

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR SERİ YAT ÜRETİMİ FABRİKASI İÇİN MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK
YÖNETİMİ UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nalan EROL

Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Programı

AĞUSTOS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR SERİ YAT ÜRETİMİ FABRİKASI İÇİN MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK
YÖNETİMİ UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Nalan EROL
(508091106)**

Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail Hakkı HELVACIOĞLU

AĞUSTOS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 508091106 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi **Nalan EROL** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BİR SERİ YAT ÜRETİMİ FABRİKASI İÇİN MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ UYGULAMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İsmail Hakkı HELVACIOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Y. Doç.Dr. Murat BASKAK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Abdi KÜKNER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Y. Doç. Dr. Yalçın ÜNSAN.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Barış BARLAS.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **11 Ağustos 2015**
Savunma Tarihi : **25 Ağustos 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Firmalar, rekabet güçlerini korumak ve arttırmak adına, ürünlerinde oluşabilecek değişiklikleri, olanaklı en kısa sürede ve en düşük mâlîyetle devreye almak durumundadırlar. Bu nedenle değişiklik önerilerinin değerlendirilmesinden devreye alınmasına kadarki çalışmaların bir sürece bağlı olarak yapılması, firmaların gün geçtikçe yeğlediği bir yöntem hâline gelmiştir.

Yat üretimi sektöründe de diğer sektörlerde olduğu gibi üründe, alt parçalarda değişiklik olması kaçınılmazdır. Teslimatı geciktirmemek, müşterilerden olumsuz geri bildirim almamak, kalite arttırmak vb. amaçlarıyla yat üretiminde de mühendislik değişiklik yönetimi araçları kullanımı artmaktadır.

Bu çalışma, ülkemizde de gelişmekte olan yat üretimi sektöründe mühendislik değişiklik yönetimi uygulamaları hakkında bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır. Seri yat üretimi yapan bir firma için mühendislik değişiklik yönetimi süreci yazılmış ve uygulama aşamaları değerlendirilmiştir. Süreç firmadan firmaya farklılık gösterse de literatürde az bulunan bir sektör uygulaması olduğundan yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Bana bu konuda çalışma fırsatı sunan ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. İsmail Hakkı Helvacıoğlu ve Y. Doç. Dr. Murat Baskak'a, çalışmam boyunca bana destek olan aileme teşekkür ederim.

Ağustos 2015

Nalan Erol
(Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ.....	11
3.1 Mühendislik Değişiklik Yönetimi Tanımı	11
3.2 Mühendislik Değişiklikleri Nedenleri	11
3.2.1 Mâliyet azaltma	12
3.2.2 Lojistik veya satınalma	12
3.2.3 Yasal gerekler	12
3.2.4 Kalite.....	12
3.2.5 İşlevsellik.....	13
3.2.6 Estetik	13
3.2.7 Ağırlık azaltma	13
3.2.8 İş sağlığı ve güvenliği	13
3.2.9 Pazarlama/satış istekleri.....	13
3.2.10 Müşteri istekleri	14
3.2.11 Sürekli iyileştirme faaliyetleri	14
3.3 Mühendislik Değişiklik Yönetimi Aşamaları	14
3.3.1 Değişiklik önerisi aşaması	14
3.3.2 Mühendislik onay süreci.....	14
3.3.3 Duyuru aşaması	15
4. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİNİN YARARLARI VE OLUMSUZLUKLARI.....	17
4.1 Mühendislik Değişiklik Yönetiminin Yararları	17
4.1.1 Arşiv	17
4.1.2 Lojistik.....	18
4.1.3 Mâliyet.....	18
4.1.4 İletişim	18
4.2 Mühendislik Değişiklik Yönetiminin Olumsuzlukları	19
5. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ SÜRECİ OLUŞTURMA ADIMLARI.....	21
5.1 Akış Diyagramı	21
5.2 Doküman Oluşturma	22
5.3 Gözden Geçirme.....	22
5.4 Prosedür Yazılması	22

5.5 Devreye Alma.....	23
5.6 Kontrol Etme ve İyileştirme	23
6. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ UYGULAMASI	27
6.1 Yat İnşaatı Sektöründe Mühendislik Değişiklik Yönetimi Kullanımı	27
6.2 Uygulama Yapılan Firmanın Tanıtımı	27
6.2.1 Firmanın varolan mühendislik değişiklik yönetimi uygulamaları	29
6.3 Uygulama	30
6.3.1 Akış diyagramı.....	30
6.3.1.1 Değişiklik önerisi	31
6.3.1.2 Mühendislik onay süreci	31
6.3.1.3 Duyuru.....	34
6.3.2 Doküman oluşturma.....	34
6.3.3 Gözden geçirme	35
6.3.4 Prosedür yazılması.....	35
6.3.5 Devreye alma	36
6.3.6 Kontrol etme ve iyileştirme	36
6.4 Uygulamanın Yazılıma Aktarılması.....	38
6.4.1 Oracle ve ECO tanıtımı.....	39
6.4.2 Yapılan çalışma.....	43
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	57

KISALTMALAR

ABC	: Activity Based Costing (Etkinlik Temelli Mâliyetlendirme)
ACE	: Allied Concurrent Engineering (Bağlaşık Eş Zamanlı Mühendislik)
CM	: Configuration Management (Konfigürasyon Yönetimi)
CPM	: Change Prediction Method (Değişiklik Tahmin Yöntemi)
CPM/PDD	: Characteristics Properties Modelling/ Property- Driven Development(Ayırıcı Özellikler Modellemesi/Özellik-Temelli Geliştirme)
CSCW	: Computer Supported Collaborative Working (Bilgisayar Destekli Ortak Çalışma)
DSM	: Design Structure Matrix (Tasarım Yapısı Matrisi)
ECM	: Engineering Change Management (Mühendislik Değişiklik Yönetimi)
ECN	: Engineering Change Notice (Mühendislik Değişiklik Bildirimi)
ECO	: Engineering Change Order (Mühendislik Değişiklik Emri)
ECR	: Engineering Change Request (Mühendislik Değişiklik Önerisi)
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Plânlama)
FMEA	: Failure Modes and Effects Analysis (Hata Türü ve Etkileri Analizi)
GRP	: Glass Reinforced Plastic (Cam Takviyeli Plastik)
IDE	: Integrated Development Environment (Tümleşik Geliştirme Ortamı)
MBD	:Model Based Definition (Ürün 3B modelinde ürün ağacı, birleşim gibibilgilerin verilmesi)
MD	: Mühendislik Değişikliği
MDY	:Mühendislik Değişiklik Yönetimi
OWL	: Ontology Web Language (İnternet Ontoloji Dili)
PDM	: Product Data Management (Ürün Bilgi Yönetimi)
PFEV	: Product Feature Evolution Validation (Ürün Özellik Gelişimi Doğrulama)
PLM	: Product Lifecycle Management (Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi)
SCM	: Software Configuration Management (Yazılım Konfigürasyon Yönetimi)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Literatür değerlendirme çizelgesi.	5
Çizelge 6.1 : Anket soruları çizelgesi.	28
Çizelge 6.2 : Anket sonuçları çizelgesi.	28
Çizelge 6.3 : Rapor çıktısı-1 çizelgesi.	37
Çizelge 6.4 : Rapor çıktısı-2 çizelgesi.	37
Çizelge 6.5 : Yapılan değişikliklerin nedenleri.	48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 5.1 : Değişiklik takip formu örneği.	24
Şekil 5.2 : Hat deneme formu örneği.	25
Şekil 6.1 : Üretimi yapılan ürünlere ve tekneye ait görseller.	29
Şekil 6.2 : Akış diyagramı öneri kısmı.	31
Şekil 6.3 : Akış diyagramı mühendislik ve tasarım çalışması kısmı	32
Şekil 6.4 : Akış diyagramı nûmûne üretim/tedârik kısmı.	33
Şekil 6.5 : Akış diyagramı nûmûne deneme kısmı.	33
Şekil 6.6 : Akış diyagramı devreye alma kısmı.	35
Şekil 6.7 : Raporlama-1.	37
Şekil 6.8 : Raporlama-2.	38
Şekil 6.9 : Oracle ürünleri.	40
Şekil 6.10: Firmada kullanılmakta olan uygulamalar.	41
Şekil 6.11 : Standart ECO başlangıç ekranı.	41
Şekil 6.12 : Değişiklik yapma ekranı.	43
Şekil 6.13 : Nedenler sekmesi.	44
Şekil 6.14 : Önceliğin “standart” olarak belirlenmesi.	44
Şekil 6.15 : İlgili bölümler sekmesi.	45
Şekil 6.16 : Oracle Forms ekranı.	46
Şekil 6.17 : Kod ekranı.	46

BİR SERİ YAT ÜRETİMİ FABRİKASI İÇİN MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ UYGULAMASI

ÖZET

Yat üretimi sektöründe yeni markalar oluştukça ve gelişen teknoloji ile firmalar arası rekabet diğer sektörlerde olduğu gibi artmaktadır. Daha kaliteli ürünleri daha az mâliyetle ve daha kısa sürede üretebiliyor olmak, genellikle kişiye özel tekne tasarımı yapılıyor olsa da önem kazanmaktadır. Firmalar, rekabet güçlerini koruyabilmek için ürünlerini teknolojik ve estetik olarak geliştirmenin yanında üretim süreçlerini de geliştirme ve bu süreçleri birlikte kullanılabilir duruma getirme çalışmaları yapmaktadır. Bu amaçla ürün geliştirme ve üretim, tedârik, kalite kontrol gibi aşamaların yazılımlar aracılığı ile yürütülmesi yaygınlaşmaktadır. Yazılım kullanımına seri yat üretimi yapan firmalarda daha sık rastlanmakta ve konuyla ilgili yapılan yatırımların daha geniş çaplı olduğu görülmektedir.

Seri yat üretimi bilinen yapıda, seri üretim sayılarında olmasa da aynı modelin montaj hattında ardarda üretilmesi ile parça tedârik ve üretim süresi gözönüne alındığında çok bileşenli bir son ürün ortaya çıktığından, projenin tasarımı, parçaların tedârik süreçlerinin, üretim aşamalarının süreçler aracılığı ile kontrolü ve takibine ek olarak değişikliklerin de yönetilmesi gereklidir. Üründe veya parçalarında; müşteri istekleri, yasal düzenlemeler, tedârik sorunları, kullanım kolaylığı, üretim kolaylığı vb. bir nedenle değişiklik yapılması gerekebilir. Her değişiklik önerisini gerçekleştirmek olanaklı olmadığı gibi devreye alınacak değişikliğin de plânlı bir şekilde yapılması gereklidir. Müşterilerden, üretim hattından, parça tedârikçilerinden vb. gelebilecek mühendislik değişiklik önerilerinin başarılı şekilde yönetilememesi durumunda üretici firmaâtlı stok, yeniden işleme, müşteri hoşnutsuzluğu gibi sorunlarla karşılaşır.

Mühendislik değişikliklerini yönetmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Firmalar üretim süreçlerine ve organizasyon yapılarına göre yöntem belirleyebilmektedirler. Değişikliklerin öneri anından devreye alınmasına kadar yapılacaklar ve ilgili birimlerin sorumluluklarının gerçekleştirilmesi için, iletişim araçlarının özelleştirilerek belirlenebileceği firma içi prosedürler ve süreçler oluşturularak kullanılabilen veya sürecin çalışanlara bağımlılığını azaltan, raporlama ve izleme mekanizması ile iletişimin daha verimli olduğu ERP (Enterprise Resource Planning- kurumsal kaynak plânlama) program modülleri kullanılabilir. Teknolojinin gelişimiyle birlikte MDY (Mühendislik Değişiklik Yönetimi) modüllerinin kapsamı genişlemekte, akıllı sistemlerin de kullanılması sayesinde PLM (Product Life cycle Management - ürün yaşam döngüsü yönetimi) ve ERP'nin birarada kullanımı uygulamaları artmakta ve modüller daha kullanıcı dostu hâle gelmektedir.

