100
Çizelge 4.55 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon ..	101
Çizelge 4.56 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için Levene testi.	101
Çizelge 4.57 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA	102
Çizelge 4.58 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi	103
Çizelge 4.59 : Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.	105
Çizelge 4.60 : Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.....	105
Çizelge 4.61 : Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.	106
Çizelge 4.62 : IA değişkeni için yapılan Kruskal Wallis H-Testi.	107
Çizelge 4.63 : IA değişkeni için yapılan Dunnett'in T3 testi.	107
Çizelge 4.64 : Değişkenler arası ilişkilerin gösterildiği özet çizelge.....	108
Çizelge A.1 : Akademisyen/Sektör çalışanı anketi.....	120
Çizelge A.2 : Tersane anketi.....	123

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Dünya tersanelerinin verimlilik ve işçilik maliyeti karşılaştırılması [5]. ...	3
Şekil 2.1 : Elektrik Motor Geri Sarma ve Tamir Merkezi'nde değer yaratmayan aktivitelerin ortadan kaldırılmasıyla gerçekleşen aylık kazanımlar.....	10
Şekil 2.2 : Yalın üretimin 5 prensibi.....	14
Şekil 2.3 : Gemiye oluşturan bloklardan birinin görünümü.....	14
Şekil 2.4 : Değer yaratılan ve yaratılmayan sürelerin gösterim	15
Şekil 2.5 : 5S'in şekilsel ifadesi.....	17
Şekil 2.6 : Tersanelerde 5S uygulamaları öncesi (solda) ve sonrası (sağda).....	19
Şekil 2.7 : Örnek bir değer akış haritası [25].....	20
Şekil 2.8 : Çekme kanban kartı örneği.	22
Şekil 2.9 : Üretim emri kanban kartı örneği.	22
Şekil 3.1 : Bohemia'nın modelindeki organizasyonların yalınlık derecesini belirleyen sınır değerler [37].	32
Şekil 3.2 : Safae ve Sini'nin modelinin şematik gösterimi [9].	36
Şekil 3.3 : Y modülü ile belirlenen yalın olgunluk seviyelerinin radar diyagramı [42].	39
Şekil 4.1 : Yıllara göre gemi inşa ihracat rakamları [43].	41
Şekil 4.2 : Yıllara göre teslim edilen toplam gemi DWT'ları [43].	42
Şekil 4.3 : 2013 Aralık gemi sipariş defteri dünya sıralaması [43].	43
Şekil 4.4 : Yıllara göre gemi bakım-onarım rakamları [43].	43
Şekil 4.5 : Araştırmada kullanılan olan modelin şematik gösterimi.....	47
Şekil 4.6 : Araştırmaya katılan tersanelerin faaliyet gösterdikleri bölge dağılımı. ...	56
Şekil 4.7 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışan sayısı dağılımı.	57
Şekil 4.8 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışma alanları dağılımı.	58
Şekil 4.9 : Araştırmaya katılan tersanelerin yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi dağılımı.	59
Şekil 4.10 : Ana boyut ortalamalarına ait radar diyagramı.....	61
Şekil 4.11 : Gemi inşaatı endüstrisi yalın olgunluk düzeyinin şematik gösterimi. ...	75
Şekil 4.12 : Teknik boyutunun yalın olgunluk durumu.	77
Şekil 4.13 : Altyapı boyutunun yalın olgunluk dağılımı.	78
Şekil 4.14 : Teknoloji boyutunun yalın olgunluk dağılımı.....	78

GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK DÜZEYİ ANALİZİ

ÖZET

Geleneksel olarak sürdürülen üretim faaliyetleri, mal ve ürün çeşitliliğinin yanı sıra, bunları tüketiciye arz eden işletme sayısının da artması ile artık günümüzde geçerliliğini yitirme aşamasındadır. İşletmeler günümüz şartlarıyla mücadele edebilmek için, üretim maliyetleri azaltma adımı iyileştirici yöntemler arayışına girmişlerdir.

Temellerinin 1950’lerde Japonlar tarafından, Amerikalıların toplu üretim stratejisi ile rekabet edebilmek için atıldığı ve günümüzde, birbirleriyle rekabet eden firmalar arasında üstünlük sağlama konusunda önemli bir rol oynayan yalın üretim teknikleri, üretim maliyetlerini azaltmak ve daha rekabetçi bir yapıya sahip olabilmek için işletmeler tarafından benimsenmektedir.

Diğer endüstri kollarında olduğu gibi, gemi inşaatı endüstrisinde de yalın üretim teknikleri günden güne etkinliğini artırarak geniş uygulama alanı bulmaktadır. Yalın üretim felsefesine olan bağlılığın artması beraberinde verim artışını da getirmektedir. Hal böyle olunca organizasyonların yalın üretim olgunluk düzeyini belirleme; bir organizasyonun yalın üretim uygulamalarında ne aşamada olduğunu ortaya koyma ihtiyacı doğmuştur. Böylece organizasyonların, yalın felsefeyi benimsemeye hangi ölçüde başarılı oldukları saptanabilmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, yalın üretim teknikleri ve Türkiye’de faaliyet gösteren tersaneler ile ilgili yeterli sayıda bir çalışmanın olmadığı gözlenmiş ve bu konuda bir çalışma yapılması sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin yalın üretim ile ilgili mevcut durumu incelenmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan yalın olgunluk düzeyi belirleme modeli, Bohemian’ın geliştirdiği bir modeldir. Bir işletmenin ya da bir sektörün, yalın olgunluk düzeyini belirlemek adına kullanılan bu model, işletmelerle yapılan anket sonrasında elde edilen değerlerin, 3 ana boyutta temsil edildiği bir modeldir. Modelde, “Yalın Değil”, “Belirgin” ve “Yalın” olmak üzere 3 yalın olgunluk düzeyi bulunmaktadır. İşletmeler (sektör ortalaması), bu modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji boyutlarının her birinde, belirlenen yalınlık sınır değerini aştığı takdirde yalındır denir.

Farklı endüstri dalları için literatürde bulunan yalın olgunluk düzeyi belirleyici anketler incelenmiş ve gemi inşaatı üretim süreçleri de göz önüne alınarak yeni bir anket tasarlanmıştır.

Ankette yer alan kriterlerin önem derecelerinin farklı olabileceği nedeniyle, söz konusu kriterleri ağırlıklandırmak için, gemi inşaatı üretim süreçlerine hâkim ve yalın üretim teknikleri konusunda bilgi sahibi akademisyen ve sektör uzmanlarıyla anket yapılmıştır.

Tasarlanan anket GİSBİR’e üye tersanelere (bakım-onarım, yeni inşa ayırt etmeksizin) gönderilmiş; yapılan telefon görüşmeleri ve yüz yüze görüşmeler sonucunda 41 adet tersane için veri elde edilmiştir. Yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen ilk bulgu, tersanelerin yalın üretim hakkında pek de bilgi sahibi olmadıklarıdır. Elbette ki yalın üretim tekniklerini benimseyen birkaç tersanenin varlığı yadsınamayacağı gibi, böyle bir

Üretim felsefesinden haberdar olmayan küçük çaptaki tersane yöneticilerinin varlığı da yadsınmamalıdır.

Elde edilen veriler incelendiğinde her 3 boyutta da Yalın düzeyinde bulunan bir tersanenin varlığına rastlanmamıştır. Aynı şekilde, her 3 boyutta Yalın Değil düzeyinde yer alan bir tersane bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenlerle, 41 tersanenin tamamının Belirgin düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Tersane alışma alanı, büyüklüğü ve yalın üretim tekniklerini uygulama süresi gibi değişkenlerin, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerinde etkisini incelemek zere SPSS programı ile korelasyon ve varyans analizi yapılmıştır.

Yapılan analizlere göre, her 3 değişkenin de (tersane alışma alanı, byklğ ve yalın üretim tekniklerini uygulama süresi) yalın üretim olgunluk düzeyine etki ettiği belirlenmiştir.

LEAN MANUFACTURING MATURITY ANALYSIS IN THE SHIPBUILDING INDUSTRY

SUMMARY

Currently, conventional trade has been collapsed due to the diversity of goods and products and due to the huge number of firms that cause formidable competition between these firms. As a result of it new methods have been become evident to lower the production costs.

The competition environment is becoming harder for the manufacturing companies in global market. The shipyards have to improve their own manufacturing systems and processes, then to carry out some improvements on their systems and, finally, to maintain continuous process improvement so that they may have competitive advantages against their rivals. The shipbuilding industry is very competitive, and shipyard management must strive to improve productivity as a way of keeping up with the competition.

The problem with many shipyards that are losing or have lost competitiveness in the world shipbuilding market are that its assembly processes and shipbuilding methods are becoming outdated and un-productive in comparison to the most advanced shipyards that have adopted or are in the process of applying lean manufacturing principles.

The Japanese Ishiwajima-Harima Heavy Industries (IHI) shipyards in Japan have come the closest to implementing lean manufacturing principles in its shipyards. Japanese shipbuilding owes its survivability to the highest productivity level. At these levels it is clear that survivability in the shipbuilding market will require major changes in shipyard production facilities.

One of the key ways in reducing costs for building vessels is through decreasing the man-hours and the duration time of the shipbuilding processes. The panel-block assembly process due to its repetitive nature allows for lean manufacturing principles to enhance this decrease in man-hours during the assembly of the interim products.

In order to remain competitive in the demanding shipbuilding market, it is logical to move towards applying the lean manufacturing concept. A lean manufacturing methodology which will aid many shipyards that presently use traditional methods for assembling blocks is very useful.

In the study, firstly research and studies in the literature were analyzed. The maturity assessment tools for lean manufacturing techniques were investigated. There was no lean maturity assessment tool for shipbuilding industry. For that reason, a new assessment model is created for shipbuilding industry.

In this model, there are three levels. At first level, there are 3 dimensions (“Technique”, “Infrastructure” and “Technology”). The second level there are 6 sub-dimensions (“Elimination of Wastes”, “Working Activities”, “Continuous

Improvement”, “Supply Management”, “Maintenance” and “Plant Layout and Capabilities”) of each dimensions and at level of three there are 38 elements in the model.

The questionnaire prepared has been sent to some academicians and industry experts who have knowledge about lean principle and processes of a ship production. 3 academicians have been come back. Gathered data used for determining weight of each elements of the model and cut-off points on each dimension (axes).

In the model there are three lean maturity levels which are “Lean”, “Non-Lean” and “Emerger”. If a shipyard will be at the Non-Lean level for all three axes (Technique, Infrastructure and Technology), it will be called non lean shipyard. If it will be at the Lean level for all three axes, it will be called lean shipyard. All other combinations will be allocated to Emerger.

The shipyards have been reached both by telephone and e-mail to learn the usage of lean manufacturing practices. The managers of some shipyards where in the Tuzla and Yalova shipyards region have been interviewed face to face.

Within this research, questionnaire survey method was used and 41 shipyards have been interviewed. SPSS 22 program was used to analyze data obtained.

From the visited shipyards, it can be said that there are two types of shipyard organization. The first one is the shipyard that is managed by the boss and the second one is the shipyard that is managed like institute or managed by a group. The difference between them is; At the first type, boss is responsible for everything in the organization. The boss rules the shipyard. But at the second type, there are different authorities for different departments. This one is more organized, more cleaned and it seems more like working in lean philosophy. Unfortunately, even the second type of the shipyard does not actually apply lean manufacturing. It seems like they have lean at first but they do not have it. They have total quality management applications, ERP (Enterprise Resource Planning) applications or MRP (Material Requirement Planning) applications as they are organized shipyards. However, in every industrial branch these applications are essential as the computers or employees now.

The highest three criteria of the average of the 41 shipyards are, respectively: IS1 (“The rate of correction, repairs or rework done is very low.”), IS5 (“Waiting for tools and machines is very low.”) and B2 (“Periodic and preventive maintenance for equipment is done.”). According to these results, it can be said that shipyards managers are happy to have their level of rework and waiting for machines. Additionally it can be said that preventive maintenance is very common tool among shipyards.

The lowest three criteria of the average of the 41 shipyards are, respectively: IA4 (“The rate of using kanban cards for material movement and production purposes is very high.”), SI4 (“The rate of using a tool for mistake proofing like poka-yoke is very high.”) and SI3 (“Suggestions given by product line worker for process improving are considered by top management.”). The lowest criteria, IA4, is the only one criteria which is at Non-lean level. In addition to this, it is obviously seen that poka-yoke applications are not in common among shipyards. The criteria questioning the employee participation, SI3 is also one of the lowest criteria. This proves that what was said earlier about organizational structure of Turkish shipyards. In Turkish shipbuilding industry which has mostly bureaucratic organizational structure, it is determined that the employees not included in improvement work.

According to the analysis result, since there is no shipyard which is at Lean level at all three dimensions, there is no evidence of the existence of a lean shipyard out of 41 shipyards surveyed. Besides, there is no shipyard which is at Non-Lean level at all three dimensions. This result says us all of 41 shipyards is at Emerger level.

The effects of demographic structures of shipyards are examined and the results are listed as follows:

It have been identified that the lean maturity level of a shipyard is affected by the working area (repair, new construction and repair & new construction) of the shipyard. This situation is highly normal because production process of repair and new construction shipyard is different from each other. By looking to the effect of the working area into the dimensions, it is seen that only the technical dimension has been affected. About the sub-dimensions, elimination of wastes and working activity are the only sub-dimensions which are affected by variable mentioned. According to the analysis, new construction shipyards are in better position about wastes and leanness of working activity.

It is determined that the size of the shipyard (amount of worker) also has an effect on lean maturity level. Correlation analysis and analysis of variance showed that when the size of the shipyard increases, the leanness of the shipyard also increases. By looking to the effect of the size of the shipyard into the dimensions it is seen that only the technology dimension has been affected. About the sub-dimensions, Plant Layout and Capabilities is the only sub-dimensions which are affected by variable mentioned. The bigger shipyards which have financial advantages are in better position about plan capabilities.

It is determined that the duration of implementing of lean manufacturing techniques also has an effect on lean maturity level. It is seen that elimination of wastes and continuous improvement sub-dimensions increases when duration of implementing of lean manufacturing techniques increases. This result says something parallel with the study revealed that when the commitment to the lean philosophy increases, the productivity increases.

In general, by looking to the lean maturity level of the shipyards in Turkey, it is observed that lean techniques are not used actively. The truth of none of 41 shipyards are at lean level proves that situation.

Turkey has great potential in shipyard industry. To transform this potential energy to kinetic, it is obvious that Turkish shipyards should understand the lean philosophy and should implement it to their shipyards by the help of the methods that is mentioned at chapter 2 lean manufacturing techniques and tools. If and only the usage of lean manufacturing in Turkish Shipyard will make the costs reduce and make the shipyards compete with the other countries.

1. GİRİŞ

Ticaret ve pazarlamanın, daha çok üretme üzerine kurulu olduğu ve üretim maliyetinin çok önemli sayılmadığı geleneksel üretim sisteminde, müşteri talebi kavramı işletmeler tarafından şekillendirilmekteydi. Fakat günümüz şartlarında bu sistem, bazı şeylerin değişmeye başlamasıyla özelliğini yitirme sürecine girmiştir. Artık müşteriler, daha fazla çeşitlilik arayışı içerisinde olmanın yanında, günden güne de seçici olmaktadır. Dahası müşteriler, kendi zevk ve isteklerine uygun kişiselleşmiş ürünleri, en yüksek kalite ve düşük fiyata alma eğilimindedirler.

İşletmeler, müşterilerde gözlenen bu değişime ayak uydurmak için, üretim anlayışında değişiklikler yapma zorunluluğu hissetmişlerdir. Üretim sistemindeki bu değişikliklerden en bilineni, önemi her geçen gün artan yalın üretim felsefesidir. Üretime yük getiren tüm israflardan arınmayı hedef alan bir yaklaşım olan yalın üretim; müşteri ihtiyaçları doğrultusunda malzeme veya bilgiye değer katan ve katmayan faaliyetleri ayırt eden bir yaklaşımdır.

Yalın üretim felsefesini benimseyerek işletmeler, üretim hızını artırıp, akış süresini azaltarak; kalite, maliyet ve teslimat performanslarını aynı anda iyileştirmektedirler. Diğer bir ifade ile işletmeler, daha az kaynakla, daha verimli ve daha kaliteli üretim yapabilmek adına yalın üretim yaklaşımını üretim sistemlerinde hayata geçirmektedirler.

Otomotivden havacılığa, bilişimden mobilyacılığa uzanan farklı endüstrilerde uygulama alanı bulan yalın üretim felsefesinin anlaşılması için Toyota Üretim Sistemi'ne (TÜS) bakmak gerekmektedir. TÜS'te amaç devam eden malzeme akışının sağlanması, standartlaşmış süreçler oluşturulması ve kayıpların azaltılmasıdır.

Elbette gemi inşasında montaj hattından bir dakika ara ile geçen gemiler göremeyiz. Gemiler çoğunlukla talebe göre üretilir yani yoğun bir özelleştirme vardır ve teslim süreleri çok uzundur. Buna rağmen yalın üretim teknikleri gemi inşaatında uygulanabilir. İlk olarak kayıplar azaltılarak teslim süreleri düşürülebilir ki bu

günümüz rekabet koşullarında, tersanelerin diğer rakiplerine karşı elde etmek isteyecekleri bir avantajdır.

Günümüzde önde gelen tersaneler incelendiğinde benzer kavramların işletildiği görülmektedir. Örnek olarak oldukça verimli ve standart modüler tasarımlara sahip Japon tersanelerinde Tam Zamanında Üretim (JIT) temelli malzeme akışları, kalitenin kaynağında sağlanması, standart ve zaman ayarlı süreçler, çalışanların katılımı ve az miktarda envanter görülmektedir [1].

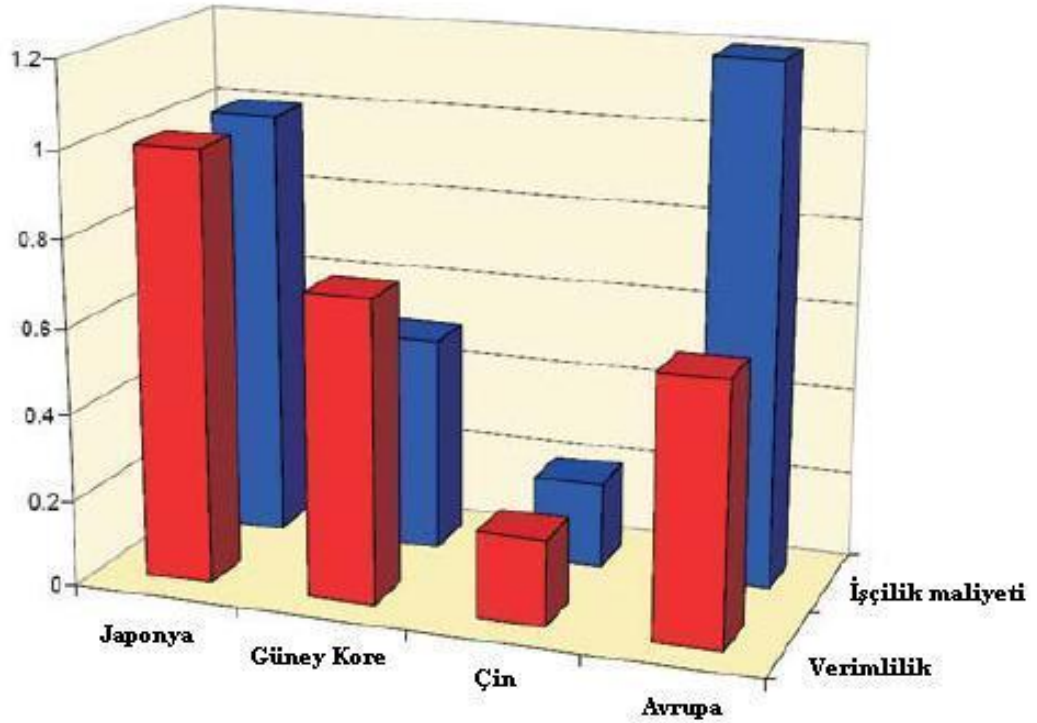
Yalın üretimde iyileştirmenin her an düşünülmesi gerekmektedir. Diğer bir deyişle sürekli iyileştirme gerçekleştirmek yalın üretimin amacıdır. Bu sürekli iyileştirme çalışmaları, endüstride faaliyet gösteren ve küresel çapta üretim yapan şirketler için olduğu gibi, tersaneler için de önemli bir faaliyettir [2]. Nitekim, Norveç'te yapılan bir araştırmada, tersanelerde, proses içerlerine kaizen aktivitelerini ve ilkelerini yerleştirmek gerektiği belirtilmiştir [3].

Güney Kore'de faaliyet gösteren Geoje Samsung Tersanesi, yıllık 40 adet gemi üretmektedir ve dünya gemi inşa endüstrisinde, en büyük üretim verimliliğe sahip tersanelerden biri olarak kabul edilmektedir [4]. Amerikan tersaneleri ile kıyaslandığında arada maliyet açısından bir uçurum bulunduğu Samsung Tersanesi'nde, Amerikan tersanelerine kıyasla, gemilerin üçte bir oranında daha az maliyetli olarak üretildiği ortaya konmuştur [4]. Verimlilikteki bu büyük fark, Amerikan tersaneleri üzerinde rekabet açısından büyük bir baskı oluşturmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için, Amerikan gemi inşa sektöründe yalın üretim tekniklerinin uygulanmasına çalışılmıştır [4].

Japonya'nın üstün üretkenliği, ABD tersanelerinin yanında Türkiye'nin de içinde bulunduğu Avrupa tersanelerini zor duruma sokmuş, yeni gemi siparişlerinin büyük kısmının Uzakdoğu'ya kaymasına neden olmuştur. Gemi inşa pazarının Uzakdoğu'ya kaymasındaki bir diğer etken, Çin'deki ucuz iş gücü maliyetidir. Şekil 1'de Japonya, Güney Kore, Çin ve Avrupa'da faaliyet gösteren tersanelerin verimlilik ve işçilik maliyetlerinin kıyaslanması gösterilmiştir.

Şekilden de görüleceği gibi, verimliliğinin düşük olmasının yanında, işçilik maliyetinin de yüksek oluşu, Avrupa tersanelerinin, Asya tersanelerine rekabet edebilme kabiliyetlerini azaltmaktadır. Verimliliği Avrupa'daki tersanelere oranla daha düşük olan Çin tersaneleri bile, düşük işçilik maliyetleri nedeniyle gemi

sahiplerine daha cazip gelmektedir. Hal böyleyken, sektörde söz sahibi olabilmek için verimliliklerini arttırmaları gereken Avrupa, dolayısıyla Türk tersaneleri, Japon tersanelerinin verimliliklerinin üst düzey olmasında rolünün büyük olduğu yalın üretim teknolojilerini uygulamalıdır. Örnek olarak dünya üzerindeki çoğu tersaneden daha yüksek panel montaj hattı üretkenliğine sahip olan IHI Corporation (eski adıyla Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.) Japon kökenlidir. Söz konusu tersane, yalın üretim prensiplerini uygulama konusunda en başarılı tersaneler arasındadır. Japon tersanecileri, sektörde önemli konumda olmalarını, yalın üretim uygulamaları sonucu elde ettikleri yüksek üretkenliğe borçludurlar [5].



Şekil 1.1 : Dünya tersanelerinin verimlilik ve işçilik maliyeti karşılaştırılması [5].

Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin de içinde olduğu, Uzakdoğu tersanelerine karşı rekabet özelliğini kaybeden tersanelerin genel sorunu, üretimde modası geçmiş ve üretkenliği düşük üretim yöntemlerinin kullanılmasıdır. Söz konusu tersanelerin aksine, gemi inşa sektöründe var olan en gelişmiş tersanelerin yalın üretim prensiplerini benimseyen tersaneler arasından çıkmış olması, yalın üretimin gemi inşaatı sektörü için ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir [6].

Yalın üretim tekniklerinin uygulanmasıyla toplam gemi maliyetinin %40’ını oluşturan üretim maliyeti önemli derecede azaltılabilir. Nitekim geleneksel parti ve

kuyruk tipi üretimden, yalın üretim sistemlerine geçiş yapan işletmelerde üretkenliğin %90'a kadar artış gösterdiği gözlemlenmiştir [5].

Tüm bu söylenenler ışığında gemi inşaatı sektöründe var olabilmek için üretim sistemlerinde köklü değişiklik yapılması gerektiği açıktır.

1.1 Tezin Amacı Ve Kapsamı

Tersaneler üretkenliklerini arttırmak için, israflarını azaltacak şekilde üretim süreçlerini yeniden tasarlama ve daha verimli bir şekilde üretim imkânı veren yalın üretim teknikleri ve yöntemlerini benimseme eğilimindedirler. Yalın üretim ile tersaneler, sürekli yenilik ve öğrenme temeline dayalı, kaliteyi güçlendirici ve üretim ile araştırma faaliyetlerinin bir arada yürütüldüğü bir anlayış benimseme fırsatına sahip olmaktadır.

Bir organizasyonu yalınlaştırmak kadar, yalın halde tutmak da önemlidir [7]. Çünkü sürekli iyileştirme var olduğu yerde yalın felsefeden bahsedilebilir. Yalın bir organizasyonun sürekli iyileşmeler neticesinde, artan verimliliğini ölçmek için muhasebeye dair kriterlerin incelenmesi, tek başına yeterli olmayacaktır. Kar ve zarar değerleri yıllar öncesine dayanan kararlar zinciri sonucunda oluşan parametreler olduğundan dolayı, yalın bir işletmeyi yönetmek, söz konusu kararlar zincirinin nasıl oluştuğu hakkında fikir verecek temel bilgiler gerektirmektedir [8]. Organizasyonun mevcut durumu ile ilgili önemli bilgiler edinilmesini sağlayan bir araç olan değerlendirme (assessment) aracı, üretimdeki önemli kriterlerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve ölçülmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Organizasyonların yalın olgunluğunu belirlemeye yönelik, literatürde çeşitli değerlendirme araçları yer almaktadır [9].

Diğer endüstri dallarında olduğu gibi, gemi inşaatı sanayisinde de yalın üretim teknikleri günden güne etkinliğini artırarak geniş uygulama alanı bulmaktadır. Hal böyle olunca tersanelerin yalın üretim olgunluk düzeylerini belirleme; tersanelerin yalın üretim uygulamalarında ne aşamada olduğunu ortaya koyma ihtiyacı doğmuştur. Böylece tersanelerin, yalın felsefeyi benimsemeye hangi ölçüde başarılı oldukları saptanabilmektedir.

Farklı endüstri dallarında var olan yalın üretim olgunluk düzeyi belirleme çalışmalarına, yapılan literatür taraması sonucu gemi inşaatı endüstrisinde rastlanmamıştır. Bu çalışma, kısmen de olsa gemi inşaatı sektöründeki bu açığı

kapatmak ve Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin yalın üretim profilini ortaya koymak adına yapılmıştır.

Çalışma kapsamında, önce literatürde yapılan araştırmalar ve çalışmalar incelenmiştir. Farklı endüstri dallarında gerçekleştirilen yalın üretim olgunluk araştırmalarından yola çıkarak, gemi inşaatı süreçleri konusunda uzman ve yalın üretim konusunda bilgi sahibi akademisyenler yardımıyla, ana ve alt boyutlardan meydana gelen yalın üretim olgunluk belirleme modeli oluşturulmuştur. Modelden yararlanılarak iki adet anket hazırlananmış, bunların ilki modelde yer kriterleri ağırlıklandırmaları için akademisyenlere gönderilmiştir. Diğer anket, Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin yöneticileriyle yapılmıştır. Yüz yüze, e-posta ve telefon aracılığıyla gerçekleştirilen bu görüşmelerle, tersanelerde yalın üretim uygulamaları adına gerçekleştirilen faaliyetlerin neler olduğu saptanmak istenmiştir. Anket sonuçları istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş, sonuçlar elde edilmiştir.

1.2 Tezin Yapısı Ve Organizasyonu

Yapılan bu çalışma 4 ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ilk iki bölümünde literatür araştırmalarına, diğer iki bölümde ise uygulama ve analize yer verilmiştir. Çalışmanın birinci bölümünde, ankette bahsi geçen yalın üretim tekniklerinden, gemi inşaatında uygulanan yalın üretim teknolojilerinden bahsedilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, yapılan geniş kapsamlı literatür taraması sonucu, farklı endüstri kollarında gerçekleştirilmiş olan yalın üretim olgunluk analizi çalışmalarına özet olarak yer verilmiştir. Uygulama kısmından oluşan üçüncü bölümde, gemi inşaatı sektöründe faaliyet gösteren organizasyonların, yalın olgunluk düzeyini ölçme adına yapılan ankete ve elde edilen verilere yer verilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise, elde edilen bu verilerin değerlendirilmesine yer verilmiştir.

2. YALIN ÜRETİM VE TEKNİKLERİ

2.1 Yalın Üretim Tarihçesi

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra yaşanan ham madde sıkıntısı, işletmeleri farklı üretim sistemleri arayışına itmiştir. Bu arayışların sonucunda ortaya konan yalın üretim de amaç üretimdeki israfları ortadan kaldırmaktır ve bunu, hızı arttırıp, akış süresini azaltarak; kalite, maliyeti teslimat performansını aynı anda iyileştirerek gerçekleştirmeye çalışır [10].

Geleneksel üretim sistemi olarak da adlandırılan seri (kitle) üretim ile yalın üretim felsefeleri arasında tahmin edildiği üzere birçok fark bulunmaktadır. Eji Toyota ile Taiichi Ohno'nun 1950 yıllarında Ford fabrikasını incelemek üzere ABD'ye yaptıkları gezi sonucunda vardıkları değerlendirmeler, geleneksel üretim ile yalın üretim arasındaki farkların anlaşılması açısından önemlidir. Geleneksel üretimin katı bir hiyerarşiye dayanması, dolayısıyla sistemin esneklikten yoksun oluşu ve kitleselliğin israf içermesi, bu ikilinin vardıkları sonucun kısa bir özetidir.

Amaçları, ABD'deki firmalar ile rekabet edebilecek şekilde üretim yapılabilir bir fabrika yaratmak olan Toyota ve Ohno, Ford'un benimsediği kitlesel üretimin, arzın ve talebin düzenli olduğu dönemlerde ancak uygun olduğunu öne sürerek uygun olmadığını belirtmişlerdir [11].

Bu ikilinin ABD'de yaptığı araştırmalar sonrasında Ohno, JIT, sıfır stok, sıfır hata gibi üretim anlayışlarını kullanan, adına yalın üretim dediği bir üretim sistemi geliştirmiştir. Yalın kelimesi “ihtiyaç duyulmayan şeylerden kurtulmak” anlamında kullanılmaktadır. Japonca'da “muda” kelimesi ile ifade edilen israfların ortadan kaldırılmasını amaçlayan yalın felsefeye göre; talep yokken üretilen ürünlerden, zaruri olmadığı halde bir yerden başka bir yere nakledilen ürüne kadar akla gelebilecek her türlü değer katmayan faaliyetler israftır [12].

İşletmeler için kısa olarak kabul edilebilecek bir sürede, önemli katkılar sağladığı gözlenen yalın üretim kazanımlarından bir kaçına örnek göstermek gerekirse;

- “Toyota Motor Company”nin, 1980’li yılların başında, piyasaya sürdüğü 3,5 milyon otomobille, Batı’daki en büyük rakiplerinden yaklaşık 10 kat daha az işçiyle dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmesi.
- 1987 yılında, “General Motor” tesislerinde bir otomobil 31 saatte monte edilirken, Toyota’da bir otomobilin montajının 16 saat sürmesi.
- “General Motor”da her yüz otomobilde hata sayısının 145 iken, Toyota’da hata sayısının 45 olması.
- Büyük preslerde kalıp değiştirme süresinin 8 saatten 3 dakikaya indirilmesi [13].

1940’lı yıllarda Toyota’nın Amerikan otomobil firmaları ile rekabet etmeyi düşünürken, 1980’lerde ise durumun tersine dönüp, ABD’nin Japonlar ile rekabeti düşünmeye başlaması, yalın felsefenin getirdiği bir durumdur [13]. Çizelge 2,1’de Amerikan General Motor ile Japon Toyota fabrikalarının karşılaştırılması gösterilmiştir. Çizelgeye göre General Motor ile Toyota arasında önemli derecede farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 2.1 : General Motor ve Toyota fabrikaları karşılaştırılması [14].

Karşılaştırma parametresi	GM	Toyota
Araç başına montaj süresi (saat)	31	16
Her 100 otomobildeki montaj hataları	130	45
Araç başına montaj alanı (metre ² / yıllık üretim)	0,75	0,45

2.2 Yalın Üretim Ve Seri Üretim Farkları

Yalın üretimle seri üretim arasındaki en çarpıcı fark amaçlarda yatmaktadır. Seri üretimde amaç kabul edilebilir kusur ve yeterince iyi standartlaştırılmış üretim yapabilmek iken; yalın üretimde mükemmellik, sürekli iyileştirme yoluyla maliyet düşürme, sıfır hata, sıfır stok ve sonsuz ürün çeşitliliği amaçlanmaktadır [14].

Geleneksel üretim sisteminde çalışanlar, yeteneksiz ya da az yetenekli olup, makineler tek tip ürüne göre tasarlanmış ve yüksek çıktı hedef edinilmiştir. Geleneksel üretim, standartlaştırma gerektirdiğinden makine maliyetleri oldukça yüksektir. Geleneksel üretimde düzgün üretim sağlamak için birçok ara düzenleyicilere ihtiyaç duyulmakta ve bu ekstra tedarikçi, ekstra çalışan ve ekstra alanlar gerektirmektedir. Üretime geçmek maliyetli olduğundan dolayı, seri üretici

mümkün olduğunca uzun süre üretim yapacak standart tasarımları benimsemektedir. Yalın üretici, kitle üretiminin aksine zanaat üretimi ve seri üretimin avantajlarını birleştirir. Böylece, çok yetenekli çalışanlar ve esnek organizasyon yapısı meydana gelir, bunun sonucunda çok çeşitli ürünler üretilebilir. Yalın üretim, geleneksel üretim ile karşılaştırıldığında, geleneksel üretiminin yarısı kadar çalışan çabası, yarısı kadar fabrika alanı, yarısı kadar araç gereç yatırımı ve ürün geliştirmek için yarısı kadar üretim zamanı harcamaktadır [14]. Geleneksel ve yalın üretimin karşılaştırıldığı Çizelge 2.2 aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 : Geleneksel üretim ve yalın üretim karşılaştırması [15].

Karşılaştırma parametresi	Geleneksel Üretim Felsefesi	Yalın Üretim Felsefesi
Üretim anlayışı	Üretim aktivitelerden oluşmaktadır. Tüm aktiviteler değer yaratan olarak belirtilir.	Üretim aktiviteler ve akıştan oluşmaktadır. Değer yaratan ve yaratmayan olmak üzere iki tür aktivite bulunmaktadır.
Kontrol odağı	Maliyet	Maliyet, zaman ve değer akışı
İyileştirme	Buluşlar ve yenilik	Kaizen ve süreklilik
Kalite	Kontrol aşamasında	Tüm süreçlerde
Amaç	Yeterince iyi	Sıfır hata
Üretim planlama	Tesisin kapasitesi	Müşteri satın alma hızı
Problem çözme	Yöneticiler, mühendisler	Tüm çalışanlar
Tedarikçi	Önce maliyet gelir	Uzun dönemli ilişkiler
Teknoloji	Son teknoloji	Sisteme uyumu kanıtlanmış

2.3 Gemi İnşaatı Sektöründe Yalın Üretim Uygulamaları

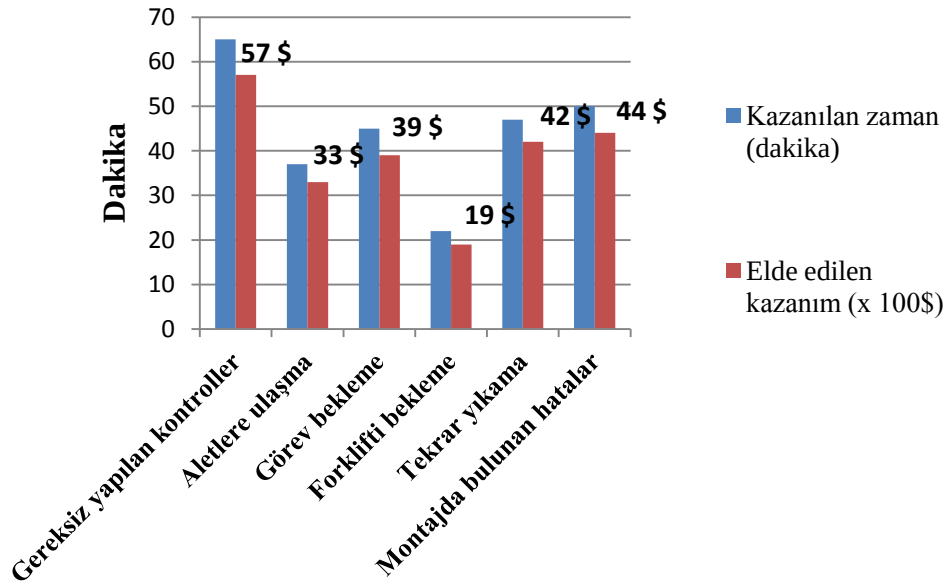
Yalın üretimin, ürün çeşitliliğinin düşük, üretim hacminin yüksek olduğu otomotiv sektöründen doğduğu düşünüldüğünde, ürün çeşitliliğinin yüksek ve üretim hacminin düşük olduğu gemi inşaatı sektöründe uygulanabilir olup olamayacağı düşünülebilir. Fakat gemi inşaatı sektöründe da yalın üretimin uygulanabilir olduğunun birçok örneği mevcuttur.

ABD Donanması, filosunda bulunan gemilerin bakım maliyetlerini düşürerek yeni yapılacak gemi ve denizaltılar için ödenek yaratmak istemiştir. Maliyeti düşürmek için yalın üretim prensiplerinden yararlanmayı hedefleyen donanma, tersanelerde Ulusal Gemi Araştırma Programı'nı (National Ship Research Program) uygulanmasına karar vermiştir. Program; kısıtlar teorisi, altı sigma ve yalın üretim

prensiplerinin bir çeşit birleşimi olduğu için “Yalın Sigma” olarak adlandırılmıştır [16].

Yalın sigma, Elektrik Motor Geri Sarma ve Tamir Merkezi’nde uygulanmıştır. Bu uygulamanın işletmeye sağladığı kazanımlar Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Yapılan araştırmalar sonucu, çalışanların kullandığı alet takımının daha uygun bir yere taşınmasıyla yaklaşık 475 metre daha az yürüldüğü tespit edilmiştir. Bu uygulama, yalın üretimdeki 7 israftan biri olan gereksiz hareketi ortadan kaldırmaya yöneliktir. Parasal karşılığı hesaplanmak istendiğinde; her bir çalışanın günde 30 dakika gereksiz yere yürüdüğü belirlenmiştir. Her vardiyada 8 çalışan olacak şekilde 3 vardiya çalışıldığı ve çalışanların aldığı ücretin saatte 75\$ olduğu göz önüne alınırsa, işletmenin işçi maliyetini günlük 900\$ düşürdüğü hesaplanabilir [16].



Şekil 2.1 : Elektrik Motor Geri Sarma ve Tamir Merkezi’nde değer yaratmayan aktivitelerin ortadan kaldırılmasıyla gerçekleşen aylık kazanımlar.

Yalın sigma uygulamalarının ABD Donanması’na toplam maliyeti 52800\$ olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında, programın donanmaya aylık 23500\$ tasarruf sağladığı belirlenmiştir. Dolayısıyla program, yaklaşık iki ay gibi kısa bir sürede kendini amorti etmektedir [16].

Ingalls Tersanesi yöneticileri, 2001 yılında yalın üretim felsefini tersanelerine adapte etmek için yalın üretim uzmanlarıyla görüşmeler yapmış, yapılan görüşmeler sonucunda boru atölyesi pilot atölye olarak seçilmiştir. Yalın uzmanı Keith Leitner önderliğinde yapılan kaizen çalışmaları sonucunda;

- WIP’de %74 azalma,
- Teslim süresinde %75 azalma,
- Çalışanların yürüme mesafesinde %90 azalma,
- Değer yaratmayan aktivitelerde %25 azalma kaydedilmiştir [17].

Yalın gemi inşaatı uygulamalarından bir diğeri ise Puget Sound Askeri Tersanesi’nde (Puget Sound Naval Shipyard) yapılmıştır. Yalın üretim uzmanı Kurt Knoth öncülüğünde tersane yerleşimini iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bunun yanında ürünlerin takt süresini hesaplayarak, gerekli olan kapasite miktarı hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda tersane verilerinde Çizelge 2.3’te gösterilen iyileşmeler gözlenmiştir [17].

Çizelge 2.3 : Puget Sound Askeri Tersanesi iyileşme miktarları [17].

İyileşme parametresi	Mevcut durum	Gelecek durum	İyileşme
Değer yaratan aktiviteler	15 gün	15 gün	%0
Değer yaratmayan aktiviteler	20 gün	8 gün	%60
Bekleme süresi	62 gün	3 gün	%95
Teslim süresi	97 gün	26 gün	%73
Proses adedi	70	23	%67

Todd Pacific Tersanesi (Todd Pacific Shipyard) yöneticileri, tersane üretiminde var olan israfları azaltmak ve sürekli gelişme sağlamak için yalın felsefesini hayata geçirmek istemişlerdir. Tersanede yapılan çalışmalar sonucunda, yalın üretime ulaşmada kanban, hücreli üretim ve 5S tekniklerinin değil, çalışanların kilit rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Yalın üretim adaptasyonundan sonra elde edilen iyileşmeler aşağıda belirtilmiştir:

- Benzer gemi üretimleri için adam*saat/ton miktarında %10’un üzerinde,
- Çalışanların gereksiz yürüdüğü mesafede %31,
- Ürün teslim süresinde %44,
- Ön imalat hattı bekleme süresinde %50 oranında azalma gözlenmiştir [18].

Atlantic Marine işletmesinde yapılan çalışmalar sonucunda; yalın üretim prensiplerinin, söz konusu işletmede uygulanması ile çalışanların verimliliğin %30 arttığı görülmüştür [18].

Hırvat gemi üreticilerinden birinin gemi direği üretim hattında, yalın üretim araçlarından olan değer akışı haritalandırılma uygulaması yapılmış, mevcut ve gelecek durum haritaları oluşturulmuştur. Üretimin, ürünlerin takt süreleri hesaplanarak, buna göre düzenlenmesi, üretiminde çekme sistemi (kanban) kullanılması gibi yalın üretim tekniklerinden yararlanılarak, mevcut durumda 123,38 gün olan teslim süresini 57,16 güne indirmeyi başarmışlardır [19].

ABD gemi inşa endüstrisinin verimliliğini arttırmak için yapılan bir çalışmada, farazi bir tersane (Old Shipbuilding Company) yaratılmış ve bu tersanede yalın üretim tekniklerinden yararlanılmanın ne gibi iyileştirmeye yol açacağı gözlenmek istenmiştir. Yalın uygulamalarından sonra tersanenin verileri Çizelge 2.4'teki gibi şekillenmiştir [1].

Çizelge 2.4 : Old Shipbuilding Company iyileştirme değerleri [1].

Kullanılan yalın üretim tekniği	Gros tonaj (GT) başına adam*saat (A*S) miktarında iyileşme miktarı
Standardize işler	0,85
Toplam önleyici bakım	0,76
Yüksek kalite, az yeniden işleme	0,63
Çapraz fonksiyonlu ekipler	0,48
5S	0,52
Görsel kontrol	0,49
Andon	0,38
Kaizen	0,21
Takt süresi ve çekme	0,98
Toplam iyileşme (A*S/GT)	5,3

Grup teknolojinin tersane verimliliğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Mısır'da faaliyet gösteren iki tersanenin karşılaştırılması yapılmıştır. 30.25 metre uzunluğunda bir römorkör imalatı için grup teknolojisi tekniğinden yararlanmayan A tersanesi ile yararlanan B tersanesinin üretkenlik parametreleri Çizelge 2.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.5 : A ve B tersaneleri karşılaştırmaları [20].

Karşılaştırma parametresi	A tersanesi	B tersanesi
Gros ton	2310,27	2310,27
Çalışan sayısı	90	90
Proje tamamlanma süresi (gün)	408	268
Vardiya sayısı	1	1
Vardiya çalışma saati	7	7

Çizelge 2.5 (devam): A ve B tersaneleri karşılaştırmaları [20].

Karşılaştırma parametresi	A tersanesi	B tersanesi
Toplam adam*saat	257040	168840
Adam*saat/gros ton	111,26	73,08

Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, grup teknolojisinin uygulanması, verimlilik parametresi olan gros ton başına harcanan adam*saat değerinde %34,3'lük bir iyileştirmeye neden olmuştur.

Çizelge 2.6 : Dünya tersaneleri verimlilik karşılaştırmaları [21].

Karşılaştırma parametresi	Avrupa	Japonya	Güney Kore	Çin
Gros ton / alt yüklenici dâhil çalışan sayısı	25-140	125-205	95-121	22-39
Bir yılda işlenen çelik miktarı (ton) / alt yüklenici dâhil çalışan sayısı	8-36	100-270	33-56	15,6-30
Bir yılda işlenen çelik miktarı (ton) / tersane alanı (m ²)	0,48-0,52	1,7-2,8	1,9-3	1

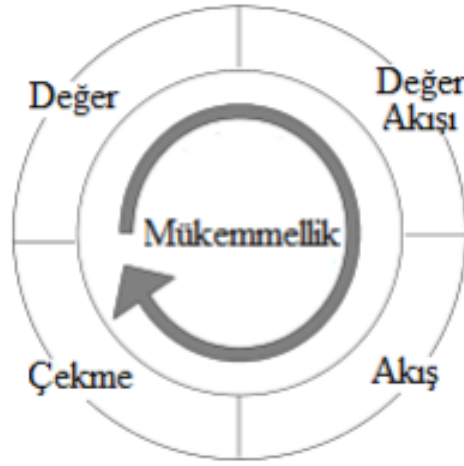
Çizelge 2.6'da gösterilen dünya tersanelerinin verimlilik karşılaştırması çizelgesinden, yalın üretim uygulamalarının sıklıkla kullanıldığı Japonya tersanelerinde bir yılda işlenen çelik miktarının, diğer ülkedeki tersanelere oranla oldukça yüksek olduğu gözükmemektedir.

Sonuç olarak yalın üretim prensiplerini uygulamayı reddeden tersaneler, ekonomik olarak sorun yaşayacak ve sonunda kapanacaklardır [5].

2.4 Yalın Üretim Prensipleri

Yalın üretim prensipleri beş başlık altında toplanabilir. Sırasıyla; belirli bir ürün için değeri saptamak, her ürünün değer akışını belirlemek, belirlenen bu değer akışının kesintisiz olmasını sağlamak ve tüm bunları yaparken çekme prensibinden yararlanmaktır. En sonuncusu ise bütün bu ilkelerin daha iyiye ulaşması adına mükemmellik peşinde koşmaktır.

Yalın gemi inşaatı için geminin kabuk (çelik) imalatında, teçhiz donatımında ve geminin boyanması dâhil tüm süreçlerde, ara ürün akışları yalın üretimin tek parça ve sürekli akışı avantajlarından yararlanmak üzere, kesintisiz şekilde düzenlenmelidir [22].



Şekil 2.2 : Yalın üretimin 5 prensibi.

2.4.1 Değer

Değer kavramı; müşterinin karşılığını ödemeye hazır olduğu, ihtiyaçlarını belirli bir zaman diliminde ve belirli bir fiyattan karşılayan, belirli özelliklere sahip ürün veya hizmet olarak tanımlanabilir. Bu tanıma paralel olarak, müşterinin isteklerini karşılamayan her ürün veya hizmet bir değer olmaktan çıkmakta ve israf olarak tanımlanmaktadır. Yalın üretimin gerçekleştirileceği organizasyon, bir sistem olarak tanımlanırsa, sistemdeki tüm israfları ortadan kaldırmayı hedefleyen yalın üretim felsefesine göre değer kavramı müşteri tarafından belirlenir.

Gemi inşaatı sektöründe değer olarak tanımlanabilecek ürünlerin başında blok gelmektedir. Şekilde örnek bir gemi bloğu görülmektedir.



Şekil 2.3 : Gemiye oluşturan bloklardan birinin görünümü.

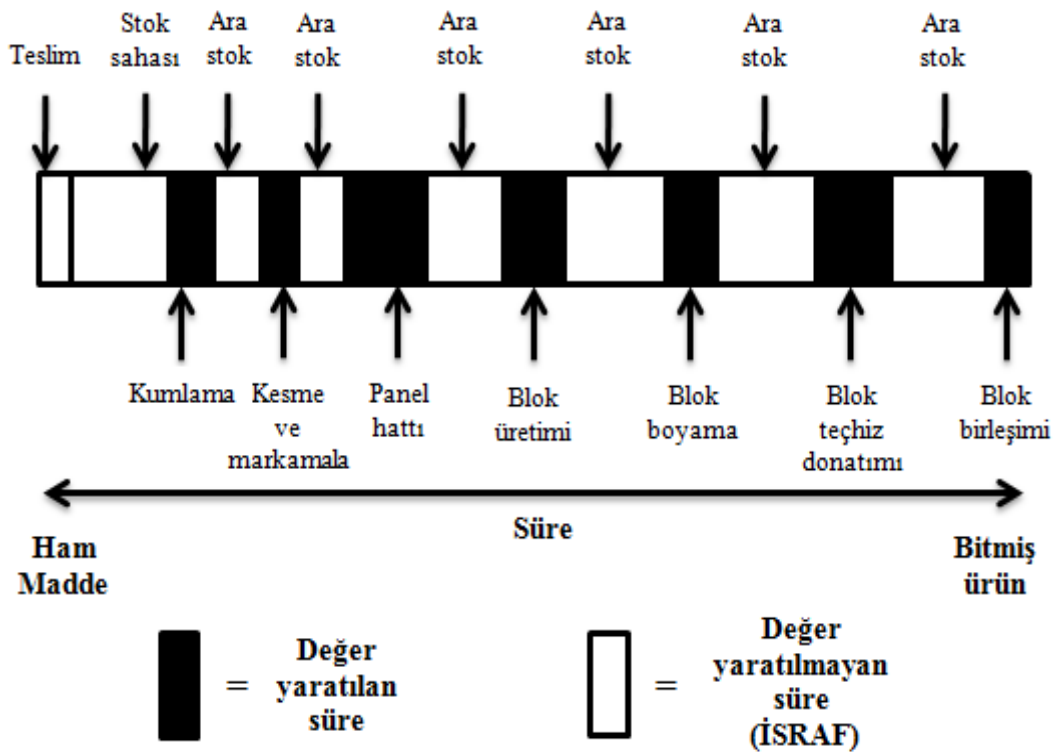
2.4.2 Değer akışı

Yalın üretimin ikinci prensibi olan değer akışı, ham maddenin nihai ürüne dönüşme sürecinde üreticiden son kullanıcıya kadar olan bütün aşamaları içeren bir akıştır. Değer akışının belirlenmesi, belirlenen bu akışın sürekli hale getirilebilmesi açısından da son derece gereklidir.

2.4.3 Sürekli akış

Eğer bir üründen diğerine geçiş işlemi üretim zamanında bir kayba yol açıyorsa israf halen var demektir ve sürekli akış düşüncesinde amaç, üretim sürecinin tümünde duraklamaların ve beklemlerin ortadan kaldırılmasıdır [23].

Şekil 2.4'te bir gemi bloğunu oluşturmak için gerçekleştirilen faaliyetlerin basit bir gösterimi görülmektedir. Beyaz renkli faaliyetler değer yaratmayan faaliyetler olup, israf olarak adlandırılır. Siyah renkli faaliyetler ise değer yaratan faaliyetler olup, ara ürün bu faaliyetler sonrası müşterinin istediği bir ürüne dönüştürülmektedir.



Şekil 2.4 : Değer yaratılan ve yaratılmayan sürelerin gösterimi.

Geleneksel ve yalın üretimde verimliliği arttırmak için uygulanan yöntemler birbirinden farklıdır. Geleneksel üretimde verimlilik değer yaratan faaliyetlerde iyileştirme yapılarak arttırılmaya çalışılır. Örnek vermek gerekirse, geleneksel üretim anlayışında verimliliğin arttırılması için, düz panelin profil kaynaklarının daha kısa

tamamlanması amaçlanırken; yalın üretim anlayışında, profil kaynağından önce gerçekleşen beklèmeler ortadan kaldırılmaya çalışılır. Şekil 2.4'ten de görüleceği üzere değèr yaratan faaliyetlere harcanan zaman, ürünün tedarik süresinin oldukça küçük bir kısmını oluşturduğu için, bu faaliyetlerde gerçekleştirilen iyileştirmeler tedarik süresinin azalması yönünde büyük etki yaratmayacaktır. Bunun yerine, değèr katmayan faaliyetlerde var olan israfların ortadan kaldırılması ile ürün tedarik süresinde önemli derecede azalma sağlanabilir.

2.4.4 Çekme

Yalın üretiminde çekme prensibi, ABD süpermarketlerindeki çekme sisteminden esinlenerek üretim sistemine uyarlanmıştır. Süpermarketlerdeki çekme sisteminde raflar mümkün olduğunca ürün ile doldurulur. Bir süpermarket çalışanı, belirli periyotlarla raftaki ürün sayısını kontrol ederek, müşteri tarafından satın alınan ürün miktarını belirler ve raftaki ürün miktarını en üst seviyeye çıkarır. Gerçekte rafta bulunan en düşük ve en yüksek ürün miktarı, satış rakamlarına bağlı olarak değişmektedir. En basit haliyle bu şekilde ifade edilen bu çekme sisteminde, raflara konulan ürün miktarı müşterinin çekmesi sonucu belirlenir [23].

En basit tanımıyla çekme, bir sonraki aşamada yer alan iç müşteri (iş istasyonu) istemeden, bir önceki aşamada hiçbir şekilde ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir [23].

Yalın felsefede ideal üretim, tek parça akışı ile elde edilir. Tek parça üretim ile bir sonraki iş istasyonunun ihtiyacı kadar üretim yapıldığından istasyonlar arası stok oluşmamaktadır. Diğer bir deyişle, çekme uygulandığında stoklara gerek kalmaz, istenmeyen üretimin yol açtığı hurda ve fireler engellenir [23].

2.4.5 Mükemmellik

Yalın düşüncenin ilk dört ilkesi (değer, değèr akışı, sürekli akış ve çekme) bir üretim süreci içerisinde birbirleriyle etkileşim halinde olduğundan; üretimde daha güçlü çekme olduğu vakit, değèr akışı hızlanacaktır. Böylece hızlanan değèr akışında, daha önceden belirlenemeyen israflar açığa çıkarak ve böylece israfları ortadan kaldırma fırsatı doğacaktır. Müşterilerle doğrudan diyalog içinde çalışan ekipler, değeri daima doğru tanımlamanın yollarını bulacaklar, akışı ve çekmeyi güçlendirmenin yollarını arayacaklardır. Böylece iş yükleri, zaman, maliyet ve hataların sürekli azalmasıyla “mükemmellik”e erişilmiş olunur [23].

2.5 Yalın Üretim Teknikleri

Anket çalışması kapsamında söz edilen yalın üretim teknikleri tanımlamaları aşağıda verilmiştir.

2.5.1 5S

Bütün organizasyonlar gibi tersaneler de verimliliklerini en üst düzeyde tutmak ister. Bu da tersanenin sahip olduğu işgücünden en iyi şekilde faydalanmasıyla gerçekleşir. Tersanelerde verimliliğin düşmesine neden olan işgücü kayıplarından bazıları, çalışma ortamının düzensizliğinden dolayı yaşanan gereksiz malzeme aramaları, kirlilik nedeniyle ortaya çıkan makine arızaları ve çalışma ortamındaki iş güvenliği eksikliğinden dolayı meydana gelen kazalardır.

5S, ismini Japoncada sırasıyla; sınıflandırma, sırala (düzenle), sil (temizle), standartlaştırma, sürdür (disiplin) anlamına gelen, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ve Shitsuke kelimelerinin baş harflerinden almaktadır. 5S, beş adımdan oluşan, amacı daha verimli bir üretim için çalışma ortamının düzenlenmesi ve israfın yok edilmesine yardımcı olmak olan, bütün yalınlaştırma çalışmalarının merkezinde yer alan bir yöntemdir.



Şekil 2.5 : 5S'in şekilsel ifadesi.

2.5.1.1 Seiri (Sınıflandırma)

5S’de yapılacak ilk iş, tersane sahasında ve depolarında bulunan malzemelerin “sürekli kullanılan”, “gerektiğinde kullanılan” ve “hiç kullanılmayan” olarak sınıflandırılmasıdır. Bunu yaparken sıklıkla başvuru olan bir yöntem olan etiketleme ile hiç kullanılmayan ve seyrek kullanılan malzemelerin kırmızı etiket ile belirlenmesi gerekir. Malzemelerin sınıflandırılması Çizelge 2.7’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.7 : Malzemelerin sınıflandırılması [23].

Kullanım Sıklığı	Yerleşim
Gereksiz	At
Yılda bir kez	Uzak bir yerde sakla
Ayda bir kereden az	Alanda veya yakın bir yere koy
Haftada bir kez	Kullanıldığı yere yakın yerde bulundur
Günde bir veya daha fazla	Kullanıldığı yerde bulundur

2.5.1.2 Seiton (Sıralama)

5S’in ikinci adımı olan sıralamanın özeti “her şeye tek yer ve her şey kendi yerinde”dir. “Neyi?”, “Nereye?” ve “Ne kadar?” sorularına yanıt arar. Aranan nesnelere kolay ulaşılabilirliği, nesnelerin çalışanların bedensel olarak zorlanmasına sebep olmayacak şekilde yerleştirilmiş olması gerekmektedir.

2.5.1.3 Seiso (Silme, Temizlik)

5S’in bu adımında, yerlerin temizlenmesi, makine aksamalarının silinmesi ve genel anlamıyla organizasyon alanındaki her şeyin temiz tutulması anlamına gelir. Temizlik iş yerinde kir, toz, pas ve atıkların yığılmasını önlemenin yollarını bularak, iş gücünden tasarrufu da kapsar. Temizliğin önemli olmasının bir diğer nedeni ise, makinelerde hasara neden olabilecek ya da kaliteye olumsuz yönde etki edecek koşulların önüne geçebilir olmasıdır.

2.5.1.4 Seiketsu (Standartlaştırma)

En basit ifadeyle standartlaştırma, ilk üç S’yi korumak ve sürdürmek için sistemler ve prosedürler geliştirmektir. Standartlaştırma; iş yerindeki görünürlüğü, gözlem ve kontrol kolaylığını ve gerekli faaliyetlerin en hızlı şekilde yapılmasını sağlayarak, iş verimliliğinin sahip olduğu yüksek standartları korumak ve devam ettirmek için elde tutulan bir anahtardır.

2.5.1.5 Shitsuke (Sürdürme, Disiplin)

Kısaca; kurallara uymak ve takip etmektir. Çalışmaların verimli bir şekilde sürdürülmesi, devamlılık ve kalıcılık için disiplin şarttır. Çalışanları ve organizasyonu gerektiği gibi korumaya ve sürekli iyileştirmeye teşvik etmek için gereken ödülleri, gerekli yetiştirme ve eğitimi vurgulayarak, diğer dört S'yi ayakta tutan Shitsuke'dir.

Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'de, bir tersanede gerçekleştirilen 5S uygulama öncesi ve sonrası durumları gösterilmiştir.

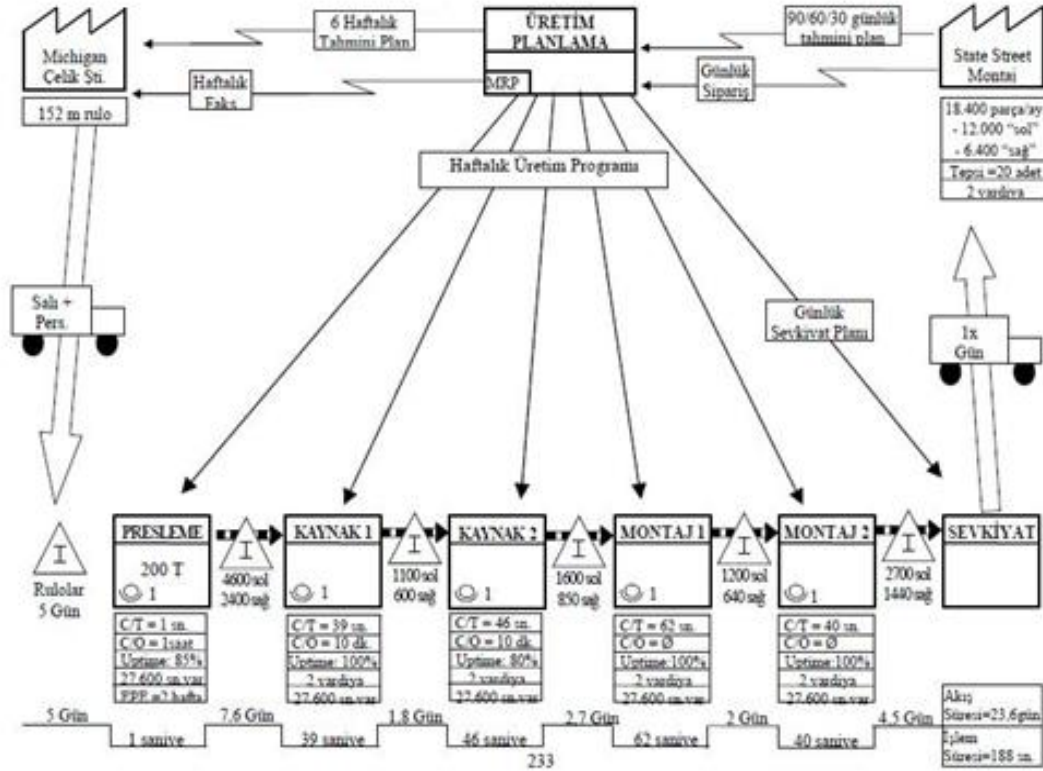


Şekil 2.6 : Tersanelerde 5S uygulamaları öncesi (solda) ve sonrası (sağda) [24].

2.5.2 Değer akış haritalama

Bir ürün veya hizmetin, tedarikçiden müşteriye ulaşmasında; proses sırasının, malzeme ve bilgi akışının sembollerle görselleştirilmesine Değer Akışı Haritalama (DAH) denilmektedir. Bir diğer yalın üretim aracı olan DAH; proses sırasını,

malzeme ve bilgi akışını tek bir sayfada görselleştirebilen güçlü bir araçtır. DAH'ta müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunu izlemek ve malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesi sembollerle çizmek gerekmektedir. Daha sonra bir dizi kritik anahtar soru sorarak akışın nasıl akması gerektiğini gösteren gelecek durum haritasını çizmek gerekmektedir. Şekil 2.7'de örnek bir değer akış haritası gösterilmiştir.



Şekil 2.7 : Örnek bir değer akış haritası [25].

Değer akış haritası, organizasyonun mevcut işleyiş şeklini anlamak, israf kaynaklarını görebilmek ve yalın uygulamaları planlayabilmek için kullanılan görsel bir tekniktir. Değer akış haritası tekniği ile tedarik koşullarından, sevkiyat taleplerine; üretimin planlanmasından, üretim operasyonlarına yeni bir çalışma modeli tasarlanır.

Seçilen ürün ailesinin mevcut durum haritası çizildikten sonra, gelecek durum haritasının tasarlanması, burada belirtilen proseslerin kurulum aşaması ve bunların uygulanması DAH'ın bir sonraki aşamasıdır. Gelecek durum uygulanmaya başlanmış ve mevcut durum halini almış olduğu için, artık yeni bir gelecek durum haritası çizilmesi gerekmektedir. Bu da değer akış haritalamada sürekli iyileşme olanağı sağlamaktadır.

2.5.3 Kanban

Japonca’da sinyal veya görülebilen kayıt anlamına gelen kanban, üretim ve malzeme akışını kontrol etmek için kullanılan; üretim süreçlerine neyi, ne zaman, ne kadar üreteceklerini ve nereye göndereceklerini söyleyen bir bilgi sistemidir. Çekme sisteminin araçlarından biri olan kanban ile fazla üretim engellenir ve israfların en aza indirilmesi sağlanır, bu sayede kaynak kullanımı minimum seviyede gerçekleşir.

Taiichi Ohno, üretim sistemini parçaların sadece bir sonraki adımın anlık ihtiyacını karşılama üzerine kurmaya çalışmıştır. Teorik olarak basit gözükse ama pratikte hiç de kolay olmayan bu uygulama ile tüm stoklar ortadan kaldırılmış olmaktadır. Sistemde küçük bir parçasının aksaması durumunda ise tüm sistemin durması anlamına gelen bu sistem, Ohno’ya göre gücünü de buradan almaktaydı [14].

Malzemenin akışını ve üretimini yönetme ve güvence altına almaya yönelik bir sistem olan kanban sistemi; tam zamanında üretim ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılan bir üretim kontrol yaklaşımı olarak da tanımlanabilir [14].

Çekme sisteminde herhangi bir istasyon, bir öncekinin müşterisi durumundadır ve bir istasyonun diğerine gönderdiği talep, seslenme veya çağırış yöntemiyle iletilir. Ancak bu iletimde en sık kullanılan yöntem kanban kartı yöntemidir.

Proses kapasitesinin baz alınarak yaratılan ve her birinin bir proses ile ilişkilendirildiği kanban kartları, bir üretim sisteminde proses akışına görsellik katmaktadır. Üretimde çalışan işçiler bir önceki istasyondan bir malzemeye ihtiyat duyduğunda kanban kartını kullanırlar [14].

Kanban kartları; istasyonlar arası parça çekimi, üretim emri verilmesi, malzeme siparişi gibi farklı alanlarda ve değişik üretim şartlarında kullanılmaktadır. Bu yüzden farklı özelliklere sahip çeşitli kanban kartları tasarlanmıştır. Üretim kanbanı ve çekim kanbanı en çok kullanılan ana tiplerdir [14].

Bir iş istasyonunun, kendisinden sonraki iş istasyonundan çekeceği ürünün türünü ve kalitesini tanımlayan çekme kanbanı, iş hücreleri arasında hareket eder. Sadece kendi hücresinde hareket edebilen üretim kanbanı ise, iş istasyonunun üretmesi gereken ürünün türünü ve kalitesini tanımlar. Şekil 2.8’de örnek bir çekme kanbanı, Şekil 2.9’da ise örnek bir üretim kanbanı gösterilmiştir.

Stok Raf No : _____ Parça No : _____ Parça Adı : _____ Araba Tipi : _____			<u>Önceki operasyon</u> _____ <u>Sonraki operasyon</u>					
<table border="1"> <tr> <th>Kutu Kapasitesi</th> <th>Kutu Tipi</th> <th>Sayı</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Sayı					
Kutu Kapasitesi	Kutu Tipi	Sayı						

Şekil 2.8 : Çekme kanban kartı örneği.

Stok Raf. No : _____ Parça No : _____ Parça Adı : _____ Araba Tipi : _____	Parça Arka No : _____ <u>Operasyon</u>
---	---

Şekil 2.9 : Üretim emri kanban kartı örneği.

2.5.4 Hücresel üretim

Grup teknolojisi; üretimden satın almaya, pazarlamadan planlamaya, uygulama alanı geniş bir kavramdır. Grup teknolojileri birbirine benzer ve birbirleriyle ilişkileri prosesleri, ölçek ekonomisinden yararlanma adına bir araya getirerek üretim yapma tekniği olarak tanımlanmaktadır. Hücresel üretim, grup teknolojilerinin atölye sistemine uygulanmasıdır.

Hazırlık zamanlarının azalması, malzeme taşımada kolaylık sağlanması, kapasite ve malzeme planlama ve kontrollerinin basitleştirilmesi gibi avantajlar sağlayan hücresel üretimin; atölye tipi üretim sisteminin sağladığı esneklik düzeyine ulaşamaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

2.5.5 Toplam üretken bakım

Toplam Üretken Bakım (TÜB) en yalın ifadeyle, bir organizasyonda kullanılan ekipmanların verimliliğini artırmak ve olası makine hatalarından kaynaklanacak israfları ortadan kaldırmak amacıyla gerçekleştirilen tüm çalışmaları kapsayan bir araçtır.

TÜB'ün birçok endüstri alanında kabul görmüş bir yaklaşım olmasında, yıllık milyon dolarlara ulaşan kayıplar getiren beklenmeyen makine arızalarını azaltmada büyük ölçüde başarılı olmasının payı büyüktür. Çünkü düzenli ve doğru bir bakım

uygulandığı takdirde eski bir ekipmanın yenisiyle değiştirilmesi hiçbir koşulda verimli değildir [26].

Çoğu yalın tekniklerinde olduğu gibi, T  B’de de anahtar kelime çalışanlardır. Her seviyeden çalışanın katılımı ile ekipman verimliliğinin artırılması, bunların sonucu olarak maliyetin azalması T  S’  n ana amaçlarındandır. İşletmelerde verimlilik arttırma çalışmaları sonucunda, eğer makinenin kullanıcısı veya genel ifade ile saha çalışanları iyileştirme ve bakım çalışmalarına katılamıyorsa, verimlilik belli bir değerin üzerine çıkartılamaz. T  B, işletmenin tüm çalışanlarını sisteme dâhil etmeyi gerekli gören bir yönetim anlayışıdır. Bu yüzden T  B, çalışanların makinelerdeki anormal durumları saptamak üzere eğitilmeleri gerektiğini söyler [26].

2.5.6 Kaizen

Japonca’da değışim anlamına gelen “Kai” ve iyi anlamına gelen “Zen” kelimelerinin birleşmesiyle ortaya çıkan Kaizen kelimesi Türkçe’ye “daha iyiye değışim” olarak çevrilebilir. Sürekli değışimi ifade eden ve Japonlara göre bir hayat felsefesi olan kaizen, daha az israfıa daha fazla değış yaratmak üzere bir değış akışının veya tek bir prosesin sürekli iyileştirilmesi olarak ifade edilir.

Herhangi bir sorunun olmadığı yerde, iyileştirme için ihtiyaç olmayacağı aşık  ardır. Kaizen süreci var olan bir problemin fark edilmesi ile başlar. Üretimde bir sonraki prosesi ya da sonunda müşteriyi hoşnutsuz eden her durum bir problemdir ve kaizen felsefesinde her probleme m  kemmел bir fırsat gözüyle bakılır.      n   problemin çözümü müşteri memnuniyetini veya verimliliğı arttırabilir [23].

Diğ  r yalın üretim teknikleri gibi kaizende de çalışanlar sürecin önemli unsurlarındandır ve sürekli iyileştirmeye katkı sağlayan unsurlardan biri de, çalışanların verdikleri önerilerdir.   neri sistemi, işi yapan ve dolayısıyla sürecin içinde olduğı için işi en iyi bilen çalışanların, işleri ile ilgili iyileştirici önerilerde bulunmalarını teşvik etmek amacıyla geliştirilmiş sistemdir. Çalıştığı iş yerinin verimliliğini arttırmak için verdiğı önerinin kabul edilmesi üzerine çalışan işveren tarafından ödüllendirilmeli ve böylece kaizene katılım özendirilmelidir.   neri sistemi ile maddi kazanım sağlayan çalışan, verdiğı önerinin kabul edilmesiyle kendini organizasyon için önemli bir unsur olarak hissederek, manevi bir kazanım da edinmiş olur. Hatta kimi çalışmalara göre; yalın işletmelerde uygulanan öneri sistemlerinin amacının, işletmenin verimliliğini çalışanların görüş ve önerilerini toplama yoluyla

arttırmanın değil, aslında çalışanların kuruma bağlılıklarının arttırılması hedeflendiği söylenir [27].

Toyota Motor işletmesi çalışanlarının yılda ortalama 1,5 milyon öneri getirdiği ve bunların % 95'inin uygulamaya konduğu düşünüldüğünde Toyota'nın atmosferinde iyileştirme isteğinin elle tutacak kadar somut olduğu söylenebilir [25].

2.5.7 Tam zamanında üretim (JIT)

JIT; müşterinin istediği, ihtiyaç duyulan ürünün en az miktarda malzeme, ekipman, iş gücü ve alan kullanarak, ihtiyaç duyulan zamanda, ihtiyaç duyulan miktar kadar üretim tekniğidir [28]. JIT sistemleri günümüzde, üretim sektörü basta olmak üzere çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Ürün üzerinde hiçbir katma değeri olmayan taşıma ve depolama işlemlerinin olabildiğince azaltılarak, birim ürün maliyetini düşürmeyi amaçlayan JIT sisteminin kullanılması, şirketlerin düşük maliyetli üretim hedefini destekleyecektir [28].

2.5.8 Poka-yoke

Japonca'da dikkatsizlik, dalgınlık anlamlarına gelen “poka” kelime ile elimine etme anlamı taşıyan “yoke” kelimelerinin bir araya gelerek oluşturduğu poka-yoke; hata yalıtımı anlamında kullanılmaktadır.

İnsan faktörünün bulunduğu sistemlerde hataları tamamen ortadan kaldırmak elbette ki mümkün olmamaktadır. Hataları tamamen ortadan kaldırmanın yerine, onları en aza indirmenin daha rasyonel bir yaklaşım olacağını düşünen poka-yoke'nin geliştirici Shigeo Shingo; unutkanlık, dikkatsizlik, yanlış anlama, konsantrasyon eksikliği, tecrübesizlik, boş vermek gibi insan faktörlerinden kaynaklanan hataları önleyici sistemler geliştirmiştir. Bu sistemler, kullanılan tezgâha ilave mekanizmaların eklenmesi veya ürün üzerinde tasarım değişikliğine gidilmesini gerektirebilir [28].

Poka-yoke, kusurlu ürün, güvenlik, işlemde hata ve benzerinden kaynaklanan aksamaları operatörün aşırı dikkat göstermesine gerek kalmadan ortadan kaldırır. Diğer bir söyleyişle poka-yoke, operatörleri gereksiz yere hatayı önlemeye yoğunlaştırmak yerine işlerine yoğunlaşmalarını sağlar [23].

Üretim hattında çalışan birinin hata yapması durumunda devreye girecek olan poka-yoke aracı, üretim hattını durdurarak kusurlu ürün oluşmasını önleyecektir. Çünkü

poka-yokenin temel ilkesi hatayı kaynağında ve anında saptayarak, hiçbir hatalı ürünün üretilmemesini sağlamaktır. Böylece kalite kontrol çalışanları hatalı olmadığı garanti altına alınmış ürünün kalitesini muayene etmeye zaman harcamak zorunda kalmayacaklardır.