Bu Yüksek Lisans tezinde MDY tanımı, mühendislik değişiklik nedenleri, aşamaları, olumlu ve olumsuz etkileri hakkında geniş bilgi verilmektedir. MDY sürecinin oluşturulma aşamalarından ve MDY kullanımı sonucu oluşan raporlardaki bilgilerin

süreci geliştirmek ve çalışan performansını artırmak üzere nasıl kullanılabileceğinden sözedilmiştir. Yapılan literatür araştırması ile MDY araçları gelişimi, kullanım alanları ile sektörde kullanım alanları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca, Türkiye’deki bir seri yat üretim fabrikası için bu sürecinoluşturulmasıile firmada kullanılmakta olan ERP programının mühendislik değişiklik yönetimi modülüne aktarılması uygulaması yapılmıştır. Süre işleyişi ve çıktıları değerlendirilerek yaşanılan sorunlardan sözedilmiş ve sürecin gelişime açık yönleri belirtilmiştir.

IMPLEMENTATION OF ECM PROCESS FOR A SERIAL YACHT BUILDING FACTORY

SUMMARY

Today's competitive market forces the companies to improve their processes and products continuously. Bringing new products to the market with less cost and minor times have become the key points of the success. In order to keep compatible, the companies are investing in improving their design, engineering, purchasing, production processes as well as their communication methods. Improving technology is providing a wide range of solutions to the companies objectives. One of these solutions is the ECM (Engineering Change Management), enabling the companies to manage the changes on their products/documents in an effective way and analyze the results for further evolution of the company and the products. Yacht building market is also taking the advantage of ECM usage in different levels due to complexity of the products and the production numbers.

In design, engineering and production, changes are unavoidable. Cost minimization studies, quality improvement activities, functional and aesthetical needs, continuous improvement issues, legislative regulations, facilitating logistics, occupational health and safety regulations and requests of customers and marketing department are the main reasons of the changes. ECM is used in order to handle the changes in an organized way as it provides a traceable archive for the changes, cost reduction and effective communication.

There are several ways of executing ECM such as paper forms, software applications, e-mailing lists. The technology presents different solutions to companies however, the newest and the most expensive solution may not be the best solution for each company as ECM is unique for companies. On the other hand, having the process in paper forms or e-mailing lists are not reliable since they are not easily traceable and depend on workers.

In this thesis, engineering change management is defined, the phases of the process, its positive and negative effects are given. Construction of a general ECM structure is described in detail. Results of the literature research are analyzed. Recommendations for using the process outputs in order to improve the process are given. Finally, a case study is carried out in a Turkish serial yacht building factory. The phases of ECM implementation and integration to the ERP module is described in detail. The process and the outputs are analyzed, the recommendations for further improvement are stated.

In chapter one, the background of the thesis is given and the aim of the thesis is described. The ECM process in serial yacht building is briefly given.

The literature survey is given in second chapter. Using the qualitative exploratory research methodology, articles, thesis, user manuals and books are investigated thoroughly and meetings are carried out with the application consultants. According

to literature survey, the general development phase of the ECM is completed and the sub-phases and interactions with other processes are being investigated especially after the year 2010. Articles about company applications showed that as the products become more complex, the need for simpler software solutions are arising.

In third chapter, the ECM and EC are introduced, the reasons for requesting a change are given and the ECM phases are explained. The reasons are mostly the marketing needs, new regulations, cost reduction, logistics, quality issues, aesthetics, weight reduction, occupational health and safety issues, functionality and continuous improvement activities. The ECM has three basic parts; change notice, change approval and notification. Change notice is the request for a change in a part of a product or a document. Change approval is the phase including all the drawing revisions, sample trials, cost calculations. The final phase is the announcement of the change with related documents.

Chapter four is about the advantages and disadvantages of ECM. The advantages are given in four parts, archive, logistics, cost and communication. The archive of the changes provide eligible data for reports such as change per model/year and the percentage of change reasons, which are used for performance evaluations. ECM helps to prevent unused stock and have the new/changed parts on time in production line. ECM also enables to decrease the costs of the change process. In addition, ECM provides effective communication between the responsible. On the other hand, ECM is an additional cost and it has adverse psychological effects on workers since a change means rework on the issue.

In chapter five, the construction of the ECM process is described in detail. First, it is necessary to prepare a work flow diagram, where all the responsible departments and their relations, the necessary documents and the approvals are schematically given. Then, the forms, the procedures, the tracking lists for the process are written. After, a procedure explaining the whole process and the responsible is written in detail. Finally, the process is announced in the company and a start date is set. For improving the process and regarding the possible organizational changes in the company, periodical reports about the changes are enabled.

Chapter six includes the results of a research in yacht building sector and a case study in a yacht building company. To find out the general usage of ECM in yacht building in Europe and in Turkey, a questionnaire was prepared and sent to the firms in different countries. The questionnaire had four questions; are you using a dedicated procedure for engineering change management, if yes is it written or on software, if software which one and is there a dedicated department for managing changes. Even though the feedback percentage is low, the results showed that, the usage of ECM is increasing; most of the companies are in stage of integrating their process via a software. In second part of the chapter, an ECM process for a serial yacht builder in Turkey is created and the process is implemented to the ERP program module. The company is established in 2006 and produced 119 motor yachts of a famous brand, lengths between 39-55 feet from 2008 to 2011. In year 2010, the company created its own sailing yacht brand and continued announcing new models. The annual production capacity of the company is 70 boats. The firm has its own workshops for stainless steel, furniture, upholstery, teak and GRP production and a test pool where the basic regulatory tests are carried out. For the hull and deck concept, scantlings and the interior design, the company collaborates with famous naval architects and designers. The detailed design and workshop

drawings are prepared within the company. The company sells and provides after-sales service for the yachts worldwide and has 300 suppliers within Turkey and other countries. The need for managing the changes emerged with the increasing number of models and production capacity. In year 2010, creating a process for change management was planned. To begin, a work flow diagram was prepared. The diagram showed all the responsible departments, the steps and the approval stages needed. The diagram also showed the necessary implementation of the other processes of the company to the ECM process; sample ordering and work order requests. Then, the relevant documents, the change request form and the sample trial form are prepared. Next, the procedure presenting the workflow and the responsible departments was prepared. For the following two years, monthly reports were prepared about the change numbers per model, the time spent on changes by departments, the reasons of the changes and the cost effects of the changes. The reports gave tangible data about the performance of the process, products and the workers. In 2013, the implementation of the existing process to the ECM module of the ERP system started. The implementation was carried out in collaboration with the methods, purchasing and engineering department responsables and the application management specialist from the holding. The process was implemented as “ECO-Prototype” excluding the “sample trial” and “cost approval” phases since it was recommended to start with a shorter process. The implementation was completed in 2014 and the company started using the process with their new sailing yacht model. Using ECM-Prototype for one year, revealed improvable areas and gave hints for ECO-serial production. First of all, a control mechanism for detecting the existence of a similar change is missing. Also, determining the degree of urgency of the request in serial production is to be worked on. Another issue is that the attachments can only be reached on a different computer screen, which is time consuming. Finally, the other related processes such as “sample production work order creation” and “sample purchasing order” may be included in the ECM.

In final chapter, overall study is summarized and the outputs are reviewed. The detailed case study showed possible problems and improvable areas for an ECM process in yacht building companies. The lack of literature in ECM applications in the yacht building prevented generalizing the results however, the real case study pointed out beneficial remarks. The new technologies provide easier and more efficient ways for utilizing the ECM process. Detecting the 3D image of the requested change on screen, decision making assistance with data-mining tools and adapting the new softwares to the yacht building could be the further research topics.

1. GİRİŞ

Yat üretimi genellikle kişiye özel tasarım ve projelendirme ile yapılmaktadır. Seri üretim yapılmasa da firmalar rekabet güçlerini koruyabilmek için üretim süreçlerini yazılımlar aracılığıyla düzenlemektedir. Gelişen teknoloji ile firmaların organizasyon yapılarına uyabilecek şekilde özelleştirilebilen yazılımların kullanımı, kaçınılmaz olan mühendislik değişikliklerinin de plânlı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Yazılım kullanımına, tedârik süreçleri ve üretim plânlamasının daha karmaşık olduğu seri üretim yapılan tersanelerde daha sık rastlanmaktadır. Ancak bu konuyla ilgili bir çalışmaya, yapılan araştırmalarda rastlanamamıştır. Bu tezin amacı, seri yat üretimi yapan bir firmada oluşturulmuş mühendislik değişiklik sürecini değerlendirmek, gelişime açık veya düzenlenmesi gereken kısımlarını belirleyerek uygulamak ve çözüm önerisi sunmaktır.

MDY kullanım alanı genişliği, kullanılan programların çeşitliliği, uygulamaların değişik düzeylerde olması, bu çalışmanın niteliksel araştırmayla yapılmasına olanak sağlamıştır. Süreç tanımları, aşamaları, farklı organizasyon yapılarında uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla makale ve tezler incelenmiştir. Gemi inşaatına özel MDY süreçleri ile ilgili makaleler araştırılmış, bu sektörde diğer sektörlere oranla daha az çalışma bulunmuştur. Çalışmalara ulaşılamamasına rağmen genel bilgi edinmek amacıyla MDY'nin gemi inşaatında kullanımı hakkında bilgi edinmek amacıyla bir anket hazırlanmış ve bu anket, farklı ülkelerden farklı kapasite ve üretim yöntemlerine sahip tersanelere uygulanmıştır. Ayrıca bir seri yelkenli üretim fabrikasında süreç oluşturma uygulaması yapılarak, araştırmalardan elde edilen bilgilerin kullanılmasına çalışılmıştır. Bu çalışma, gemi inşâ sektörü için tek uygulama olduğundan genelleme yapılabilecek bir veri ortaya çıkmamıştır. Ancak süreçle ilgili model oluşturacak bir uygulama niteliğindedir.

İlk bölüm olan giriş kısmında çalışma hakkında genel bilgi ve özet içerik yer almaktadır.

İkinci bölümde, literatürde yer alan ve konuyla ilgili incelenen çalışmalardan sözedilmektedir.

Üçüncü bölümde mühendislik değişiklik yönetimi ve mühendislik değişiklik nedenleri hakkında bilgi verilmiştir. Mühendislik değişiklik yönetimi süreci aşamaları anlatılmıştır. Sürecin aşamaları farklı kaynaklara göre değişiklik göstermekte olduğundan genel olarak kabul edilen aşama yapısı kullanılmıştır.

Dördüncü bölümde mühendislik değişiklik yönetimi uygulamasının yararları ve olumsuz yönlerindensözedilmiştir. Uygulama, üretim ve çalışanlara etkisi bakımından iki kısımda belirtilmiştir.

Beşinci bölümde, mühendislik değişiklik süreci oluşturma aşamaları ayrıntılı şekilde verilmiştir. Yat üretimi sektöründe yaşanan ve literatürde bulunan aşamalar birleştirilerek anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, yat üretimi sektöründe mühendislik değişiklik süreci kullanımına ilişkin bilgi sunan anket sonuçları ile uygulama çalışması yer almaktadır. Bu bölümde, bir seri yat üreticisi firma için mühendislik değişiklik yönetimi süreci yazılmış, aşamalar değerlendirilmiştir. Yazılan sürecin firmada kullanılmakta olan ERP modülüne aktarılması uygulaması yapılmış, modül ve ekranları hakkında bilgi verilmiş, yapılan düzenlemeler, sonuçları ve karşılaşılan sorunlar hakkında bilgi verilmiştir.

Son bölümde çalışma genel olarak özetlenmiş, sürecingelişime ve tartışmaya açık kısımları verilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Mühendislik Değişiklik Yönetimi hakkında farklı alanlarda birçok çalışma bulunabilmektedir. Kullanılan yazılımların gelişmesiyle yayımlanan makalelerin içeriği de günümüze gelindikçe yazılım ağırlıklı olmakla birlikte hemen her çalışmanın başında sürecin aşamaları hakkında bilgi verildiği görülmektedir.