Uygulanması son derece basit olan poka-yokede tüm yapılan, makinelere hatalı bir durumu ve ya işlemi anında otomatik olarak saptayan ve bu durumda makineyi yine otomatik olarak durduran cihazlar yerleştirmektedir. Temel fonksiyonları kapatma, durdurma, kontrol ve uyarı olan bu cihazlardan bazıları; sonlandırıcı şalterler, ışıklı uyarılar, şablonlar, kılavuzlar, sensörler, basınçlı şalterler, ayar pimleri ve sayaçlardır. Makine, sistemde fark ettiği hata sonucunda durduktan sonra, sesli veya görüntülü bir şekilde uyarı verir. Makinenin uyarı verdiğini gören çalışanlar, üretimde bir problem olduğunu anlarlar. Hatanın nedeni saptanıp, gerekli düzenlemeler yapılmadıkça, parçanın bir sonraki sürece geçmesi mümkün olmayacaktır.

Poka-yoke uygulamasında, temas yöntemi, toplam işlem yöntemi ve ek işlem yöntemi olmak üzere 3 yöntem kullanılmaktadır.

Temas yönteminde, makinelere yerleştirilen elektronik gözler ve limit anahtarlarıyla ürünün herhangi bir işlem aşamasında gereken şekil ve boyutları alıp almadığı saptanır. Gemi inşaatından örnek vermek gerekirse: Ön imalatı yapılan bir panelde, panel sacına 90 derece olacak şekilde birleştirilmesi gereken hollanda profillerinin pozisyonu, profillerin kaynağı başlanmadan poka-yoke aracıyla belirlenir. Eğer istenilen pozisyon sağlanmamışsa, poka-yoke aracı üretim hattını durdurarak, yanlış şekilde kaynatılacak parçaların üretilmesine engel olacaktır.

Toplam işlem yöntemi, herhangi bir işlemin tüm aşamalarının birbiri ardı sıra gerektiği şekilde tamamlanması garantiler. Buna örnek olarak, CNC tezgâhından çıkan sacların kenarlarının taşlanmadan birleşme hattına gönderildiğinde uyarı veren poka-yoke aracı verilebilir.

Ek işlem yöntemi, değişik ürünlerin çok küçük birimler halinde birbiri ardı sıra monte edilmesindeki işçi hatalarını önler. Çalışanın, ürünün bizzat üretilmesi için gerekmeyen ek bir hareket yapmasından dolayı yöntem bu adı taşımaktadır.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Üretim faaliyetlerini geliştirmek amacıyla, üretim tesislerinde operasyonların durumunu gözden geçirmek gerekir. Bu amaçla yapılan değerlendirmeler (assessment), tesisin mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılan değerli bir araçtır [29]. Bu çalışma kapsamında, Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerinin yalın olgunluk düzeyini belirlemek için değerlendirme aracı kullanılacaktır.

Yapılan literatür taraması sonucunda, gemi inşaatı sektöründe yalın olgunluk düzeyini belirlemek için yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden gemi inşaatı sektörü için yeni bir model oluşturulmasına karar verilmiştir. Otomotivden elektroniğe, enerjiden petrokimyaya uzanan farklı endüstrilerde gerçekleştirilen, yalın olgunluk belirleme modellerinin yer aldığı çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalar yardımıyla, gemi inşaatı endüstrisi için yeni bir model oluşturulmuştur. Bu bölümde, incelenen çalışmalarda yer alan modellerden bahsedilmiştir.

Organizasyonların yalın olgunluğunu belirlemek için bir model tasarlayan Karlsson ve Ahlström, modellerinde İsrafların Yok Edilmesi, Sürekli İyileştirme, Çok Yönlü Çalışanlar, Dikey Bilgi Sistemi, Sorumluluğun Dağıtılması, Bütünleşmiş İşlevler, Çekme, Sıfır Hata ve Tam Zamanında Üretim olmak üzere 9 adet boyuta yer vermişlerdir. Bu 9 boyutta toplam 36 kriter sorgulanmaktadır[30].

Yalın üretimin farklı prensiplerinin uygulanma düzeyini sorgulayan Karlsson ve Ahlström’in modeli, birçok çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmalardan birinde Hindistan’da faaliyet gösteren işletmelerin yalın olgunluk düzeyi araştırılmak istenmiştir. 52 işletmenin katıldığı araştırmada, araştırmaya katılan işletmelerin ortalaması 100 üzerinden 62 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, yalın üretim tekniklerinin araştırmaya katılan işletmeler tarafından yeterince benimsenmediği şeklinde yorumlanmıştır. 90’nın üzerinde puan alan tek işletmenin, 50 puanın altında kalan 4 işletmenin bulunduğu belirtilmiştir. Tüm bu nedenlerden dolayı, Hindistan’da faaliyet gösteren üretim tesislerinin, yalın üretim uygulama düzeyinin düşük olduğu yorumu yapılmıştır [31].

ABD’de yapılan bir çalışmada, yalın üretimin uygulanma derecesinin tesis büyüklüğü, yaşı ve sendikalaşma durumuna göre nasıl değiştiği belirlenmek istenmiştir. 22 yalın üretim tekniğinin, tesis büyüklüğü, yaşı ve sendikalaşma durumuna göre nasıl değişiklik gösterdiği belirlenmek istenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, tesis büyüklüğü ile yalın üretim uygulamaları arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Bunun yanında, tesis yaşı ve sendikalaşma oranının artmasının, yalın üretim uygulamalarının azalmasına yol açmakta olduğu sonucuna varılmıştır [32].

Araştırmada sorgulanan 22 yalın üretim tekniklerinden 6’sının sendikalaşma oranı ile istatistikî olarak anlamlı bir ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu 6 teknik şunlardır: Hücreli Üretim, Çok Yönlü Çalışanlar, Çevrim Süresi Kısaltılması, Bakım Optimizasyonu, Süreç Performans Ölçümü ve Ekip Çalışması. Yapılan analiz sonucunda sendikalaşma oranının, bu 6 tekniği olumsuz yönde etkilediği ortaya konmuştur. 22 teknik içerisinde, iş gücü yönetimi ile ilgili iki uygulamanın (Çok Yönlü Çalışanlar ve Ekip Çalışması) da, sendikalaşma oranının artması ile azaldıkları gözlemlenmiştir. Diğer 16 tekniğin sendikalaşma oranı ile etkileşim içerisinde olmadığı belirlenmiştir [32].

Tesis yaşının, 22 teknikten 8’i ile etkileşim içerisinde olduğu belirlenmiştir. 8 teknikten 5’inin tesis yaşı ile negatif bir ilişki içerisinde olduğu, yapılan analiz sonucunda ortaya konmuştur. Çok Yönlü Çalışanlar, Çevrim Süresi Kısaltılması JIT/Sürekli Akış, Bakım Optimizasyonu, Yeniden Yapılanma Üretim Süreci ve Ekip Çalışması uygulamaları, tesis yaşı arttıkça uygulaması azalan teknikler olarak belirlenmiştir. Planlama, İş Sağlığı Programı ve Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarının tesis yaşı ile olumlu ilişki içerisinde olduğu belirtilmiştir [32].

22 yalın üretim uygulamasından 2’si hariç hepsinin, tesis büyüklüğü ile ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir. Bu iki uygulama Çok Yönlü Çalışanlar ve Toplam Kalite Yönetimi’dir. Geri kalan 20 uygulamanın, tesis büyüklüğü ile olumlu bir ilişki içerisinde olduğu yapılan analizler sonucu ortaya konmuştur. Buradan, büyük tesislerin yalın üretim tekniklerini küçük olan tesislere göre daha fazla uyguladığı sonucu çıkarılabilir [32].

Bu çalışmayı yapan ikili Shah ve Ward, daha sonra organizasyonların yalın üretim olgunluk düzeyini ölçmek üzere bir model geliştirmişlerdir. 48 yalın üretim aracı için

yaptıkları faktör analizi sonucunda, 3 ana başlık altında 10 faktör meydana getirilmiştir. Bu ana başlık ve faktörler şöyle sıralanmıştır [33].



Shah ve Ward'ın bu modeli birçok araştırmada kullanılmıştır. Onlardan biri 2011 yılında Manimay Ghosh'un Hindistan'da faaliyet gösteren 79 firma ile yapmış olduğu bir çalışmadır. Ghosh, Hindistan şartlarına uygun olması nedeniyle, Shah ve Ward'ın modelinde bazı değişiklikler yapmıştır. Araştırmada, Tedarik Performansı, Müşteri Memnuniyeti, Çekme, Kurulum Süresi Azaltma, Toplam Üretken Bakım, İstatistiki Proses Kontrol ve Problem Çözme Ekipleri olmak üzere 7 kriter sorgulanmıştır. Firmalarla yaptığı anketlerde 5'li Likert ölçeği kullanan araştırmacı, katılımcılardan, yukarda sıralanan tekniklerin uygulanma derecesini puanlamalarını istemiştir. Katılımcıların vermiş oldukları yanıtları, ekstrapolasyon ile 100'e tamamlamış ve en yüksek değerin 94, en düşük değerin ise 46 olduğunu belirlemiştir. 79 firmanın ortalamasını 77 olarak bulan araştırmacı, 63 firmanın (katılımcıların yaklaşık %80'i) 70'in üzerinde puan alması dolayısıyla, Hindistan'da birçok firmanın yalın üretim konusunda önemli bir gelişme gösterdiğini belirtmiştir [7].

Ghosh aynı çalışmada, yalın üretim olgunluğunun, tesis büyüklüğü, yaşı ve tesiste yalın üretim tekniklerin uygulanma süresi ile ilişkisini ölçmek istemiştir. Araştırmacı yaptığı analizde, tesis büyüklüğü ve yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresinin, yalın olgunluk üzerinde etkisi olduğunu belirlemiştir. Yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresinin artmasının, yalın olgunluğu arttırdığını gözlemlemiştir. Shah ve

Ward'ın çalışmalarında belirttikleri gibi, büyük tesislerin yalın olgunluk düzeylerinin daha yüksek olduğu, bu çalışmada da belirlenmiştir [7].

Bir organizasyonun yalın olgunluğunun derecesini ölçmek üzere Soriano-Meier ve Forrester de bir model geliştirmiştir. Bu model, bir organizasyonun yalınlaşması için, yalın felsefenin üretim sistemlerinin yanında, yönetsel olarak da benimsenmesi gerektiği koşulundan yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu yüzden ikili, geliştirdiği modelde organizasyonu iki ayrı kısım olarak ele almıştır. Birinci kısımda üst düzey yöneticilerin bulunduğu yönetim kademesine; ikinci kısımda üretim ve operasyon müdürlerinin bulunduğu bir alt kademeye, farklı anketler yöneltilmiştir. Yönetim kısmında Tam Zamanında Üretime Bağlılık ve Toplam Kalite Yönetimine (TKY) Bağlılık olmak üzere iki bağımlı, Kalite Liderliği, Grup Problem Çözme, Eğitim ve Çalışan Yetkilendirme olmak üzere 4 bağımsız değişken bulunmaktadır. Diğer kısımda ise, Yalın Üretim Prensipleri Adaptasyon Derecesi ve Yalınlık Derecesi olmak üzere iki bağımlı, İsrafların Yok Edilmesi, Sürekli İyileştirme, Çok Yönlü Çalışanlar, Dikey Bilgi Sistemi, Yetkilerin Dağıtılması, Entegre Fonksiyonlar, Çekme, Sıfır Hata ve Tam Zamanında Üretim olmak üzere 9 bağımsız değişken bulunmaktadır [34].

Soriano-Meier ve Forrester'ın bu çalışmasındaki bulgular şöyle sıralanabilir:

- JIT'a ve TKY'ye bağlılık ile üretim altyapısına yapılan yatırımlar arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır.
- Şirketlerin yalın üretime adapte olduklarına yönelik iddiaları ile bu yönde gerçekleştirdikleri değişimler arasında korelasyon bulunmaktadır.
- Üretim altyapısına yapılan yatırımlar ile yalın üretim performansı arasında olumlu bir ilişki vardır [34].

Sanchez ve Perez'in geliştirdiği yalın olgunluk belirleme modelinde 36 adet kriter bulunmakta ve bu 36 kriter, 6 boyutu temsil etmektedir. Bu 6 boyut, Değer Yaratmayan Faaliyetlerin Ortadan Kaldırılması, Sürekli İyileştirme, Takım Çalışması, JIT Üretim Ve Teslim, Tedarikçi Entegrasyonu ve Esnek Bilişim Sistemi'dir [35].

İkili oluşturdukları bu modeli İspanya'nın Aragon bölgesinde üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yalınlık durumunu belirlemek üzere kullanmışlardır. Yukarıda bahsedilen 36 kriteri liste halinde işletmelere sunan araştırmacılar,

işletmelerden listede bulunan kriterlerden kullandıklarını işaretlemelerini istemişlerdir. Bunun yanında, organizasyonun yaşı, büyüklüğü ve stratejik amacı gibi demografik bilgilerin de istendiği çalışmada, işletmede benimsenen yalın teknikler ile demografik özellikleri arasında bir bağ olup olmadığı belirlenmek istenmiştir. Çizelge 3.1’de yapılan regresyon analizinin sonuçları gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 : Aragon bölgesinde yalın olgunluk araştırması regresyon analizi sonuçları [35].

	Sabit	İşletme yaşı	İşletme büyüklüğü	İşletme stratejik hedefi
Katsayı	0.468***	-0,009	0,002	0,03
t-student	6,32	-0,46	1,51	0,72
	R=0.28 R ² =0.079	F=1.05	p=0.38	n=41

Not:***p<0.01.

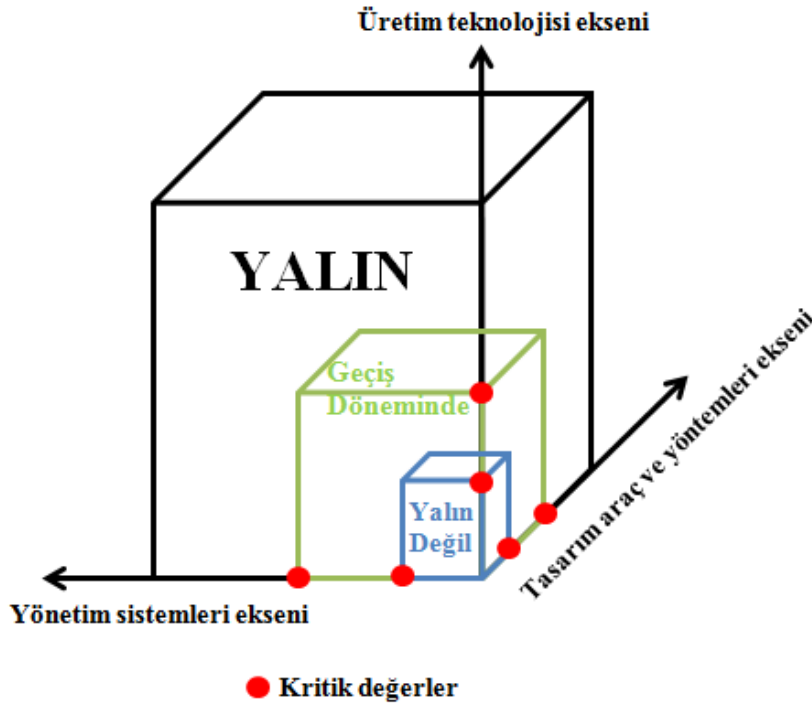
Çizelgeden de anlaşıldığı gibi, organizasyon yaşı ile benimsenen yalın kriterler arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Yalın üretime adaptasyon, organizasyonel bir değişim ve tesis yerleşiminde de dönüşüm gerektirdiğinden; bu düzenlemelerin, yeni bir işletmeye oranla eski bir işletmede daha maliyetli olacağından hareketle, organizasyon yaşı ile benimsenen yalın teknikler arasında negatif bir korelasyon bulunması beklenen bir sonuçtur [35]. Bu sonuç, Shah ve Ward’ın ABD’de yaptığı çalışmanın sonucuna paralel bir sonuçtur. Bahsedilen çalışmada da, tesis yaşının yalın olgunluk düzeyi ile negatif bir ilişki içerisinde olduğu belirtilmiştir.

Çizelgeden çıkarılabilecek diğer bir sonuç ise, tesis büyüklüğü ile benimsenen yalın uygulamalar arasında olumlu bir korelasyon bulunduğudur. Büyük organizasyonların, yalın üretim araçlarına adaptasyonlarını arttıracak daha fazla kaynak ve yeterlilikleri bulunduğundan, bulunan bu sonucun da beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Her ne kadar bulunan sonuçlar beklenene paralel şekilde çıksa da, yapılan regresyon analizi sonucunda bulunan değerlerin istatistikî olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir [35].

Yalın üretim konusunda uluslar arası üne sahip R. Eugene Goodson, Hızlı Tesis Değerlendirmesi (Rapid Plant Assessment) adıyla bir model geliştirmiştir. Goodson’un geliştirdiği bu yaklaşımda, bir işletmenin tamamıyla yalın olup olmadığının anlaşılması için yalın uzmanlarından oluşan bir ekibin, işletmede en

fazla 30 dakika harcamasının yeterli olduğu belirtilmektedir. Bir organizasyonun yalınlık düzeyini ölçmek üzere geliştirilen Hızlı Tesis Değerlendirmesi modeli, 11 kategoriden oluşmaktadır. Tesisi dolaşan yalın uzmanlar, ellerinde bulundurdıkları cevap kâğıdına, tesisin yalınlığını ölçmek üzere hazırladıkları sorulara verdikleri cevapları işaretlemektedirler. Modelde, 20 evet-hayır türünden soruyu yanıtlamalarının yanında, uzmanlar 11 kategoriye de 1'den 11'e puanlamaktadır. Yalın uzmanların zayıf olarak gördükleri kriterler için cevap kâğıdına 1 puan işlerlerken; sınıfının en iyisi olarak ön gördükleri kriterler için 11 puan vermektedirler. Sonuç olarak verdikleri evet sayısı ve puanlara göre organizasyonun yalınlık durumu ortaya çıkmaktadır[36].

Bohemia'nın geliştirdiği modelde organizasyonun yalınlık derecesi, boyutları Yönetim Sistemleri, Tasarım Araç ve Yöntemleri ve Üretim Teknolojisi olan 3 eksenli bir grafik yardımıyla belirlenir. Bahsedilen bu eksenleri temsil eden boyutlar bulunmaktadır. Bu boyutlarda yer alan kriterler, organizasyonda uygulandıkları süreye göre belirli bir değerle çarpılarak (bir yıldan az ise 1, 2-3 yıldır kullanılıyor ise 3, 4 ve daha fazla senedir kullanılıyor ise 5 ile çarpılır) bir değer elde edilir. Elde edilen bu değerler, her bir eksen için hesaplanan kritik değerler ile karşılaştırılarak organizasyonun yalınlık derecesi 3 eksenli grafikte yerini alır [37].



Şekil 3.1 : Bohemia'nın modelindeki organizasyonların yalınlık derecesini belirleyen sınır değerler [37].

Yalın Değil, Geçiş Döneminde ve Yalın olmak üzere 3 adet yalın olgunluk seviyesinin yer aldığı modelin şematik temsili Şekil 3.1’de yer almaktadır. Bu şekle göre, herhangi bir eksenle Yalın seviyesine sahip organizasyon, diğer eksenlerdeki durumuna bakılmaksızın Yalın olarak belirlenir. Hâlbuki tam anlamıyla yalın bir organizasyondan bahsedebilmek için, organizasyonun her üç eksenle de Yalın düzeyine erişmesi daha doğru olacaktır.

Bradley Mullins Greene’in geliştirdiği Yalın Üretim Olgunluk Modeli’nde, yalın olgunluk düzeyi 5 seviye olarak belirlenmiştir. Modelde yer alan, 5S’den kaizene, TÛB’dan problem çözme takımlarına varan 27 kriterden elde edilen değerlere göre, bir organizasyonun 5 olgunluk seviyesinden birisinde olduğu belirlenir.

- 1. seviye “Farkındalık Aşaması” olarak tanımlanmaktadır. Bu seviye, organizasyonun bazı yalın üretim ilkelerinin bilincinde olduğunu fakat bu ilkelerin söz konusu organizasyon tarafından uygulanmadığı belirtilmektedir.
- “Düzensiz Uygulama” olarak adlandırılan 2. seviyede, organizasyon yalın üretim araçlarını kullanmaya başlamış olduğu, fakat tam olarak yalın üretim stratejisinin belirlenmemiş olduğu söylenir.
- “Biçimsel Uygulama” olarak adlandırılan 3. seviye, organizasyonun geçiş aşamasında olduğu ve yalın felsefenin organizasyon için ne anlama geldiğini idrak etmeye başladığı evre olarak tanımlanır.
- 4. seviye (Tamamlanmış Uygulama), organizasyonun hangi yalın araçları kullandığının bilincinde olduğu ve biçimsel uygulamanın tamamlandığı aşama olarak belirtilir. Organizasyon bu aşamada kullandığı tüm yalın araçlara tam olarak adapte olmuştur ve bu araçları organizasyonun yalın olgunluğunu artırma adına kullanmaktadır.
- Yalın olgunlukta son seviye olan 5. seviyede (Sürekli İyileştirme), sürekli iyileştirmenin sınırsız bir şekilde devam ettiği belirtilmektedir. Bu aşamada artık üretim organizasyonun üst kademesinin dayattığı bir üretim sistemi olmaktan çıkıp, operatörler tarafından sahiplenilen standart bir süreç haline geldiği söylenmektedir.

Yalın Üretim Olgunluk Modeli’nin ilk iki seviyesi ön adaptasyon aşamaları olarak kabul edilir ve bir organizasyonun tüm yalın araçları tamamen benimseyip

uygulaması beklenmemektedir. Ancak, 3. seviye başlarında, organizasyonun üretim sistemi için bir dizi araçları benimsemeye başlaması, 4. seviyede ise bu benimsenmenin tamamıyla sonlandırılması beklenir. 4. ve 5. seviyeler arasındaki fark ise, uyarlanan yalın araçların sayısındaki farktan ziyade, bu araçların olgunluk seviyesindeki farktan kaynaklanması gerektiği belirtilmektedir [38].

Türkiye’de üretim alanında faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli 17 firmanın yalın üretim olgunluk düzeyini belirlemek üzere 2003 yılında bir çalışma yapılmıştır. Çoktan seçmeli, evet-hayır tipi ve açık uçlu soruların yer aldığı çalışma, Üretim Yönetimi ve Stratejik Yönetim olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Üretim Yönetimi bölümünde, yalın üretim tekniklerinden kanban uygulamasının en az; 5S, Poke-Yoke uygulamaların ise yaygın bir şekilde uygulandığı gözlemlenmiştir [39].

R. Eugene Goodson gibi, yalın üretim konusunda tanınmış uzmanlardan olan Quarterman Lee, üretimdeki kritik noktaların araştırılması ve ölçülmesi konusunda işletmelere yarar sağlayan bir değerlendirme aracı geliştirmiştir. Oldukça kullanıcı dostu olarak ifade edilen bu çalışmada, üretimindeki 9 kritik nokta değerlendirilmektedir. Katılımcılardan, her bir bölümde yer alan soruları cevaplandırmaları istenen bu anketteki bölümler sırasıyla; Envanter, Ekip Çalışması, Süreçler, Bakım, Tesis Yerleşimi, Tedarikçiler, Kurulum, Kalite ve Planlama’dır. İşletmelerin verdikleri cevaplar sonrasında yapılan analizler sonucunda, işletmenin mevcut yalınlık durumunu diğer bir söyleyişle yalın olgunluk seviyesi belirlenmiş ve işletmenin bu konudaki hedeflerinden sapma miktarları hesaplanmış olur [9].

Çin’de, 7’si telekomünikasyon, 9’u elektronik ve 4’ü bilgisayar sektöründe faaliyet gösteren 20 yüksek teknolojlili işletmelerde, Lee’nin yalın olgunluk düzeyi belirleme modeli kullanılarak bir çalışma yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda, Envanter Yönetimi ve Takım Çalışması kriterlerinde telekomünikasyon; Bakım ve Tesis Yerleşimi kriterlerinde elektronik; Süreç, Tedarik Sistemleri Yönetimi, Kalite ve Planlama kriterlerinde de bilgisayar sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yüksek puan aldığı belirlenmiştir. Genel itibari ile bilgisayar sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin, diğer iki sektördekilere oranla daha yüksek yalın olgunluk düzeyine sahip olduğu söylenmiştir. Bu duruma, bilgisayar sektöründe gün geçtikçe artan rekabetin neden olduğu öne sürülmüştür. Bilgisayar sektöründeki işletmeler arasındaki yüksek rekabetin, işletmeleri daha yalın üretim yapmaya zorladığı belirtilmiştir [29].

Shahram Taj yaptığı bu çalışmadan 2 sene sonra, Çin’de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 65 işletmenin yalın olgunluk seviyesini ölçmek için bir çalışma daha yapmıştır. Envanter yönetimi, Takım Çalışması, Süreç, Bakım, Tesis Yerleşimi, Tedarik Sistemleri Yönetimi, Kurulum, Kalite ve Planlama kriterlerinin sorgulandığı çalışmada toplam 40 soru bulunmaktadır ve çalışmaya katılan işletmelerden, soruları ilgili kriterin uygulanma sıklığına göre sıfır (hiç uygulanmıyor ise) ile dört (sıklıkla uygulanıyor ise) arasında değişen değerlere göre yanıtlamaları istenmiştir. Anket sonuçları incelendiğinde, yalın olgunluk derecesi en üst düzeyde olan işletmenin gıda ve içecek sektöründe faaliyet gösteriyor olmasının şaşırtıcı olduğu belirtilmiştir. İlk on içerisinde elektronik ve telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren 7 işletme bulunmaktadır. Dokuzuncu ve onuncu işletmeler sırasıyla petrol ve otomotiv sektöründe faaliyet göstermektedirler. Taj, çalışmasında işletmelerin yalın olgunluk derecelerini 100’lük ölçeğe göre tekrar hesaplamış; 65 işletmenin ortalamasının 55, en yüksek ve en düşük değere sahip işletmelerin aldığı değerlerin sırasıyla 77 ve 31 olduğunu belirlemiştir. En düşük değere sahip işletmenin gemi inşaatı sektöründe faaliyet gösteren bir tersane olduğu ifade edilmiştir. Bu değerler, işletmeler arasında yalın üretim bakımından büyük farklar bulunduğunun yanı sıra, en yüksek değere sahip işletmenin bile yalın olgunluğa ulaşma hedefinden büyük ölçüde uzak olduğunu göstermiştir. Tüm bu bilgiler ışığında yalın üretimin Çin’de faaliyet gösteren işletmelerde çok yaygın olmadığı yorumu yapılmıştır [8].

İşgücü maliyetinin Çin’de çok düşük olması, burada yalın üretim uygulamalarının azlığına neden olarak gösterilebilir. Düşük işgücü maliyetleri nedeniyle tercih edilen Çin firmaları, verimliliklerini arttırıcı yatırımlar yapmayı gerekli görmeyebilmektedirler. Bunun yerine, zaten düşük olan işgücü maliyetini daha da düşürmeye çalışarak, toplam maliyet üzerinde pek bir etkisi olmayan bir çaba içerisine girmektedirler. Hâlbuki yalın üretimin getireceği fayda işgücü maliyetini düşürmekten daha fazla olacaktır [40].

Taj’ın 65 işletmeyle yaptığı çalışmada sektör ortalamaları oldukça ilginçtir. Öyle ki, yalın olgunluk seviyesinde ilk 10’da sadece bir petrol sektöründe faaliyet gösteren işletme bulunmasına rağmen, bu sektör 100 üzerinden 70 ortalama ile en yüksek değere sahip sektör olmuştur. En yüksek değere sahip işletmenin faaliyet gösterdiği sektör olan gıda ve içecek sektörü, sahip olduğu 53 puan ortalaması ile giyim sektörüyle birlikte beşinciliği paylaşmaktadır [8].

Safae ve Sini'nin İranlı araba üreticisi Bahman Motor'un yalın olgunluk derecesini ölçmek için geliştirdikleri modelde, Araç ve Yöntemler, Teknoloji ve Altyapı olmak üzere 3 ana boyut bulunmaktadır. Sırasıyla; Dizayn, Tam Zamanında Üretim, Esneklik, Bakım ve Otonomasyon ilk boyutu; Üretim Teknolojileri ve Yardımcı Teknolojiler ikinci boyutu; Çalışanlar, Organizasyonel Yeterlilik ve Yönetim'de son boyutu temsil eden alt boyutlardır. [9]

Sekil 3.2 : Safaee ve Sini'nın modelinin şematik gösterimi [9].

Modelde yer alan Yalın Değil, Belirgin ve Yalın olgunluk düzeyleri arasındaki sınır değerlerinin tespiti için, yalın üretim konusunda uzman kişilerden yardım alınmıştır. İkilinin uzmanlara gönderdiği 3 kısımdan oluşan anketlerinde; ilk bölümde daha önce de bahsedilen 3 ana boyutu (Araç ve Yöntemler, Teknoloji ve Altyapı); ikinci bölümde her bir ana boyutun altında yer alan alt boyutu (yukarıda sayılan 10 madde); üçüncü bölümde ise her bir alt boyutun altında bulunan kriterleri önem derecelerine göre ağırlıklandırmaları istemişlerdir.

Uzmanlardan, ilk iki bölümdekileri kendi aralarında toplamaları 1 olacak şekilde ($0 < w < 1$), son bölümdekileri ise önem derecesine göre 1 ile 5 arasında ağırlandırmaları istenmiştir. Kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için uzmanlara gönderilen anketi 5 uzman yanıtlamıştır. Verilen yanıtlar sonucunda her bir kriterin yalın üretim olgunluk düzeyi üzerindeki ağırlıkları hesaplanmıştır [9].

İkilinin yalın uzmanlara gönderdiği anket sonuçlarına göre, modellerinde yer alan 3 boyuttan, bir organizasyonun yalınlığına en fazla etki eden boyutun Altyapı olduğu gözlemlenmiştir. Bu boyutu Araç ve Yöntemler boyutu takip etmektedir. Teknoloji boyutunun ağırlığı %16,2 iken, Altyapı ve Araç ve Yöntemler boyutlarının ağırlıkları sırasıyla %58,1 ve %25,7 olarak belirlenmiştir [9].

Altyapı boyutunda yer alan alt boyutların ağırlıklarına incelendiğinde; Çalışanlar, Organizasyonel Yeterlilik ve Yönetim alt boyutları ağırlıklarının sırasıyla %17.1, %41,9 ve %41 olduğu görülmektedir. Bu da uzmanların görüşüne göre organizasyonların yalınlaşmasında çalışanlardan çok yönetim ve organizasyonun önemli olduğunu göstermektedir [9].

İkili geliştirdikleri modelin uygulamasını İran'lı araba üreticisi Bahman Motor'da gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda, Bahman Motor'un her üç boyut için de Belirgin düzeyde bulunduğu belirlenmiştir [9].

Ahlmark ve Eklund doktora tezlerinde, Belçika ve İsveç'te faaliyet gösteren bir işletmenin Gamma Perakende Sistemi (Gamma Retail System) adını verdiği, temeli yalın üretim prensiplerine dayalı sistemin olgunluk düzeyini araştırmak istemişlerdir. Yalın olgunluk düzeyini ölçmek adına hazırladıkları sorulara, işletmenin vereceği cevaplara göre, sistemin olgunluk düzeyini belirlemek istemişlerdir. 6 ana başlık altında sorulan sorulara verilecek her bir cevaba ait puanlar bulunmaktadır. Bu başlıklar ve her bir başlıkta alınabilecek toplam puanlar aşağıda gösterilmiştir.

- Müşteri Değeri – 20 puan
- Yönetim Arzusu – 40 puan
- Toplantılar – 10 puan
- İyileştirme – 14 puan
- Bağlılık Derecesi – 12 puan
- Görselleşme Derecesi – 14 puan

Verilen cevaplara göre elde edilen puanlar toplandığında aşağıda yer alan aralıklara göre işletmenin farklı atölyelerinin yalınlık düzeyi belirlenmiştir [41].

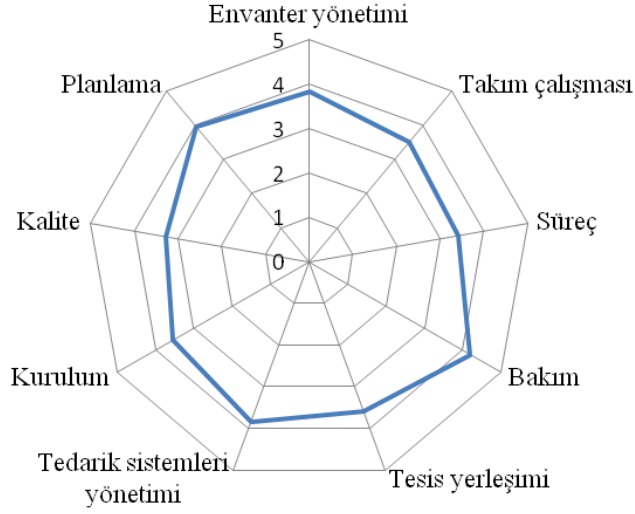
- 75 – 100 arasında ise 4. seviye
- 50 – 74 arasında ise 3. seviye
- 25 – 49 arasında ise 2. seviye
- 0 – 24 arasında ise 1. seviye olarak belirlenir.

Değişik sektörlerden toplam 32 işletmeyle yapılan anket ile Hindistan’da faaliyet gösteren işletmelerin yalın olgunluk seviyesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada; Envanter Yönetimi, Takım Çalışması, Süreç, Bakım, Tesis Yerleşimi, Tedarik Sistemleri Yönetimi, Kurulum, Kalite ve Planlama kriterlerinin yer aldığı Lee’nin modeli kullanılmıştır. Yalnız bu çalışmada 2 boyut araştırılmak istenmiştir. İlk boyutun belirlenmesi için, çalışanlar ve yöneticilerle görüşülmüştür. Bununla bireylerin yalın farkındalık seviyelerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bunu yaparken X Modülü adını verdikleri anketi kullanan araştırmacılar; diğer boyutta Y Modülü ile, organizasyonun yalın olgunluk seviyesini belirlenmek istemişlerdir [42].

Y Modülü ile belirlenen, 32 işletmenin 9 boyut bazında yalın olgunluk seviyeleri ortalamalarına ait radar diyagramı Şekil 3.3’te görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, Bakım (4,19) ve Planlama (3,97) kriterleri, en yüksek değerlere sahip iki kriterdir. Bu sonuç, Taj’ın Çin’de faaliyet gösteren 65 işletme ile yaptığı çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermektedir [42].

Araştırmaya katılan işletmelerin yalın olgunluk ve yalın farkındalık düzeylerin gösterildiği matris Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, araştırmaya katılan şirketlerin %36’sı düşük yalın farkındalık düzeyinde bulunurken; geri kalan %64’ü oluşturan yüksek farkındalık seviyesine sahip işletmelerin, sadece

%32'si yüksek yalın olgunluk seviyesine sahiptir. Bütün işletmeler içerisinde, düşük farkındalık seviyesinde bulunan ve düşük yalın olgunluk derecesine sahip işletme oranı %20'dir.



Şekil 3.3 : Y modülü ile belirlenen yalın olgunluk seviyelerinin radar diyagramı [42].

Çizelge 3.2 : Araştırmaya katılan işletmelerin yalınlık durumları matrisi [42].

Yalın olgunluk seviyesi	Yalın farkındalık seviyesi	
	Düşük	Yüksek
Yüksek	0,00	0,32
Orta	0,16	0,24
Düşük	0,20	0,08

Çalışmada yer alan organizasyonların %40'nı, üretim sektörü; %40'ı kimya sektörü, geri kalan %20'si ise petrokimya, enerji ve dayanıksız tüketim malları sektörlerinde faaliyet gösteren işletmeler oluşturmaktadır. Araştırmada ağırlıklarının fazla olması nedeniyle üretim ve kimya sektörlerini karşılaştırmak istenirse; kimya sektörünün yalın olgunluk için 3,847, yalın farkındalık için 3,08 ortalama ile aynı değerlerin sırasıyla 3,512 ve 2,985 olduğu üretim sektörüne göre daha iyi durumda olduğu söylenebilir. Bunun yanında her iki boyutta da düşük seviyede bulunan organizasyonlar içerisinde üretim sektöründe bulunanların oranının %80 olması, Hindistan'da üretim sektöründe faaliyet gösteren organizasyonların yalın farkındalık ve olgunluk seviyelerinin istenen düzeyde olmadığı yorumunun yapılmasına neden olmuştur. [42].

Yukarda sıralanan, yalın üretim olgunluk düzeyi belirlemeye yönelik hazırlanan modellerin birkaçı, bazı yalın felsefe araçlarını göz ardı etmektedir. Örnek olarak Karlsson&Ahlstrom, Soriano-Meier&Forrester ve Greene'nin modellerinde

tedarikçinin rolü dikkate alınmamıştır. Tedarikçinin, ürün geliştirme ekibinin ayrılmaz bir parçası olduğu, kimi çalışmalarda dile getirilmiştir [9].

Goodson'ın, organizasyonların yalın uzmanları işletmelerinde ağırlayarak, onların gözlem yapmasını gerektiren tesisi hızlıca okumak modelinde, gerçek yalın uzmanlarına ulaşmanın çok zor olacağı tahmin edilebilir. Ayrıca bu çözümün oldukça maliyetli olacağı söylenebilir.

Bohemia'nın modeli haricinde, hiçbir model teknoloji kriterini göz önüne almamıştır. Yalın üretim teknikleriyle entegre haldeki teknolojinin, organizasyonda kalite, maliyet, zaman, üretkenlik, güvenlik, envanter kontrolü, insan kaynakları, moral ve katılım kriterlerinde bir iyileşmeye neden olduğu belirlenmiştir [9].

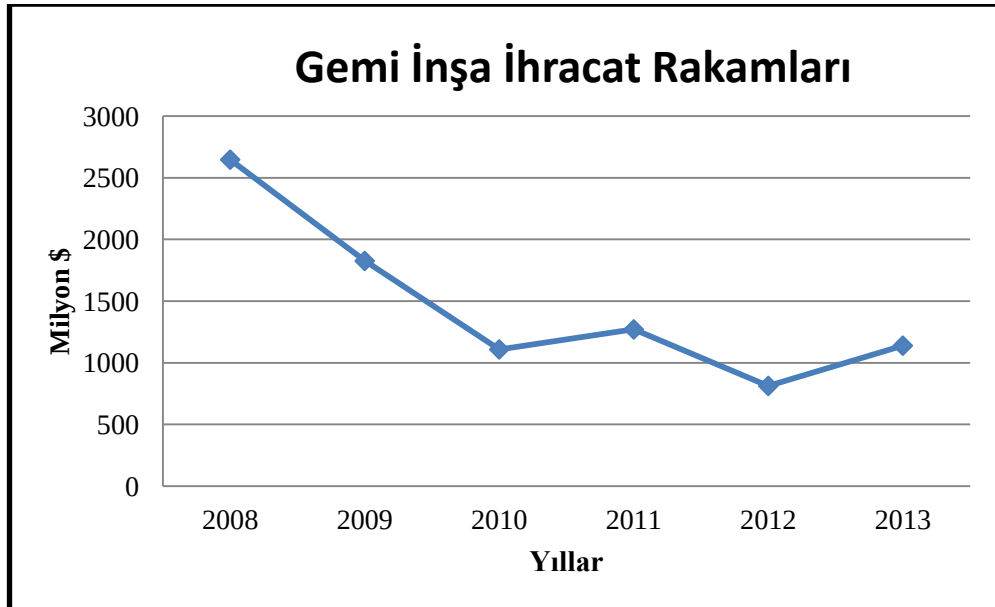
Tüm bu söylenenler dikkate alınarak, bir sonraki bölümde, gemi inşaatında yalın üretim düzeyini belirlemek üzere bir model tasarımı yapılacaktır. Devamında ise, oluşturulan model kullanılarak yapılan çalışmaya yer verilmiştir.

4. GEMİ İNŞAATI SEKTÖRÜNDE YALIN ÜRETİM OLGUNLUK ANALİZİ

Bu bölümde Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin yalın olgunluk düzeylerini belirlemek adına yapılan analizler yer almaktadır. Yapılan analizlerden önce, Türkiye gemi inşa endüstrisinin son durumuna bakmak yararlı olacaktır. Sektörün son durumuna baktıktan sonra, sırasıyla araştırmanın evreni, yöntemi ve modelinden bahsedilmiştir. En son olarak yapılan analizler açıklanmıştır.

4.1 Türkiye’de Faaliyet Gösteren Tersanelerin Durumu

Türkiye’de özel sektöre ait gemi inşa ve bakım-onarım tersanelerinin toplamı 72 adettir. Bu tersanelerden 27 adedi İstanbul Tuzla Tersaneler Bölgesi’nde, 21 adedi Yalova, 8 adedi Karadeniz Ereğli, 6 adedi Körfez/Kocaeli’de bulunmakta olup, ayrıca 2 adet Çanakkale’de, birer adet Trabzon, Samsun, Hatay, Kastamonu, Adana, Ordu, İnebolu ve Sakarya’da konuşlanmış durumdadır [43].



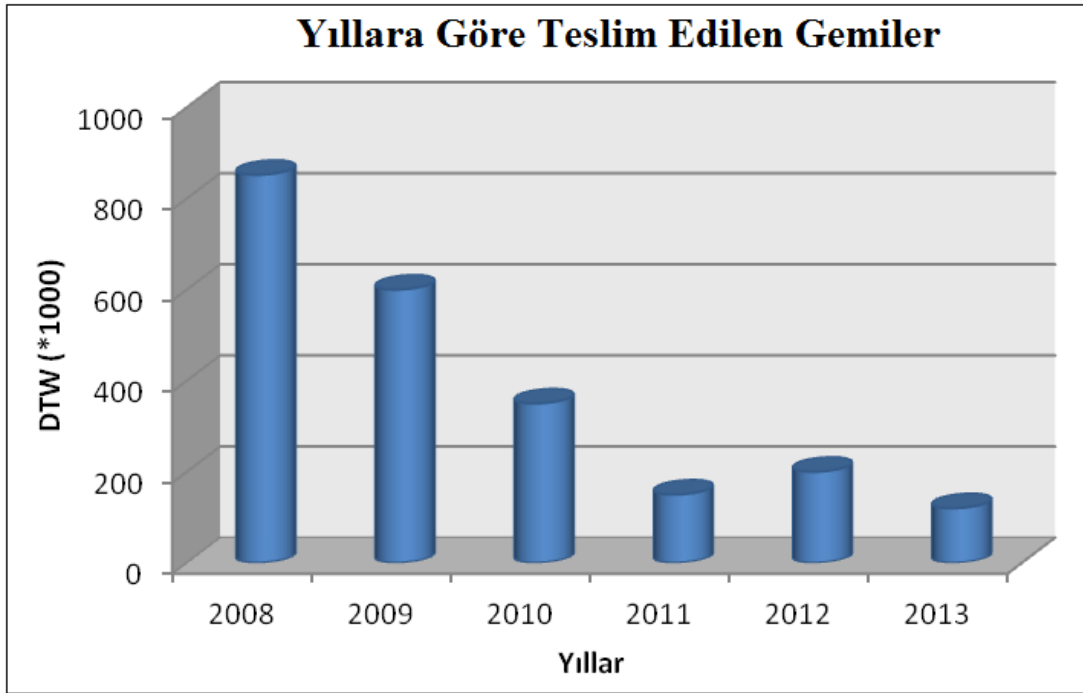
Şekil 4.1 : Yıllara göre gemi inşa ihracat rakamları [43].

Şekil 4.1’de yer alan Türkiye gemi ihracatı rakamlarına bakıldığında, 2008 yılı sonu ile 2013 yılı değerleri arasında yaklaşık 1,5 milyar Dolar fark olduğu anlaşılmaktadır.

2008 yılından sonra ihracatta yaşanan bu düşüş göz önüne alındığında, 2008 yılı küresel krizinin, Türkiye gemi inşaatı endüstrisini de etkilediği söylenebilir.

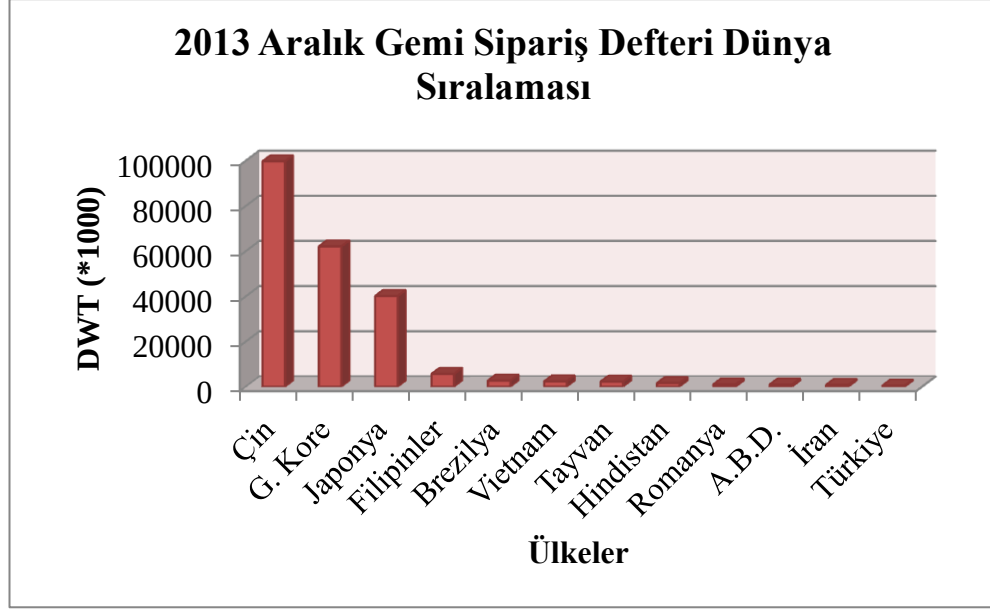
İstanbul, gemi ihracatının %65,23'ünü tek başına karşılamaktadır. Sektörün diğer önemli ili Yalova'nın aldığı pay ise %24,16 olarak gerçekleşmiştir. Bu iki il Türkiye'nin 2013'teki toplam gemi dış satımının %89,40'ını (1 milyar 40 milyon 282 bin Dolar) karşılamıştır [43]. Tersanelerin dağılımı ve ihracat rakamları incelendiğinde, araştırmada yer alan Tuzla bölgesinde faaliyet gösteren tersanelerin fazlalığı normal karşılanacaktır.

Tersaneler, 1995-2001 yılları arasında toplam 836.000 DWT'luk 166 adet geminin, 2002-2013 yılları arasında ise toplam 4.526.000 DWT'luk 870 adet geminin teslimini gerçekleştirmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde, 2008 yılında Türkiye tersanelerinin -dünyadaki gemi inşa sipariş patlaması ile birlikte- 8 milyonun üzerine çıkan teslim edilen gemi DWT'unun, 2008 yılından itibaren düşüş gösterdiği görülecektir [43].



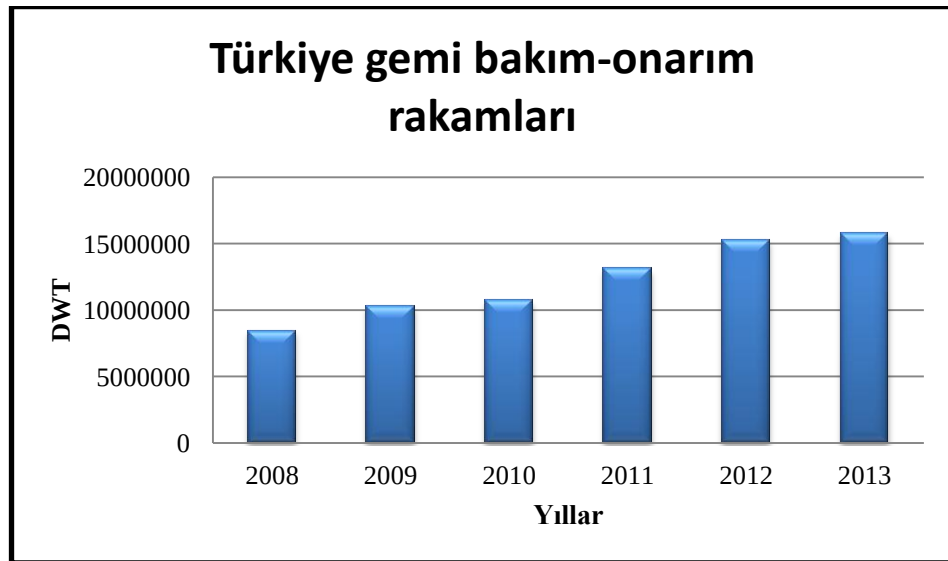
Şekil 4.2 : Yıllara göre teslim edilen toplam gemi DWT'ları [43].

2008 yılı sonunda yeni gemi sipariş defteri yaklaşık 4,5 milyon DWT iken, 2013 yılı sonunda bu rakam 500 bin DWT'lara kadar gerilemiştir. 2013 Aralık gemi sipariş defteri dünya sıralamasında, Türkiye 497589 DWT ile dünya 12.'si durumundadır [43]. Bu durum Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : 2013 Aralık gemi sipariş defteri dünya sıralaması [43].

2008 yılı öncesine kadar yeni gemi inşa yapan tersaneler, küresel krizin getirdiği sipariş iptalleri ve yeni siparişlerin gelmemesi ile birlikte, bakım-onarım faaliyetlerini arttırmışlardır. Bu durum, 2008 yılından itibaren bakım-onarımı yapılan gemi DWT rakamlarının gösterildiği Şekil 4.4'ten rahatlıkla görülebilir. Tersaneler, küresel ekonomik krizin etkilerini göstermeye başladığı 2008 döneminde 8.000.000 DWT'luk bakım-onarım faaliyet gösteriyorlardı. Yeni gemi inşa siparişi alamayan tersaneler, 2013 yılında 15.755.206 DWT'luk gemi bakım-onarım faaliyet rakamı ile önceki bir iki yılda olduğu gibi, bu alanda yükselen bir eğilim ile faaliyetlerine devam etmektedir [43].



Şekil 4.4 : Yıllara göre gemi bakım-onarım rakamları [43].

4.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırmanın GİSBİR'e üye ve üretim yapan tersanelerle yapılmasına karar verilmiştir. Toplam sayısı 69 olan GİSBİR üyelerinden üretim yapmayan alt işveren kooperatifleri ve yan sanayi kooperatifleri araştırma evreninden çıkartılmıştır [44]. Tersanelere ulaşmak için Gemi Mühendisleri Odası'ndan istenen tersane bilgileri sonrasında, GİSBİR'e üye olmayan ve üretim yapan tersanelerin varlığı belirlenmiş, söz konusu işletmelerin de araştırma kapsamına alınmasına karar verilmiştir. Verilen bu karar sonrası araştırma evreni 70 olarak belirlenmiş ve bu işletmelerin tamamına ulaşmadaki zaman ve maddi kısıtlardan dolayı örneklem alınması yoluna gidilmiştir.

En basit tanımıyla örneklem, belli kurallara göre, belli bir evrenden seçilmiş ve seçildiği evreni temsil yeterliği kabul edilen küçük bir küme olarak söylenebilir. Örneklem evrenin bir parçasıdır ve hem araştırma, hem de istatistikî olarak büyük önem arz etmektedir. Örneklem seçilirken, örneklem temsil yeteneği taşımasına ve yeterli büyüklükte olmasına dikkat etmek gerekir [45].

Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi konusunda araştırmacılara yardımcı olmak amacıyla bazı formüller geliştirilmiştir. Örneklem büyüklüğünü saptamak için denklem 4.1'de gösterilen basit örneklem formülünden yararlanılmıştır [46].

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + t^2 \cdot p \cdot q} \quad (4.1)$$

Bu formülde;

n = Örneklem sayısı

N = Evren sayısı

t = Standart normal dağılım tablo değeri

p: İncelenen olayın görüş sıklığı,

q: İncelenen olayın görülmeyiş sıklığı,

d: Olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen sapma, diğer bir deyişle katlanılabilir nispi standart hata oranıdır.

Araştırmada topluluk oranı ve tahmini ifade edilen p değeri, konu ile ilgili benzer araştırmalar ve literatür incelenerek 0,5 olarak alınmıştır. Formülde kullanılacak olan p ve q değerleri toplamı 1 olması gerektiğinden, q değeri de 0,5 olarak alınmıştır.

Katlanabilir standart hata oranı, diğer bir ifade ile duyarlılık, %3-10 arasında seçilmelidir [46]. Tahmin edileceği gibi duyarlılık ne kadar düşük olursa örneklem sayısı artacak ve böylece araştırmanın güvenilirliği yükselecektir. Yani duyarlılık oranı %3'e yaklaştıkça güvenilirlik artacak, %10'a yaklaştıkça da güvenilirlik azalacaktır. Zaman ve maddi kısıtlar göz önüne alındığında, çalışma için duyarlılık oranı, üst limit değeri olan %10 olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte araştırmanın belirli bir güven aralığında da bulunması gerekmektedir. Bu araştırma için belirlenen güven aralığı %95'dir. Bu güven aralığı $\pm$ %2,5 olarak dikkate alınmaktadır. Standart normal dağılım tablo değeri olan t değeri ise, bu güven aralığı için 1,96 değeridir. Formülde kullanılacak t değeri bu şekilde hesaplanmış olmaktadır.

Belirlenen aralıklar, değerler ve hesaplanan parametreler örneklem bulmadaki kullanılacak olan formülde yerine konduğunda, araştırma için anket yapılması gereken firma sayısı en az 41 olarak hesaplanmıştır.

4.3 Araştırmanın Yöntemi

Gemi inşaatı sektöründe faaliyet gösteren tersanelerin yalın üretim tekniklerinin uygulanma seviyesinin analiz edildiği bu çalışmada yöntem olarak anket çalışması seçilmiştir. Demografik bilgiler haricinde, ankette toplam 38 adet soru yer almaktadır.

Araştırmanın ilk adımı olarak anket tasarlanmıştır. Hazırlanan anket çalışmasıyla öncelikle firma yapısı ile ilgili genel bilgiler (tersane çalışma alanı, çalışan sayısı, işletmenin 2013 yılı için ciro miktarı ve yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi) sorgulanmıştır. Sonrasında yalın üretim teknikleri kullanımı ile ilgili 6 başlıkta 38 ifade hazırlanmıştır.

Bunlar;

- İsrafların Ortadan Kaldırılması (Üretim sırasında ortaya çıkan israfların düzeylerini belirlemek üzere yöneltilen 7 soru),
- İş Aktiviteleri (Grup teknolojileri, kanban, tek parça ürün akışı gibi aktivitelerin varlığını sorgulamak üzere yöneltilen 6 soru),
- Sürekli İyileştirme (Kalite çemberi, çalışanlara verilen eğitimler gibi iyileştirme çalışmalarının varlığını sorgulamak üzere yöneltilen 7 soru),

- Tedarikçi Yönetimi (Tedarikçi ilişkilerini ortaya koyan zere yöneltilen 5 soru),
- Bakım (Periyodik bakım, TÜB gibi bakım adına yapılan çalışmaların varlığını sorgulamak üzere yöneltilen 5 soru),
- Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği'dir (Depo için ayrılan alanın toplam alana oranının, 5S faaliyetlerinin ve üretime yardımcı sistemlerin varlığının sorgulanmak üzere yöneltilen 8 soru). Anket Ek A'da gösterilmiştir.

Ankette, tersaneler hakkında genel bilgi edinmek için sorulan sorular açık uçludur. Onun haricindeki tüm sorular kapalı uçludur. Kapalı uçlu soruların büyük çoğunluğunda 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Likert ölçeği kullanılmayan kapalı uçlu sorular çoktan seçmelidir ve soruda belirtilen seçeneklerden birisinin işaretlenmesi istenmiştir.

Ankete yer alan soruların bazılarını olumsuz yaparak, ankete katılan kişilerin dikkatini sürekli kılmak amaçlanmıştır.

Ankete katılan kişilerden, ankette bulunan soruları okuyup, kendileri için uygun olan cevabı vermeleri istenmiştir. 5'li Likert ölçeğinin bulunduğu sorulara cevap olarak “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” cevaplarını vermeleri istenmiştir. Veriler değerlendirilirken; kesinlikle katılmıyorum seçeneğinin 0, katılmıyorum seçeneğinin 1, kararsızım seçeneğinin 2, katılıyorum seçeneğinin 3 ve kesinlikle katılıyorum seçeneğinin 4 puan olduğu göz önüne alınmalıdır.

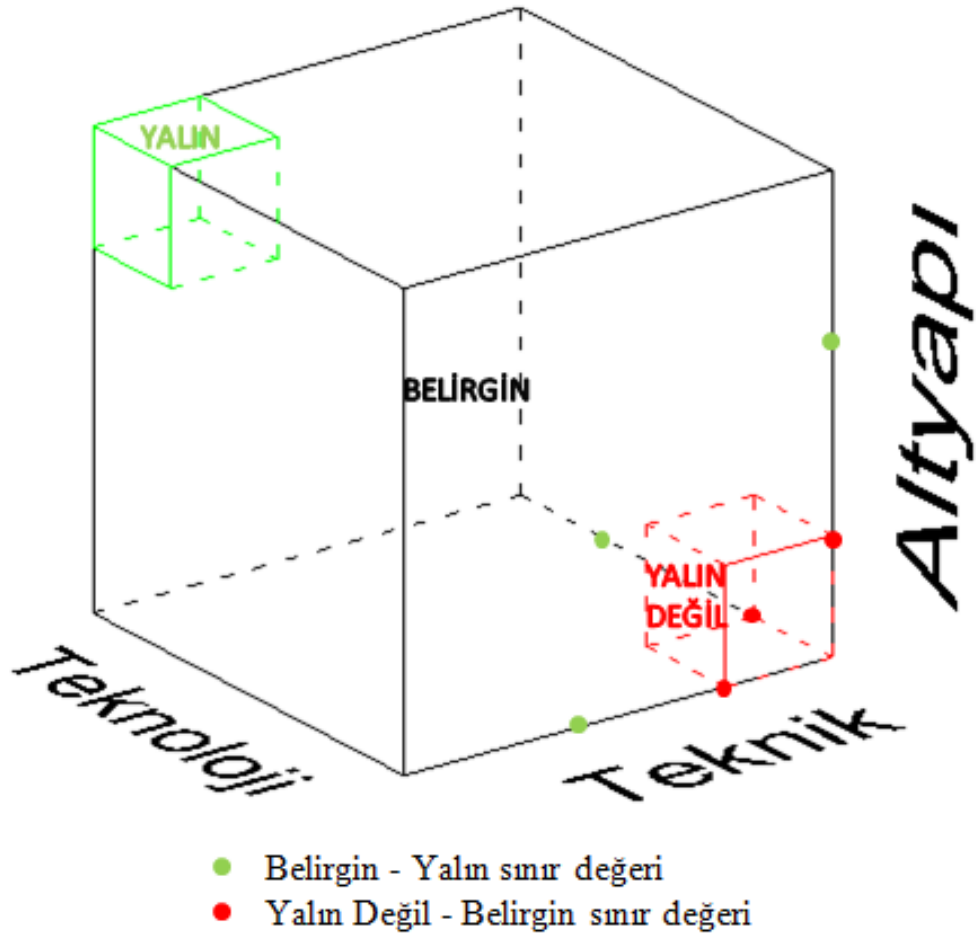
Anket tasarımı yapıldıktan sonra, bilgileri GMO'dan alınan tersanelere, internet üzerinde oluşturulan anket gönderilmiştir. Tedarikçi Yönetimi bölümü haricindeki bölümlerin, üretim bölümü yöneticileri tarafından doldurulması istenmiştir. Tedarikçi Yönetimi bölümündeki soruları ise verecekleri cevapların daha güvenilir olacağından dolayı, satın alma bölümü çalışanlarının yanıtlamaları istenmiştir.

Tuzla ve Yalova civarında bulunan tersanelere yapılan ziyaretler sonucunda, önemli bir miktar katılım sağlanmıştır. Tüm yapılan yüz yüze görüşmeler ve elektronik posta aracılığıyla elde edilen anketlerden 41'inin kullanılabilir olduğu belirlenmiş ve analize katılmıştır. Yapılan anketlerin veri düzenlemeleri (olumsuz soruların çevrilmesi vs.) yapıldıktan sonra, analiz ve değerlendirme için SPSS 22.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır.

4.4 Araştırmanın Modeli

Literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş ve gemi inşaatı sektörü için yalın olgunluk düzeyi belirleyen bir modelin olmadığı görülmüştür. Üretim süreçleri bakımından diğer endüstri dallarınıninkinden kısmen ayrılan gemi inşaatı sektörü için ayrı bir model tasarlanmasına karar verilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda 3 boyuttan oluşan bir model tasarlanmıştır. Teknik, Altyapı ve Teknoloji, bu tasarlanan modelin 3 eksenini temsil etmektedir. Modelin daha iyi anlaşılabilmesi için Şekil 4.5'te gösterilen şematik gösterimine bakılabilir. Şema incelenirse, modelde 3 adet yalın olgunluk düzeyi olduğu anlaşılabilir. Yalın Değil, Belirgin ve Yalın olmak üzere 3 yalın olgunluk düzeyinin olduğu modelde, şekilden de anlaşılacağı gibi, her üç boyut için de yalınlık sınır değerlerinin geçilmesi durumunda firmaların yalın bir üretim gerçekleştirdiği söylenebilir.

Modeli oluşturan üç boyut (Teknik, Altyapı ve Teknoloji) ve bunların detayları bir sonraki bölümde anlatılacaktır.



Şekil 4.5 : Araştırmada kullanılan olan modelin şematik gösterimi.

Yalın olgunluk düzeyi belirlemek için kullanılacak olan 38 kriterin önem derecelerinin eşit olup olmadığını sorgulamak ve sınır değerleri belirlemek için, gemi inşaatı üretim süreçleri ve yalın üretim konusunda bilgi sahibi akademisyen ve sektör uzmanları ile de anket yapılmıştır. Yapılan bu anket Ek A'dan görülebilir.

Akademisyen ve uzmanlara yöneltilen sorularda, yalın üretim olgunluk analizi için tasarlanan ankette yer alan kriterlerin, alt ve ana boyutların ne düzeyde önemli olduğu sorulmuş, cevap olarak ise “Son Derece Önemlidir”, “Önemlidir”, “Kararsızım”, “Önemli Değildir” ve “Hiç Önemli Değildir” cevaplarından birini vermeleri istenmiştir. Diğer bir ifade ile son derece önemlidir seçeneğinin 5, hiç önemli değildir seçeneğinin 1 puanı ifade ettiği 5’li Likert ölçeği kullanılmıştır.

4.4.1 Teknik boyutu

Yalın üretimde kullanılan teknikler, işletmelerin yalınlaşmasında önemli katkıya sahiptir [37]. Bu yüzden, işletmelerin yalın üretim olgunluk düzeyi belirleme analizi yapılırken, kullandıkları araç ve tekniklerin incelenmesi gerekmektedir.

Teknik boyutu altında “İSRAFLARIN ORTADAN KALDIRILMASI (IS)”, “İŞ AKTİVİTELERİ (IA)” ve “BAKIM (B)” alt boyutları yer almaktadır.

Yalın üretimde amaç, ürün ve ya hizmete değer katmayan bütün faaliyetlerin ortadan kaldırılmasıdır [14]. İsrafların Ortadan Kaldırılması alt boyutu, söz konusu faaliyetlerin varlığını sorgulamaktadır.

Üretimde grup teknolojileri ve kanbandan yararlanma durumu ve tek parça ürün akışının sağlanıp sağlanmadığı gibi kriterler İş Aktiviteleri alt boyutu ile sorgulanmak istenmiştir.

Ekipmanların arızaları, önleyici bakım çalışmaları, çalışır durumda olan ekipman oranı gibi kriterlerin sorgulandığı bakım alt boyutu da model için önemli bir yere sahiptir. Üretim sırasında yaşanan ekipman arızası, yalın üretimde israf olarak tanımlanan zaman kaybına neden olacağı için, yalın üretimde bakım konusuna daha sıkı bir şekilde dikkat edilmelidir [9].

Verilerin analizi kısmında yapılacak faktör analizi ile bu alt boyutların aynı boyutu temsil edip etmedikleri incelenecektir. İsrafların Ortadan Kaldırılması alt boyutunun altında 7 (IS1, IS2, IS3, IS4, IS5, IS6 ve IS7); İş Aktiviteleri alt boyutunun altında 6 (IA1, IA2, IA3, IA4, IA5 ve IA6) ve bakım alt boyutu altında 5 (B1, B2, B3, B4 ve

B5) kriter bulunmaktadır. Anketler ve kriterlerin açıklamaları Ek A'da yer almaktadır.

4.4.2 Altyapı boyutu

Yalın üretim prensiplerini başarıyla uygulayan işletmelerin iki tane ortak özelliği bulunmaktadır: Güçlü bir yönetim ve organizasyon kültürü değişimine duyulan arzu [9]. Bir işletmede bunların gerçekleşmesini sağlayan özelliğe altyapı denilmesi çok yanlış değildir.

Bu boyut altında “SÜREKLİ İYİLEŞTİRME” ve “TEDARİKÇİ YÖNETİMİ” alt boyutları yer almaktadır. Ekte A'da açıklamalarının bulunabileceği kriterlerden 7'si (SI1, SI2, SI3, SI4, SI5, SI6 ve SI7) Sürekli İyileştirme alt boyutunu, 5'i ise (T1, T2, T3, T4 ve T5) Tedarikçi Yönetimi alt boyutunu temsil etmektedir.

Yalın felsefenin benimsenmesi, organizasyon yapısında köklü bir değişim gerektirir. Tabii ki böyle bir değişimin yaşanması için öncelikle üst yönetimin değişimi gerçekten arzulaması gerekmektedir. Birçok araştırmacı, yalın felsefenin bir organizasyonda benimsenmesini, bir bina inşa etmeye benzetmektedir. Binanın ayakta kalabilmesi için ihtiyaç duyulan, temelde kullanılan bir çok materyal gibi, uygulanmaya çalışılan yalın felsefenin başarılı olması için bir çok kriter bulunmaktadır. Kimi araştırmacılar üst yönetimin bağlılığının söz konusu kriterler arasında en önemlisi olduğunu belirtmektedirler. Bunun yanında araştırmacılar, çalışanların iyileşme için harcadıkları eforun, yönetim kadrosu tarafından takdir edilmediğini hissetmeleri durumunda, yalın üretim uygulamaları başarısızlıkla sonuçlanabileceğini eklemektedirler [9].

Yalın üretimde denetçilerin (supervisor) rolü, diğer üretim sistemlerine göre biraz daha farklılaşmaktadır. Yalın üretimde denetçi, çalışanların yapmış oldukları işlerin basit bir kontrolünü yapan kişi olmaktan çıkmaktadır. Çünkü yalın üretimde çalışanlar, ürettikleri ara/nihai mamulün ilk kontrolünü kendileri yapmaktadırlar. Kusurlu ürünlerin kalite kontrol ekibine ulaşmadan ayırımına varıp, onları düzelten çalışanların varlığı, sürekli iyileşmeye katkı sağlayacaktır. Diğer bir bakış açısına göre, yalın üretim uygulayan işletmelerin, daha az kalite kontrol çalışanı bulundurmaları beklenmektedir [9].

Üretim hattında ilk kontrolü yapmalarının yanı sıra, bazı yalın felsefeyi benimseyen organizasyonlarda montaj hattı çalışanları, üründe buldukları hatanın üzerine, üretimi

durdurma yetkisine sahiptirler. Böylelikle kusurlu ürünün bir sonraki aşamaya geçmesi engellenmiş olmaktadır. Böylelikle, yalın üretimde ortadan kaldırılmaya çalışılan aktivitelerden olan, gereksiz işlemlerden kaçınılmış olunur [9].

Sürekli iyileştirme çalışmaları, organizasyonda çalışan herkesin katılımını ve üst yönetimin desteğini gerektirir. Kalite çemberi ekipleri oluşturmak ve çalışanlara eğitimler vermek, sürekli iyileşmeye ulaşmak için gerçekleştirilmesi gereken aktivitelerdir. Dünya'dan birkaç örnek vermek gerekirse:

- İtalya'da üretim yapmakta olan bir işletmelerde yapılan araştırmada, yalın üretim yapan işletmelerin daha çok problem çözme ekibine sahip olduğu, çalışanların çok yönlü üretim yapabildiği ve çalışanların süreç iyileştirme ile ilgili verdikleri önerilerin daha fazla dikkate alındığı belirlenmiştir [47].
- Amerika Birleşik Devletleri'nde üretim yapan 200 firma ile yapılan çalışmaya göre çalışanlarına daha fazla eğitim veren işletmelerde çalışanların uyum içerisinde çalıştığı belirlenmiştir [48].

Altyapı boyutunda yer alan Tedarikçi Yönetimi de yalın üretim için önemli olan konulardan biridir.

Tedarikçiler, müşterilerinin ürün dizaynında yer alabilmektedirler. Ürün geliştirme sürecinin kısalmasını sağlayan bu katılım, aynı zamanda maliyetlerin düşmesi ve pazarda avantajlı konuma geçmeyi sağlamaktadır. Tedarikçi ürün dizaynında yer aldığı zaman, üretici tedarikçinin çözebileceği sorun için fazladan zaman ve kaynak harcamak zorunda kalmayacaktır [35].

Çalışılan tedarikçi sayısının azaltılarak, var olan tedarikçilerle uzun süreli sözleşmeler yapılması, yalın tedarikçi yönetiminde gerçekleştirilmesi beklenen diğer bir durumdur [35]. Yalın üretim felsefesinde, tedarikçi yönetiminin hedefleri arasında, az miktarda tedarikçiye sahip olma, tedarikçiyi organizasyon içerisinde faaliyet gösteren bir ortak olarak görme yer almaktadır [49]. Yalın üretim felsefesinde tedarikçinin, organizasyonun bir parçası olduğu göz önüne alındığında; tedarikçinin sağladığı ham maddelerin kontrolünün yapılmadan üretimde kullanılması, beklenen bir durum olacaktır [8].

Anketin Sürekli İyileştirme alt boyutu kısmında, çalışanların süreç iyileştirmeye ile ilgili verdikleri önerilerin üst yönetimce benimsenme sıklığı, çalışanların hata çözümü ve önlenmesi konularında eğitimlere tabi tutulma durumu, makine ve

araçların iyileştirilmesinin düzenli yapılıp yapılmadığı, hata önleme araçlarının kullanılma derecesi, çok yönlü çalışan oranı, kalite çemberinden yararlanıp yararlanılmadığı ve çalışanların bir hata gördükleri vakit hattı durdurma yetkilerinin olup olmadığı sorgulanmak istenmiştir.

Tedarikçi Yönetimi kısmında ise, tersanelerin kritik ürünler için tedarikçi sayısı, yapılan teslimatların kalitesi ile ilgili tedarikçi ile bilgi akışında bulunulup bulunulmadığı, tedarikçinin sağladığı ürünlerin tam zamanında üretime katılıp katılmadığı, tedarikçilerin işletmenin ürettiği ürünlerin dizaynında yer alıp almadığı ve tedarik edilen ürünlerin denetlenmeye ihtiyaç duymadan üretimde kullanılıp kullanılmadığı kriterleri sorgulanmıştır.

4.4.3 Teknoloji boyutu

Üretim teknolojisindeki iyileşmeler bir işletmenin verimliliğine önemli katkı sağlamaktadır. İşletmelerin daha verimli bir üretim sağlamaları için, üretimin gerek planlanmasında gerekse gerçekleştirilmesinde kullanılan teknolojiler gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Teknoloji boyutunun alt boyutu olan Tesis Yeterliliği ve Yerleşimi'nde, bahsedilen teknolojilerden ERP, IT ve CAM uygulamalarının varlıkları sorgulanmak istenmiştir.

Bir organizasyon fiziksel durumu da onun verimliliğine etki eden faktörlerden birisidir. En basit şekilde, bir organizasyon alanının etkin bir şekilde kullanılması, onun üretkenliğinde etkili olduğu söylenebilir. Bir organizasyonun alanının büyük olması, onun verimli bir işletme olduğunu garanti etmemektedir [50].

Organizasyon alanının etkin kullanılmasının yanı sıra, çalışma alanlarının temiz ve düzenli olması da üretkenlik üzerinde etkili olmaktadır [26]

Ayrıca tesise gelen ziyaretçinin üretim sürecini kavrama kolaylığı da, tesisin yalınlığının belirlenmesinde yararlanılan bir kriterdir. Görsel Tesis (Visual Factory) kavramıyla açıklanan bu duruma göre, tesise gelen ziyaretçinin, üretim sürecini kolayca anlaması, tesisin daha düzenli bir şekilde işlediğinin kanıtı olmaktadır [29].

Tüm bu söylenenler ışığında; organizasyon alanı içerisinde envantere ayrılan alan, 5S uygulamalarının varlığı ve kullanılan teknolojilerin sorgulandığı bu boyutta “TESİS YERLEŞİMİ VE YETERLİLİĞİ” alt boyutunda 8 adet kriter (TY1, TY2, TY3, TY4, TY5, TY6, TY7 ve TY8) yer almaktadır.

4.4.4 Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması

Akademisyenlerden elde edilen değerler sonrasında, kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken izlenecek yol şu şekildedir: Ana ve alt boyutlar için elde edilen değerler, söz konusu boyutta bulunan diğer boyutların toplamıyla 1 olacak şekilde, 0 ile 1 arasında bir değere dönüştürülmüştür. Tüm bunlar yapıldıktan sonra, bir kriterin ağırlığını hesaplamak için yapılması gereken şunlardır: Kriter için 5 üzerinden verilen puan ile o kritere ait alt ve ana boyut için elde edilen değerler çarpılmalıdır.

Ankete katılan 3 akademisyenin verdikleri cevaplardan elde edilen verilere göre hesaplanan bütün kriterlerin nihai ağırlıkları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Nihai kriter ağırlıkları.

Ana boyut ve ağırlığı		Alt boyut ve ağırlığı		Kriter ve ağırlığı		Nihai kriter ağırlığı	
TEKNİK	0,368	IS	0,375	IS1	3,3	0,461	
				IS2	4,7	0,645	
				IS3	4,7	0,645	
				IS4	4	0,553	
				IS5	4,3	0,599	
				IS6	4,3	0,599	
				IS7	4,7	0,645	
		IA	0,325	IA1	4,7	0,559	
				IA2	4	0,479	
				IA3	4,3	0,519	
				IA4	3,3	0,399	
				IA5	3,3	0,399	
				IA6	4	0,479	
		B	0,3	B1	3,7	0,405	
				B2	4,3	0,479	
				B3	4,3	0,479	
				B4	4,3	0,479	
				B5	4	0,442	
ALTYAPI	0,289	SI	0,542	SI1	4,7	0,732	
				SI2	3,7	0,575	
				SI3	4	0,627	
				SI4	4	0,627	
				SI5	3	0,47	
				SI6	4,3	0,679	
				SI7	3	0,47	
		T	0,458	T1	4,3	0,575	
				T2	4,7	0,619	

Çizelge 4.1 (devam): Nihai kriter ağırlıkları.