İçeriklerine göre ayrıştırıldığında makalelerin genel olarak iki grupta incelenebileceği görülmüştür; süreç geliştirme ve firma uygulamaları. Süreç geliştirme çalışmaları; süreç hızlandırma, etki analizi, eşzamanlılık ve karar verme yardımcısı gibi konularda yoğun olarak işlenmiştir. Firma uygulamalarına ilişkin çalışmalar ise daha az bulunmuştur, genel olarak sürecin oluşturulması veya varolan sürecin çıktılarının analiz edilmesi, karşılaştırılması işlenmiştir. İncelenen makalelerin ana hatları çizelge 2.1’ de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 2000-2010 yılları arasındaki çalışmalar, genel olarak süreç yazılması, sürecin hızlandırılması ve değişikliğin diğer parçalara etkisinin öngörülebileceği sistemler kurulması üzerinedir. 2010 yılından günümüze kadar olan çalışmalarda ise hazır yazılımlar üzerinde geliştirme çalışmaları öne çıkmaktadır. Çalışmaların, birden fazla firmanın ortak çalıştığı ve çok fazla bilginin paylaşımında olduğu üretim alanlarında ve karar vermeye yardımcı yazılımlar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Firma uygulama çalışmalarında da firmaların süreç karşılaştırmaları, sürece ilişkin kayıtlı bilgilerin analizi konuları öne çıkmaktadır.

İncelenen çalışmalar, kronolojik ve konunun gelişimine bağlı olarak çizelgede verildiği üzere süreç oluşturma, hızlandırma, etki analizi, eşzamanlılık, bilgi formatı, karar verme ve diğerleri olarak gruplanmıştır.

MDY sürecinin oluşturulması; değişiklik önerisinin oluşturulmasından değişikliğin devreye alınmasına kadarki işlerin sıralanması, onay ve karar verme mekanizmalarının oluşturulması, bilgi paylaşımının nasıl olacağının belirlenmesi adımlarından oluşur. Bu konuda, Ibbs ve diğ. (2001) beş adımdan oluşan bir değişiklik yönetim sürecini sunmaktadır; iletişim ve belgeleme, değişikliği belirleme,

değişiklik üzerinde çalışma, değişikliğin devreye alınması ve deneyimlerle sürekli iyileştirme. Luo (2004) isetevinde bir değişiklik yönetim sürecini öneri, değerlendirme ve uygulama başlıklarıyla oluşturmuş, akış için bir kapalı döngü modeli hazırlamış ve duyuru yöntemi için bir yapı sunmuştur. Benzer şekilde Tavčar ve Duhovnik (2005), genel bir MDY süreci oluşturup süreci, firmaların üretim şekillerindeki farklılıkları ve üretilen ürünlerin karmaşıklıklarını gözönünde bulundurarak geliştirmiştir. Süreç geliştirme çalışması, bağlantı parçası, bir elektrik motoru, ocak ve araba ürünleri ile üreten firma örnekleriyle yapılmıştır. Çalışma sonunda, firmaların kendi MDY süreçlerinin gelişmişlik düzeylerini ölçebilecekleri bir anket de sunulmuştur. Zhang (2007) ve Jin (2012) çalışmalarında da referans MDY süreçleri oluşturulmuş, süreç akışı verilmiş ve geliştirme önerileri sunulmuştur.

MDY süreçleri kullanıldıkça ve artan rekabet ortamıyla süreçteki işlem sürelerinin kısaltılabileceği, akışın kolaylaştırılabileceği çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Loch ve Terwiesch (1999) çalışması, MDY devreye alma kısmını hızlandırmaya yönelik beş geliştirme stratejisi sunmuştur: Esnek kapasite, dengeli iş yükü, birleştirilmiş görevler, havuz oluşturma ve azaltılmış kurulum ile yığınlama. Riviere ve diğ. (2003) havacılık ve otomotiv endüstrisi alanındaki deneyimlerine dayanarak karmaşık tasarımlardaki değişiklik sürecinin iyileştirilmesine yönelik çözümler sunmaktadır. Konuyla ilgili benzer bir çalışma, Nadia ve diğ. (2006) tarafından sunulmuştur. Yeni tasarım sürecindeki değişiklik önerilerini, tek tek değerlendirilmesini ve benzer konular gruplanarak değerlendirilmesini, harcanan zaman ve ürün geliştirilmesi süresi başlıklarında karşılaştırmıştır. Değişikliklerin gruplanarak değerlendirilmesinin tek tek değerlendirilmesine göre yarısı kadar zaman aldığı gösterilmiştir. İletişim ve bilgi paylaşımını hızlandırmak üzere ise internet tabanlı bir MDY yazılımı oluşturan Huang ve diğ. (2001), çalışmasında yazılımın tasarımı, geliştirilmesi ve prototip yazılımın uygulanmasını anlatmaktadır. Yazılımın amacı, değişik coğrafi konumlarda ortak çalışan firmalar için daha verimli bilgi paylaşımı, bilgiye eşzamanlı ulaşım ile işleme, hızlı iletişim ve geri bildirim sağlamaktır. Süreci hızlandırmak üzere yapılan diğer bir çalışmada Kocar ve Akgündüz (2010), ürünün hangi parçasına değişiklik istendiğinin üç boyutlu olarak görülebilmesi, parça için daha önce değişiklik istenip istenmediğinin kullanıcıya bildirilmesi gibi kullanıcı dostu “ADVICE” adlı sanal ortam oluşturmuştur.

Çizelge 2.1 : Literatür değerlendirme çizelgesi.

Konu	Amaçlar/Avantajlar	Program/Yazılım/Yöntem	Referanslar
Süreç Geliştirme	Süreç oluşturma	Araştırma	İbbs ve diğ. (2001)
		CSCW	Luo (2004)
		Karşılaştırma	Tavčar ve Duhovnik (2005)
		Araştırma	Zhang (2007)
	Süreç hızlandırma	Bilgi sistemi	Jin (2012)
		Hesaplama	Loch ve Terwiesch (1999)
		İnternet tabanlı	Huang ve diğ. (2001)
		Araştırma	Riviere ve diğ. (2003)
	Etki analizi	Simülasyon	Nadia ve diğ. (2006)
		ADVICE	Kocar ve Akgündüz (2010)
		Araştırma	Koufteros ve diğ. (2010)
		PLM-ERP	Huhtala ve diğ. (2014)
	Eş zamanlılık	CPM	Keller ve diğ. (2005)
		Araştırma	Jarratt ve diğ. (2006)
		CPM/PDD, FMEA	Conrad ve diğ. (2007)
		Veritabanı ve yazılım	Reddi ve Moon (2009)
	Bilgi formatı	TRIZ, SysML	Fei ve diğ. (2011)
		Seiban	Arica ve Alfnes (2012)
		EPCII_EC	Chen ve diğ. (2015)
		ACE tabanlı sistem	Chen ve diğ. (2001)
	Karar verme yardımcısı	Parametre bazlı	Rouibah ve Caskey (2002)
		Bilgi formatı	Bouikni ve diğ. (2006)
		PFEV	Oertani (2008)
		DSM	Jarratt (2004)
Firma Uygulamaları	Diğer- Hurda azaltma	STEP AP214	Wasmer ve diğ. (2011)
		MBD dataset	Quintana ve diğ. (2012)
		Yönetim sibernetiği	Elezi ve diğ. (2013)
		Modelleme	Horvath ve diğ. (2005)
	Diğer- İzlenebilirlik	EchoMag	Habhoub ve diğ. (2011)
		OWL	Abramovici ve Aidi (2015)
		ABC	Yang ve Cheng (2003)
		SCM	Mohan ve diğ. (2008)
	Diğer- Süreç çıktıları analizi	PDM	Evrensel ve diğ. (2009)
		Veri madenciliği	Keller ve diğ. (2009)
		Ürün ağacı	Ding ve diğ. (2014)
		Bilgi birikimi yönetimi	Hollauer ve diğ. (2014)
Firma Uygulamaları	Diğer- Başarı faktörleri	Araştırma	Mutingi ve diğ. (2015)
		Üretim şekillerine göre MDY	Pikosz ve Malmqvist (1998)
		PDM	Norbye (2012)
		Teamcenter	Anees ve diğ. (2013)
	MDY detaylı inceleme	Anket uygulama	Wu ve diğ. (2014)
		CMII	Whyte ve diğ. (2015)

Böylece konuyla ilgili yetkinlik gerekliliğinin azaltılarak sürecin kişiye ve özelliklerine bağlılığının azaltılması hedeflenmiştir. Aynı yıl yayımlanan başka bir

çalışmada ise otomotiv sektöründen 191 projedeki değişiklik yönetiminin organizasyonel yapısı ile adımları incelenerek süreç iyileştirme adımları belirtilmiştir (Koufteros ve diğ., 2010). MDY sürecini hızlandırmak ve etkinliğini arttırmak üzere PDM kullanımı hakkında Huhtala ve diğ. (2014) yöntemler sunmaktadır. Çalışma, PDM'nin verimli şekilde kullanılmasıyla öncelikle değişiklik önerisi sayısını azaltmayı hedeflemektedir.

MDY sürecinde, değişiklik yapılması istenen parçanın, ürünün diğer parçalarına olan etkisinin gözden kaçırılması üretimi olumsuz etkileyecektir. Seri üretim hızı gözönünde bulundurulduğunda konu önem kazanmaktadır. Keller ve diğ. (2005), karmaşık ürün tasarımlarındaki değişikliklerde bir değişikliğin diğer parçaları etkileyip etkilemediğinin “eğer” senaryoları ile hesaplanabileceği değişiklik öngörü yöntemini uygulamaktadır. Konuyla ilgili çalışmasında Jarratt ve diğ. (2006), karmaşık ürün tasarımında değişikliklerin diğer parçalara yayılmasının dört nedeni üzerinde durmaktadır. Conrad ve diğ. (2007) ise değişikliklerin risk ve etkilerini belirleyip analiz etmekte kullanılabilecek bir yaklaşım sunmuştur. Reddi ve Moon (2009) çalışması, yapılması plânlanan değişikliğin etkileyeceği diğer parçaların otomatik olarak belirlenebilmesi için bir taslak yapı oluşturmaktadır. Ürün tasarımı yapılırken parçaların birbirine bağımlılıkları sisteme aktarılmaktadır ve öneri sahibi, ilgili olduğunu düşündüğü parçaları seçerek önerisini oluşturmaktadır. Örnek olarak şarjlı bir diş fırçası parçaları ele alınmış, parçaların birbirine bağımlılıklarını gösteren tablo sunulmuştur. Fei ve diğ. (2011) ise tasarım aşamasındaki değişikliklerin yönetilmesi konusunda bir süreç oluşturmuştur. Süreç, parçaların diğer parçalarla bağlantılarını kullanarak önerilen değişiklikteki parçanın diğer parçalara etkisini öngörebilmeyi hedeflemektedir. Etki analizi salt parçaların birbirleriyle ilişkilerini düzenleyen çalışmalarla sınırlı kalmamıştır, MDY süreci uygulamalarının ilgili birimlere etkileri hakkında, gemi inşaatı alanında çalışmalar da yer almaktadır. Arica ve Elfnes (2012) çalışmasında MDY sürecinin lojistik ve tedârik zincirine etkileri üzerinde durulmuş, Seiban programı yardımıyla ürün yönetimi- mühendislik değişiklik yönetimi-malzeme plânlama uyumu sağlanmasına ilişkin bir tersane için uygulama yapılmıştır. Çalışma, genellikle müşteriye özel tasarım ve projelendirme yapılarak üretim gerçekleştirilen gemi inşaatı sektöründe bir firmanın yaşadığı, üretimiyapılamayan tasarımlar ve müşteri istekleri nedeniyle oluşan değişikliklerin teslim tarihini geciktirmemek adına yönetilmesine ilişkin çözüm önerileri sunması

açısından orijinaldir. Diğer bir çalışmada ise Chen ve diğ. (2015), bir ürün parçasında yapılabilecek değişikliğin diğer parçalara olası etkisinin belirlenebileceği bir etki analizi yaklaşımı gerçekleştirmiştir. Parçaların özellikleri ve ilgili gereklilikler, yaklaşım ve bağlantılarla modellenmiştir. EPCII-EC adlı prototip bir yazılımla çalışma gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