Ana boyut ve ağırlığı		Alt boyut ve ağırlığı		Kriter ve ağırlığı		Nihai kriter ağırlığı
ALTYAPI	0,289	T	0,458	T3	4	0,531
				T4	4	0,531
				T5	3,3	0,442
TEKNOLOJİ	0,342	TY	1	TY1	3,7	1,254
				TY2	2,3	0,798
				TY3	4	1,368
				TY4	4	1,368
				TY5	4,3	1,482
				TY6	3,7	1,254
				TY7	4,3	1,482
				TY8	4,3	1,482

Çizelgeden görüleceği gibi, ankete katılan akademisyenlere göre bir organizasyonun yalınlaşmasına ana boyutlar için en önemli katkıyı %36,8 ile Teknik ana boyutu sağlamaktadır. Bunu %34,2 ve %28,9 ile sırasıyla Teknoloji ve Altyapı takip etmektedir.

Yalınlaşmada en çok öneme sahip ana boyut olan Teknik ana boyutunda yer alan alt boyutlarının önem dereceleri sırasıyla, İsrarların Ortadan Kaldırılması, İş Aktiviteler, ve Bakım'dır. Yani söylenebilir ki, modelde yer alan 6 alt boyut içerisinde, yalın olgunluğa erişmede en önemli alt boyut İsrarların Ortadan Kaldırılması'dır.

Altyapı ana boyutunda, Sürekli İyileştirme alt boyutunun Tedarikçi Yönetimi'nden daha fazla öneme sahip olduğu da çizelgeden çıkarılabilecek diğer sonuçlar arasındadır.

Teknoloji ana boyutunda Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği haricinde, ikinci bir alt boyut bulunmaması, söz konusu boyuta ait kriterlerin ağırlıklarının yüksek çıkmasına sebep olmuştur. Buna göre tersanelerde TY5 (Periyodik olarak 5S denetimlerinin yapılıyor olması), TY7 (ERP modüllerinin kullanılıyor olması) ve TY8 (IT araçlarının kullanılıyor olması), tersanelerin yalınlaşmasına en önemli katkıyı yapan kriterlerdir. Bu boyuttaki bütün değerlerin yüksek çıkmasına rağmen TY2 (Üretim sürecinin, işletmeye gelen yabancı birinin kolaylıkla anlayabilecek şekilde olması) kriterin oldukça düşük çıkması, bu kriterin bir tersanenin yalın olgunluğa erişmesinde çok da önemli olmadığı sonucuna varılmasını sağlamaktadır.

Teknoloji boyutunun durumu göz ardı edildiğinde, yalın olgunluğa erişmede önemli olan kriterlerin başında SI1 (Son çıkan metotların takip edilip, makine ve araçların bunlar doğrultusunda iyileştirilmesinin düzenli olarak yapılması), SI6 (Kalite çemberi aracından bütünüyle yararlanılması) ve IS2 (Üretim sonrası çıkan hurda miktarı) sayılabilir.

Akademisyenlere göre yalın olgunluğa en az etki eden kriterler incelendiğinde, IA5 (Üretim hatlarında tek parça ürün akışının sağlanmış olması) ve IA4 (Yarı mamul haldeki ürünlerin kanban sistemi ile takip edilmesi) kriterleri göze çarpmaktadır. Gemi üretim süreci göz önüne getirildiğinde gerçekleştirilmesi zor olan bu iki kriterin, yalın gemi inşaatı için önem derecesinin düşük olarak belirlenmesi çok da şaşırtıcı değildir.

4.4.5 Her bir boyut için sınır değerlerinin hesaplanması

Her bir boyutun sınır değeri denklem 4.2 ve denklem 4.3 ile hesaplanır [9,36].

Yalın Değil-Belirgin sınır değeri için:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \quad (4.2)$$

Belirgin-Yalın sınır değeri için:

$$S_j = \sum_{i=1}^n 3 * w_i \quad (4.3)$$

Bu formülde;

w : Ağırlık

n : Boyuttaki kriter sayısı

j : Ana boyutlar (Teknik, Altyapı ve Teknoloji)

Akademisyenlerden elde edilen veriler sonrasında ve yukarıdaki denklemler yardımıyla her bir boyut için hesaplanan sınır değerleri Çizelge 4.2’de yer almaktadır.

Tersanelerin yalın olgunluk düzeyi aşağıdaki gibi belirlenir.

- Eğer bir tersane her 3 boyutta da 1. grupta ise, söz konusu tersane “Yalın”,

- Eğer bir tersane her 3 boyutta da 3. grupta ise, söz konusu tersane “Yalın Değil”,
- Diğer bütün kombinasyonlarda, söz konusu tersane “Belirgin” düzeyinde olacaktır.

Çizelge 4.2 : Sınır değerler ve grupların kategorize edilmesi.

	Teknik		Altyapı		Teknoloji	
	Sınır değeri	Grup	Sınır değeri	Grup	Sınır değeri	Grup
Yalın	> 29,03	1	> 19,40	1	> 31,47	1
Belirgin	9,68-29,03	2	6,47-19,40	2	10,49-31,47	2
Yalın Değil	< 9,68	3	< 6,47	3	< 10,49	3

4.5 Araştırmanın Bulgu Ve Sonuçları

Akademisyen ve sektör uzmanlarıyla yapılan anket verilerinin yardımıyla, modelde bulunan 38 kriterin ağırlıkları bir önceki bölümde hesaplanmıştı. Bu bölümde sırasıyla, tersanelere ait demografik verilerin analizi, tersanelerden elde edilen verilerin kullanılabilirliğini ölçmek üzere güvenilirlik analizi, modelde bulunan kriterler için doğrulayıcı faktör analizi yapılacaktır. Daha sonrasında, yalın olgunluk düzeyini belirlemek üzere oluşturulan model kullanılarak, Türkiye gemi inşaatı endüstrisinin yalınlık durumu incelenecektir. En son olarak, tersanelerin sahip oldukları demografik özelliklerin, yalın olgunluk düzeyleri üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılacaktır.

4.5.1 Demografik analizler

Ankete katılan tersanelere, alt işveren dâhil çalışan sayısı, tersane çalışma alanı (bakım-onarım, yeni inşaat veya her ikisi birden), son yıla ait ciro miktarı ve ne kadar süredir yalın üretim felsefesinden yararlandığı soruları yönlendirilmiştir. Ciro miktarı sorusuna alınan cevap sayısı, analiz için yeterli olmadığından bu değişkene ait analiz yapılamamıştır.

Öncelikle araştırmaya katılan tersanelerin, araştırma evrenini temsil etme derecesi incelenmek istense, Çizelge 4.3 ve Şekil 4.6’ya bakmak, bir fikir vermesi açısından yararlı olacaktır. Türk gemi inşaatı endüstrisinin kalbi olan Tuzla tersaneler bölgesinde faaliyet gösteren tersanelerin fazlalığı dikkat çekmektedir. Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin yarısından fazlasının bulunduğu Tuzla tersaneler

bölgesindeki tersanelerin, araştırmada en büyük paya sahip olmalarının normal bir durum olduğu söylenebilir [43].

Çizelge 4.3 : Araştırmaya katılan tersanelerin faaliyet gösterdikleri bölge.

Ankete katılan tersanelerin faaliyet gösterdikleri bölge	Frekans	Yüzde
Tuzla	25	%61
Yalova	9	%22
Kocaeli	4	%10
Sürmene	1	%2
Zonguldak	1	%2
Adana	1	%2
Toplam	41	%100

Araştırmaya katılan Yalova ve Kocaeli bölgelerinde yer alan tersanelerin, tüm tersanelere oranları sırasıyla %22 ve %10'dur. Tuzla'dan sonra en büyük öneme sahip Yalova bölgesinin de araştırmada Tuzla'dan sonra ikinci sırada yer alması, araştırma için seçilen örneklemin doğruluğunu kanıtlar şekildedir. Bunların yanı sıra, Türkiye'nin çeşitli yerlerinde faaliyet gösteren tersaneler arasında, Sürmene, Zonguldak ve Adana'da yer alan tersanelerin de araştırmada yer alması, ülkenin değişik yerlerinde faaliyet gösteren tersanelerin yalın olgunluk seviyelerini görme açısından önemlidir.



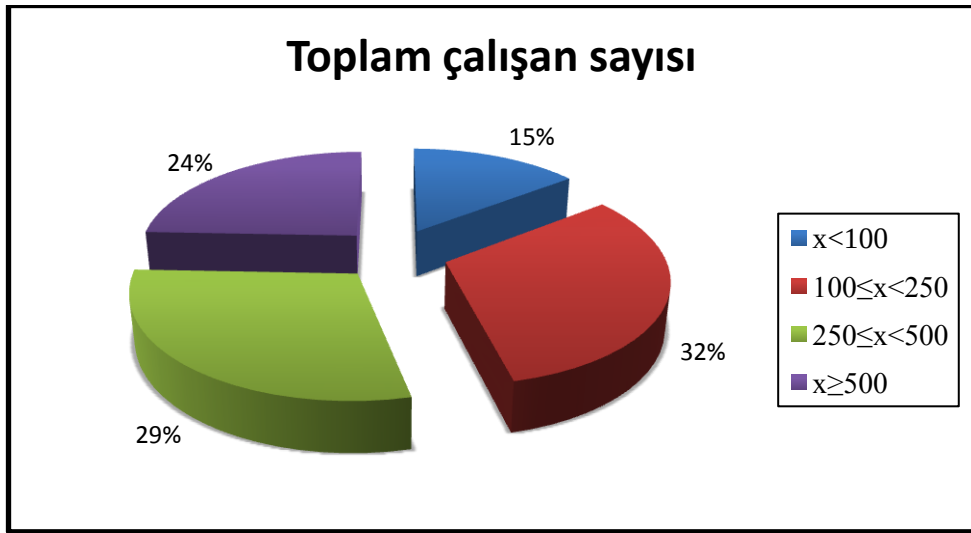
Şekil 4.6 : Araştırmaya katılan tersanelerin faaliyet gösterdikleri bölge dağılımı.

Araştırmaya katılan tersanelerin alt işveren dâhil çalışan sayılarına göre dağılımı Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Buna göre araştırmaya katılan 41 tersanenin %15'inin 100 kişiden az çalışanı bulunmaktadır.

Çizelge 4.4 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışan sayısı dağılımı.

Toplam çalışan sayısı (alt işveren dâhil)	Frekans	Yüzde
100'den az	6	%15
250 ile 100 arasında	13	%32
500 ile 250 arasında	12	%29
500'den fazla	10	%24
Toplam	41	%100

Katılımın en az payını çalışan sayısı 100'den küçük olan tersaneler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, 100 ile 250 kişi arasında çalışanı bulunan tersaneler %32'lik bir oranla en fazla paya sahiptir. 250 ile 500 kişi arasında çalışanı bulunan tersanelerin oranı %29'dur. 500'den fazla kişinin çalıştığı tersanelerin oranı %24 olarak gözlemlenmiştir.



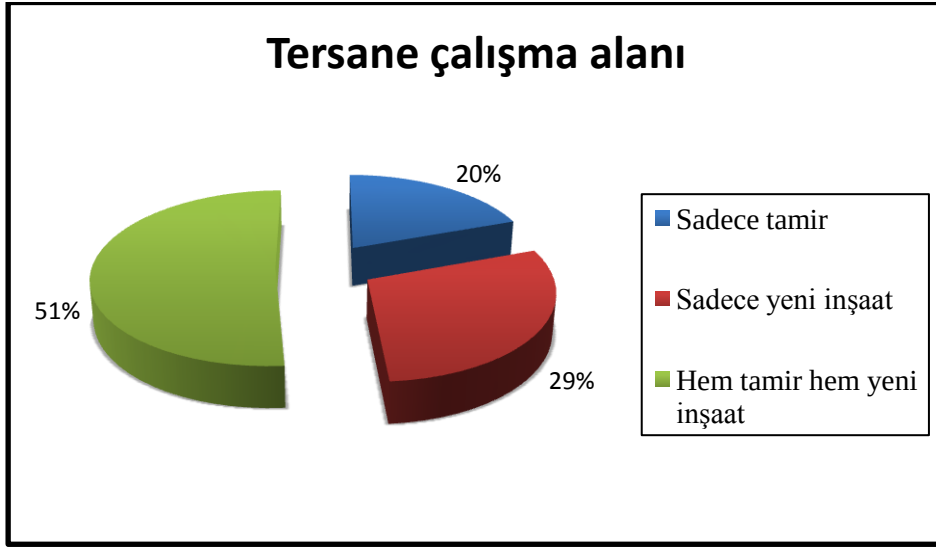
Şekil 4.7 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışan sayısı dağılımı.

Tersanelerin çalışma alanı, çalışmada önemli bir değişken olarak yer almaktadır. İlerleyen bölümlerde yapılacak olan analizlerle, yalın üretim olgunluk düzeyinin, tersanelerin çalışma alanlarına göre değişip değişmediği belirlenecektir. Çizelge 4.5'te ve Şekil 4.8'de araştırmaya katılan tersanelerin çalışma alanları ile ilgili çizelge ve şekil yer almaktadır.

Buna göre araştırmaya katılan 41 tersanenin %20'si sadece tamir-bakım alanında faaliyet göstermektedir. Katılımın en az payını bu tersaneler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, sadece yeni gemi inşaat eden tersaneler %29'lık bir orana sahiptir. Hem bakım-onarım hem de yeni gemi inşaat eden tersaneler en fazla paya sahiptirler. Araştırmaya katılan 41 tersanenin 21'i, diğer bir ifade ile %51'i bu tersanelerden oluşmaktadır.

Çizelge 4.5 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışma alanları.

Tersane çalışma alanı	Frekans	Yüzde
Sadece bakım-onarım	8	%20
Sadece yeni inşaat	12	%29
Hem bakım-onarım hem yeni inşaat	21	%51
Toplam	41	%100



Şekil 4.8 : Araştırmaya katılan tersanelerin çalışma alanları dağılımı.

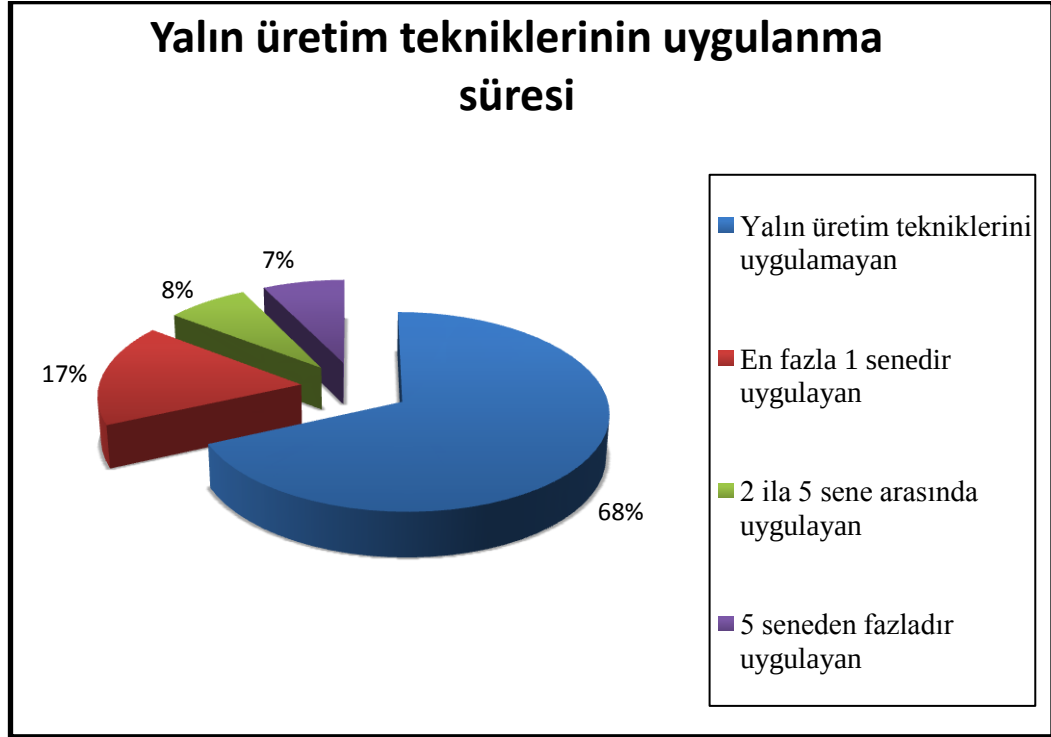
Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresi de çalışmada önemli bir değişken olarak yer almaktadır. İlerleyen bölümlerde yapılacak olan analizlerle, tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, yalın olgunluk üzerinde etkisi olup olmadığı belirlenecektir. Çizelge 4.6 ve Şekil 4.9’da araştırmaya katılan tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresi ile ilgili çizelge ve şekil yer almaktadır.

Çizelge 4.6 : Araştırmaya katılan tersanelerin yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi.

Yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi	Frekans	Yüzde
Yalın üretim tekniklerini uygulamayan	28	%68
En fazla 1 senedir uygulayan	7	%17
2 ila 5 sene arasında uygulayan	3	%7
5 seneden fazladır uygulayan	3	%7
Toplam	41	%100

Çizelgeye göre, araştırmaya katılan 41 tersanenin 28’i yalın üretim tekniklerini uygulamamaktadırlar. Araştırmaya katılan tersanelerin yaklaşık %70’inin, yalın

Üretim felsefesini uygulamadığı, bunların içerisinde önemli bir bölümünün de söz konusu teknikle ilgili bilgisi olmadığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, yalın üretim tekniklerini en fazla bir senedir uygulayan tersaneler %17 ile yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersanelerin ardından en fazla paya sahip tersaneler olmuşlardır. Yalın retim tekniklerini 2 ila 5 senedir uygulayan tersane sayısı ile en az 5 senedir uygulayan tersane sayısı denge halindedir. Her iki grupta da 3 tersane yer almaktadır.



şekil 4.9 : Araştırmaya katılan tersanelerin yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi dağılımı.

Tersanelerin yalın üretim teknikleri uygulanma süresine verdikleri cevaplar incelendiğinde, söz konusu teknikleri en fazla süredir uygulayan tersanenin 6 yıldır uyguladığı gözlenmiştir. 41 adet tersanenin söz konusu değişken için ortalaması ise 1 yıla bile erişmediği gözlemlenmiştir.

4.5.2 Anketteki ifadelere ait ortalamalar ve standart sapmalar

Araştırmaya katılan 41 tersanenin Ek A’da yer alan ankete vermiş oldukları yanıtların aritmetik ortalamaları ve standart sapmalarının yer aldığı izelge 4.7 aşağıda yer almaktadır.

Çizelgede yer alan değerler incelendiğinde, araştırmaya katılan tersanelerde yalın üretim uygulamalarının tam olarak uygulanmadığı söylenebilir.

Çizelge 4.7 : Anketteki sorulara ait ifadeler.

Ana Boyut	Alt Boyut	Kriter	Kriter Aritmetik Ortalaması	Kriter Standart Sapması	Alt Boyut Ortalaması	Ana Boyut Ortalaması
Teknik	İsrafların Ortadan Kaldırılması	IS1	2,268	0,807	2,084	1,854
		IS2	2,098	1,044		
		IS3	2,146	0,792		
		IS4	1,976	0,851		
		IS5	2,220	0,962		
		IS6	2,024	0,851		
		IS7	1,854	0,853		
	İş Aktiviteleri	IA1	1,537	1,098	1,346	
		IA2	1,463	0,674		
		IA3	1,537	0,778		
		IA4	0,683	0,610		
		IA5	1,390	0,771		
		IA6	1,463	0,925		
	Bakım	B1	2,171	1,022	2,132	
		B2	2,221	0,822		
		B3	2,146	0,963		
		B4	2,098	0,800		
		B5	2,024	0,961		
Altyapı	Sürekli İyileştirme	SI1	1,512	0,675	1,470	1,584
		SI2	1,612	0,586		
		SI3	1,366	0,662		
		SI4	1,268	0,549		
		SI5	1,463	0,674		
		SI6	1,561	0,594		
		SI7	1,512	0,711		
	Tedarikçi Yönetimi	T1	1,561	0,838	1,698	
		T2	1,878	0,748		
		T3	1,488	0,637		
		T4	1,805	0,901		
		T5	1,756	0,767		
Teknoloji	Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği	TY1	1,854	1,406	1,799	1,799
		TY2	1,732	0,975		
		TY3	1,927	1,170		
		TY4	1,976	1,084		
		TY5	1,610	1,159		
		TY6	2,073	1,170		
		TY7	1,561	1,343		
		TY8	1,659	1,039		

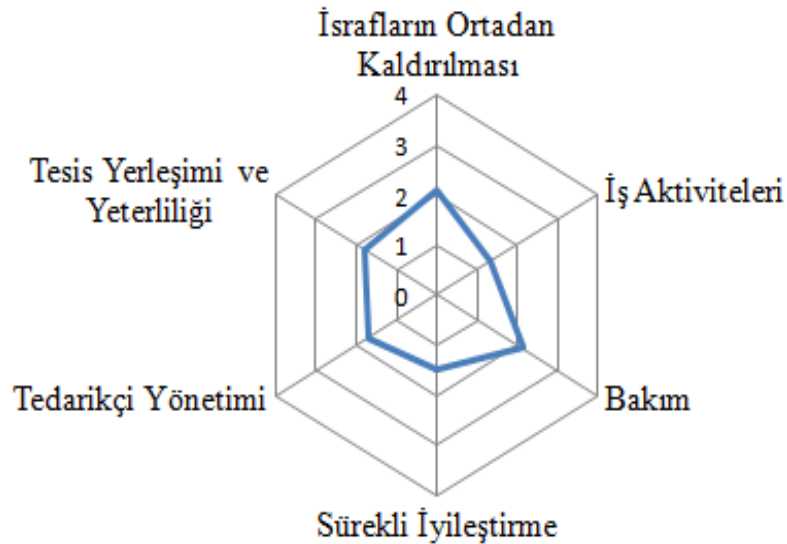
41 tersane ortalamasının en yüksek çıktığı ilk 3 kriter sırasıyla: IS1 (“Üretim sırasında yapılan tamir ve yeniden işleme oranı fazladır.”), IS5 (“Üretim sırasında araç ve makinelerin beklenme süresi azdır.”) ve B2 (“Ekipmanlar için periyodik ve

önleyici bakım yapılmaktadır.”) kriterleridir. Tersaneler, yaptıkları üretimde yeniden işleme oranı ile üretim sırasında araç ve makinelerin beklenme süresinin fazla olmadığını belirtmişlerdir. Buradan çıkarılacak diğer bir sonuç, periyodik ve önleyici bakımın, tersaneler arasında sıklıkla uygulanan bir teknik olduğudur.

Tersanelerin ortalamasının en düşük çıktığı ilk 3 kriter sırasıyla: IA4 (“Yarı mamul haldeki ürünler kanban sistemi ile takip edilmektedir.”), SI4 (“Poka-yoke gibi hata önleme sistemleri kullanılmaktadır.”) ve SI3 (“Çalışanların süreç iyileştirme ile ilgili verdikleri öneriler üst yönetimce benimsenmektedir.”) kriterleridir. Kanban ve poka-yoke uygulamaları, tersanelerde sıklıkla rastlanan yalın üretim uygulamaları arasına girememiştir. Ayrıca, çalışanların süreç iyileştirme çalışmalarına katılmadıkları da tablodan çıkarılan diğer sonuçtur.

Çizelgede dikkat çeken bir diğer husus, Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutunda, 2’nin üstünde ortalamaya sahip tek kriter olan TY6 kriteridir. Bu kriterin, tersanelerde sıklıkla uygulanan CAM uygulamalarının varlığını sorgulayan kriter olması nedeniyle, bu durum normal olarak karşılanmıştır.

Modeldeki alt boyut ortalamalarına bakıldığında Bakım alt boyutunun 2,132 ortalama ile ilk sırada yer aldığı gözükmemektedir. Farklı modellerin kullanıldığı yalın üretim olgunluk düzeyi belirleme çalışmalarında da Bakım boyutlarının en yüksek çıktığı hatırlanmalıdır.



Şekil 4.10 : Ana boyut ortalamalarına ait radar diyagramı.

En düşük ortalamaya sahip alt boyut 1,346 ortalama ile İş Aktiviteleri olmuştur. Kanban, tek parça ürün akışı gibi uygulanması zor kriterlerin yer aldığı İş

Aktiviteleri boyutunun düşük çıkması şaşırtıcı olmamıştır. Farklı modeller kullanılarak yapılan çalışmalarda, organizasyonların kanban uygulama oranları, diğer yalın üretim tekniklerine oranla daha düşük çıktığından, bu çalışma bahsedilen çalışmalarla benzer sonuç ortaya koymuştur.

Ana boyutlarda en yüksek ortalamaya Teknik'in, en düşük ortalamaya ise Altyapı'nın sahip olduğu belirlenmiştir. Modeldeki 6 alt boyutun sektör ortalamasının radar diyagramı Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Radar diyagramından, İş Aktiviteleri boyutu haricindeki ortalamaların birbirine yakın olduğu gözükmemektedir. İş Aktiviteleri boyutunun gözle görülür bir şekilde düşük olduğu gözlemlenmiştir.

4.5.3 Anketteki ifadelere ait normallik testi ve güvenilirlik analizi

Tersanelerden toplanan verilerinin analiz edilebilmesi için öncelikle verilerin hangi analiz yöntemlerini kullanarak yorumlanacağı belirlenmelidir. Uygun analiz yöntemini kullanarak sonuçlara ulaşmak, araştırmanın güvenilirliğini artırmakla birlikte sonuçların tutarlı bir şekilde yorumlanmasını da sağlamaktadır [46].

Uygun olan analiz türünü belirlemede ilk ölçüt verilerin türüdür. Kullanılabilecek istatistikler; toplanan verinin parametrik olup olmadığına, değişken sayısına, değişkenlerin ölçek türüne, grup sayısına ve problemde aranan sorunun işlevselliğine göre farklılık göstermektedir [46].

Normal dağılıma uyan verilere parametrik veriler denir ve bu tip veriler için kullanılan analiz yöntemleri; ilgili parametreye, belirli bir dağılıma ve varyans kavramına dayanarak işlemler yapan, esnek olmayan istatistiksel yöntemlerdir. T testi, Z testi, varyans analizi, pearson korelasyon analizi, regresyon analizi, faktör analizi gibi analizlerin yapılabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması gerekmektedir. [46]

Parametrik olmayan veriler ise, normal dağılıma uymayan verilerdir. Bu tip veriler için kullanılan analiz yöntemlerinde varyansa dayanmadan işlemler yapılır. Parametrik olmayan verilerin incelendiği analizlerde genellikle verilerin sıralama puanları kullanılarak işlem yapılır ve yüzden esnek istatistiksel yöntemler olarak adlandırılır. Ki-kare testleri, sperman korelasyonu gibi testler parametrik olmayan veriler için kullanılabilecek analiz yöntemlerine örnek olarak verilebilir [46].

Değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığını test etmek için çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) ölçülerine bakılır. Basıklık ve çarpıklık değerleri verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini ifade eder. Çarpıklık veri dağılımının normalden uzaklaşarak sağa ve ya sola doğru meyleden yamuk bir şekil almasını ifade eden bir kavramdır. Normal bir dağılımda çarpıklık katsayısı sıfır olacaktır. Çarpıklık arttıkça mod ve ortalama birbirinden uzaklaşır. Çarpıklık katsayısı – sonsuz ile + sonsuz arasında değerler alabilmektedir. Pozitif ve negatif olmak üzere iki tür çarpıklıktan söz edilebilir. Eğer ortalama medyandan küçük ise dağılım sola (negatif) çarpık olur. Eğer ortalama medyandan büyük ise dağılım sağa (pozitif) çarpık olur [51].

Basıklık ise, normal dağılım eğrisinin ne kadar dik ve ya basık olduğunu gösterir. Tam çan eğrisinin basıklık katsayısı sıfırdır. Basıklık katsayısı pozitif ise, eğri normale göre daha diktir. Negatif ise normale göre daha basıktır [51].

Basıklık ve çarpıklık değerleri, % 5 anlamlılık düzeyinde +2,58 ve -2,58 değerleri arasında ise veriler normale yakındır denir [51].

Elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu kontrol edildikten sonra, anket sorularının birbirleri ile yakınlıklarının derecesini ortaya koymak için güvenilirlik analizi yapılmalıdır. Bu analizle; anket ile ölçülmek istenen ortak değeri, eşit olarak paylaşmayan değişkenlerin belirlenmesi ve bu değişkenlerin analiz dışı bırakılarak, örnek grubunun iç tutarlılığı artırılması amaçlanmaktadır. Güvenilirlik analizi yöntemlerinden en bilineni Cronbach alfası yöntemidir. Bu yüzden anket sorularının birbiri ile yakınlık derecesini belirlemek üzere Cronbach alfası yöntemi kullanılacaktır.

0 ile 1 arasında değişim gösteren alfa katsayısı, ankette yer alan her sorunun varyansları toplamının genel varyansa oranlanması ile bulunan bir ağırlıklı standart değişim ortalamasıdır. Örnekleme, bir ölçeğin gruptan çıkarıldığı vakit, alfa katsayısının yükselmesi durumunda, söz konusu ölçeğin güvenilirliği azaltan ölçek olarak adlandırılması gerekmektedir. Güvenilirliğin anlamlı düzeyde bir azalması söz konusu ise, ölçeğin modelden çıkarılması gerekmektedir. Alfa katsayısının 0,70 değerinden yukarıda olması durumunda, ölçeğin güvenilir olduğu kabul edilir [51].

Tersanelere yöneltilen sorularının iç tutarlılığını ölçmek adına Cronbach Alfasi Modeli kullanılarak, sorular arası uyum olup olmadığı test edilmek istenmiştir. Ölçek

değişkenlerinin, alfa katsayısına ne derecede ne yönde etkide bulunduklarını saptayabilmek adına “Madde Silindiği Takdirde Ölçeğin Alfa Katsayısı” (Alpha if Item Deleted) değerleri de her bir soru için SPSS programı kullanılarak hesaplanmıştır. Toplanan veriler için çarpıklık ve basıklık değerleri ile söz konusu maddenin silinmesi durumunda ölçeğin alfa değerinin ne olacağı Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 : Anketteki soruların çarpıklık, basıklık ve Cronbach alfası değerleri.

Kriter	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach Alfası = 0,941
			Madde silindiği takdirde ölçeğin Alfası
IS1	-0,238	-0,866	0,939
IS2	-0,065	-0,731	0,938
IS3	0,044	1,052	0,940
IS4	-0,464	-0,369	0,938
IS5	0,419	-0,671	0,938
IS6	-0,304	-0,936	0,938
IS7	0,039	-1,114	0,938
IA1	-0,038	-1,289	0,941
IA2	-0,375	-0,182	0,941
IA3	0,04	-0,28	0,940
IA4	0,285	-0,566	0,941
IA5	-0,818	-0,802	0,940
IA6	0,112	-0,743	0,941
SI1	-0,046	-0,087	0,940
SI2	-0,451	-0,026	0,940
SI3	0,524	0,361	0,940
SI4	0,081	-0,346	0,941
SI5	0,139	-0,058	0,940
SI6	0,507	-0,605	0,941
SI7	-0,264	-0,095	0,940
T1	0,200	-0,540	0,941
T2	0,205	-1,145	0,940
T3	0,962	-0,067	0,940
T4	0,406	-0,618	0,941
T5	0,107	-0,624	0,940
B1	-0,212	0,100	0,938
B2	-0,721	-0,282	0,938
B3	-0,306	-0,294	0,938
B4	-0,489	-0,386	0,939
B5	-0,228	0,080	0,939
TY1	0,499	-1,244	0,937
TY2	0,068	-0,447	0,938
TY3	-0,245	-0,995	0,938
TY4	0,670	-0,922	0,938
TY5	0,529	-0,554	0,939

Çizelge 4.8 (devam): Anketteki soruların çarpıklık, basıklık ve Cronbach alfası değerleri.

Kriter	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach Alfası = 0,941
			Madde silindiği takdirde ölçeğin Alfası
TY6	0,147	-0,782	0,938
TY7	0,287	-1,258	0,937
TY8	0,606	-0,437	0,939

Çizelgeden de görülebileceği gibi, tüm çarpıklık ve basıklık değerleri -2,58 ile +2,58 arasında olduğundan, bütün değerler normallik testinden geçmiştir. Normallik testinin yanı sıra, veri seti 0,941 çıkan Cronbach alfası değeri ile güvenilirlik testinden de geçmiştir. Madde silindiği takdirde ölçeğin alfa katsayısı değerleri incelendiğinde herhangi bir değişkenin silinmesinin, anket grubunun iç tutarlılığı açısından bir değişiklik yapmayacağı görülerek, modelin bütünlüğü korunmuştur.

4.5.4 Faktör analizi

Faktör analizi, başta sosyal bilimler olmak üzere pek çok alanda kullanılan, başlıca amacı aralarında ilişki bulunduğu düşünülen çok sayıdaki değişken arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırmak için daha az sayıdaki temel boyuta indirgemek veya özetlemek olan çok değişkenli analiz tekniğidir [46]. Faktör analizi ile karmaşık ve çok sayıda değişkenden daha basit ve anlaşılır boyutlara indirgeme yapılarak esas varyansın kaynağı olan temel bileşen ve bağımsız olan değişkenler belirlenir [46].

Faktör analizinde, öz değerler (eigen value) faktör yüklerinin karelerinin toplamına eşittir. Öz değeri 1,00'ın üzerinde olan faktörler yoruma esas alınır yani faktör olarak değerlendirilirler. Faktör analizinde, varimax yöntemi ile daha az değişken ile faktör varyanslarının maksimum olmasını sağlamak amacıyla döndürme yapılır. Varimax yöntemi diğer yöntemlere göre en çok kullanılan yöntemdir [46].

Verilerin faktör analizi için uygunluğu, Kaiser-Meyer-Olkin ve Bartlett testi yapılabilmektedir. KMO katsayısı, veri matrisinin faktör analizi için uygun olup olmadığı ve veri yapısının faktör çıkarma için uygunluğu hakkında bilgi verir. Bulunan katsayı değeri 1,00'e yaklaştıkça verilerin uygunluğu artmaktadır. 0,5'in altında olan değerlerin kabul edilmesi uygun olmamaktadır. Verilerin çok değişkenli normal dağılıma uygunluğu ise Bartlett testi ile kontrol edilmektedir. Bu testi

yaparak bulunan yaklaşık ki-kare değerinin anlamlı olup olmadığı, verilerin çok değişkenli normal dağılıma uygun olup olmadığını belirleyecektir[46].

Araştırma kapsamında yöneltilen 38 soruya verilen cevapların faktör analizi sonucunda Kaiser-Meyer-Olkin değerinin 0,507 çıktığı gözlemlenmiş ve 0,50 değerinden büyük olan bu değer kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. KMO değerinin yanında, değişkenler arasında ilişki olup olmadığını test eden Bartlett testi de yapılmış, buradaki değer anlamlı çıkmasıyla, verilerin faktör analizi için kullanılabileceği söylenmiştir. Bahsedilen değerlere ait tablo Çizelge 4.9'dan gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 : Kriterlere ait değerlerin Bartlett testi ve KMO değerleri.

Bartlett'in Küresellik Testi		Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliği İstatistiği
Yaklaşık Ki-kare	1935,797	0,507
SD	703	
Anlamlılık (p)	0,000	

Yapılan faktör analizi sonucunda, özdeğeri 1'den büyük olan 6 adet faktör oluştuğu gözlemlenmiştir. Oluşan faktörler ve açıkladığı varyans miktarları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılabileceği gibi, 6 faktör 38 kriterin kümülatif olarak yaklaşık %79'unu açıklamaktadır.

Çizelge 4.11'de gösterilen döndürülmüş bileşen matrisi (rotated component matrix) incelendiğinde, kriterlerin sahip oldukları özdeğerlere göre sınıflandırıldığı görülebilir. Faktör analizi sonucunda bulunan 6 faktörün aslında modelde yer alan 6 alt boyutu temsil ettiği açıktır.

Çizelge 4.10 : Modelde oluşan faktörler ve açıkladıkları varyans değerleri.

Faktör	Faktörün açıkladığı toplam varyans (özdeğer)	Faktörün açıkladığı toplam varyans (%)	Kümülatif açıklanan varyans (%)
1	12,901	33,949	33,949
2	7,497	19,729	53,678
3	3,907	10,281	63,959
4	2,513	6,613	70,572
5	1,791	4,714	75,286
6	1,348	3,548	78,835
7	0,940	2,473	81,308

Çizelge 4.11 : Döndürülmüş bileşenler matrisi.