MDY süreci, hem tasarım hem üretim aşamasında birden fazla bölümün ortaklaşa çalışmasını, dolayısıyla birimlerin eşzamanlı çalışmasını gerektirmektedir. Değişiklik kararının alınması ve uygulanmasında güncel bilgiye aynı anda ulaşabilir olmak, sürecin doğru işlenmesini sağlar. Chen ve diğ. (2001) çalışmasında, ortaklaşa ve eşzamanlı çalışan firmalarda kullanılabilecek bir değişiklik yönetim sistemi (ACE- Allied Concurrent Engineering based engineering change management- Ortaklaşa ve Eş Zamanlı Mühendislik temelli mühendislik değişiklik yönetimi) oluşturmuştur. Sistemin, bilgi paylaşımı, bilgi yönetimi, proses yönetimi aşamalarını içermesi ve firmaların hem kendi içlerinde hem de ortak olarak kullanabilecekleri bir sistem olmasının önemi belirtilmiştir. Rouibah ve Caskey (2002) çalışmasında tasarım ve üretimde birden fazla firmanın ortak çalıştığı durumlardaki MDY sürecine parametre bazlı bir yaklaşım sunmaktadır. Tasarım aşamasındaki mühendislik kararları “parametre”ler olarak belirlenmiştir. Parametreler, tedârik ve mühendislik ortaklarının katkılarını gerektirmektedir ve tasarımcıların değişikliklerden daha kısa sürede haberleri olmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşıma “eşzamanlı MDY” adı verilmiş, ürün bilgi yönetimi sistemine (PDM-Product Data Management) uygulanmıştır. Bouikni ve diğ. (2006) eş zamanlı mühendislik çalışmalarında her aşamada ürün bilgisinin aynı kalması için ürünü sayısal bilgi olarak kaydetmek üzere bir yapı geliştirmiştir. Oertani (2008) de eşzamanlı mühendislik çalışmalarındaki değişikliklerin daha kısa sürede ve etkin biçimde gerçekleştirilmesi için bir yöntem sunmaktadır.

Firmaların veya firmadaki bölümlerin eşzamanlı çalışması durumunda paylaşılan bilginin formatı da önem kazanmaktadır. Firmalar arası bilgi alışverişinde kayıp yaşanmaması, kullanılan farklı programlardaki bilgi formatlarının birbirlerine dönüştürülme işlemlerinin kısa olması, MDY sürecinde iyileşme sağlamaktadır. Jarratt (2004) tezinde olası değişiklikler açısından ürün modellemek üzere yenilikçi, basit ve esnek bir yöntem geliştirmiştir. Ürünlerin modelleri, tasarım yapısal matrisi formatında, dolayısıyla parçaların birbirleri ile etkileşiminin görülebileceği şekilde

oluşturulmuştur. Çalışmada iki mühendislik firması ile çalışılmıştır. Çalışmayla tasarımcı ve mühendislerin tasarımı bir bütün olarak görebilmeleri sağlanmıştır. Wasmer ve diğ. (2011), birden fazla firmanın ortak olarak çalıştığı durumlarda değişiklik sürecini bilgi paylaşımı kısmını hızlandırmak üzere kullanılabilecek bilgi formatı ve formatın değişik MDY ve PDM/PLM süreçlerine uygulanabilirliğini incelemektedir. Pilot projelerle MDY sürecinin %20-40 arasında azalabileceği görülmüştür. Bilgi paylaşımı konusunda bir diğer çalışma Quintana ve diğ. (2012) tarafından yapılmıştır. Ürünler için MBD (Model Based Definition-Model Temelli Tanımlama) dataset tanımlanarak, ayrı ayrı çizimlerin farklı formatlarda oluşturulması gereksiniminin ortadan kaldırılmasına çalışılmıştır. MBD kullanılan ve geleneksel MDY süreçleri, bilgi paylaşımı açısından karşılaştırılmış ve MBD kullanımının süreci kısalttığı gösterilmiştir. Elezi ve diğ. (2013) değişiklik sürecinde iletişim ve koordinasyonu güçlendirecek, sürece esneklik kazandıracak bir yapı sunmaktadır.

Herhangi bir değişikliğin yapılıp yapılmaması kararı, ne zaman devreye alınabileceği kararı, ortak karar alınmadığında yeni önerilerin sunulması konuları MDY sürecinin önemli noktalarındandır. Horvath ve diğ. (2005), değişiklik yönetiminde karar verme yardımcısı bir yazılım geliştirmiştir. Habhouba ve diğ. (2011) çalışmasında EchoMag adlı program yardımıyla sürece dahil birimler arası bilgi akışının sağlıklı yapılması, gelen öneri çözümü konusunda ortak karar alınmadığında çözüm önerisi sunabilen bir yapı geliştirilmesi hakkında bilgi verilmektedir. Sistem CAD programlarına uyumlu çalışmakta, varolan çizim ile kaydedilmiş yeni çizimi karşılaştırarak mühendislik değişiklik önerisini otomatik olarak oluşturmakta ve ilgili birimlere iletmektedir. Konuyla ilgili Abramovici ve Aidi (2015), önceden tanımlanmış süreçleri olan mühendislik değişiklik yönetimi sistemlerinde değişikliğe gerçek zamanlı müdahale sağlayan bilgi tabanlı bir asistan geliştirmiştir. Asistan, bir yandan değişiklik sürecine modelleme, plânlama ve gerçek zamanda müdahale sağlarken diğer yandan sezgisel ve bilgi bazlı bir alan sağlamaktadır.

MDY süreci başlı başına bir projelendirme ve üretim sürecidir, tasarımdan üretime ve dokümantasyona kadar birçok birimin görevleri ve buna bağlı birçok adım bulunmaktadır. Dolayısıyla MDY'nin firmanın çeşitli alanlarına etkisi bulunmaktadır. Örneğin, Yang ve Cheng (2003) PDM ve MRP bütünleşmesi ile hurda mâliyetlerini azaltmak üzere bir çalışma sunmuştur. Mohan ve diğ. (2008),

MDY sürecini yazılım geliştirme sektörü için geliştirmek üzere “izlenebilirlik” ve “yazılım konfigürasyon yönetimi” (SCM-Software Configuration Management) birleştirme çalışması sunmuştur. Bu çalışma ile özel olarak amaçlananlar, çalışan değişimi nedeniyle bilgi kaybı yaşanmaması ve yapılmış olan değişikliklerin ileriye dönük kaynak olarak kullanılabilmesidir. Keller ve diğ. (2009) çalışmasındakarmaşık teknik sistemlerde değişikliklerin oluşma desenlerini inceleyen çalışmasında bir firmada 8 yıl boyunca oluşturulan 41.500 değişiklik önerisi incelenmiş, gruplanmış ve internet tabanlı bir sistemle analiz edilmiştir. Ding ve diğ. (2014), bir bina inşaatı örneği incelenerek istenen değişikliklerin kaynakları, inşaat sırasında gerçekleşen değişiklikler nedeniyle veya öngörülmemiş ürünler nedeniyle ürün ağacındaki hataların önlenmesine yönelik çalışma sunmaktadır. Hollauer ve diğ. (2014), bilgi birikimi yönetimi kullanarak firmalara bilgi birikimini oluşturma, taşıma ve uygulama konularında destek olmayı amaçlamaktadır.

Sürecin firmaya özel yapılandırılması kadar, süreç çıktılarının yapıcı bir şekilde kullanılabilmesi de önemlidir. Böylece hem ürün gelişimi, hem de çalışanların gelişimi sağlanabilir. Bu konuya yazılım mühendisliği alanında yapılan bir çalışmada ayrıntılı olarak yer verilmektedir. Evrensel ve diğ. (2009), çalışmasında plânlanan zamana uyum, adam-saat harcamaları, gelen öneri sayılarındaki değişim verilerinin incelenerek çalışan performans değerlendirmesi yapılabileceğini örneklemiştir. Bu çalışma, MDY’ye uygulama alanında yaklaştığı için yararlı ve önemli bir kaynaktır. Mutingi ve diğ. (2015), aynı konuya farklı açıdan bakarak mühendislik değişiklik yönetimi kritik başarı ve başarısızlık etmenlerini temel alan bir sistem sunmaktadır. Kritik başarı etmenleri, üst yönetim desteği, çalışan katılımı, yetenekli ekip, etkin ve amaç odaklı iletişim ile plânlı bir yaklaşım olarak belirtilmiştir. Kritik başarısızlık etmenleri ise çalışan direnci, orta kademe yönetici direnci, sınırlı kaynak ve kurumsal eylemsizlik (atâlet) olarak verilmiştir.

Literatürde, MDY süreci geliştirme çalışmalarının yanısıra, sürecin uygulanmakta olduğu sektörlerle ilişkin firma uygulama çalışmaları da yer almaktadır. İncelenen çalışmalar; otomotiv, inşaat, gemi inşaatı gibi farklı sektörlerde karşımıza çıkmaktadır. MDY sürecinin, firmaların üretim şekilleri ve organizasyon yapılarına göre özel olmasından dolayı firma uygulama çalışmaları, sürecin gelişimine somut katkı sağlayabilecek bilgi sunmaktadır. Örneğin, Pikosz ve Malmqvist (1998) çalışmasında üç İsveç firması, Volvo, Celcius Tech Electronics, FFV Aerotech için

değişiklik yönetim süreçleri karşılaştırılmaktadır. Üç firmanın da projelendirme ve üretim süreçleri, üretim sayıları gözönünde bulundurularak MDY sürecini en uygun şekilde kullanabilmeleri için firmalara özel süreç geliştirme önerileri verilmiştir. Çalışmada MDY'nin üretim ve çalışanlar açısından olumsuz yönleri nedenleriyle birlikte verilmektedir. MDY süreci her ne kadar üretime “düzen” katması ile yararlı olsa da, çalışanlar üzerinde yapılmış tasarım için yeniden çalışma ve hata yapılmış olduğu duygusuna kapılma gibi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Gemi inşaatı sektöründe MDY hakkında incelenen çalışmalardan en kapsamlısı Norbye (2012) olmuştur. Çalışmada süreç tanımları, firmaların üretim şekilleri, kullanılmakta olan MDY çeşitleri ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Süreçlerin yürütülme şekillerine göre gelişmişlik düzeylerini belirlemek üzere ölçütler belirlenmiş, tablolar olarak sunulmuştur. Ünlü bir tersanede kullanılmakta olan MDY süreci incelenmiş, sürecin geliştirmeye açık yönleri hakkında bilgi verilmiştir. Sürecin oluşturulması ve baştan sona uygulanışı ile ilgili bu çalışma MDY sürecini devreye almak isteyen firmalar için yararlı bir kaynaktır. Anees ve diğ. (2013), inşaat sektöründeki firmalara, tasarımcı, danışman, alt yüklenici firmalara bir anket uygulamış ve sonuçlarını paylaşarak değerlendirmiştir. Ayrıca, belirlenen firmalara süreç değerlendirme kontrol listesi gönderilmiş, ölçütlere göre süreçlerinin gelişmişlik derecesi değerlendirilmiştir. Anket ve kontrol listesinin sonuçlarına göre değişikliklerin yazılı bildirilmesinin önemli olduğu, değişikliklerin daha çok inşaat firması kaynaklı olduğu, değişiklik mâliyetinin proje mâliyetine %11-15 ek mâliyet getirdiği, az sayıda firmada değişiklik yönetimi prosedürü olduğu görülmüştür. Wu ve diğ. (2014) çalışmasında ERP ile MDY sürecinin tam uyumunun sağlanması için CMII temelli bir yöntem sunulmuş, bu yöntem bir motosiklet üretici firmada uygulanmıştır. Gelen öneri sayısında azalma, mâliyet azalması, MDY süreç süresinin kısılması, sayısal verileri süreç öncesi ve sonrası olarak tablo halinde sunulmuştur. Böylece somut verilerle sistemin katkısı gösterilebilmiştir. Whyte ve diğ. (2015) çalışmasında Airbus, CERN ve Crossrail firmalarındaki MDY süreçlerini incelemiş ve konfigürasyon yönetiminin, kilit ve çok sayıda bilginin kullanımından söz etmiştir (Konfigürasyon yönetimi, bir ürüne ilişkin tüm tasarım, üretim, değişiklik, kural bilgilerinin ve diğer parçalarla bağlantılarının kayıt altında tutulduğu ve yönetildiği süreçtir.).

3. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ

3.1 Mühendislik Değişiklik Yönetimi Tanımı

Huang ve Mak (1999) tanımına göre mühendislik değişiklikleri, ürün ya da bileşenin şekline, malzemesinde, boyutlarında, fonksiyonlarında vb. yapılan düzenlemelerdir (Arica ve Alfnes, 2012’de atıfta bulunulduğu gibi). Mühendislik değişiklik yönetimi ise mühendislik değişiklikleri için organizasyon, kontrol, iş ve bilgi akışı yönetimi sürecidir (Kocar ve Akgündüz, 2010).

3.2 Mühendislik Değişiklikleri Nedenleri

ISO 11442-6 (1996) draft standarda göre (Pikosz ve Malmqvist, 1998’de atıfta bulunulduğu gibi) değişiklik yapılması nedenleri için şu örnekler verilmiştir:

- Üretim gereklilikleri veya işlevsel nedenlerle parçada değişiklik
- Parça uygulamasında değişiklik
- Yeni parça eklenmesi
- Parça değişimi
- Parça iptali
- Dokümandaki hatayı giderme
- Doküman güncelleme

Yukarıdaki sıralama, parça ve doküman odaklıdır. Tezin amacına uygun olarak yat üretimi temel alınarak ürün ömrü boyunca değişik aşamalarda oluşabilecek değişiklik nedenleri şu başlıklar altında da toplanabilir:

- 1) Mâliyet azaltma
- 2) Lojistik veya satınalma
- 3) Yasal gerekler

- 4) Kalite arttırma
- 5) İşlevsellik
- 6) Estetik
- 7) Ağırlık azaltma
- 8) İş sağlığı ve güvenliği
- 9) Pazarlama/satış istekleri
- 10) Müşteri istekleri
- 11) Sürekli iyileştirme faaliyetleri

Bu başlıklar, ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

3.2.1 Mâliyet azaltma

Üretim ve montaj faaliyetlerindeki yöntem çalışmaları sonucu süreç değişiklikleri ve ürün alt parçası değişiklikleri önerilebilmektedir. Daha kısa sürede üretebilecek veya montajı yapılabilecek parçalara geçilmesi, teknik görevi olmayan parçaların iptali, ürün konfigürasyonunda standart olarak sunulmakta olan bazı özelliklerin opsiyon olarak sunulması gibi öneriler olabilmektedir.

3.2.2 Lojistik veya satınalma

Kullanılmakta olan ürünlerin üretimden kalkması, ürünlerde tedârikçi tarafından iyileştirme yapılması, termin süresinin uzun olması, tedârikçinin fiyat artırması, benzer ürün tedârikçisinin daha uygun fiyat teklifi vermesi nedenleriyle değişiklik önerileri olabilmektedir.

3.2.3 Yasal gerekler

Teknelerin üretilirken uyulmak zorunda olunan kurallardaki düzenlemeler nedeniyle örneğin ISO standartları, klas kuruluşu kuralları gibi veya kıyı suları ile uluslararası sularda geçerli kurallardaki düzenlemeler gereği, teknede kullanılan ürünlerde, tekne tasarımında değişiklik yapılması gerekebilmektedir.

3.2.4 Kalite

Üretim veya montaj sırasında sorun çıkaran ürünlerde değişiklikler, alt ürün marka değişiklikleri, performansı daha iyi benzer ürünlere geçiş yapılabilmektedir.

3.2.5 İşlevsellik

Seyir testleri veya müşteri geri bildirimleri sonucu yeterince verim alınamadığı gözlemlenen kısımlar için kullanımı daha kolay olan ürünler/mekanizmalar bulunabilmekte, sistemlerin daha iyi çalışmasını sağlayacak yerleşim değişiklikleri önerilebilmektedir.

3.2.6 Estetik

Göze daha güzel geleceği düşünülen tasarım ve ürünlere geçiş nedeniyle değişiklikler önerilebilmektedir. Bu öneriler, tekne üretim aşamasındayken olabileceği gibi üretim tamamlandıktan sonra da gelebilmektedir. Kumaş rengi değişiklikleri, elektronik aygıt markalarındaki değişiklikler, bu başlık için örnek olarak verilebilir.

3.2.7 Ağırlık azaltma

Üretim sırasında hesaplanandan daha ağır olacağı gözlenen ürünlerde hafifletme çalışması yapılmasıyla değişiklikler oluşabilmektedir. Teknenin performansı ve güvenliği açısından parça ağırlıklarının ve tekne son ağırlığının hesaplanan değerde olması önemlidir. Üretim sırasında parça ağırlıkları ve belirli aşamalarda tekne tartılır, eğer hesaplanan durumdan fazlası ile karşılaşıyorsa müdahale edilir. Cam elyaf takviyeli parçaların laminasyon plânlarını, mobilyadaki kontrplak kalınlıklarını, montaj malzeme miktarlarını gözden geçirmek, düzenlemek gerekli olabilir.

3.2.8 İş sağlığı ve güvenliği

Montajı veya üretimi sırasında tehlikeli durumlar oluşturan ürünler yerine daha güvenilir-güvenli ürünlere geçiş yapılması gerekebilmektedir. Paslanmaz parça, elyaf takviyeli plastik parça, mobilya parçaları üretiminde ve montajlarında tehlike yaratacak işlemlerin iptal edilmesine, azaltılmasına olanak sağlayacak tasarım veya ürün değişiklikleri yapılabilmektedir.

3.2.9 Pazarlama/satış istekleri

Fuarlar, geri bildirimler, tasarımlardaki yeni yönelimlere göre pazarlama ve satış bölümlerinin taleplerine göre teknede değişiklik yapılabilir. Bu değişiklikler, yeni teknolojilerin teknede uygulanması, müşterilerin sıklıkla sorduğu özelliklerin sunulabilirliği, dünyadaki yat tasarımının yönelimleri konularında olabilmektedir.

3.2.10 Müşteri istekleri

Müşterilerin standart tekne modeli üzerinde firmanın sunduğu opsiyonlar dışında istekleri olabilmektedir. Bu talepler, üretimin farklı aşamalarında bildirilebilmektedir, kumaş renk değişiklikleri, aksesuar marka değişiklikleri ile sistemlere ait ürünlerde değişiklikler istenebilmektedir.

3.2.11 Sürekli iyileştirme faaliyetleri

Yukarıdaki maddeleri de bir bakıma içeren sürekli iyileştirme çalışmaları ile firma çalışanları tarafından yılsonu performans değerlendirmelerinde kullanılmak üzere değişiklik önerileri yapılmaktadır. Her firmada bu uygulamalar, tanımlı bir prosedür olmamakla birlikte, çalışanların uzmanlık alanlarına giren konularda iyileştirme önerileri olmaktadır.

3.3 Mühendislik Değişiklik Yönetimi Aşamaları

Yapılan çalışmalar incelendiğinde MDY aşamaları, uygulama alanlarına göre farklılık göstermektedir. Tavcar ve Duhovnik (2005) değişiklik önerisi, değişiklik hazırlığı, değişiklik onayı, belge güncelleme ve üründe uygulama olarak beş basamak önermektedir (Wu ve diğ., 2014'te atıfta bulunulduğu gibi). Basamak sayıları farklı olmasına rağmen içeriğin hemen her kaynakta aynı olduğu görülmektedir. Kocar ve Akgündüz (2010) çalışmasında MDY, değişiklik önerisi, mühendislik onay süreci ve duyuru basamakları olarak üçe bölünmüştür.

3.3.1 Değişiklik önerisi aşaması

Değişiklik talebinin yapıldığı aşamadır. Talep sahibi müşteri, firma çalışanı, tedârikçi firma vb. olabilir. Öneride değişiklik istenen parça, neden değişiklik istendiği, varsa çözüm önerisi belirtilmeli ve daha açık anlatabilmek üzere çizim veya fotoğraf eklenmelidir(Kocar ve Akgündüz, 2010).

3.3.2 Mühendislik onay süreci

Bu aşamada değişikliğin teknik çalışması yapılır. Kural kontrolü, üretilebilirlik, çizim güncellenmesi vb. Değişiklik diğer parçaları da etkileyebileceğinden ilgili tüm

bölümler bu çalışmada yer almalıdır. Sürecin en uzun aşamasıdır. Çalışma sonunda öneri reddedilebilir, düzenlenebilir veya ortak kararlar bir sonraki aşamaya geçilir.

3.3.3 Duyuru aşaması

Değişikliğin ortak kararlar devreye alındığı veya reddedildiği aşamadır. İlgili tüm birimlere yapılacak değişiklikler ilgili gerekli bilgiler iletilir.

4. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİNİN YARARLARI VE OLUMSUZLUKLARI

MDY sürecinin yapısı ve işleyişi gereği uygulandığı firmada üretim kalitesine, çalışanlara katkıları olduğu kadar olumsuz sayılabilecek etkileri de bulunmaktadır.

4.1 Mühendislik Değişiklik Yönetiminin Yararları

Önerilerin gözden kaçmaması, değerlendirilmesi, yapılabilirliğinin denenmesi, sorunsuzca ve zamanında devreye alınabilmesi MDY kullanımını gerektirir. Mühendislik değişiklikleri etkin şekilde ele alınırsa mâliyet azalabilir, geliştirme süresi kısalabilir ve ürünün kalitesi daha iyi olabilir (Huhtala ve diğ., 2014). Süreç, kağıt üzerinde formlar ve e-posta bildirimleri ile gerçekleştirildiği gibi, özel programlar aracılığı ile de yapılabilir. Bu programlar, ERP programlarının modülleri olarak sunulmaktadır; CIMdata, Oracle, SAP, Glovia vb. her ERP modülünün farklılıkları bulunsa da özellikle yat üretimi açısından yararlarını dört başlıkta toplamak olanaklıdır:

- 1) Arşiv
- 2) Lojistik
- 3) Mâliyet
- 4) İletişim

4.1.1 Arşiv

MDY süreci, yapılanların kayıt altında tutulmasından dolayı, sonradan kullanılabilir birçok bilgiyi ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, satış sonrası hizmetler ve ikinci el alış-satışlar ile olası tedârikçi kaynaklı ürün problemlerinde “hangi teknelerden itibaren, hangi değişiklikler” in uygulandığı bilgisine ulaşabilmek gereklidir. Önceden önerilmiş benzer değişikliğin üzerinde yeniden çalışılması engellenebilir. Hangi modelde kaç değişiklik yapıldığı, değişikliklerin işlenme süreleri gibi konularda toplu bilgiye ulaşılabilir. Yetersiz izlenebilirlik bilgisi, sistem kalitesinin düşmesi,

değişiklik sayılarında artma, çalışan değişikliğine bağlı bilgi kaybı, hatalı kararlar alınması, yanlış anlama, iletişim eksikliği gibi sorunlara neden olur (Mohan ve diğ., 2008). Ayrıca, hangi birimlerden kaç öneri geldiği, gelen önerilerin nedenleri ve önerilerin gerçekleşme oranları raporlanabilir. Sözedilen arşiv bilgileri, ürün ve çalışan performans geliştirme çalışmalarında kullanılmaktadır.