Kriter	1. faktör	2. faktör	3. faktör	4. faktör	5. faktör	6. faktör
IS1	0,090	0,225	0,774	0,211	0,027	0,007
IS2	0,267	0,119	0,815	0,200	0,334	-0,128
IS3	0,059	-0,135	0,768	0,138	0,114	0,255
IS4	0,290	-0,006	0,723	0,172	0,419	0,020
IS5	0,234	0,137	0,791	0,318	0,165	0,096
IS6	0,283	0,174	0,746	0,238	0,182	-0,034
IS7	0,130	0,181	0,788	0,391	0,192	-0,105
IA1	-0,013	-0,076	0,187	0,874	0,009	-0,219
IA2	0,160	-0,150	0,246	0,768	0,091	-0,148
IA3	0,157	0,148	0,229	0,826	-0,086	-0,163
IA4	0,069	-0,111	0,293	0,809	0,041	-0,146
IA5	0,188	0,016	0,149	0,687	0,328	-0,212
IA6	0,134	-0,042	0,161	0,862	0,045	-0,040
SI1	0,164	0,888	-0,029	-0,029	0,040	0,262
SI2	0,068	0,813	0,104	0,040	0,094	0,097
SI3	-0,143	0,683	0,168	0,061	0,451	0,265
SI4	0,106	0,753	-0,073	0,011	-0,070	0,227
SI5	0,252	0,800	0,220	0,019	0,021	0,092
SI6	-0,007	0,795	0,076	-0,068	0,211	0,150
SI7	0,198	0,618	0,322	-0,179	0,032	0,299
T1	0,189	0,540	0,140	-0,230	0,046	0,617
T2	0,136	0,307	0,028	-0,230	0,087	0,750
T3	-0,066	0,439	-0,041	-0,253	0,246	0,669
T4	0,024	0,286	-0,023	-0,229	-0,074	0,810
T5	-0,216	0,382	0,095	-0,159	0,140	0,713
B1	0,364	0,192	0,172	0,001	0,825	0,107
B2	0,236	0,154	0,318	0,260	0,724	0,140
B3	0,327	0,226	0,344	-0,022	0,678	-0,051
B4	0,223	0,011	0,299	0,267	0,734	0,212
B5	0,389	0,031	0,109	-0,070	0,798	-0,038
TY1	0,892	0,143	0,150	0,138	0,273	-0,075
TY2	0,762	0,105	0,172	0,427	0,108	0,091
TY3	0,866	0,107	0,129	0,101	0,151	0,029
TY4	0,784	0,194	0,319	0,093	0,090	-0,098
TY5	0,849	0,031	0,056	0,030	0,167	0,029
TY6	0,908	0,129	0,126	0,120	0,132	-0,009
TY7	0,843	0,074	0,361	0,083	0,165	-0,029
TY8	0,850	-0,037	0,025	0,004	0,280	0,127

1. faktör, toplam varyansın %33,95'ini açıklayan 8 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği alt boyutunda yer alan kriterler olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 1. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 : 1. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfası = 0,963	N=8	Madde silindiği takterde ölçeğin Alfa değeri
Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği	1. faktör	
TY1	0,892	0,953
TY2	0,762	0,962
TY3	0,866	0,957
TY4	0,784	0,960
TY5	0,849	0,961
TY6	0,908	0,954
TY7	0,843	0,956
TY8	0,850	0,959

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 1. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

2. faktör toplam varyansın %19,73'ünü açıklayan 7 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı Sürekli İyileştirme alt boyutunda yer alan kriterler olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 2. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 : 2. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfası = 0,915	N=7	Madde silindiği takterde ölçeğin Alfa değeri
Sürekli İyileştirme	2. faktör	
SI1	0,888	0,887
SI2	0,813	0,901
SI3	0,683	0,906
SI4	0,753	0,909
SI5	0,800	0,899
SI6	0,795	0,900
SI7	0,618	0,910

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 2. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

3. faktör toplam varyansın %10,28'ini açıklayan 7 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı İsrafların Ortadan Kaldırılması alt boyutunda yer alan kriterler

olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 3. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 : 3. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfası = 0,944	N=7	Madde silindiği taktirde ölçeğin Alfa değeri
İsrafların Ortadan Kaldırılması	3. faktör	
IS1	0,774	0,941
IS2	0,815	0,926
IS3	0,768	0,936
IS4	0,723	0,934
IS5	0,791	0,930
IS6	0,746	0,935
IS7	0,788	0,930

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 3. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

4. faktör toplam varyansın %6,61’ini açıklayan 6 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı İş Aktiviteleri alt boyutunda yer alan kriterler olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 4. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.15’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 : 4. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfası = 0,923	N=6	Madde silindiği taktirde ölçeğin Alfa değeri
İş Aktiviteleri	4. faktör	
IA1	0,874	0,899
IA2	0,768	0,910
IA3	0,826	0,906
IA4	0,809	0,910
IA5	0,687	0,919
IA6	0,862	0,905

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 4. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

5. faktör toplam varyansın %4,71'ini açıklayan 5 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı Bakım alt boyutunda yer alan kriterler olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 5. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16 : 5. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfa'sı = 0,922	N=5	Madde silindiği taktirde ölçeğin Alfa değeri
Bakım	5. faktör	
B1	0,825	0,887
B2	0,724	0,907
B3	0,678	0,908
B4	0,734	0,912
B5	0,798	0,909

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 5. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

6. faktör toplam varyansın %3,55'ini açıklayan 5 ifadeden oluşmaktadır. Bu ifadelerin tamamı Tedarikçi Yönetimi alt boyutunda yer alan kriterler olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. 6. faktör altında toplanan ifadeler ve bu ifadeler bazında faktörün güvenilirlik testi sonuçları Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 : 6. faktör altında toplanan ifadeler ve güvenilirlik testleri.

Cronbach Alfa'sı = 0,903	N=5	Madde silindiği taktirde ölçeğin Alfa değeri
Tedarikçi Yönetimi	6. faktör	
T1	0,617	0,877
T2	0,75	0,881
T3	0,669	0,881
T4	0,81	0,879
T5	0,713	0,890

Herhangi bir ifadenin çıkartılması, güvenilirlik düzeyini arttırmadığından, 6. faktör altında olan bu ifadelerin orijinal hali saklanmıştır.

Modelde yer alan 38 kriterin, 6 alt boyutu temsil ettiği yukarıda yapılan doğrulayıcı faktör analizi ile belirlenmiş oldu. 6 alt boyutun daha önce belirlenen bir şekilde 3

ana boyutu temsil edip etmediği de kontrol edilmelidir. Bunun için 6 alt boyutun ortalamaları alınıp faktör analizi yapılmıştır. 6 alt boyuta ait değerlerin Bartlett testi ve KMO değerleri Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18 : Alt boyuta ait değerlerin Bartlett testi ve KMO değerleri.

Bartlett'in Küresellik Testi		Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliği İstatistiği
Yaklaşık Ki-kare	81,3506	0,653
SD	15	
Anlamlılık (p)	0,000	

Alt boyut ortalamalarının faktör analizi sonucunda Kaiser-Meyer-Olkin değerinin 0,653 çıktığı gözlemlenmiş ve 0,50 değerinden büyük olan bu değer kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. KMO değerinin yanında, değişkenler arasında ilişki olup olmadığını test eden Bartlett testi de yapılmış, buradaki değer anlamlı çıkmasıyla, verilerin faktör analizi için kullanılabileceği söylenmiştir.

Çizelge 4.19 : Alt boyutların oluşturduğu faktörler ve açıkladıkları varyans değerleri.

Faktör	Faktörün açıkladığı toplam varyans (özdeğer)	Faktörün açıkladığı toplam varyans (%)	Kümülatif açıklanan varyans (%)
1	2,54616	42,436	42,436
2	1,75876	29,3127	71,7488
3	0,66251	11,0418	82,7906

Çizelge 4.19’da gösterilen, döndürülmüş bileşen matrisi incelendiğinde, kriterlerin sahip oldukları özdeğerlere göre sınıflandırıldığı görülebilir. Faktör analizi sonucunda 3 adet bulunması beklenirken, 6 alt boyutun 2 faktör oluşturduğu belirlenmiştir. Alt boyutların nasıl gruplaştığını görmek üzere Çizelge 4.20’de gösterilen döndürülmüş bileşen matrisine bakılması yararlı olacaktır.

Çizelge 4.20 : Döndürülmüş bileşenler matrisi.

Alt boyut	1. faktör	2. faktör
IS	0,850	0,040
IA	0,662	-0,515
SI	0,328	0,799
T	-0,010	0,924
B	0,774	0,286
TY	0,764	0,118

Çizelge incelendiğinde, IS, IA, B ve TY alt boyutlarının aynı faktörü oluşturduğu görülebilir. Diğer taraftan SI ve T alt boyutları aynı faktörü oluşturmuşlardır. 1.

faktörün, İsrâfların Ortadan Kaldırılması, İş Aktiviteleri ve Bakım alt boyutlarından meydana gelen Teknik ana boyutu olduğu söylenebilir. 2. faktörün ise Sürekli İyileştirme ve Tedarikçi Yönetimi alt boyutlarından meydana gelen Altyapı ana boyutu olduğu söylenebilir.

TY alt boyutunun 1. faktörde yer alması haricinde sonuçlar istendiği gibidir. Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği alt boyutunun, diğer boyutlar dışında farklı bir boyut oluşturacağı daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştu. Bu yüzden ve modeli kullanmak için 3 ana boyuta ihtiyaç duyulduğundan dolayı, söz konusu boyutun Teknoloji ana boyutunu meydana getirdiği varsayılarak analize devam edilmiştir.

4.5.5 Boyutların ve gemi inşaatı sektörünün yalın olgunluk düzeyleri

41 tersaneden elde edilen veriler sonucunda Teknik boyutunda ortaya çıkan son değerler Çizelge 4.21'deki gibidir.

Çizelge 4.21 : Teknik ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.

Kriter	Kriter Ağırlığı	Ağırlıksız puan	Ağırlıklı puan	Yalın Değil-Belirgin sınırı	Belirgin-Yalın sınırı	Yalınlık durumu
IS1	0,461	2,268	1,045	0,461	1,382	Belirgin
IS2	0,645	2,098	1,352	0,645	1,934	Belirgin
IS3	0,645	2,146	1,384	0,645	1,934	Belirgin
IS4	0,553	1,976	1,092	0,553	1,658	Belirgin
IS5	0,599	2,220	1,329	0,599	1,796	Belirgin
IS6	0,599	2,024	1,212	0,599	1,796	Belirgin
IS7	0,645	1,854	1,195	0,645	1,934	Belirgin
IA1	0,559	1,537	0,859	0,559	1,676	Belirgin
IA2	0,479	1,463	0,701	0,479	1,437	Belirgin
IA3	0,519	1,537	0,797	0,519	1,557	Belirgin
IA4	0,399	0,683	0,273	0,399	1,197	Yalın Değil
IA5	0,399	1,390	0,555	0,399	1,197	Belirgin
IA6	0,479	1,463	0,701	0,479	1,437	Belirgin
B1	0,575	2,171	1,248	0,575	1,725	Belirgin
B2	0,619	2,220	1,374	0,619	1,858	Belirgin
B3	0,531	2,146	1,139	0,531	1,592	Belirgin
B4	0,531	2,098	1,113	0,531	1,592	Belirgin
B5	0,442	2,024	0,895	0,442	1,327	Belirgin
Toplam	9,676	-----	18,263	9,676	29,029	Belirgin

Çizelgenin ikinci sütununda yazan ağırlık değerleri, akademisyenlerin cevapları sonucunda hesaplanan ve Çizelge 4.1’de gösterilen nihai kriter ağırlıklarıdır. 4. sütunda yer alan değerlerin toplamı, Çizelge 4.2’de hesaplanmış olan sınır değerleri ile karşılaştırılarak, ilgili ana boyutun yalınlık düzeyi belirlenmiş olur.

Teknik boyutu için 41 tersanenin ortalaması, yani sektör ortalaması 18,263’tür. Bu değer, Yalın Değil ile Belirgin sınır değeri olan 9,676 değerinden büyük; Belirgin ile Yalın sınır değeri olan 29,029 değerinden küçüktür. Dolayısıyla yapılan araştırma kapsamında gemi inşa sektörünün Teknik ana boyutu bakımından Belirgin düzeyde olduğu söylenebilir. Teknik boyutunda yer alan kriterler içerisinde IA4 (“Yarı mamul haldeki ürünler kanban sistemi ile takip edilmektedir.”) kriteri hariç, geri kalan bütün kriterlerin Belirgin düzeyde olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla kurulan model çerçevesinde, tersanelerde kanban uygulamalarından bahsedilemez. Bu da daha önce belirtilen gemi inşa sektöründe kanban uygulamasının gerçekleştirilmesinin zor olduğu ifadesi ile paralel bir sonuçtur. Diğer kriterlerde, bir yalınlaşma çabasının varlığı söz konusudur fakat bu çaba yalınlığa erişmek için yeterli değildir.

Altyapı boyutunda ortaya çıkan son değerler Çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22 : Altyapı ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.

Kriter	Kriter Ağırlığı	Ağırlıksız puan	Ağırlıklı puan	Yalın Değil- Belirgin sınırı	Belirgin-Yalın sınırı	Yalınlık durumu
SI1	0,405	1,512	0,613	0,405	1,216	Belirgin
SI2	0,479	1,610	0,771	0,479	1,437	Belirgin
SI3	0,479	1,366	0,654	0,479	1,437	Belirgin
SI4	0,479	1,268	0,607	0,479	1,437	Belirgin
SI5	0,442	1,463	0,647	0,442	1,326	Belirgin
SI6	0,732	1,561	1,142	0,732	2,195	Belirgin
SI7	0,575	1,512	0,869	0,575	1,725	Belirgin
T1	0,627	1,561	0,979	0,627	1,882	Belirgin
T2	0,627	1,878	1,178	0,627	1,882	Belirgin
T3	0,470	1,488	0,700	0,470	1,411	Belirgin
T4	0,679	1,805	1,226	0,679	2,038	Belirgin
T5	0,470	1,756	0,826	0,470	1,411	Belirgin
Toplam	6,465	-----	10,213	6,465	19,396	Belirgin

Çizelgede gösterildiği gibi, Altyapı boyutu için elde ettiği ağırlıklı puan 10,213'tür. Bu değer, Yalın Değil ile Belirgin sınır değeri olan 6,465 değerinden büyük; Belirgin ile Yalın sınır değeri olan 19,396 değerinden küçüktür. Dolayısıyla yapılan araştırma kapsamında gemi inşa sektörünün Altyapı ana boyutu bakımından Belirgin düzeyde olduğu söylenebilir.

Tersanelerin, Altyapı boyutundaki kriterlerin yalınlaşması adına bir çabaları olduğu fakat bu çabanın Yalın düzeyine ulaşmak için yeterli olmadığı söylenebilir.

41 tersaneden elde edilen veriler sonucunda Teknoloji boyutunda ortaya çıkan son değerler Çizelge 4.23'teki gibidir.

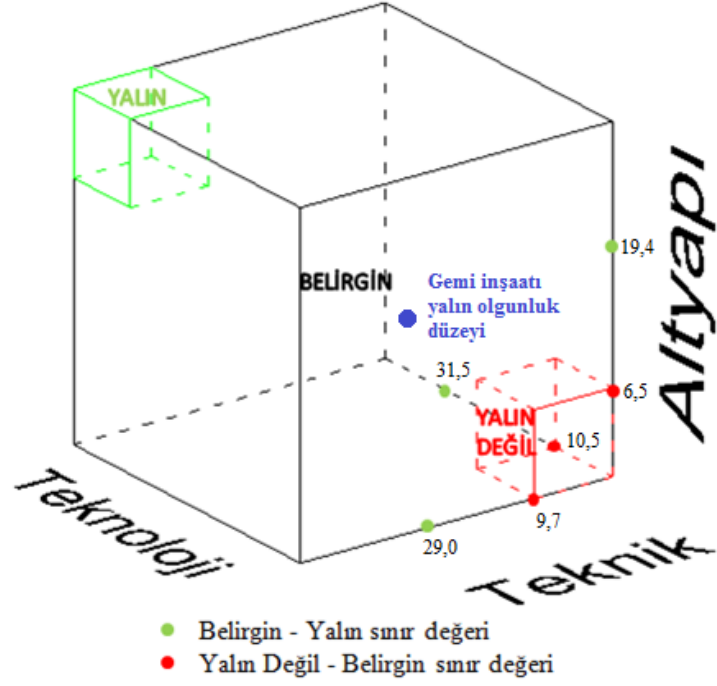
Çizelge 4.23'te gösterildiği sektörün Teknoloji boyutu için elde ettiği ağırlıklı puan 18,807'dir. Bu değer, Yalın Değil ile Belirgin sınır değeri olan 10,807 değerinden büyük; Belirgin ile Yalın sınır değeri olan 31,474 değerinden küçüktür. Dolayısıyla yapılan araştırma kapsamında gemi inşa sektörünün Teknoloji ana boyutu bakımından Belirgin düzeyde olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.23 : Teknoloji ana boyutu kriterleri ve yalınlık durumları.

Kriter	Kriter Ağırlığı	Ağırlıksız puan	Ağırlıklı puan	Yalın Değil- Belirgin sınırı	Belirgin- Yalın sınırı	Yalınlık durumu
TY1	1,254	1,854	2,325	1,254	3,763	Belirgin
TY2	0,798	1,732	1,382	0,798	2,395	Belirgin
TY3	1,368	1,927	2,637	1,368	4,105	Belirgin
TY4	1,368	1,976	2,703	1,368	4,105	Belirgin
TY5	1,482	1,610	2,386	1,482	4,447	Belirgin
TY6	1,254	2,073	2,601	1,254	3,763	Belirgin
TY7	1,482	1,561	2,314	1,482	4,447	Belirgin
TY8	1,482	1,659	2,459	1,482	4,447	Belirgin
Toplam	10,491	-----	18,807	10,491	31,474	Belirgin

Tersaneler, Altyapı boyutunda olduğu gibi, Teknoloji boyutunda bulunan tüm kriterler için de yalınlaşma adına bir çaba içerisine girmişler fakat bu çabaları Yalın düzeye ulaşmak için yeterli olmamıştır.

Tüm bu bilgiler ışığında, 41 tersanenin örneklem olarak seçildiği gemi inşaatı endüstrisi -modelde yer alan ana boyutlar için Belirgin düzeyinde çıktığı için- yalın üretim olgunluk düzeyi olarak Belirgin düzeyindedir denir. Gemi inşaatı endüstrisi yalın olgunluk düzeyinin şematik gösterimi için Şekil 4.11'e bakılmalıdır.



Şekil 4.11 : Gemi inşaatı endüstrisi yalın olgunluk düzeyinin şematik gösterimi.

Çizelge 4.24’te 41 tersanenin, üç boyut için elde ettikleri değerler, bu boyutlardaki ve sonuç olarak yalın olgunluk durumlarına yer verilmiştir.

Çizelge 4.24 : 41 tersanenin yalın olgunluk düzeyleri.

Firmalar	Teknik Boyutu		Altyapı Boyutu		Teknoloji Boyutu		Genel Sonuç
F1	1,474	Belirgin	0,892	Belirgin	4,789	Yalın	Belirgin
F2	1,613	Yalın	1,057	Belirgin	4,519	Yalın	Belirgin
F3	1,348	Belirgin	0,659	Belirgin	0,955	YD	Belirgin
F4	0,943	Belirgin	1,343	Belirgin	4,162	Yalın	Belirgin
F5	1,184	Belirgin	0,679	Belirgin	4,462	Yalın	Belirgin
F6	1,214	Belirgin	1,557	Belirgin	4,091	Yalın	Belirgin
F7	1,286	Belirgin	0,688	Belirgin	4,433	Yalın	Belirgin
F8	1,376	Belirgin	1,220	Belirgin	1,482	Belirgin	Belirgin
F9	0,690	Belirgin	1,054	Belirgin	2,951	Belirgin	Belirgin
F10	0,907	Belirgin	0,311	YD	0,784	YD	Belirgin
F11	0,670	Belirgin	0,722	Belirgin	0,613	YD	Belirgin
F12	0,595	Belirgin	1,056	Belirgin	0,698	YD	Belirgin
F13	0,473	YD	0,659	Belirgin	1,996	Belirgin	Belirgin
F14	0,868	Belirgin	0,503	YD	1,568	Belirgin	Belirgin
F15	0,956	Belirgin	0,952	Belirgin	0,271	YD	Belirgin
F16	0,619	Belirgin	0,774	Belirgin	0,870	YD	Belirgin
F17	1,136	Belirgin	0,568	Belirgin	2,323	Belirgin	Belirgin
F18	0,706	Belirgin	0,732	Belirgin	1,568	Belirgin	Belirgin
F19	0,575	Belirgin	0,509	YD	0,456	YD	Belirgin

Çizelge 4.24 (devam): 41 tersanenin yalın olgunluk düzeyleri.

Firmalar	Teknik Boyutu		Altyapı Boyutu		Teknoloji Boyutu		Genel Sonuç
F20	0,416	YD	1,056	Belirgin	1,026	YD	Belirgin
F21	0,534	YD	1,085	Belirgin	2,181	Belirgin	Belirgin
F22	0,793	Belirgin	0,634	Belirgin	1,226	YD	Belirgin
F23	1,013	Belirgin	1,198	Belirgin	1,397	Belirgin	Belirgin
F24	1,021	Belirgin	0,742	Belirgin	2,195	Belirgin	Belirgin
F25	1,016	Belirgin	0,300	YD	2,623	Belirgin	Belirgin
F26	1,264	Belirgin	0,691	Belirgin	3,264	Belirgin	Belirgin
F27	1,390	Belirgin	0,846	Belirgin	4,419	Yalın	Belirgin
F28	1,489	Belirgin	1,169	Belirgin	2,095	Belirgin	Belirgin
F29	0,773	Belirgin	1,151	Belirgin	1,026	YD	Belirgin
F30	0,677	Belirgin	0,722	Belirgin	2,181	Belirgin	Belirgin
F31	0,474	YD	1,122	Belirgin	1,383	Belirgin	Belirgin
F32	0,912	Belirgin	0,787	Belirgin	2,224	Belirgin	Belirgin
F33	0,978	Belirgin	1,198	Belirgin	1,397	Belirgin	Belirgin
F34	1,254	Belirgin	0,673	Belirgin	3,264	Belirgin	Belirgin
F35	1,489	Belirgin	1,203	Belirgin	2,095	Belirgin	Belirgin
F36	1,278	Belirgin	1,563	Belirgin	4,091	Yalın	Belirgin
F37	1,046	Belirgin	0,742	Belirgin	2,195	Belirgin	Belirgin
F38	1,322	Belirgin	0,659	Belirgin	0,955	YD	Belirgin
F39	1,226	Belirgin	0,722	Belirgin	4,433	Yalın	Belirgin
F40	1,281	Belirgin	0,732	Belirgin	4,462	Yalın	Belirgin
F41	1,150	Belirgin	0,732	Belirgin	3,264	Belirgin	Belirgin

YD = Yalın Değil.

Çizelgeden de görüldüğü gibi, her üç ana boyutta da Yalın düzeyde yer alan bir tersane olmadığından dolayı, 41 tersane içerisinde, araştırmada kullanılan modele göre Yalın olgunluk düzeyinde bulunan bir tersanenin varlığından söz etmek mümkün olmamaktadır. Benzer şekilde, her üç ana boyutta da Yalın Değil düzeyinde bir tersanenin bulunmayışı, 41 tersane içerisinde Yalın Değil düzeyinde bir tersane bulunmadığını ifade etmektedir. Sonuç olarak araştırmada kullanılan modele göre 41 tersanenin 41'i de yalın üretim teknikleri olgunluk düzeyi olarak Belirgin düzeyindedir denebilir.

Çizelgeden çıkarılabilecek diğer bir sonuç ise; Teknik ve Teknoloji boyutlarında Yalın düzeyinde, Altyapı boyutunda Belirgin düzeyinde bulunan F2 kodlu tersanenin Yalın düzeye en yakın ve tek tersane oluşudur. Bunu yanında 10 tersane, bir boyutta Yalın düzeyini yakalamış, diğer iki boyutta Belirgin düzeyde kalmıştır. Bahsedilen tersanelerin, sektörde yer alan diğer tersanelere göre yalın olgunluk düzeyi bakımından iyi sayılabilecek bir konumda oldukları söylenebilir. Fakat genel olarak,

Türk gemi inşaatı endüstrisinde, yalın üretim teknikleri olgunluk seviyesinin istenen düzeyde olmadığı aşikârdır.

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.12’de Teknik boyutunun yalın olgunluk düzeyi ile ilgili değer ve grafikler görülebilir.

Çizelge 4.25 : Teknik boyutu yalın olgunluk düzeyi.

Yalın olgunluk düzeyi	Frekans	Yüzde
Yalın	1	2%
Belirgin	36	88%
Yalın Değil	4	10%
Toplam	41	100%

Çizelgeye göre, Teknik boyutunda yalnızca 1 tersanenin Yalın, 4 tanesinin Yalın Değil düzeyinde olduğu, geriye kalan 36 tersanenin ise Belirgin düzeyde olduğu gözükmemektedir.



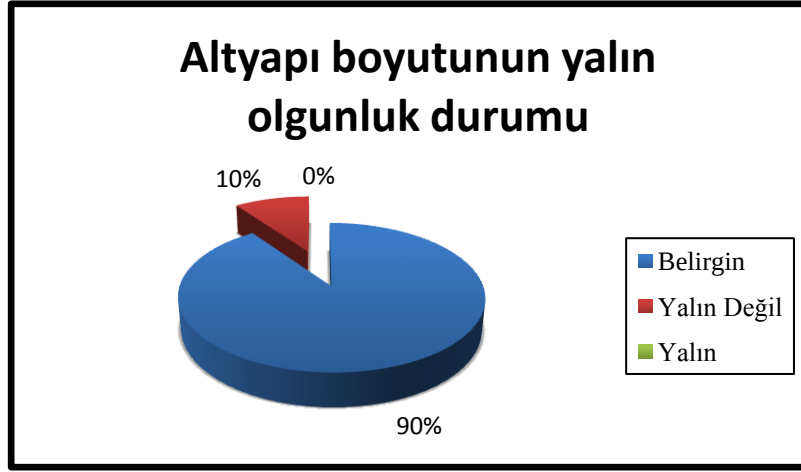
Şekil 4.12 : Teknik boyutunun yalın olgunluk durumu.

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.13’te Teknik boyutunun yalın olgunluk düzeyi ile ilgili değer ve grafikler görülebilir.

Çizelge 4.26 : Altyapı boyutu yalın olgunluk düzeyi.

Yalın olgunluk düzeyi	Frekans	Yüzde
Yalın	0	0%
Belirgin	37	90%
Yalın Değil	4	10%
Toplam	41	100%

Altyapı boyutunda hiçbir tersanenin Yalın düzeyinde olmaması göze çarpmaktadır. 4 tersanenin Yalın Değil düzeyinde çıktığı bu boyutta, geriye kalan 37 tersane ise Belirgin düzeyinde çıkmıştır.



Şekil 4.13 : Altyapı boyutunun yalın olgunluk dağılımı.

Çizelge 4.27 ve Şekil 4.14'te Teknik boyutunun yalın olgunluk düzeyi ile ilgili değer ve grafikler görülebilir.

Çizelge 4.27 : Teknoloji boyutu yalın olgunluk düzeyi.

Yalın olgunluk düzeyi	Frekans	Yüzde
Yalın	10	24%
Belirgin	20	49%
Yalın Değil	11	27%
Toplam	41	100%

Diğer iki boyuta oranla, sonuçların daha dengeli çıktığı Teknoloji boyutunda 10 tersane Yalın düzeyinde çıkmıştır. 11 tersanenin Yalın Değil düzeyinde çıktığı bu boyutta geriye kalan 20 tersane Belirgin düzeyinde konumlanmıştır.



Şekil 4.14 : Teknoloji boyutunun yalın olgunluk dağılımı.

4.5.6 Hipotez testleri

Hipotez testleri, bir örneklem ortalaması ile bu örneklemin çekilmiş olduğunu düşündüğümüz ortalaması etrafındaki farkın anlamlı, diğer bir ifadeyle önemli olup olmadığını araştırmamızı sağlayan testlerdir.

Araştırma kapsamında tersanelerin sahip oldukları demografik verilerin, yalın olgunluk üzerinde etkilerini incelemek için hipotez testleri yapılacaktır.

Ölçüme izin vermeyen, diğer bir ifade ile sürekli olmayan veri olan “Tersane çalışma alanı” için sadece varyans analizi yapılacaktır. Diğer iki değişkenler “Tersane büyüklüğü (çalışan sayısı)” ve “Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi” için hem korelasyon analizi hem de varyans analizi yapılacaktır.

İki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi test etmek, varsa bu ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan istatistiksel bir yöntem olan korelasyon analizinde amaç; bağımsız değişken değiştiğinde, bağımlı değişkenin ne yönde değişeceğini belirlemektir. Korelasyon analizi yapılabilmesi için, her iki değişkenin de sürekli olmaları ve normal dağılım göstermeleri gerekmektedir. Korelasyon analizi sonucunda, değişkenler arasında ilişki olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin derecesi, korelasyon katsayısı ile belirlenir. Korelasyon katsayısı ilişkinin yönüne göre -1 ile +1 arasında bir değer alır [51].

Pozitif korelasyon olması, değişkenlerin birine ait değerlerin artması (azalması) durumunda, diğer değişkene ait değerlerin de artması (azalması) anlamına gelmektedir. Negatif korelasyon olması da, değişkenlerin birine ait değerlerin artması (azalması) durumunda, diğer değişkene ait değerlerin azalması (artması) anlamına gelmektedir. Korelasyon katsayısının sıfır olması değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin söz konusu olmadığını göstermektedir.

Pearson korelasyon katsayısı, var olan bu ilişkinin kuvveti belirlemek için bakılması gereken bir değerdir. İki sürekli değişkenin doğrusal ilişkisinin derecesinin ölçümünde kullanılan pearson korelasyon katsayısı ile iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı belirlenir. Pearson korelasyon katsayısının 0,50’den düşük olduğu durumlarda, değişkenler arasında düşük bir ilişki olduğu söylenir. Söz konusu değer 0,50 ile 0,70 arasında olması değişkenler arasında orta düzeyde, 0,70 ve üzerinde olması değişkenler arası yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu katsayının 1’e yaklaşması, bu ilişkinin kuvvetini arttırmaktadır [51].

Korelasyon analizi yapılabilmesi için, değişkenlerin sayısal ölçüme izin veren türden olması gerektiğinden dolayı, çalışma kapsamında incelenecek demografik verilerden tersane büyüklüğü (çalışan sayısı) ve yalın üretim tekniklerini uygulama süresi için korelasyon analizi yapılabilir.

Varyans analizi ise, iki ya da daha fazla ortalama arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotezi test etmek için kullanılır. Bağımlı ve bağımsız değişken sayısının tek olduğu durumda varyans analizine “tek yönlü ANOVA” adı verilmektedir. Bu çalışma kapsamında iki ya da daha fazla ortalama arasında fark olup olmadığı tek yönlü ANOVA ile araştırılacaktır.

Varyans analizi yapılabilmesi için kabul edilmesi gereken bazı varsayımlar bulunmaktadır. Bu varsayımlar aşağıda gösterilmiştir.

- Örneklemelerin alındığı popülasyonlar normal veya normale yakın dağılmalıdır.
- Örneklemeler birbirinden bağımsız olmalıdır.
- Popülasyon varyansları homojen dağılmalıdır [52].

Bu şartlardan birinin sağlanmaması durumunda, gruplar arasındaki farklılıklar, parametrik olmayan veriler için kullanılan analiz yöntemleriyle belirlenmelidir.

Geçmiş bölümlerde örneklemelerin alındığı popülasyonların normal bir şekilde dağılım gösterdiği ifade edilmişti. Araştırmaya, farklı 41 tersane katıldığı için, örneklem biribirinden bağımsız olduğu da söylenebilir. Varyans analizini kullanabilmek için, popülasyon varyanslarının eşit olması varsayımı da sağlanmalıdır. Aksi halde gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için parametrik olmayan veriler için kullanılan analiz yöntemlerinden olan Kruskal Wallis H-Testi kullanılacaktır.

Bağımsız iki yada çok grubun, bir bağımlı değişkene ait ortalamalar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için kullanılan Kruskal Wallis H-Testi, tek yönlü varyans analizinin parametrik olmayan veriler için olan karşılığıdır [52].

Varyans analizi yapılabilmesi için sağlanması gereken varsayımlar sağlandığı takdirde SPSS kullanılarak ANOVA yapılabilir.

SPSS’te gruplar arasında farklılığa neden olma durumu aranan değişken için hazırlanan ANOVA tablosunda ilk olarak bakılması gereken anlamlılık (p değeri)

değeridir. $p>0,05$ ise, grup ortalamalarının birbirine eşit olduğunu belirten 0 hipotezi reddedilemeyerek, gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilir. Fakat $p<0,05$ ise gruplar arasında incelenen özellik bakımından anlamlı fark olduğu anlaşılır. Diğer bir ifade ile ilgili değişkenin grup ortalamaları üzerinde istatistikî olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenir [53].

Gruplar arasına anlamlı bir fark söz konusu ise; post-hoc testleri ile farklılığın hangi gruplar arasında gerçekleştiği belirlenmelidir. Çalışma kapsamında kullanılacak olan post-hoc testi, eğer varyansların homojenliği varsayımı sağlanmışsa Tukey HSD testi, sağlanmamışsa Dunnett'in T3 testidir.

Araştırma kapsamında incelenen tersaneler; çalışma alanları, büyüklükleri ve yalın üretim teknikleri uygulama sürelerine göre sınıflandırılmıştır. Analizler sırasında kolaylık sağlamak adına söz konusu sınıflar numaralandırılmışlardır. Yapılan numaralandırma aşağıda gösterilmiştir.

Tersane çalışma alanı için yapılan sınıflandırma:

- 1 = Sadece bakım-onarım yapan tersaneler.
- 2 = Sadece yeni gemi inşaat eden tersaneler.
- 3 = Hem bakım-onarım yapan hem de yeni gemi inşaat eden tersaneler.

Tersane büyüklüğü için yapılan sınıflandırma:

- 1 = 500'den fazla çalışanı bulunan tersaneler.
- 2 = 250 ile 500 kişi arasında çalışanı bulunan tersaneler.
- 3 = 100 ile 250 kişi arasında çalışanı bulunan tersaneler.
- 4 = 100 kişiden az çalışanı bulunan tersaneler.

Yalın üretim teknikleri uygulama sürelerine göre sınıflandırma:

- 1 = Yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler.
- 2 = Yalın üretim tekniklerini en fazla bir senedir uygulayan tersaneler.
- 3 = Yalın üretim tekniklerini 2 ila 5 yıldır uygulayan tersaneler.
- 4 = Yalın üretim tekniklerini en az 5 yıldır uygulayan tersaneler.

Araştırma kapsamın incelenmek üzere sınanacak olan hipotezler şunlardır:

1. hipotez (H₁): Yalın üretim olgunluk düzeyi, tersanelerin çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

2. hipotez (H₂): Tersanelerin büyüklüğünün, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

3. hipotez (H₃): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

4. hipotez (H₄): Tersanelerin büyüklüğünün, modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

5. hipotez (H₅): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

6. hipotez (H₆): Modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri, tersane çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

7. hipotez (H₇): Tersanelerin büyüklüğünün, modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

8. hipotez (H₈): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

9. hipotez (H₉): Modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri, tersane çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

4.5.6.1 Yalın olgunluk düzeyi için yapılan hipotez testleri

Yalın üretim olgunluk düzeyi değişkeni, modelde yer alan 3 ana boyut için bulunan değerlerin ortalamasıdır.

1. hipotez (H₁): Yalın üretim olgunluk düzeyi, tersanelerin çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

Yalın üretim olgunluğunun tersane çalışma alanına göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan tersane çalışmanın sürekli bir veri olmadığı dolayısıyla ANOVA ile belirlenmelidir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.28 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.28 : Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.

Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
3,225	2	38	0,051

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezi, anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. ANOVA tablosunun yer aldığı Çizelge 4.29 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.29 : Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
Gruplar arası	1,81846	2	0,90923	3,26547	0,04913
Grup içi	10,5807	38	0,27844		
Toplam	12,3991	40			

Çizelgedeki anlamlılık değerinin 0,05'ten küçük olması, grup ortalamalarının birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezinin reddedilmesini gerektirir. Dolayısıyla, farklı çalışma alanında bulunan tersanelerin yalın üretim olgunluk düzeyleri ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu söylenir. Dolayısıyla, tersane çalışma alanları arasında anlamlı bir fark olduğu söylenir. Bundan sonra yapılması gereken, hangi gruplar arasında farklılığın bulunduğunu belirleyen post-hoc testinin yapılmasıdır. Yapılan post-hoc Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 : Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane çalışma alanı	(J) Tersane çalışma alanı	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,542	0,241	0,030
	3	-0,525	0,219	0,022
2	1	0,542	0,241	0,030
	3	0,017	0,191	0,928
3	1	0,525	0,219	0,022
	2	-0,017	0,191	0,928

Çizelgeden, bakım-onarım tersaneleriyle, sadece yeni gemi inşa eden ve hem yeni inşa hem bakım-onarım alanlarında çalışan tersaneler arasında, yalın olgunluk düzeyi

bakımından anlamlı bir fark olduğu anlaşılmaktadır. Böylece, yalın üretim olgunluk düzeyinin, tersanelerin çalışma alanına göre farklılık gösterdiğini öne süren H_1 hipotezi kabul edilmiştir. Diğer bir ifade ile tersane çalışma alanının, yalın olgunluk düzeyini etkilediği söylenebilir.

2. hipotez (H_2): Tersanelerin büyüklüğünün, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerine olumlu bir etkisi vardır.