4.1.2 Lojistik

Değişikliklerin bir süreç yardımıyla devreye alınması, stokta ürün varsa hakkında kullanılarak bitirilme, onarılma, iade, değişim, elden çıkarma vb. kararlar verileceğinden âtıl malzemeyi önler. Değişiklik yeni ürün devreye alınmasını gerektiriyorsa ürünün zamanında üretimde olmasını sağlar. Ayrıca, nûmûneler süreç aracılığı ile talep edildiğinde, standart tedârik zinciri çalışmalarında farkı görülmekte ve izlenmesi kolaylaşmaktadır.

4.1.3 Mâliyet

MDY süreci, değişikliklerin tekne mâliyetine etkisinin izlenebilir, raporlanabilir, kontrol edilebilir olmasını sağlar. Benzer şekilde sürecin firmaya kendi mâliyeti de raporlanabilir. Sürecin tüm değişiklik adımlarını kontrol altında tutmasıyla ürün ve süreç mâliyetlerinde azalma görülür. Wu ve diğ. (2014) çalışmasında CMII modülünün bir motosiklet firmasında devreye alınması öncesi ve sonrası karşılaştırması yapılmış ve sonuçlar bir tablo hâlinde sunulmuştur. Bu tablodan, üründe yapılan değişiklik sayısının ve değişikliklerin mâliyetinin %90 ve değişiklik yapılmasının %50 kadar azaldığı görülebilmektedir.

4.1.4 İletişim

MDY süreci kullanımı, devreye alınacak değişikliğin ilgili her birime olması gerektiği sırada ulaşmasını sağlar. Her adımın süreçte tanımlı olması; yapılması gerekenlerin gözden kaçırılmasını engeller, ilgili birimlerde farkındalık yaratır. Bir değişiklik diğer bölümleri de etkiliyorsa devreye alınmadan önce ortaya çıkmasına yardımcı olur. Atölyelerin ve montaj hattının standart plânlarında değişiklik nedeniyle oluşabilecek aksamalar için önlem almalarına olanak sağlar.

İletişim başlığı altında incelenebilecek diğer bir konu, MDY'nin nasıl kullanılacağıdır. Bu kısımda karşımıza sürecin prosedürler ve formlar kullanılarak e-posta bildirimleri aracılığı ile gerçekleştirilmesi veya özel programların kullanılması

çıkılmaktadır. Gelişen teknoloji sâyesinde özel programların kullanımı daha verimli olmaktadır. Formlarla yürütülen süreçte formların kaybolması, gereğinden uzun beklemler, ilgili her birime bilgi ulaşmaması, raporlama zorluğu gibi sorunlar yaşanmaktadır. Özel bir yazılım kullanmak ise süreci kişilere bağımlı olmaktan kurtararak izleme ve raporlama mekanizmasını güçlendirir. Ayrıca, süreç basılı doküman şeklindeki çıktıları azaltır, değişiklik önerisi üzerinde çalışma süresini kısaltır ve bilgi ilgili birimlerle otomatik olarak paylaşılır. (Habhouba ve diğ., 2011).

4.2 Mühendislik Değişiklik Yönetiminin Olumsuzlukları

MDY'nin kullanımı birçok birimin ortak çalışmasıyla gerçekleştiğinden ve çok aşamalı bir süreç olduğundan, firma için ve özellikle çalışanlar için olumsuz sayılabilecek yönleri bulunmaktadır. Bu olumsuzluklar, mühendislik değişiklik yönetimine ait gibi görünse de aslında değişiklik yapılması durumunun beraberinde getirdiği istenmeyen durumlardır. Değişikliklerin yönetilmesi gerektiğinden mühendislik değişiklik yönetimine karşı önyargı oluşur.

MDY genellikle uzun gerçekleşme süreci ile anılır. Süreç, farklı bölümler tarafından sırayla yürütülür. Her bölüm, yapılacak değişiklikle ilgili varolan belgeleri bulur, değişikliğin anlamaya çalışır, çalışma yapar, yeni belgeleri oluşturur vb. Terwiesch ve Loch (1999)'a göre mühendislik değişiklikleri, mühendislik birimi kapasitesinin 1/3'ü ile 1/2'si arasında bir kısmı tüketmekte ve toplam araç mâliyetlerinin %20-50 kadarını oluşturmaktadır (Tavčar ve Duhovnik, 2005'te atıfta bulunulduğu gibi). Çalışmaların zaman alması yanında süreç, kağıt formla ilerletiliyor ise formun fiziksel olarak iletilmesi de zaman alır. Ayrıca süreç gereği ilgili bölümlerin değişiklikle ilgili ortak noktada buluşması gerekir. Rouibah ve Caskey (2003)'nin belirttiği gibi, mühendislik bölümünün amacı, belirli bir fonksiyonu olanaklı en iyi şekilde sağlamak iken, üretim birimlerinin amacı daha kısa sürede üretmek ve satınalma biriminin amacı malzemeyi en uygun fiyatla satın almak olacaktır. İlgili herkesin ikna edilmesi de zaman alır. Üçüncü olarak süreç tam anlaşılmadıysa neden o şekilde ilerlemesi gerektiği, basit olaylar için bile bazı bölümlerin devre dışı kalamayacağı gibi, gerginlik ve süreci kullanmada isteksizlik oluşur. Bu durum, bazı değişikliklerin süreç dışı gerçekleştirilmesine ve üretim-satış sonrası gibi aşamalarda sorun oluşturabilir. (Pikosz ve Malmqvist, 1998).

Son olarak MDY başlı başına istenmeyen bir süreçtir çünkü kimse yapılmış bir çalışmaya geri dönüp üzerinde yeniden çalışmak istemez. Değiştirilmek istenen ürünün tasarımcısı, üretici vb. kendisini yanlış yaptığını düşündüğü için suçlu hisseder. Süreç ilk tasarım aşaması kadar saygı görmez ve negatif bakış açısı oluşturur(Pikosz ve Malmqvist, 1998).

5. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ SÜRECİ OLUŞTURMA ADIMLARI

MDY değişik şekillerde yapılabilmektedir. Bunlar, e-posta bildirimleri aracılığı ile, kağıt formlar aracılığı ile veya ERP programlarının modülleri ile olabilir. Etkin bir MDY’de süreç tanımı, bilgi sistemi, iletişim şekli ve organizasyon kilit noktalardır (Tavčar ve Duhovnik, 2005). E-postalarda ilgili kişilerin yer almaması, e-postanın görülmemesi, kağıt formların kaybolması, formların fiziksel olarak ilgili birimler arası taşınması gereği vb.nedenlerle ERP modül kullanımı artmaktadır.

Sürecin oluşturulmasında firmanın organizasyonel yapısı, ait olduğu sektör ve üretilen ürün ve üretim şekli (seri üretim, özel üretim gibi) önemlidir. Abramovici ve Aidi (2015)’e göre her MDY özgündür, değişik teknik ve organizasyonel sınır koşulları ile bu koşulların birbirleri ile ilişkilerine, ürün ve hizmetin karşılıklı etkisine bağlıdır. Modüller, genel işleyiş aşamaları ile firmalara sunulmaktadır. Modül kullanmak isteyen firmalar ERP danışmanları ile çalışarak modülü kendi yapılarına göre özelleştirirler.

Sürecin oluşturulması ve devreye alınması altı aşamada gerçekleştirilebilir:

- 1) Akış diyagramı
- 2) Doküman oluşturma
- 3) Gözden geçirme
- 4) Prosedür yazılması
- 5) Devreye alma
- 6) Kontrol etme ve iyileştirme

5.1 Akış Diyagramı

Bir değişiklik önerisi oluştuğunda önerinin kimden geleceği, kimlerin onayından geçeceği, kimlerin hangi çalışmaları hangi sırayla yapacağı, işlemler arası onay

mekanizmalarının yer aldığı, devreye alma veya iptal edilme aşamalarının gösterildiği akış diyagramı şematik olarak hazırlanır.

Akış diyagramı üzerinde, süreç işletilirken gereksinim duyulacak onaylar, aksiyon uyarıları, geri bildirim durumları, firmanın diğer süreçleri ile olan bağlantılar not alınarak, değişiklik süreci içine yerleştirilir. Akış şeması oluşturulurken ilgili birimlerden temsilcilerin görüş ve önerileri de ele alınmalıdır.

5.2 Doküman Oluşturma

Yönetim form aracılığı ile yapılacaksa veya başka kayıtlar gerekli ise akış şeması temel alınarak kullanılacak dokümanlar hazırlanır. Dokümanlar, ıslak imzalı ya da dijital imzalı olacağından olası karışıklık veya hata durumlarında, geri dönüşlerde tek güvenilir ve yasal bilgi kümesi olacağından önemlidir. Şekil 5.1’de örnek bir değişiklik öneri formu ve Şekil 5.2’de nûmûne denemelerine ilişkin hat deneme formu gösterilmektedir. Değişiklik öneri formu, bir değişikliğin önerildiği andan itibaren devreye alınması veya reddedilmesine kadar olan tüm çalışmaları göstermektedir. Hat deneme formu ise, satın alınan veya üretilmiş olan nûmûnenin üretimi ve montajının değerlendirildiği ve değişiklik takip formunun eki olan bir formdur. Ayrıca, eğer ERP modülü kullanılacaksa modülün kullanımına ait bir kullanıcı kitapçığı, ilgili aşamaların görselleri de kullanılarak hazırlanmalıdır.

5.3 Gözden Geçirme

Akış diyagramı ve oluşturulan formlar, ilgili birimler ve yöneticilerinde katılacağı bir çalışma ile gözden geçirilir. Bu çalışma sırasında örnek bir değişiklik önerisi devreye alma denemesi yapılarak, gözden kaçırılmış noktalar görülebilir. Çalışma sonucu eğer gerekli ise düzenlemeler yapılır.

5.4 Prosedür Yazılması

ISO 9001 kalite standartları gereği firmaların süreçleri gözlenebilir, izlenebilir olmalı, belgeler kayıt altında tutulmalı, nasıl kayıt altında tutulduğu belirtilmelidir. MDY için de akış diyagramı, formlar, varsa diğer dokümanlara gönderme yapılarak sürecin nasıl işletildiğini anlatan prosedür yazılır ve belge numarası verilerek

arşivlenir. Süreçte yapılan değişiklik ve düzenlemelerde, bu prosedür de güncellenmeli ve yayımlanmalıdır.

5.5 Devreye Alma

Sürecin devreye alınması, ilgili dokümanların ve prosedürün arşiv adresleri tüm birimlere duyurulmalıdır ve belirtilecek gün ve saatten itibaren süreç dışı gelen öneriler üzerinde çalışılmayacağı belirtilmelidir. Bu konu, âcil değişiklik yapılması gereken durumlarda süreç dışı çalışma yapılması talebi gelebileceğinden vesürece bir süre işlevsiz kalabileceği için önemlidir.

5.6 Kontrol Etme ve İyileştirme

Süreç devreye alındıktan sonra üç türlü raporlama yapılabilir. İlki sürecin kendi verimliliği ile ilgili, ikincisi süreçle yönetilen değişikliklerle ilgili ve üçüncüsü de çalışanların performanslarıyla ilgili olabilir. İlk kısım süreci geliştirmeye, daha hızlı duruma getirmeye, varsa zor çalışan kısımlarını düzenlemeye yarar. İkinci raporlama ise ürüne ait gelişimi, mâliyet değişikliklerini, nedenleri vb. ölçümlerini yapmaya yarar. Üçüncü tür raporlama ise, proje çalışanlarının performanslarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Örneğin, plânlanan zamana ne kadar uyulduğu, plânlanan adam*saat'e göre kaç adam saat'te tamamlandığı, bölümlere gelen değişiklik önerisi sayısı, çözümün hat denemeden ne kadar sürede geçebildiği gibi (Evrensel ve diğ., 2009). Proje tamamlandıktan sonra eldeki veriler kullanılarak süreç ve gelecek proje iyileştirmeleri yapılabilir. Bu kapsamda yapılabilecekler şunlardır:

- Yapılmış değişiklik nedenlerinin incelenerek diğer projelerde yinelenmemesi için önlemler alınması.
- Değişiklikler için harcanan zaman analiz edilerek, gelecek proje plânlarında öngörülen sürenin plâna dahil edilmesi.
- Değişikliklerin gerçekleştirildiği süreler ve deneme sayısı analiz edilerek çalışmayı yapan personelin uzmanlıklarının değerlendirilmesi ve sürece etkisinin belirlenmesi.
- Süreç sırasında harcanan zamanın analiz edilmesi.

- Sürecin proje bazlı farklılaşıp farklılaşmadığı analizinin yapılması (Evrensel ve diğ., 2009).

DEĞİŞİKLİK TAKİP FORMU									
1 DOLDURULMASI ZORUNLU ALANLAR * ÖNERİ NO HARİÇ	ÖNERİ SAHİBİ								
	Öneri Sahibi			Departman					
	Öneri Tarihi			Öneri No					
	Model								
	Öneri Sebebi		Maliyet	Tedarik	Ortaklaştırma				
			Kalite	İş Sağlığı ve İşçi Güvenliği	Fonksiyonellik				
	Ürün Kodu		Ürün Tanımı						
	Mevcut Durum								
	Önerilen Durum								
	Ürün firma referans kodu								
	Boyut								
	Malzeme								
	Diğer								
	2	Maliyet Değişikliği		Parça Fiyatı		Rota			
Stok Durumu		Tarih							
Öneri sahibinin Onayı ve Onay Tarihi									
İlgili Departman Yöneticisi Onayı ve Onay Tarihi									
MÜHENDİSLİK									
Mühendislik Onayı ve Tarihi									
Üretim Onayı ve Tarihi									
Çizim		Gerekli	Gereksiz						
Teslim Alan ve Tarihi		Çizim Teslim Tarihi							
3		SATIN ALMA							
	Geçici Kod		Birim						
	Ürün Tanımı		Sipariş Miktarı						
	Numune Sipariş Tarihi		Sipariş Sorumlusu						
	SATIN ALMA								
	Numune Üretim İş Emri No		Üreten Bölüm						
	Ürün Teslim Tarihi								
	DEPO								
	Ürünün Fotoğraflanması		Sorumlu		Tarih				
	DEPO VE ÜRETİM								
4	Hat Deneme No		Numune Hat Teslim Tarihi						
	Sonuç		Sonuç Tarihi						
	SATIN ALMA								
	Maliyet Değişikliği		Parça Fiyatı		Rota				
	SATIN ALMA								
	Satın Alma Onayı		Onaylayan ve Tarih						
	Ürün Yönetim Direktörü Onayı		Onaylayan ve Tarih						
	Fabrika Direktörü		Onaylayan ve Tarih						
	MATERIAL SATIN ALMA VE ÜRETİM								
	5	Yeni Kod		Yeni Tanım					
Çizim Güncelleme		Sorumlu		Tarih					
Satın Alma Anlaşma No		Sorumlu		Tarih					
Devreye Alınacak Tekne No		Sorumlu		Tarih					
Eski Ürün Satın Alma Anlaşması Kapatılması		Sorumlu		Tarih					
Bom Düzenleme		Sorumlu		Tarih					
Operasyon Kartı Düzenleme		Sorumlu		Tarih					
Devreye Alma Duyurusu		Sorumlu		Tarih					
MÜHENDİSLİK									
9									

Haz: Ad Soyad

F03GG01

Rev: 9
Tarih: 03.01.2013

Şekil 5.1 : Değişiklik takip formu örneği.

HAT DENEME FORMU						
DEĞİŞİKLİK KONUSU:					SIRA NO : TARİH :	
PARÇA KODU		MEVCUT ÜRÜN ADI		MEVCUT FİRMA		
GEÇİCİ PARÇA KODU		ALTERNATİF ÜRÜN ADI		ALTERNATİF FİRMA		
NUMUNE TEMİN TARİHİ		NUMUNE MİKTARI				
DENENEN YAT/YELKENLİ NO		DENEME MİKTARI		KULLANIM YERİ		
AÇIKLAMA ve YORUMLAR						
Üretim :						
Montaj :						
Mühendislik :						
Metot :						
Tasarım :						
Kalite :						
ÜRETİM OPERATORÜ	ÜRETİM SORUMLUSU	MONTAJ SORUMLUSU	TASARIM SORUMLUSU	MÜHENDİSLİK SORUMLUSU	METOT SORUMLUSU	KALİTE SORUMLUSU
Tarih	Tarih	Tarih	Tarih	Tarih	Tarih	Tarih
İmza	İmza	İmza	İmza	İmza	İmza	İmza
REVİZE GEREKLİ Mİ?						
BOM		EVET		HAYIR		
OPERASYON KARTI		EVET		HAYIR		
TEKNİK REŞİM		EVET		HAYIR		

HAT DENEME ADI: 001/02
F080201
Tarih: 28.11.2019
Revizyon: 02

Şekil 5.2 : Hat deneme formu örneği.

6. MÜHENDİSLİK DEĞİŞİKLİK YÖNETİMİ UYGULAMASI

6.1 Yat İnşaatı Sektöründe Mühendislik Değişiklik Yönetimi Kullanımı

Gemi inşaatı ve yat inşaatı sektörlerinde bilinen anlamda seri üretim sayıları olmadığından,değişiklik yönetimi kullanımı diğer sektörlerle oranla daha azdır. Yat inşaatı sektöründe MDY kullanımına ilişkin kaynakların da az olması nedeniyle, sürecin ne kadar yaygın ve hangi araçlarla kullanıldığı hakkında bilgi sağlamak üzere 15 yerli ve yabancı firma belirlenerek dört soruluk bir anket oluşturulmuş ve uygulanmıştır. Firmalar istemediğinden dolayı, bu tez çalışmasında firma adları kullanılmayacaktır.

Firmalar seçilirken kurumsallıkları, üretim kapasiteleri, bulundukları ülkelerin farklı olması gözetenmiştir.

Anketin paylaşıldığı 15 firmanın 5'inden geri dönüş alınmıştır. Anket soruları çizelge 6.1'de ve sonuçlar çizelge6.2'de yer almaktadır.Sonuç tablosunda görüleceği üzere, ankete dönüş yapan ve adları A,B,C,D,E harfleriyle belirtilen firmalar çeşitli yazılımlar aracılığı ile süreçlerini geliştirme aşamasındadırlar. Kağıt formların kullanımı sürerken bir yandan yazılımı devreye alma çalışmaları yapılmaktadır.

6.2 Uygulama Yapılan Firmanın Tanıtımı

Sürecin uygulandığı firma, Türkiye'de bir holdinge bağlı olarak 2006 yılında kurulmuş olup 35.000m² kapalı üretim alanına sahiptir ve 400 kişi çalışmaktadır. Seri yat üretimi yapan firmanın yıllık üretim kapasitesi 70 adet, fazla mesai ile ise 80 adet tekne olarak belirlenmiştir. Firma ayrıca otomotiv sektörü için parça üretimi de yapmaktadır. 2008-2011 yılları arasında ünlü bir motor yat markası için boyları 38-55 fit arasında değişen 119 adet motor yat üretmiştir. 2010 yılında kendi yelkenli tekne markasını oluşturmuştur ve yeni model aileleri ile üretimini sürdürmektedir. Firma, gövde ve güverte tasarımlarında dünya çapında ün yapmış tasarımcı ve gemi inşaatı mühendisleri ile çalışmaktadır.Tasarımcılardan alınan konsept firmanın mühendisleri tarafından detaylandırılmakta ve üretime aktarılmaktadır.

Çizelge 6.1 : Anket soruları çizelgesi.

No	Soru	Cevap	
1	Mühendislik Değişikliklerini devreye alma süreciniz var mı?	evet	hayır
2	Bu süreç kağıt üzerinde mi bir program ile mi işletiliyor?	kağıt	program
3	Eğer sistem ise hangisi?	AX, SAP, ORACLE vb.	
4	Mühendislik Değişiklik Yönetimi için bir sorumlu veya bölüm var mı?	evet	hayır

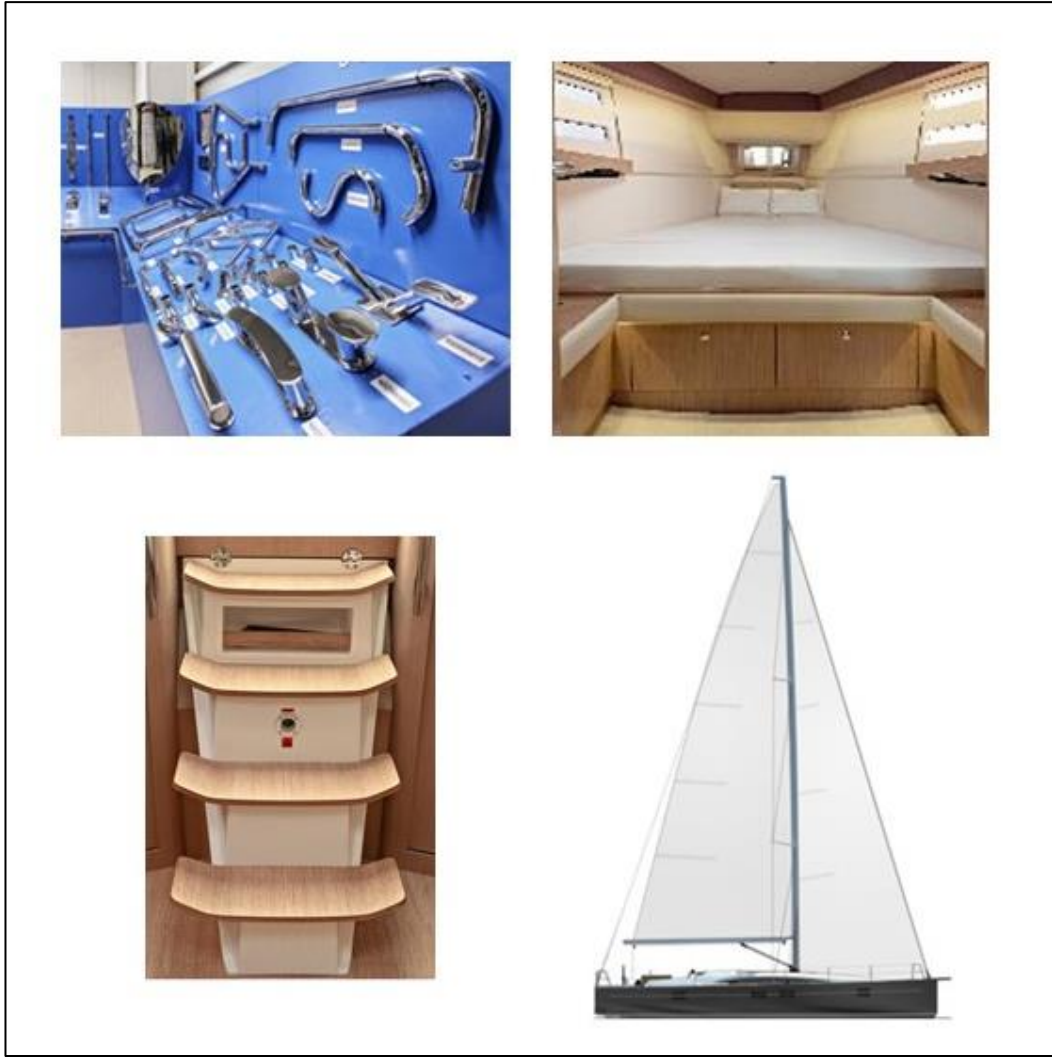
Çizelge 6.2 : Anket sonuçları çizelgesi.