Yalın üretim olgunluk düzeyinin, tersane büyüklüğüne göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan tersane büyüklüğünün sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

2. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 31’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	Tersane büyüklüğü	Yalın üretim olgunluk seviyesi
Tersane büyüklüğü	Pearson katsayısı	1	0,601
	Anlamlılık değeri		0,000
Yalın üretim olgunluk seviyesi	Pearson katsayısı	0,601	1
	Anlamlılık değeri	0,000	

Çizelgeye göre, tersane büyüklüğü ile yalın üretim uygulamaları arasında, 0,601 olarak bulunan pearson katsayısı nedeniyle orta düzeyde bir pozitif bir ilişki vardır. Çalışan sayısındaki artış, yalın üretim olgunluk seviyesini olumlu şekilde etkilemektedir denebilir. Böylelikle 2. hipotez de kabul edilir.

Bu sonuç, Ghosh’un Hindistan’da faaliyet gösteren 79 firma ile yapmış olduğu çalışmada ve Shah-Ward ikilisinin ABD’de yaptığı çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ile benzer bir sonuçtur. Bahsi geçen çalışmalarda da, tesis büyüklüğü ile yalın üretim olgunluk düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştu.

Tersane büyüklüğünün, yalın üretim olgunluk seviyesi üzerinde etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat hangi büyüklükteki tersanelerin, yalın üretim olgunluk seviyesinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA’dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.32 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.32 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.

Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
0,169	3	37	0,917

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezi, anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. ANOVA tablosunun yer aldığı Çizelge 4.33 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.33 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
Gruplar arası	6,32349	3	2,10783	12,8365	0,000
Grup içi	6,07564	37	0,16421		
Toplam	12,3991	40			

Çizelgedeki anlamlılık değerinin 0,05'ten küçük olması, grup ortalamalarının birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezinin reddedilmesini gerektirir. Dolayısıyla, farklı büyüklükteki tersanelerin yalın üretim olgunluk düzeyleri ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu söylenir. Bundan sonra yapılması gereken, hangi gruplar arasında farklılığın bulunduğunu belirleyen post-hoc testinin yapılmasıdır. Yapılan post-hoc Çizelge 4.34'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.34 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	1,002	0,174	0,000
	3	0,811	0,170	0,000
	4	0,877	0,209	0,001
2	1	-1,002	0,174	0,000
	3	-0,191	0,162	0,644
	4	-0,125	0,203	0,926
3	1	-0,811	0,170	0,000
	2	0,191	0,162	0,644
	4	0,066	0,200	0,987

Çizelge 4.34 (devam): Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
4	1	-0,877	0,209	0,001
	2	0,125	0,203	0,926
	3	-0,066	0,200	0,987

Çizelgeden, tersane büyüklüğünün 1 ile ifade edildiği 500'den fazla çalışanı bulunan tersanelerin, diğer büyüklükteki tersanelerden anlamlı bir şekilde farklılaşmış durumda olduğu gözükmemektedir. Onun haricinde, diğer büyüklükteki tersaneler arasında herhangi bir anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Çıkan sonuca göre 500'den az çalışanı bulunan tersanelerin, yalın olgunluk düzeyinde bir farklılaşma yaratmadığı söylenebilir.

3. hipotez (H₃): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerine olumlu bir etkisi vardır.

Yalın üretim olgunluk düzeyinin, tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresine göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan söz konusu değişkenin sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

3. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 35'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.35 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Yalın üretim olgunluk seviyesi
Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Pearson katsayısı	1	0,407
	Anlamlılık değeri		0,008
Yalın üretim olgunluk seviyesi	Pearson katsayısı	0,407	1
	Anlamlılık değeri	0,008	

Buna göre, yalın üretim tekniklerinin uygulama süresi ile yalın üretim uygulamaları arasında, 0,407 olarak bulunan pearson katsayısı nedeniyle düşük düzeyde bir pozitif bir ilişki vardır. 0,008 çıkan anlamlılık düzeyinden dolayı, yalın üretim tekniklerinin

uygulanma süresinin, yalın üretim olgunluk düzeyi üzerine olumlu bir etkisi olduğunu öne süren H_3 kabul edilmiştir.

Bu sonuç, Ghosh'un Hindistan'da faaliyet gösteren 79 firma ile yapmış olduğu çalışmada elde edilen sonuç ile benzer bir sonuçtur. Söz konusu çalışmada da, yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile yalın üretim olgunluk düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur.

Yalın üretim tekniklerinin uygulama süresinin, yalın üretim olgunluk seviyesi üzerinde etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat bağımsız değişken olan uygulanma süresindeki hangi grupların, yalın üretim olgunluk seviyesinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA'dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.36 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.36 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan Levene testi.

Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
2,274	3	37	0,096

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezi, anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. ANOVA tablosunun yer aldığı Çizelge 4.37 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.37 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA tablosu.

	Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
Gruplar arası	2,34364	0,78121	2,87453	0,04914
Grup içi	10,0555	0,27177		
Toplam	12,3991			

Çizelgedeki anlamlılık değerinin 0,05'ten küçük olması, grup ortalamalarının birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezinin reddedilmesini gerektirir. Dolayısıyla, yalın üretim tekniklerinin uygulama sürelerindeki farklılığın, yalın

olgunluk düzeyi üzerinde anlamlı bir fark yaratmakta olduğu söylenir. Bundan sonra yapılması gereken, hangi gruplar arasında farklılığın bulunduğunu belirleyen post-hoc testinin yapılmasıdır. Yapılan post-hoc Çizelge 4.38’de gösterilmiştir.

Çizelgeden anlaşıldığı gibi yalın üretim tekniklerini en az 5 senedir uygulayan tersaneler ile yalın üretim tekniklerini uygulamayan ve en fazla 1 senedir uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Son derece doğal olan bu sonuç şaşkınlık yaratmamıştır. Şaşkınlık yaratan sonuç, yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler ile yalın üretim tekniklerini en fazla 5 senedir uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir farklılığın bulunmayışıdır. Çıkan bu sonucun nedenleri arasında, yalın üretim uygulamalarının sonuç verebilmesi için en az 5 senedir uygulanıyor olması gerektiği söylenebilir.

Çizelge 4.38 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.

(I) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	(J) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,037	0,220	0,869
	3	-0,555	0,317	0,088
	4	-0,787	0,317	0,018
2	1	0,037	0,220	0,869
	3	-0,518	0,360	0,158
	4	-0,750	0,360	0,044
3	1	0,555	0,317	0,088
	2	0,518	0,360	0,158
	4	-0,232	0,426	0,589
4	1	0,787	0,317	0,018
	2	0,750	0,360	0,044
	3	0,232	0,426	0,589

4.5.6.2 Ana boyutlar için yapılan hipotez testleri

Modelde yer alan üç ana boyutun ortalamasının, diğer bir ifadeyle yalın olgunluk düzeyinin yanı sıra söz konusu üç boyutun da demografik bilgiler ışığında eğilimine bakmak yararlı olacaktır.

4. hipotez (H₄): Tersanelerin büyüklüğünün, modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

Ana boyut değerlerinin, tersane büyüklüğüne göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan tersane büyüklüğünün sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

4. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 39’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	Teknik	Altyapı	Teknoloji
Tersane büyüklüğü	Pearson katsayısı	0,330	0,28	0,587
	Anlamlılık değeri	0,03	0,08	0,00

Teknik boyutu ile tersane büyüklüğü arasında 0,03 anlamlılık düzeyinde pozitif bir ilişki vardır. Yalnız bu ilişki 0,330 çıkan pearson katsayısının 0,5’ten küçük olması dolayısıyla düşük bir ilişki olarak ifade edilir. Altyapı boyutu ile tersane büyüklüğü değişkeni arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Teknoloji boyutu ile tersane büyüklüğü arasında 0,00 anlamlılık düzeyinde pozitif bir ilişki söz konusudur. 0,5 değerinden büyük çıkan pearson katsayısı nedeniyle orta düzeyde pozitif bir ilişki mevcuttur.

Yukarıda sıralanan bilgiler ışığında, çalışan sayısındaki artış, Altyapı boyutunda anlamlı bir değişiklik yaratmazken, Teknik boyutunda az da olsa bir artışa neden olur. Bunun yanında çalışan sayısındaki artış Teknoloji boyutunda, Teknik boyutundakinden daha fazla bir artışa neden olacaktır.

Dolayısıyla tersane büyüklüğü değişkeni ile üç ana boyut içerisinde yalnızca Teknoloji boyutunun etkileşim içerisinde olduğu söylenir. H₄, sadece Teknoloji boyutu için kabul edilmiştir.

Tersane büyüklüğünün, ana boyutlar üzerinde ne derece etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat hangi büyüklükteki tersanelerin, ana boyutlar üzerinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA’dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.40 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.40 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
TEKNİK	1,092	3	37	0,365
ALTYAPI	0,681	3	37	0,569
TEKNOLOJİ	0,153	3	37	0,927

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Tersane büyüklüğünün, her üç ana boyutta herhangi bir farklılaşmaya yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA testi sonucu Çizelge 4.41'de görülmektedir.

Çizelge 4.41 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
TEKNİK	Gruplar arası	0,474	0,158	1,540	0,220
	Grup içi	3,797	0,103		
	Toplam	4,271			
ALTYAPI	Gruplar arası	0,474	0,158	1,906	0,146
	Grup içi	3,068	0,083		
	Toplam	3,542			
TEKNOLOJİ	Gruplar arası	40,925	13,642	14,037	0,000
	Grup içi	35,959	0,972		
	Toplam	76,884			

Yapılan varyans analizi sonucu, tersane büyüklüğünün Teknoloji boyutunda anlamlı bir farklılaşmaya neden olduğu, Altyapı ve Teknik boyutlarında herhangi bir farklılaştırma yaratmadığı görülmektedir. Bu sonuç daha önce yapılan korelasyon analizi ile paralel bir sonuçtur.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece Teknoloji boyutunda gruplar arasındaki farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.42'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.42 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	2,568	0,422	0,000
	3	1,897	0,415	0,000
	4	2,343	0,509	0,000

Çizelge 4.42 (devam): Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
2	1	-2,568	0,422	0,000
	3	-0,671	0,395	0,338
	4	-0,225	0,493	0,968
3	1	-1,897	0,415	0,000
	2	0,671	0,395	0,338
	4	0,447	0,487	0,795
4	1	-2,343	0,509	0,000
	2	0,225	0,493	0,968
	3	-0,447	0,487	0,795

Çizelge den anlaşıldığı gibi 500’den fazla çalışanı bulunan tersaneler ile diğer büyüklükteki tersaneler arasında Teknoloji boyutu bakımından anlamlı bir farklılık söz konusudur.

Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği alt boyutunun bulunduğu Teknoloji ana boyutunda, tersane büyüklüğü bakımından farklılıklar olması, büyük tersanelerin maddi imkânlarının fazla olması nedeniyle yeterlilikleri de fazla olmaktadır. Bu sonuç İspanya Aragon bölgesinde yapılan çalışmada ortaya konan sonuca benzer bir sonuçtur. Söz konusu çalışmada büyük organizasyonların, yalın üretim araçlarına adaptasyonlarını arttıracak daha fazla kaynak ve yeterlilikleri bulunduğundan dolayı, yalın olgunluk düzeylerinin daha yüksek olduğu belirtilmişti.

5. hipotez (H₅): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

Ana boyut değerlerinin, yalın üretim teknikleri uygulanma süresine göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin, sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

5. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 43’de gösterilmiştir.

Teknik boyutun 0,573 çıkan pearson katsayısı nedeniyle, yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile 0,00 anlamlılık düzeyinde orta düzeyde pozitif bir ilişkiye sahip olduğu söylenebilir. Aynı şekilde, yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile

Altyapı arasında 0,02 anlamlılık düzeyinde düşük bir pozitif ilişki (pearson katsayısı=0,369<0,5 olduğundan) söz konusudur. Fakat yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile Teknoloji arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Çizelge 4.43 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	Teknik	Altyapı	Teknoloji
Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Pearson katsayısı	0,573	0,369	0,28
	Anlamlılık değeri	0,00	0,02	0,08

Yalın üretim teknikleri uygulanma süresindeki artış, Teknoloji boyutunda anlamlı bir değişiklik yaratmazken, Altyapı boyutunda az da olsa bir artışa neden olur. Bunun yanında yalın üretim teknikleri uygulanma süresi artış Teknik boyutunda, Altyapı boyutundakinden daha fazla bir artışa neden olacaktır.

Dolayısıyla yalın üretim teknikleri uygulanma süresi değişkeni ile üç ana boyut içerisinde yalnızca Teknik boyutunun etkileşim içerisinde olduğu söylenir. H_5 , sadece teknik boyutu için kabul edilmiştir.

Yalın üretim tekniklerinin uygulama süresinin, ana boyutlar üzerinde etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat bağımsız değişken olan uygulanma süresindeki hangi grupların, ana boyutlar üzerinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA'dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.44 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.44 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
TEKNİK	2,574	3	37	0,069
ALTYAPI	1,000	3	37	0,403
TEKNOLOJİ	1,700	3	37	0,184

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği

sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin, her üç ana boyutta herhangi bir farklılaşmaya yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA testi sonucu Çizelge 4.45’te görülmektedir.

Çizelge 4.45 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
TEKNİK	Gruplar arası	1,884	0,628	9,734	0,000
	Grup içi	2,387	0,065		
	Toplam	4,271			
ALTYAPI	Gruplar arası	0,641	0,214	2,727	0,058
	Grup içi	2,901	0,078		
	Toplam	3,542			
TEKNOLOJİ	Gruplar arası	9,834	3,278	1,809	0,162
	Grup içi	67,050	1,812		
	Toplam	76,884			

Yukarıda yapılan korelasyon analizi sonuçlarına paralel olarak, yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin, Teknik boyutu üzerinde etkisi olduğu, yapılan varyans analiziyle anlaşılmaktadır. Yapılan korelasyon analizinde Altyapı boyutuna etkisinin düşük olduğu belirlenen yalın üretim tekniklerinin uygulama süresinin, varyans analizine göre Altyapı boyutunda herhangi bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Yine aynı şekilde, yukarıda yapılan korelasyon analizi sonuçlarına paralel olarak, varyans analizinde de, Teknoloji boyutu ile yalın üretim teknikleri uygulanma süresi arasında her hangi bir anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece Teknik boyutunda gruplar arasındaki farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.46’da gösterilmiştir.

Yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin Teknik boyutunda farklılığa neden olduğu ANOVA tablosunda görüldüğünden itibaren, bu farklılığa neden olan grubun yalın üretim teknikleri uygulamayan tersaneler olacağı düşünülmüştür. Çizelge 4.46’ya bakılarak, bunun çok da yanlış olmadığı görülebilir. Yalın üretim teknikleri uygulamayan tersaneler ile 1 senedir bile olsa uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir şekilde farklılık bulunduğu çizelgeden anlaşılabılır.

Çizelge 4.46 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.

(I) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	(J) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,359	0,107	0,010
	3	-0,526	0,154	0,008
	4	-0,569	0,154	0,004
2	1	0,359	0,107	0,010
	3	-0,168	0,175	0,775
	4	-0,211	0,175	0,629
3	1	0,526	0,154	0,008
	2	0,168	0,175	0,775
	4	-0,043	0,207	0,997
4	1	0,569	0,154	0,004
	2	0,211	0,175	0,629
	3	0,043	0,207	0,997

6. hipotez (H₆): Modelde yer alan Teknik, Altyapı ve Teknoloji ana boyutları değerleri, tersane çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

Sürekli bir değişken olmadığı için korelasyon analizinin yapılamadığı tersane çalışma alanı değişkeninin, her üç ana boyutta herhangi bir farklılaşmaya neden olup olmadığı ANOVA ile belirlenir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.47 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.47 : Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
TEKNİK	1,835	2	38	0,173
ALTYAPI	1,228	2	38	0,304
TEKNOLOJİ	1,833	2	38	0,174

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H₀ hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Tersane çalışma alanının, her üç ana boyutta herhangi bir farklılaşmaya yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA sonucu Çizelge 4.48'de görülmektedir.

Çizelge 4.48 : Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
TEKNİK	Gruplar arası	1,424	0,712	9,500	0,000
	Grup içi	2,847	0,075		
	Toplam	4,271			
ALTYAPI	Gruplar arası	0,137	0,069	0,766	0,472
	Grup içi	3,405	0,090		
	Toplam	3,542			
TEKNOLOJİ	Gruplar arası	9,983	4,991	2,835	0,071
	Grup içi	66,901	1,761		
	Toplam	76,884			

Tersane çalışma alanının, Teknik boyutunda anlamlı bir farklılaşmaya neden olduğu açıkça gözükmemektedir. Altyapı boyutunda herhangi bir farklılaştırma yaratmayan tersane çalışma alanı değişkeninin, Teknoloji boyutunda p değerinin 0,05'e çok yakın olmasına rağmen, söz konusu değerden büyük çıkması dolayısıyla anlamlı bir farklılığa neden olmadığı söylenebilir.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece Teknik boyutunda gruplar arasındaki farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.49'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.49 : Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane çalışma alanı	(J) Tersane çalışma alanı	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,533	0,125	0,000
	3	-0,395	0,114	0,004
2	1	0,533	0,125	0,000
	3	0,138	0,099	0,354
3	1	0,395	0,114	0,004
	2	-0,138	0,099	0,354

Çizelgeden anlaşıldığı gibi bakım-onarım tersaneleri ile diğer tersaneler arasında Teknik boyutu bakımından anlamlı bir farklılık söz konusudur. İsrafların Ortadan Kaldırılması, İş Aktiviteleri gibi üretim sistemleri ile direkt alakalı olan Teknik boyutunda, bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin söz konusu boyut için farklı ortalamalara sahip olması son derece doğaldır. Bunun nedeni olarak bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin üretim süreçlerinin birbirinden farklı olduğu söylenebilir.

Dolayısıyla tersane çalışma alanı ile üç ana boyut içerisinde yalnızca Teknik boyutunun etkileşim içerisinde olduğu söylenir. H₆, sadece Teknik boyutu için kabul edilmiştir.

4.5.6.3 Alt boyutlar için yapılan hipotez testleri

Modelde yer alan ana boyutların yanı sıra 6 alt boyutun da demografik bilgiler ışığında eğilimine bakmak yararlı olacaktır.

7. hipotez (H₇): Tersanelerin büyüklüğünün, modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

Alt boyut değerlerinin, tersane büyüklüğüne göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan tersane büyüklüğünün sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

7. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 50’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.50 : Tersane büyüklüğü için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	IS	IA	SI	T	B	TY
Tersane büyüklüğü	Pearson katsayısı	0,261	0,123	0,346	0,194	0,377	0,587
	Anlamlılık değeri	0,099	0,444	0,027	0,224	0,015	0,000

Tersane büyüklüğü ile “İsrafların Ortadan Kaldırılması (IS)”, “İş Aktiviteleri (IA)” ve “Tedarikçi Yönetimi (T)” arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Buna rağmen “Sürekli İyileşme (SI)” ve “Bakım (B)” değerlerinin, çalışan sayısı arttıkça düşük düzeyde de olsa bir artış sergileyeceği söylenebilir. “Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği (TY)” ile tersane büyüklüğü arasında orta düzeyde pozitif bir ilişki bulunduğu gözlemlenmiştir. Çalışan sayısı ile tesis yeterliliği arasındaki ilişkinin; çalışan sayısı ile Sürekli İyileştirme ve Tedarikçi Yönetimi arasında olan ilişkiden daha kuvvetli olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışan sayısındaki artışın, tesis yeterliliğinde bir artışa neden olduğu söylenebileceği gibi, daha çok çalışana sahip tersanelerin, diğer bir ifade ile büyük tersanelerin tesis yeterliliği bakımından, küçük tersanelere

oranla daha iyi durumda oldukları da söylenebilir. Yani tersane büyüklüğü arttıkça, tesise olan yatırımlar artmakta ve tesis, gerek yerleşimiyle gerekse yeterliliğiyle yalın üretime daha uygun hale gelmektedir.

Dolayısıyla tersane büyüklüğü değişkeni ile 6 alt boyut içerisinde yalnızca Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutunun etkileşim içerisinde olduğu söylenir. H₇, sadece TY alt boyutu için kabul edilmiştir.

Tersane büyüklüğünün, alt boyutlar üzerinde ne derece etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat hangi büyüklükteki tersanelerin, alt boyutlar üzerinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA'dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.51 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.51 : Tersane büyüklüğü için yapılan Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
IS	1,376	3	37	0,265
IA	2,952	3	37	0,045
SI	0,382	3	37	0,766
T	0,549	3	37	0,652
B	0,905	3	37	0,448
TY	0,153	3	37	0,927

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, IA değişkeni haricindeki varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H₀ hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla IA değişkeni hariç, ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Tersane büyüklüğünün, her 6 alt boyutta herhangi bir farklılaşmaya yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA testi sonucu Çizelge 4.52'de görülmektedir.

Yukarıda yapılan korelasyon analizi sonuçlarına paralel olarak, tersane büyüklüğünün, Sürekli İyileştirme, Bakım ve Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutları üzerinde etkisi olduğu yapılan varyans analizi ile ortaya konmuştur.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece SI, B ve TY alt boyutları için, gruplar arasında farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.53'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.52 : Tersane büyüklüğü için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
IS	Gruplar arası	0,627	0,209	1,007	0,401
	Grup içi	7,681	0,208		
	Toplam	8,308			
SI	Gruplar arası	0,551	0,184	3,015	0,042
	Grup içi	2,254	0,061		
	Toplam	2,805			
T	Gruplar arası	0,409	0,136	0,894	0,453
	Grup içi	5,645	0,153		
	Toplam	6,054			
B	Gruplar arası	1,550	0,517	3,228	0,033
	Grup içi	5,922	0,160		
	Toplam	7,472			
TY	Gruplar arası	40,925	13,642	14,037	0,000
	Grup içi	35,959	0,972		
	Toplam	76,884			

Çizelge 4.53 : Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

	(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
SI	1,00	2,00	0,179	0,106	0,343
		3,00	0,304	0,104	0,028
		4,00	0,102	0,127	0,853
	2,00	1,00	-0,179	0,106	0,343
		3,00	0,126	0,099	0,585
		4,00	-0,077	0,123	0,925
	3,00	1,00	-0,304	0,104	0,028
		2,00	-0,126	0,099	0,585
		4,00	-0,202	0,122	0,358
	4,00	1,00	-0,102	0,127	0,853
		2,00	0,077	0,123	0,925
		3,00	0,202	0,122	0,358
B	1,00	2,00	0,469	0,171	0,045
		3,00	0,459	0,168	0,046
		4,00	0,277	0,207	0,543
	2,00	1,00	-0,469	0,171	0,045
		3,00	-0,010	0,160	1,000
		4,00	-0,192	0,200	0,774

Çizelge 4.53 (devam): Tersane büyüklüğü için yapılan post-hoc testi.

	(I) Tersane büyüklüğü	(J) Tersane büyüklüğü	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
B	3,00	1,00	-0,459	0,168	0,046
		2,00	0,010	0,160	1,000
		4,00	-0,181	0,197	0,795
	4,00	1,00	-0,277	0,207	0,543
		2,00	0,192	0,200	0,774
		3,00	0,181	0,197	0,795
	1,00	2,00	2,568	0,422	0,000
		3,00	1,897	0,415	0,000
		4,00	2,343	0,509	0,000
TY	2,00	1,00	-2,568	0,422	0,000
		3,00	-0,671	0,395	0,338
		4,00	-0,225	0,493	0,968
	3,00	1,00	-1,897	0,415	0,000
		2,00	0,671	0,395	0,338
		4,00	0,447	0,487	0,795
	4,00	1,00	-2,343	0,509	0,000
		2,00	0,225	0,493	0,968
		3,00	-0,447	0,487	0,795

Sürekli İyileştirme boyutunda 1 ile 3 numaralı grupların ortalamaları birbirinden farklı çıkmıştır. Sadece söz konusu iki grup arasında farklılık çıkması, anlamlı bir şekilde yorum yapabilmek için yeterli olmadığı için, rastlantısal bir ilişki olarak belirlenmiştir.

Bakım boyutunda 1 ile 2 ve 1 ile 3 numaralı grupların ortalamaları birbirinden farklı çıkmıştır. Bu gruplar arasında çıkan farklılık sonucunda, 500’den fazla çalışanı bulunan tersaneler ile 250 ile 500 arasında çalışanı bulunan tersaneler Bakım boyutunda anlamlı bir farklılığa sahiptirler. Yine aynı şekilde 500’den fazla çalışanı bulunan tersaneler ile 100 ile 250 arasında çalışanı bulunan tersaneler arasında Bakım boyutu için anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Her ne kadar durum böyle olsa da, 500’den fazla çalışanı bulunan tersaneler ile 100 kişiden az çalışanı bulunan tersaneler arasında anlamlı bir farklılığın bulunmaması, tersane büyüklüğünün de Bakım boyutu üzerindeki etkisinin rastlantısal olduğu sonucuna varılmasına neden olmaktadır.

Bakım boyutu için söylenenleri, Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutu için de söylemek doğru olmayacaktır. Çünkü bu boyutta, 1 ile temsil edilen 500’den fazla

çalışanı bulunan tersaneler, diğer tüm büyüklükteki tersanelerden anlamlı bir şekilde farklı çıkmıştır. Büyük tersaneler yeterlilik bakımından diğerlerinden ayrılmaktadırlar. Teknoloji ana boyutunda yapılan yorumun aynısı yapılabilir. Yani denebilir ki büyük tersanelerin maddi imkânlarının fazla olması nedeniyle yeterlilikleri de fazla olmaktadır.

Varyansların homojenliği varsayımını sağlamayan IA değişkeni için Kruskal Wallis H-Testi yapılmıştır. Yapılan test Çizelge 4.54’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.54 : IA değişkeni için yapılan Kruskal Wallis H-Testi.

Tersane Büyüklüğü	N	Ortalama	SD	Ki- kare	Anlamlılık (p)
1	10	21,850	3	0,317	0,957
2	12	20,042			
3	13	21,962			
4	6	19,417			

Çizelgedeki anlamlılık değerine bakıldığında, farklı büyüklükteki tersanelerin, IA alt boyutuna ait ortalamaları birbirine eşittir denir. Diğer bir ifade ile tersane büyüklüğü, IA değişkenini etkilemediği söylenebilir.

8. hipotez (H₈): Tersanelerin yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır.

Alt boyut değerlerinin, yalın üretim teknikleri uygulanma süresine göre değişkenlik gösterip göstermediği, bağımsız değişken olan yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin, sürekli bir veri olması nedeniyle korelasyon analizi ile belirlenebilir.

8. hipotezde yer alan değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddetini belirlemek için yapılan korelasyon analizi sonucu, pearson katsayısı ve anlamlılık düzeyi Çizelge 55’te gösterilmiştir.

Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile Tedarikçi Yönetimi ve Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bunun yanında, yalın üretim teknikleri uygulanma süresi arttıkça, İş Aktiviteleri boyutunda düşük düzeyde de olsa bir artış gerçekleşeceği söylenebilir. İsrafların Ortadan Kaldırılması, Sürekli İyileştirme ve Bakım boyutlarının, yalın üretim teknikleri uygulanma süresi ile orta düzeyde bir pozitif ilişki içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Yalın üretim tekniklerine olan bağlılığın artması ile israfların azalması, sürekli iyileştirmenin

artması ve bakım aktivitelerinin daha da yalınlaşması son derece beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.55 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan korelasyon analizi.

Değişkenler	N=41	IS	IA	SI	T	B	TY
Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Pearson katsayısı	0,575	0,344	0,423	0,276	0,423	0,277
	Anlamlılık değeri	0,000	0,027	0,006	0,080	0,006	0,080

Dolayısıyla yalın üretim teknikleri uygulanma süresi değişkeni ile 6 alt boyut içerisinde IS, SI ve B boyutlarının etkileşim içerisinde olduğu söylenir. H_8 , sadece bahsedilen alt boyutlar için kabul edilmiştir.

Yalın üretim tekniklerinin uygulama süresinin, alt boyutlar üzerinde etkili olduğu yukarıda yapılan korelasyon analiziyle belirlenmişti. Fakat bağımsız değişken olan uygulanma süresindeki hangi grupların, alt boyutlar üzerinde farklılaşmaya neden olduğunu belirlemenin yolu ANOVA'dan geçmektedir. Bunun için ANOVA yapılmasına karar verilmiştir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.56 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.56 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
IS	1,002	3	37	0,403
IA	2,658	3	37	0,062
SI	0,391	3	37	0,760
T	1,144	3	37	0,344
B	1,850	3	37	0,155
TY	1,700	3	37	0,184

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin, her 6 alt boyutta herhangi bir farklılaşmaya

yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA testi sonucu Çizelge 4.57’de görülmektedir.

Çizelge 4.57 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
IS	Gruplar arası	3,655	1,218	9,688	0,000
	Grup içi	4,653	0,126		
	Toplam	8,308			
IA	Gruplar arası	1,114	0,371	3,949	0,015
	Grup içi	3,477	0,094		
	Toplam	4,591			
SI	Gruplar arası	0,695	0,232	4,062	0,014
	Grup içi	2,110	0,057		
	Toplam	2,805			
T	Gruplar arası	0,630	0,210	1,433	0,249
	Grup içi	5,424	0,147		
	Toplam	6,054			
B	Gruplar arası	1,575	0,525	3,293	0,031
	Grup içi	5,898	0,159		
	Toplam	7,472			
TY	Gruplar arası	9,834	3,278	1,809	0,162
	Grup içi	67,050	1,812		
	Toplam	76,884			

Yukarıda yapılan korelasyon analizi sonuçlarına paralel olarak, yalın üretim tekniklerini uygulama süresinin, İsrafların Ortadan Kaldırılması, İş Aktiviteleri, Sürekli İyileştirme ve Bakım boyutları üzerinde etkisi olduğu, yapılan varyans analizi ile ortaya konmuştur.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece IS, IA, SI ve B alt boyutları için, gruplar arasında farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.58’de gösterilmiştir.

İsrafların Ortadan Kaldırılması boyutunda, yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler ile uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir şekilde farklılık çıkmıştır. Yani bir yıldır uygulanan yalın üretim teknikleri bile, israfların azalmasında etkili olmuştur denebilir.

Çizelge 4.58 : Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.

	(I) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	(J) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
IS	1	2	-0,524	0,150	0,007
		3	-0,721	0,215	0,010
		4	-0,774	0,215	0,005
	2	1	0,524	0,150	0,007
		3	-0,198	0,245	0,850
		4	-0,250	0,245	0,737
	3	1	0,721	0,215	0,010
		2	0,198	0,245	0,850
		4	-0,053	0,290	0,998
	4	1	0,774	0,215	0,005
		2	0,250	0,245	0,737
		3	0,053	0,290	0,998
IA	1	2	-0,360	0,130	0,041
		3	-0,374	0,186	0,204
		4	-0,318	0,186	0,334
	2	1	0,360	0,130	0,041
		3	-0,014	0,212	1,000
		4	0,041	0,212	0,997
	3	1	0,374	0,186	0,204
		2	0,014	0,212	1,000
		4	0,055	0,250	0,996
	4	1	0,318	0,186	0,334
		2	-0,041	0,212	0,997
		3	-0,055	0,250	0,996
SI	1	2	-0,191	0,101	0,248
		3	-0,046	0,145	0,989
		4	-0,459	0,145	0,016
	2	1	0,191	0,101	0,248
		3	0,145	0,165	0,814
		4	-0,267	0,165	0,379
	3	1	0,046	0,145	0,989
		2	-0,145	0,165	0,814
		4	-0,413	0,195	0,167
	4	1	0,459	0,145	0,016
		2	0,267	0,165	0,379
		3	0,413	0,195	0,167

Çizelge 4.58 (devam): Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi için yapılan post-hoc testi.

	(I) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	(J) Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
B	1	2	-0,193	0,169	0,261
		3	-0,484	0,243	0,054
		4	-0,616	0,243	0,015
	2	1	0,193	0,169	0,261
		3	-0,291	0,276	0,298
		4	-0,424	0,276	0,133
	3	1	0,484	0,243	0,054
		2	0,291	0,276	0,298
		4	-0,133	0,326	0,686
	4	1	0,616	0,243	0,015
		2	0,424	0,276	0,133
		3	0,133	0,326	0,686

İş aktiviteleri boyutunda sadece yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler ile en fazla 1 senedir uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır. Diğer gruplar arasında herhangi bir anlamlı farklılık ortaya çıkmaması nedeniyle, yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin İş Aktiviteleri üzerinde anlamlı bir yorum yapabilmeye neden olacak kadar bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir.

Sürekli İyileştirme boyutunda, yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler ile en az 5 senedir uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yani denebilir ki, Sürekli İyileştirme boyutunda anlamlı bir fark oluşabilmesi için, yalın üretim teknikleri en az 5 senedir uygulanmalıdır. 5 seneden az bir süredir uygulanan yalın üretim teknikleri Sürekli İyileştirme boyutu için bir farklılık meydana getirmemektedir.

Bakım boyutunda, yalın üretim tekniklerini uygulamayan tersaneler ile en az 5 senedir uygulayan tersaneler arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yani denebilir ki, Bakım boyutunda anlamlı bir fark oluşabilmesi için, yalın üretim teknikleri en az 5 senedir uygulanmalıdır. 5 seneden az bir süredir uygulanan yalın üretim teknikleri Bakım boyutu için bir farklılık meydana getirmemektedir.

9. hipotez (H₉): Modelde yer alan SI, IA, SI, T, B ve TY alt boyut değerleri, tersane çalışma alanına göre farklılık göstermektedir.

Sürekli bir değişken olmadığı için korelasyon analizinin yapılamadığı tersane çalışma alanı değişkeninin, her 6 alt boyutta herhangi bir farklılaşmaya neden olup olmadığı ANOVA ile belirlenir. ANOVA yapılabilmesi için varyansların homojenliği testinin sonucuna ihtiyaç vardır. Bu amaçla hazırlanan Çizelge 4.59 aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.59 : Tersane çalışma alanı için yapılan Levene testi.

	Levene istatistik	SD1	SD2	Anlamlılık (p)
IS	1,569	2	38	0,221
IA	7,186	2	38	0,002
SI	0,519	2	38	0,599
T	1,311	2	38	0,281
B	0,799	2	38	0,457
TY	1,833	2	38	0,174

Çizelgede görüleceği gibi varyansların homojenliği testinde, IA değişkeni haricindeki varyansların birbirine eşit olduğunu varsayan H_0 hipotezleri, anlamlılık değerlerinin 0,05'ten büyük olması nedeniyle kabul edilmiş, böylece varyansların homojen olarak dağılım gösterdiği sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla IA değişkeni hariç, ANOVA yapılması mümkün kılınmıştır. Tersane büyüklüğünün, her 6 alt boyutta herhangi bir farklılaşmaya yol açıp açmadığını kontrol için yapılan ANOVA testi sonucu Çizelge 4.60'da görülmektedir.

Çizelge 4.60 : Tersane çalışma alanı için yapılan ANOVA tablosu.

		Kareler toplamı	Ortalama kareleri	F	Anlamlılık (p)
IS	Gruplar arası	1,208	0,604	3,234	0,050
	Grup içi	7,100	0,187		
	Toplam	8,308			
SI	Gruplar arası	0,009	0,005	0,063	0,939
	Grup içi	2,796	0,074		
	Toplam	2,805			
T	Gruplar arası	0,627	0,313	2,193	0,125
	Grup içi	5,427	0,143		
	Toplam	6,054			
B	Gruplar arası	1,066	0,533	3,161	0,054
	Grup içi	6,406	0,169		
	Toplam	7,472			
TY	Gruplar arası	9,983	4,991	2,835	0,071
	Grup içi	66,901	1,761		
	Toplam	76,884			

Çizelgede gözüktüğü gibi, tersanelerin çalışma alanlarının İrafların Ortadan Kaldırılması alt boyutuna anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Bakım ve Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği boyutları için p değerleri, her ne kadar anlamlılık değeri olan 0,05'e çok yakın olsa da, bu değerden düşük olduğu için anlamlı bir farklılık yaratmadığı gözlemlenmiştir. Bunların yanında çalışma alanının, Sürekli İyileştirme boyutunda da anlamlı bir fark yaratmadığı belirlenmiştir.

Tersane çalışma alanının, Tedarikçi Yönetimi boyutunda bir farklılığa neden olmadığı beklenen bir durumdur [54]. Çünkü bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin kullandıkları ham maddeler neredeyse aynıdır.

Yukarıda sayılan nedenlerden dolayı, sadece IS alt boyutu için, gruplar arasında farklılaşma aranacaktır. Yapılan post-hoc testi Çizelge 4.61'de gösterilmiştir

Çizelge 4.61 : Tersane çalışma alanı için yapılan post-hoc testi.

(I) Tersane çalışma alanı	(J) Tersane çalışma alanı	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,471	0,197	0,022
	3	-0,401	0,180	0,031
2	1	0,471	0,197	0,022
	3	0,070	0,156	0,658
3	1	0,401	0,180	0,031
	2	-0,070	0,156	0,658

Çizelgede gösterilen Tukey HSD testine göre, İrafların Ortadan Kaldırılması boyutunda bakım-onarım tersanesinin ortalaması, diğer tersanelerinkinden farklı çıkmıştır. Dolayısıyla söylenebilir ki, tersanelerin çalışma alanı, onların israf düzeyine etki etmektedir. Çizelgeden, yeni inşa tersanelerine ait, İrafların Ortadan Kaldırılması kriterinin ortalamasının, bakım-onarım tersanelerinkine göre daha yüksek çıktığı görülebilir. Yeni inşa tersaneleri israf düzeyi bakımından bakım-onarım tersanelerine oranla daha iyi konumda olduğu söylenebilir.

Varyansların homojenliği varsayımını sağlamayan IA değişkeni için Kruskal Wallis H-Testi yapılmıştır. Yapılan test Çizelge 4.62'de gösterilmiştir.

Çizelgedeki anlamlılık değeri, tersane çalışma alanının, IA alt boyutunda anlamlı bir farklılığa neden olduğunu belirtmektedir. Farklılığa neden olan grubu belirlemek için

Dunnett'in T3 testinden yararlanılmıştır. Yapılan Dunnett'in T3 testi Çizelge 4.63'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.62 : IA değişkeni için yapılan Kruskal Wallis H-Testi.

Tersane çalışma alanı	N	Ortalama	SD	Ki-kare	Anlamlılık (p)
1	8	6,875	2	22,899	0,000
2	12	32,708			
3	21	19,690			

Çizelge 4.63 : IA değişkeni için yapılan Dunnett'in T3 testi.

(I) Tersane çalışma alanı	(J) Tersane çalışma alanı	Ortalama farkı (I-J)	Standart hata	Anlamlılık (p)
1	2	-0,736	0,060	0,000
	3	-0,371	0,069	0,000
2	1	0,736	0,060	0,000
	3	0,365	0,079	0,000
3	1	0,371	0,069	0,000
	2	-0,365	0,079	0,000

Sonuçlarının Çizelge 4.63'te gösterildiği Dunnett'in T3 testine göre, İş Aktiviteleri boyutunda her 3 grubun da (bakım-onarım tersanesi, yeni inşa tersanesi ve hem yeni inşa hem bakım-onarım tersanesi) ortalaması birbirinden farklı çıkmıştır. Dolayısıyla söylenebilir ki, tersanelerin çalışma alanı, onların İş Aktivitelerini etki etmektedir. Üretim süreçlerinin birbirinden farklı olduğu bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin, İş Aktiviteleri boyutunda farklı ortalamalara sahip olması şaşırtıcı değildir.

Aşağıda yer alan Çizelge 4.64'te, bu bölümde yapılan tüm analizlerin sonucunun özetlendiği çizelge gösterilmiştir. Buna göre, tersane çalışma alanı; IS ve IA alt boyutlarını, Teknik ana boyutunu ve yalın olgunluk düzeyini etkilemektedir. Diğer iki demografik değer için, her iki analizde de anlamlı farklılık yaratan boyutlar söylenirse: Tersane büyüklüğü; TY alt boyutunu, Teknoloji ana boyutunu ve yalın olgunluk düzeyini etkilemektedir denir. Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi; IS ve SI alt boyutlarını, Teknik ana boyutunu ve yalın olgunluk düzeyini etkilemektedir denir.

Çizelge 4.64 : Değişkenler arası ilişkilerin gösterildiği özet çizelge.

Boyut	Tersane çalışma alanı	Tersane büyüklüğü		Yalın üretim teknikleri uygulanma süresi	
	Varyans analizi	Korelasyon analizi	Varyans analizi	Korelasyon analizi	Varyans analizi
IS	✓	⊘	⊘	✓	✓
IA	✓	⊘	⊘	?	?
SI	⊘	?	?	✓	✓
T	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
B	⊘	?	✓	✓	?
TY	⊘	✓	✓	⊘	⊘
Teknik	✓	?	⊘	✓	✓
Altyapı	⊘	⊘	⊘	?	⊘
Teknoloji	⊘	✓	✓	⊘	⊘
Ortalama	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = Değişkenler arasında anlamlı bir farklılık vardır. ⊘ = Değişkenler arasında anlamlı bir farklılık yoktur, ? = İstatistikî olarak anlamlı çıkan sonuç yorum yapabilmek için yeterli değildir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Değişen dünya pazarına uyum sağlayabilmek için üretimde yeni yapılanmaların görülmesi aşîkârdır. Bu yeni yapılandırmalarda amaç, üretimde yeni teknikler kullanmaktan çok, üretime bakış açısının değiştirilmesidir. Bu belirtilene örnek olarak söylenebilecek yalın üretim felsefesi, en az kaynak kullanımıyla, en kısa sürede gerçekleştirilmesi beklenen hatasız üretimi yapmayı hedefleyen işletmelerin, rekabet ortamında fark yaratabilmek adına kullandıkları bir üretim yöntemidir.

Otomotivden tekstile, beyaz eşyadan kimya endüstrisine kadar geniş çaplı bir uygulama alanı bulunan yalın üretim tekniklerin, gemi inşaatı endüstrisinde de uygulanmakta olduğu bilinmektedir.

Önceki bölümlerde belirtildiği gibi, gemi inşaatı sektöründe Uzakdoğu ülkelerinin (Çin, Japonya ve Güney Kore) pazar payı yaklaşık %90'dır. Armatörlerin gemi yaptırmak için bu ülkeleri tercih etmelerinin nedeni, tahmin edileceği üzere, söz konusu ülkelerin daha az maliyetle gemi üretiyor oluşlarıdır. Öyle ki, tersane sahibi Türk armatörler bile, yeni gemi inşa edecekleri zaman, kendi tersaneleri yerine Uzakdoğulu rakiplerini tercih etmektedirler [55].

Üretkenlikleri fazla olmamasına rağmen, aşırı derecede düşük olan iş gücü maliyeti nedeniyle Çin tersaneleri, diğer ülke tersanelerine göre avantajlı konumdadır. Çin'e kıyasla iş gücü maliyetinin oldukça yüksek olduğu Japonya ve Güney Kore'de faaliyet gösteren tersaneler, yalın üretim felsefesinden yararlanmanın getirmiş olduğu yüksek verimli bir üretime sahip olmuşlardır. Bu da kendilerine, aşırı düşük olan iş gücü maliyetine sahip Çin ile rekabet edebilme olanağı sağlamaktadır.

Türkiye'deki iş gücü maliyeti Çin'dekinden daha düşük olmadığından dolayı, Türkiye'de faaliyet gösteren tersanelerin, Uzakdoğu tersaneleriyle rekabet edebilmek için üretkenliklerini arttırmaları gerekmektedir. Bu da Japonya ve Güney Kore tersanelerinin yüksek verimliliğe ulaşmasında en önemli paya sahip olan, yalın üretim felsefesinin uygulanmasıyla mümkün olacaktır.

Gemi inşaatı sektöründe yalın üretim uygulamalarının mevcut durumunu ortaya koymak üzere yapılan bu çalışmayla, Türk tersanelerinin yalın olgunluk düzeyi

belirlenmek istenmiştir. Tersanelerle görüşülerek, onların yalın üretim tekniklerini uygulama seviyelerini belirlemek üzere anket yapılmıştır.

Tersanelerle yapılan görüşmeler sürecinde, tersanelerin iki tip organizasyonel şekilde örgütlendiği gözlemlenmiştir. İlk tip örgütlenmede, tersane sahibi aynı zamanda tersane yönetiminde tek söz sahibi olan kişidir ve bu tip tersaneler kurumsallıktan uzak bir yönetim anlayışı ile yönetilmektedir. Diğer sektörlerde faaliyet gösteren küçük çaplı işletmelerde de karşılaşılan bu tip organizasyonel yapılara, gemi inşaatı sektöründe iyi konumda bulunan büyük tersanelerde de rastlanmaktadır. Bu tip tersanelerde, tersane sahibi tersanedeki her şeyden sorumludur. Diğer taraftan, tersanenin çeşitli departmanlara ayrılıp yönetildiği, ikinci tip organizasyonel yapıya sahip tersaneler, daha kurumsal bir yapıya sahiptir. Üretim ve yönetim anlayışında radikal değişiklikler yapılmasını gerektiren yalın üretim felsefesini benimsemek, ilk tip tersaneler için neredeyse mümkün olmayacaktır. Sadece kurumsal kaynak planlama modülleri satın alarak yalın felsefenin benimsendiğini düşünmek, son derece anlamsız bir hareket olacaktır. Bunun yanında yeniliğe açık olan, profesyonellerce yönetilen ikinci tip tersanelerde, yalın üretim uygulamalarına daha sık rastlanacağı tahmin edilebilir. Anket sırasında yapılan gözlemler sonucu, bu durumun gerçeği yansıttığı söylenebilir.

Çalışmayla ortaya konmak istenen bir diğer nokta ise, araştırmaya katılan tersanelerin demografik özelliklerinin (tersane çalışma alanı, çalışan sayısı ve yalın üretim tekniklerinin uygulanma süresi), yalın üretim olgunluk düzeyleri üzerinde bir etkisinin olup olmadığıdır. Bu amaçla kurulan hipotezlerin doğruluklarını araştırmak üzere, korelasyon ve varyans analizleri yapılmıştır.

41 tersane ile internet üzerinden ve yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen verilere göre;

- 41 tersane ortalamasının en yüksek çıktığı ilk 3 kriter sırasıyla: IS1 (“Üretim sırasında yapılan tamir ve yeniden işleme oranı fazladır.”), IS5 (“Üretim sırasında araç ve makinelerin beklenme süresi azdır.”) ve B2 (“Ekipmanlar için periyodik ve önleyici bakım yapılmaktadır.”) kriterleridir (IS1 kriterinin olumsuz olarak sorulduğu dikkate alınmalı).

Yani tersaneler, yaptıkları üretimde yeniden işleme ve tamir oranının az olduğunu belirtmişlerdir). Tersaneler, yaptıkları üretimde yeniden işleme oranı ile üretim

sırasında araç ve makinelerin beklenme süresinin fazla olmadığını belirtmişlerdir. Buradan çıkarılacak diğer bir sonuç, periyodik ve önleyici bakımın, tersaneler arasında sıklıkla uygulanan bir teknik olduğudur.

- Tersanelerin ortalamasının en düşük çıktığı ilk 3 kriter sırasıyla: IA4 (“Yarı mamul haldeki ürünler kanban sistemi ile takip edilmektedir.”), SI4 (“Poka-yoke gibi hata önleme sistemleri kullanılmaktadır.”) ve SI3 (“Çalışanların süreç iyileştirme ile ilgili verdikleri öneriler üst yönetimce benimsenmektedir.”) kriterleridir.

Tersanelerin ortalamaları arasında en düşük değere sahip olan kanban uygulamalarını sorgulayan IA4 kriteri, aynı zamanda tek Yalın Değil düzeyinde çıkan kriterdir. Bunun yanında poka-yoke uygulamaları da tersanelerde sıklıkla rastlanan yalın uygulamaları arasına girememiştir.

SI3 kriterinin en düşük değere sahip olan kriterlerden olması, organizasyonel yapıyla ilgili daha önce söylenenleri doğrular niteliktedir. Bürokratik organizasyonel yapının çoğunlukta olduğu gemi inşa sektöründe, çalışanların iyileşme çalışmaları içerisinde yer almadığı belirlenmiştir. Çalışan katılımının, yalın felsefenin temelinde bulunduğu göz önüne alındığında, çalışan katılımının olmaması, tersanelerde düşük yalın olgunluk düzeyini açıklar niteliktedir.

6 alt boyut içerisinde en yüksek ortalama sahip olan boyutun Bakım olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, farklı model kullanılarak yapılan yalın olgunluk analizleriyle benzer bir sonuçtur. Her ne kadar farklı model kullanılsa da, bakım boyutunda yer alan kriterlerin benzer olmasından dolayı (makine arızalarının yaşanma sıklığı, önleyici bakım çalışmalarının yapılıp yapılmadığı gibi), dünya genelindeki organizasyonlar gibi Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin de bakım konusuna önem verdikleri söylenebilir.

6 alt boyut içerisinde en düşük ortalama sahip olan boyutun İş Aktiviteleri olduğu belirlenmiştir. Kanban, tek parça ürün akışı gibi uygulanması zor kriterlerin yer aldığı İş Aktiviteleri boyutunun düşük çıkması şaşırtıcı olmamıştır. Farklı modeller kullanılarak yapılan çalışmalarda, organizasyonların kanban uygulama oranları, diğer yalın üretim tekniklerine oranla daha düşük çıktığından, bu çalışma bahsedilen çalışmalarla benzer sonuç ortaya koymuştur.

Yapılan analiz sonucu, her 3 boyutta da Yalın düzeyinde bulunan bir tersane bulunmadığından dolayı, araştırmada kullanılan modele göre ve araştırmaya katılan 41 tersane arasından yalın bir tersanenin varlığından söz edilememektedir. Bunun yanında her 3 boyutta Yalın Değil boyutunda bulunan bir tersane de olmayışı, araştırmaya katılan 41 tersanenin de Belirgin düzeyinde olduğuna işarettir.

Yalın Değil düzeyinde bir tersane olmayışı, araştırmaya katılan tüm tersanelerin yalın felsefesi hakkında bir farkındalığa sahip olduğunu fakat bunun Yalın düzeye erişmek için yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Tersanelerin sahip oldukları demografik yapılarının, yalın üretim olgunluğuna etkileri incelendiğinde;

- Tersanelerin çalışma alanının (bakım-onarım, yeni inşa ve hem bakım-onarım hem yeni inşa yapan tersaneler) yalın üretim olgunluk düzeyine etki ettiği belirlenmiştir. Üretim süreçleri birbirinden ayrılan bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin, yalın üretim olgunluk düzeylerinin birbirinden farklı olması normaldir. Çalışma alanının ana ve alt boyutlar üzerindeki etkisine bakıldığında; söz konusu değişkenin ana boyutlar arasında sadece Teknik boyutunu etkilediği gözlemlenmiştir. Alt boyutta ise İsrafların Ortadan Kaldırılması ve İş Aktivitelerini etkilediği gözlemlenmiştir. Yapılan analiz sonucu, yeni inşa tersaneleri, israf ve iş aktiviteleri düzeyi bakımından bakım-onarım tersanelerine oranla daha iyi konumda olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, kullanılan ham maddelerin neredeyse aynı olduğu bakım-onarım ve yeni inşa tersanelerinin, Tedarikçi Yönetimi bakımından bir farklılığa sahip olmamaları beklenen bir sonuçtur.
- Tersane büyüklüğünün de yalın üretim olgunluk düzeyine etki ettiği belirlenmiştir. Tersane büyüklüğü arttıkça yalınlık düzeyinin de arttığı yapılan korelasyon ve varyans analizleri sonucu gözlemlenmiştir. Tersane büyüklüğünün yalın olgunluk düzeyine etkisinin gözlemlendiği boyut Teknoloji boyutu olmuştur. Tesis Yerleşimi ve Yeterliliği alt boyutunun temsil ettiği bu ana boyutta elde edilen sonuçlara göre, daha fazla maddi imkâna sahip oldukları tahmin edilen (çalışan sayısındaki fazlalıktan dolayı) büyük tersanelerin, tesis yeterliliği bakımından daha iyi durumda oldukları söylenebilir.

- Yapılan analiz sonucu, yalın üretim teknikleri uygulanma süresinin de yalın üretim olgunluk düzeyine etki ettiği gözlemlenmiştir. Uygulanma süresinin artması ile İsrâfların Ortadan Kaldırılması ve Sürekli İyileştirme alt boyutlarında iyileşme olduğu belirlenmiştir. Çıkan bu sonuç, yalın felsefeye bağlılığın, verimliliği arttırdığını ortaya koyan çalışmalarla paralel bir sonuçtur.

Genel olarak tersanelerin yalın üretim teknikleri olgunluk seviyelerine bakıldığında, söz konusu tekniklerin aktif bir şekilde kullanılmadığı gözlemlenmiştir. 41 adet tersanenin hiçbirinde, modelde belirlenen yalın olgunluk sınırının aşılmadığı da gözlemlenen bu durumun doğruluğunu kanıtlar biçimdedir.

Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin olgunluk seviyesinin, Greene’in geliştirdiği Yalın Üretim Olgunluk Modeli’nde yer alan 5 yalın olgunluk düzeyinden hangisinde yer alacağı merak edilmiştir. Bu çalışma kapsamında ortaya konan Türk tersaneleri yalın olgunluk durumu göz önüne alındığında, Türkiye’de faaliyet gösteren tersanelerin olgunluk düzeyinin, 2. seviye olan Düzensiz Uygulama düzeyinde olduğu söylenebilir. Greene’in modelinde, bu seviyedeki organizasyonun, yalın üretim araçlarını kullanmaya başlamış olduğu fakat tam olarak yalın üretim stratejisinin belirlenmemiş olduğu söylenmekte idi.

Greene’in modelindeki, sürekli iyileştirmenin sınırsız bir şekilde devam ettiği 5. seviyesinde; artık üretim, organizasyonun üst kademesinin dayattığı bir üretim sistemi olmaktan çıkıp, operatörler tarafından sahiplenilen standart bir süreç haline gelmektedir. Türk tersanelerinin bu aşamaya gelmeleri için, daha çok yol kat etmeleri gerekmektedir.

Türkiye gemi inşaatı sektöründe yüksek potansiyele sahiptir. Var olan bu potansiyeli etkin bir şekilde kullanabilmenin, yalın felsefeden geçtiğini idrak etmek için Uzakdoğu örneklerinin incelenmesi yeterlidir. Tersane yöneticileri, bağlı bulundukları tersanelerin verimliliklerini arttırmak için 2. bölümde anlatılan yalın üretim tekniklerini uygulamalıdır. Ancak bu şekilde küresel piyasada Uzakdoğulu rakipleriyle rekabet içerisine girebileceklerdir.

Bu çalışmadan yola çıkarak, ileride yapılacak çalışmalar için bazı önerilerde bulunulmuştur. Bunlardan ilki; çalışma kapsamında belirlenen zayıf noktalar ile ilgili iyileştirme noktalarının ele alınmasıdır. Bir diğeri; bu çalışmada kullanılan modelin,

farklı sektörlerde faaliyet gösteren işletmelerle yapılacak olan çalışmalarda kullanarak, gemi inşaatı endüstrisinin diğer endüstrilerle karşılaştırılmasıdır. Yine benzer şekilde, model farklı ülkelerde faaliyet gösteren tersanelerle yapılacak çalışmada kullanarak, sonuçlar Türk tersaneleriyle karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Lang, S., Dutta, N., Hellesoy, A., Daniels, T., Liess, D., Chew, S. ve Canhetti, A.** (2001). Shipbuilding and Lean Manufacturing - A Case Study, The Society Of Naval Architects And Marine Engineers Conference, Cleveland, Ohio.
- [2] **Özkök, M.** (2010). Tersane Verimliliğinin İyileştirilmesi: Gemi İnşaatında Modern Endüstri Mühendisliği ve Belirsizlik Süreçlerinin Uygulanması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [3] **Naro, C. ve Mohite, A.** (2008). Topics in Short-Term Planning at Ulstein Shipyard, Molde University College, Master of Science in Logistics, Yüksek Lisans Tezi.
- [4] **Inozu, B., Niccolai, N., Whitcomb C., MacClaren B., Radovic I. ve Bourg D.** (2006). New horizons for shipbuilding process improvement, *Journal of Ship Production*, 22(2), 87-98.
- [5] **Kolić, D.** (2011). Methodology For Improving Flow To Achieve Lean Manufacturing In Shipbuilding, University of Rijeka, Faculty of Engineering, Doktora Tezi.
- [6] **Koenig, P., Narita, H. ve Baba, K.** (2002). Lean Production in the Japanese Shipbuilding Industry?, *Journal of Ship Production*, 18(3), 167-174.
- [7] **Ghosh, M.** (2012). Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(1), 113-122 doi: 10.1108/17410381311287517.
- [8] **Taj, S.** (2008). Lean manufacturing performance in China: Assessment of 65 manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(2), 217-234. doi: 10.1108/17410380810847927.
- [9] **Ghadikolaee, A. S. ve Sini, M. S.** (2008). A new model for assessing of level of leanness in Bahman Motor. The 6th International Management Conference, Tehran.
- [10] **Jackson, T. L. ve Jones, K. R.** (1996). *Implementing A Lean Management System*. Portland, OR: Productivity Press.
- [11] **Okur, A. S.** (1997). *Yalın Üretim – 2000’li Yıllara Doğru Türkiye Sanayi İçin Yapılanma Modeli*. İstanbul: Söz Yayınları.
- [12] **Filiz, A.** (2008), *Üretim Yönetiminde Verimlilik Sırları*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- [13] **Liker, J. K.** (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from The World's Greatest Manufacturer*. New York, NY: McGraw – Hill.
- [14] **Womack, J. P, Jones, D. T. ve Roos, D.** (1990). *The Machine That Changed The World*. Free Press.

- [15] **Otterlei, S. L. ve Myrold, I. K.** (2012). Root Cause Analysis Of Walking At The Shipyard At Ulstein Verft AS-A Lean Perspective, Molde University College, Master of Science in Logistics, Yüksek Lisans Tezi.
- [16] **Murphy, B. P.** (2004). Applying Lean Manufacturing Initiatives to Naval Ship Repair Centers Implementation and Lessons Learned, Massachusetts Institute of Technology, Master of Science in Ocean Systems Management, Yüksek Lisans Tezi.
- [17] **Lamb, T. ve Liker, J. K.** (2002). What is Lean Ship Construction and Repair? *Journal of Ship Production and Design*, 18(3), 121-142.
- [18] **Verma, A. K. ve Ghadmode, A.** (2004). An Integrated Lean Implementation Model for Fleet Repair and Maintenance. *Naval Engineers Journal*, 116(4), 79-90.
- [19] **Gjeldum, N., Veza, I. ve Bilic, B.** (2011). Simulation Of Production Process Reorganized With Value Stream Mapping. *Technical Gazette*, 18(3), 341-347.
- [20] **Mosaad, M. A., Abdelghany, R. R. ve Sayed, A. D.** (2014). On the Productivity of Shipyards When Adopting Group Technology Concept. Soares, C. G ve Pena, F. L. (Ed.), *Developments in Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources* (ss. 557-563). CRC Press.
- [21] **Lamb, T.** (2007). Worldwide Shipbuilding Productivity Status And Trends, Pan American Conference of Naval Engineering, Maritime Transport and Port Engineering, Michigan.
- [22] **Storch, R. L. ve Lim, S.** (1999). Improving Flow to Achieve Lean Manufacturing in Shipbuilding. *Production Planning & Control*, 10(2), 127-137.
- [23] **Womack J. P. ve Jones, D. T.** (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York, NY: Simon & Schuster.
- [24] **Zavitz, B. ve Rainsberger, A.** (2004). Lean Repair and Ergonomic Solutions in Shipyards, 7th Annual Applied Ergonomics Conference, Orlando.
- [25] **Aydın, H.** (2009). Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi Ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [26] **Ohno, T.** (1988). The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland, OR: Productivity Press.
- [27] **Yasuhiro, M.** (1983). Toyota Production System. New York, NY: Industrial Engineering and Management Press.
- [28] **Santos, J., Wysk, R. ve Torres, J. M.** (2006). Improving Production with Lean Thinking. Hoboken, NJ: John Wiley.
- [29] **Taj, S.** (2005). Applying lean assessment tools in Chinese hi-tech industries. *Management Decision*, 43(4), 628-643.

- [30] **Karlsson, C. ve Ahlström, P.** (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24-41. doi: 10.1108/01443579610109820.
- [31] **Chauhan, G. ve Singh, T. P.** (2012). Measuring parameters of lean manufacturing realization. *Measuring Business Excellence*, 16(3), 57-71. doi: 10.1108/13683041211257411.
- [32] **Shah, R. ve Ward, P. T.** (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. doi: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0.
- [33] **Shah, R. ve Ward, P. T.** (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. doi: 10.1016/j.jom.2007.01.019.
- [34] **Soriano-Meier, H. ve Forrester, P. L.** (2002). A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104-109. doi: 10.1108/09576060210415437.
- [35] **Sanchez, A. M. ve Perez, M. P.** (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1433-1452. doi: 10.1108/01443570110407436.
- [36] **Goodson, R. E.** (2002). Read a Plant-Fast. *Harvard Business Review*, 80(5), 105-113.
- [37] **Bohemia, E.** (2002). Lean Manufacturing and Its Impact on the Role of Industrial Designers in Australia, The University of New South Wales, Faculty of the Built Environment, Doktora Tezi.
- [38] **Greene, B. M.** (2002). A Taxonomy of the Adoption of Lean Production Tools and Techniques, University of Tennessee, Tennessee Research and Creative Exchange, Doktora Tezi.
- [39] **Satoğlu, Ş. I. ve Durmuşoğlu, M. B.** (2003). A Field Study on Measuring The Lean Maturity Level in Manufacturing Firms in Turkey, *Endüstri Mühendisliği*, 3, 4-14.
- [40] **Ting, A.** (2004). Think Lean In China. *Industrial Engineer*, 36(4), 44-47.
- [41] **Ahlmark, T. Ve Eklund, K.** (2009). Measuring lean – An evaluation model for GRS. Stockholm School of Economics, Doktora Tezi.
- [42] **Thanki, S. J. ve Thakkar, J.** (2014). Status of lean manufacturing practices in Indian industries and government initiatives. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(5), 655-675. doi: 10.1108/jmtm-05-2012-0057.
- [43] **GİSBİR.** (2014, Haziran 1). 2013 Sektör Raporu. Erişim adresi: http://www.gisbir.com/tr/duyuru/gisbir_sektor_raporu_2013_114.
- [44] **Url-1** < <http://www.gisbir.com/tr/uyeler>>, Erişim tarihi: 13.09.2014.
- [45] **Karasar, N.** (2005). Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler, Teknikler. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- [46] **Özdamar, K.** (1999). Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi : SPSS-MINITAB. Eskişehir: Kaan Kitabevi.

- [47] **Forza, C.** (1996). Work organization in Lean Production and Traditional Plants. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 42-62.
- [48] **Hancock, W. M. ve Zayko, M. J.** (1998). Lean production: Implementation problems. *IIE Solutions*, 30(6), 38-42.
- [49] **Magretta, J.** (1998). The power of virtual integration: an interview with Dell computer's Michael Dell. *Harvard Business Review*, 76(2), 73-84.
- [50] **Moura, D. A. ve Botter, R. C.** (2012). Can a shipyard work towards lean shipbuilding or agile manufacturing? Sustainable Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources Conferance. doi: 10.1201/b11810-85.
- [51] **Weinberg, S. L. ve Abramowitz, S. K.** (2002). Data Analysis for The Behavioral Sciences Using SPSS. Cambridge, UK: Cambridge University Pres.
- [52] **Mann, P. S.** (2007). Introductory Statistics – Sixth Edition. NJ: John Wiley & Sons.
- [53] **Landau, S. ve Everitt, B. S.** (2004). A Handbook of Statistical Analyses using SPSS. Washington, DC: A CRC Press Company.
- [54] **Celebi, U.ve Turan, E.** (2012). A Supply Chain Management Model for Shipyards in Turkey. Rizzuto, E. ve Soares, C. G. (Ed.), *Sustainable Maritime Transportation and Exploitation of Sea Resources* (ss.551-557). CRC Press.
- [55] **Arıkan, C.** (2013). Lean Manufacturing Philosophy and the Vision of the Turkish Shipyards. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

EKLER

EK A: Anketler

EK A**Çizelge A.1 : Akademisyen/Sektör çalışanı anketi**

<u>DEMOGRAFİK BİLGİLER</u>					
Ad-Soyadı					
Unvanı	Akademisyen				
	Sektör çalışanı				
Çalıştığı kurum/işletme					
Bir işletmenin yalnız olgunluğa erişmesinde, aşağıda sıralanan kriterlerin önem derecelerini işaretleyiniz.	Hiç önemli değildir	Önemli değildir	Kararsızım	Önemlidir	Son derece önemlidir
<u>İSRAFLARIN ORTADAN KALDIRILMASI</u>					
1. Üretim sırasında yapılan, tamir ve yeniden işleme oranı fazlalığı.					
2. Üretim sonrası çıkan hurda miktarı.					
3. İhtiyaç miktarı kadar, zamanında üretmek.					
4. İstasyonlar arası ham, yarı ve bitmiş mamul transferi için yapılan gereksiz taşıma miktarı.					
5. Üretim sırasında araç ve makinelerin beklenme süresi.					
6. Kusurlu bulunan ürün oranı.					
7. Yarı mamulün bir sonraki istasyona ara stok üretilmeden geçmesi.					
<u>İŞ AKTİVİTELERİ</u>					
1. Bütün istasyonların iş analizlerinin yapılıp, buna paralel olarak iş aktiviteleri sürelerinin belirlenmesi.					
2. Grup teknolojileri ve hücresel üretim sistemlerinin benimsenmesi.					

Çizelge A.1 (devamı) : Akademisyen/Sektör çalışanı anketi

3. Mevcut ve gelecek durum değer akış haritalarının mevcut olması.					
4. Yarı mamul haldeki ürünlerin kanban sistemi ile takip edilmesi.					
5. Üretim hatlarında tek parça ürün akışının sağlanmış olması.					
6. İstasyonlara tam zamanında (JIT) ulaşan parça miktarı.					
<u>SÜREKLİ İYİLEŞTİRME</u>					
1. Son çıkan metotların takip edilip, makine ve araçların bunlar doğrultusunda iyileştirilmesinin düzenli olarak yapılması.					
2. Çalışanların hata çözümü ve önlenmesi konularında eğitimlere tabi tutulması.					
3. Çalışanların süreç iyileştirme ile ilgili verdikleri önerilerin, üst yönetimce benimseniyor olması.					
4. Poka-yoke gibi hata önleme sistemleri kullanılıyor olması.					
5. İşletmede bulunan çok yönlü (multiskilled) çalışan oranı.					
6. Kalite çemberi aracından bütünüyle yararlanılması.					
7. Üretim hattında çalışanların üretimde fark ettikleri hata üzerine, üretimi durdurmaya yetkili olmaları.					
<u>TEDARİKÇİ YÖNETİMİ</u>					
1. Tedarikçiye teslimat performansı ve kalitesi ile ilgili geri dönüş yapılıyor olması.					
2. Tedarikçinin sağladığı parçaların tam zamanında (JIT) üretime katılması.					
3. Tedarikçilerin, işletmenin ürettiği ürünün dizaynında yer alıyor olması.					
4. Tedarik edilen ham maddelerin, denetlenmeye ihtiyaç duyulmadan üretimde kullanılıyor olması.					

Çizelge A.1 (devamı) : Akademisyen/Sektör çalışanı anketi

5. Kritik ürünlerin tedarigi için çalışılan ortalama tedarikçi miktarı.					
<u>BAKIM</u>					
1. Ekipman arızaların, üretimi sıklıkla durduruyor olması.					
2. Ekipmanlar için periyodik ve önleyici bakım yapılması.					
3. Beklenmedik bir şekilde bakıma harcanan süre miktarı.					
4. Toplam üretken bakım faaliyetlerinin aktif bir biçimde uygulanıyor olması.					
5. İşletmede kullanılabilir halde bulunan ekipmanın, toplam ekipmana oranı.					
<u>TESİS YERLEŞİMİ VE YETERLİLİĞİ</u>					
1. Depo ve malzeme elleçleme için ayrılan alanın toplam alana oranı.					
2. Üretim sürecinin, işletmeye gelen yabancı birinin kolaylıkla anlayabilecek şekilde olması.					
3. İş ortamında kullanılan ve kullanılmayan parçaların, birbirinden ayrılmış ve kendilerine ayrılan yerlerde bulunması.					
4. İş yeri ortamının her zaman temiz tutuluyor olması.					
5. Periyodik olarak 5S denetimlerinin yapılıyor olması.					
6. Bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemlerinin kullanılıyor olması.					
7. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) modüllerinin kullanılıyor olması.					
8. Bilişim Teknolojileri (IT) araçlarının kullanılıyor olması.					
İsrafların Ortadan Kaldırılması					
İş Aktiviteleri					

Çizelge A.1 (devamı) : Akademisyen/Sektör çalışanı anketi

Sürekli İyileştirme					
Tedarikçi Yönetimi					
Bakım					
Tesis Yerleşimi Ve Yeterliliği					
Teknik					
Altyapı					
Teknoloji					

Çizelge A.2 : Tersane anketi

<u>DEMOGRAFİK BİLGİLER</u>						
Tersane adı						
Tersane çalışma alanı	Sadece bakım-onarım					
	Sadece yeni inşa					
	Yeni inşa ve bakım-onarım beraber					
Toplam çalışan sayısı						
Tersanede ne kadar süredir yalın üretim felsefesinden yararlanılmaktadır? (Yıl)						
Yalın üretim uygulama seviyesi ile ilgili gerekli bilgileri işaretleyiniz.		Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum

Çizelge A.2 (devamı) : Tersane anketi

<u>İSRAFLARIN ORTADAN KALDIRILMASI</u>					
1. Üretim sırasında yapılan tamir ve yeniden işleme oranı fazladır.					
2. Üretim sonrası çıkan hurda miktarı azdır.					
3. İhtiyaçtan fazla ve önce üretmek genel prensibimizdir.					
4. İstasyonlar arası ham, yarı ve bitmiş mamul transferi için yapılan gereksiz taşıma çok fazladır.					
5. Üretim sırasında araç ve makinelerin beklenme süresi azdır.					
6. Kusurlu bulunan ürün oranı azdır.					
7. Yarı mamul bir sonraki istasyona ara stok üretilmeden geçmektedir.					
<u>İŞ AKTİVİTELERİ</u>					
1. Bütün istasyonların iş analizleri yapılmış ve buna paralel olarak iş aktivitelerinin süreleri belirlenmiştir.					
2. Grup teknolojileri ve hücreli üretim sistemleri benimsenmektedir.					
3. Mevcut ve gelecek durum değer akış haritaları mevcuttur.					
4. Yarı mamul haldeki ürünler kanban sistemi ile takip edilmektedir.					
5. Üretim hatlarında tek parça ürün akışı sağlanmıştır.					
6. İstasyonlara tam zamanında (JIT) ulaşan parça miktarı azdır.					
<u>SÜREKLİ İYİLEŞTİRME</u>					

Çizelge A.2 (devamı) : Tersane anketi

1. Son çıkan metotlar takip edilip, makine ve araçların bunlar doğrultusunda iyileştirilmesi düzenli olarak yapılmaktadır.					
2. Çalışanlar hata çözümü ve önlenmesi konularında eğitimlere tabi tutulurlar.					
3. Çalışanların süreç iyileştirme ile ilgili verdikleri öneriler üst yönetimce benimsenmektedir.					
4. Poka-yoke gibi hata önleme sistemleri kullanılmaktadır					
5. İşletmede çalışan çok yönlü (multiskilled) çalışan oranı fazladır.					
6. Kalite çemberi aracından bütünüyle yararlanılmaktadır.					
7. Üretim hattında çalışanlar, üretimde fark ettikleri hata üzerine üretimi durdurmaya yetkilidirler.					
<u>TEDARİKÇİ YÖNETİMİ</u>					
1. Tedarikçiye teslimat performansı ve kalitesi ile ilgili geri dönüş yapılmaktadır.					
2. Tedarikçinin sağladığı parçalar tam zamanında (JIT) üretime katılır.					
3. Tedarikçilerin, işletmenin ürettiği ürünlerin dizaynında önemli katkıları olmaktadır.					
4. Tedarik edilen ham maddeler denetlenmeye ihtiyaç duyulmadan üretimde kullanılır.					
	2.5'den fazla	1.6-2.4	1.3-1.7	1.2-1.4	1.0-1.1
5. Kritik ürünlerin tedariki için çalışılan ortalama tedarikçi miktarı nedir?					

Çizelge A.2 (devamı) : Tersane anketi

<u>BAKIM</u>	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Ekipman arızaları üretimi sıklıkla durdurmaktadır.					
2. Ekipmanlar için periyodik ve önleyici bakım yapılmaktadır.					
3. Beklenmedik bir şekilde bakıma harcanan süre fazladır.					
4. Toplam üretken bakım faaliyetleri aktif bir biçimde uygulanmaktadır.					
	Bilinmemektedir	0-%75	%76-%90	%91-%95	%96'dan fazla
5. İşletmede kullanılabilir halde bulunan ekipmanın toplam ekipmana oranı nedir?					
<u>TESİS YERLEŞİMİ VE YETERLİLİĞİ</u>					
	%71'den fazla	46-%70	%30-%45	%16-%30	%15'den az
1. Depo ve malzeme elleçleme için ayrılan alanın toplam alana oranı nedir?					

Çizelge A.2 (devamı) : Tersane anketi

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
2. Üretim süreci, işletmeye gelen yabancı birisinin kolaylıkla anlayabileceği şekildedir.					
3. İş ortamında kullanılan ve kullanılmayan parçalar birbirinden ayrılmış ve kendilerine ayrılan yerlerde bulunmaktadırlar.					
4. İş yeri ortamı her zaman temiz tutulmaktadır.					
5. Periyodik olarak 5S denetimleri yapılmaktadır.					
6. Bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemleri sıklıkla kullanılmaktadır.					
7. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) modülleri sıklıkla kullanılmaktadır.					
8. Bilişim Teknolojileri (IT) araçları sıklıkla kullanılmaktadır.					

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Mustafa Kaan Kaşıkçı

Doğum Yeri ve Tarihi : Çayeli – 15.06.1988

Adres : Çayeli - Rize

E-Posta : kasikcim@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği.
- **Lise** : 2005, Trabzon Yomra Fen Lisesi

MESLEKİ DENEYİMLERİ :

Aralık 2012 – Ocak 2014. Erkal Uluslararası Nakliyat A.Ş. - Üretim Mühendisi
Eylül 2011 – Aralık 2012. Hisar Denizcilik - Üretim Mühendisi

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR:

- Helvacıoğlu, İ. H, Özkök, M. ve Kaşıkçı, M. K. (2014). Gemi İnşaatında Ön İmalat Montaj Hattı Tasarımı. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, 201, 4-12.