Soru/ Firma	A	B	C	D	E
1	EVET	EVET	EVET	EVET	EVET
2	KAĞIT FORM	KAĞIT FORM	KAĞIT FORM	ERP	ERP
3	TEAMCENTER	LOGO	IFS	ORACLE	IFS
4	VAR	VAR	VAR	YOK	VAR

Kalıp tasarımları için danışman bir mühendislik firması ile çalışılmaktadır. Mekanik tasarımlar ve donatım çalışmaları da yine firma mühendisleri tarafından gerçekleştirilmekte ve üretim çizimleri hazırlanmaktadır. İç alan tasarımları konsept olarak ünlü tasarımcılardan alınmakta ve firmanın tasarım ekibi tarafından detaylandırılarak çizimler üretime aktarılmaktadır.

Üretim alanı paslanmaz çelik, mobilya, döşeme, tik, GRP, elektrik ve montaj atölyelerini kapsamaktadır, açık alanda test havuzu bulunmaktadır. Tekneye ilişkin tüm mobilya, paslanmaz çelik, döşeme, tik parçaları ile gövde, güverte, küçük GRP parçalar atölyelerde üretilerek montaj hattına iletilmektedir. Montaj hattına üstü açık şekilde giren gövde, hat çıkışında tamamlanmış olarak test havuzuna taşınmakta ve gerekli testleri yapılmaktadır. Şekil 6.1’de, firmada üretilmekte olan paslanmaz çelik, mobilya, döşeme, GRP parçaları ve yelkenli teknenin örnek görselleri verilmiştir.

Modeller yurt içi ve yurt dışı, okyanus aşırı satılmakta ve satış sonrası hizmeti de verilmektedir. Firma her yıl yeni bir model piyasaya sürmekte ve varolan modellerinde ürün geliştirme çalışmaları yapmaktadır. Yurt içi ve yurt dışı 300 üzerinde hammadde ve ürün tedârikçisi ile çalışmaktadır. Dolayısıyla model sayısı arttıkça değişikliklerin devreye alınmasının ve raporlanmasının bir prosedüre bağlı olması gereği doğmuştur.



Şekil 6.1 : Üretimi yapılan ürünlere ve tekneye ait görseller.

6.2.1 Firmanın varolan mühendislik değişiklik yönetimi uygulamaları

MDY süreci oluşturulmasına 25.10.2010 tarihli fabrika toplantısında fabrika direktörlüğü tarafından karar verilmiştir. Sürecin oluşturulması ve devreye alınmasının sorumluluğu mühendislik ekibine bırakılmıştır. İlgili mühendis, holdinge bağlı diğer firmalarla çalışmalar düzenleyerek ve firmanın ortak olduğu yat tersanesinin kullanmakta olduğu süreçten örnek alarak, akış şeması ve ilgili belgeleri oluşturmuştur. Süreç, 24.11.2010 tarihinde devreye alınmıştır, 2012 yılına kadar aylık raporlarla ve sonrasında 2013 yılına kadar üç aylık raporlarla sürecin işleyişi ve karşılaşılan sorunlar değerlendirilerek süreçte ve belgelerde düzenlemeler yapılmıştır. Bu kadar sık düzenlemeye gerek duyulmuş olmasının nedenlerinden biri de şirketin değişen organizasyonel yapısı ile oluşan yeni bölümler olmuştur. Üç yıl

boyunca sürecin aksama yaratan yönleri, eksikleri belirlenmiş, çeşitli toplantılarla iyileştirilmiş

ve 2013 yılında sistemin ERP ile bütünleştirilerek özelleştirilmiş bir programla çalıştırılmasına, yönetim kurulu tarafından karar verilmiştir. Bu amaçla kurumsal kaynak plânlama programı olarak firmada kullanılmakta olan Oracle yazılımındaki “ECO (Engineering Change Order)” modülü seçilmiştir. 30.12.2013 toplantısıyla sürecin ECO modülüne aktarılması çalışmasına başlanmıştır. Çalışma satınalma, yöntem, mühendislik bölümleri ve holdingin uygulama uzmanı tarafından yapılmıştır. ECO kullanımına başlanması 17.11.2014 tarihinde gerçekleşmiştir.

İzleyen bölümde, sürecin oluşturulması adımları ve ECO modülüne aktarılma çalışması yer almaktadır.

6.3 Uygulama

Seri yat üretimi yapan firmada MDY süreci uygulaması çalışması, 5.bölümde anlatılan MDY süreci oluşturma adımlarıyla gerçekleştirilmiştir. Akış diyagramı oluşturulmasıyla başlanmış, gerekli belgeler oluşturulmuş, süreç gözden geçirilmiş, prosedür yazılmış, devreye alma duyurusu yapılmış ve raporlama-iyileştirme çalışmalarıyla düzenlenmiştir.

6.3.1 Akış diyagramı

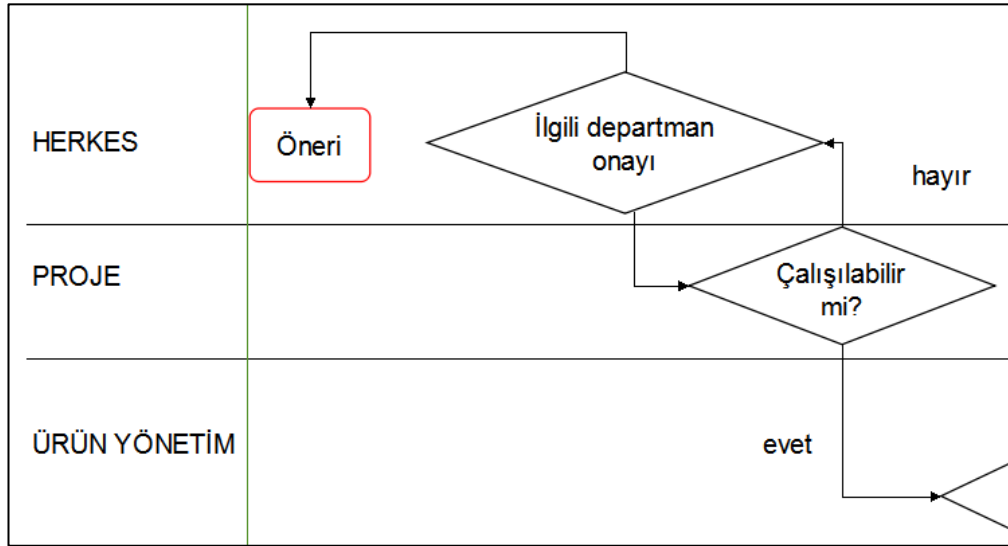
Değişiklik önerisinin ortaya çıkışındandeki değişikliğin devreye alınmasına kadar olan aşamalar bir diyagramda toplanmıştır. Böylece ilgili birimler, birbirleri ile ilişkileri, kilit noktalar, onay ve uyarı mekanizmaları görülür duruma gelmiştir.

Değişiklik yönetimini üç, iki veya tek süreçle uygulamak olanaklıdır. Firma tercihine göre ECR (Engineering Change Request)-ECN (Engineering Change Notice)-ECO (Engineering Change Order) ile yapılabilir, ECN-ECO veya ECO olarak da kullanılabilir. Çalışma yapılan firma “değişiklik takip formu” adı ile süreci tek formda yönetmektedir. Akış diyagramı 4. bölümde anlatılan MDY aşamalarında verildiği gibi üç ana başlıkta incelenmiştir; değişiklik önerisi, mühendislik onay süreci ve duyuru.

6.3.1.1 Değişiklik önerisi

İlk adımda değişiklik önerisinin kimlerden gelebileceği, kimin onayına sunulacağı ile onaylanma ve onaylanmama durumlarında ne olacağı soruları sorulmuştur.

Şekil 6.2’ de görüleceği üzere uygulama yapılan firmada değişiklik önerisi her çalışan tarafından sunulabilir, bağlı olduğu birim sorumlusu tarafından onaylandıktan sonra ilgili projenin -tekne modelinin- sorumlusunun onayına sunulur. Eğer proje yöneticisi, önerinin üzerinde çalışılabileceğine onay verirse, öneri mühendislik ve tasarım birimlerinin bağlı olduğu ürün yönetimi bölümüne iletilir. Eğer onaylanmaz ise öneri sahibine bilgi verilir, öneri düzenlenir veya birimin kendi kayıtlarında tutularak işleme alınmaz.



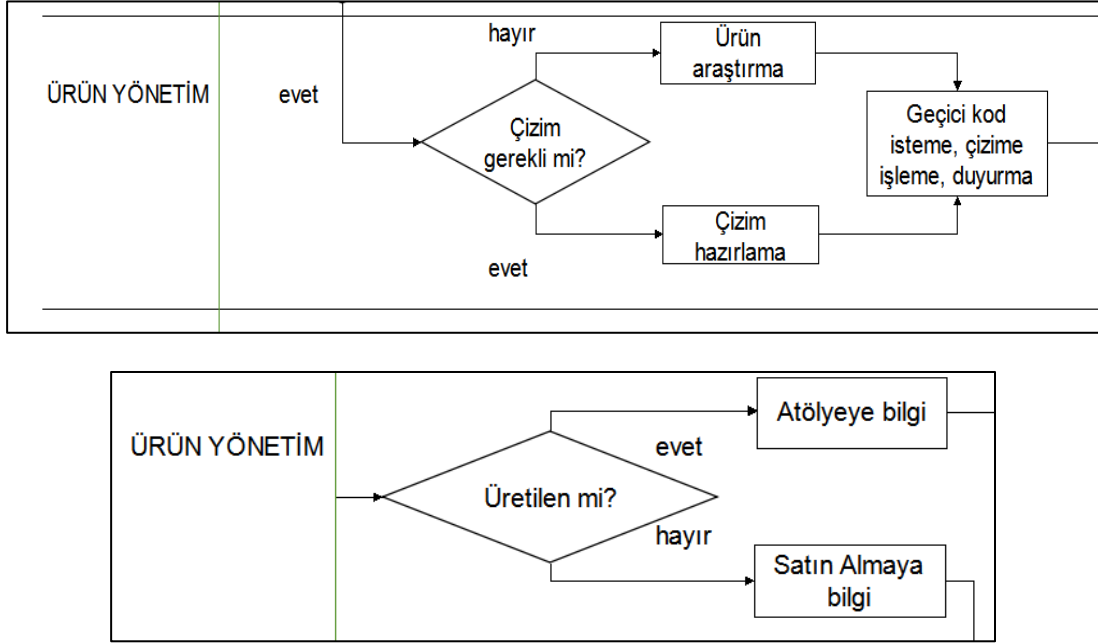
Şekil 6.2 : Akış diyagramı öneri kısmı.

6.3.1.2 Mühendislik onay süreci

Bu kısım kendi içinde dört aşamada oluşturulmuştur: Mühendislik ve tasarım çalışması, nûmûne üretim/tedârik çalışması ve nûmûne deneme aşaması ile mâliyet çalışması ve onay. Bu aşamalar firmadan firmaya farklılık gösterecektir fakat uygulama yapılan firmadaki akışa göre:

Mühendislik ve tasarım çalışması: Üzerinde çalışılabilirlik onayı alan öneri, mühendis ve tasarımcılar tarafından incelenir, çizim güncellemesinin gerekli olup olmadığına karar verilir, çizim gerekli ise çizim yapılır. Çizim gerekli değil ise ürün araştırması yapılır. Çizimi yapılan yeni ürün veya seçilen yeni ürün için nûmûne talebi yapılır. Ürün eğer atölyede üretilecek ise atölyeye bilgi verilir, satın alınması gerekli ise

satınalma bölümüne bilgi verilir. Bu aşamada nûmûnenin atölyeler, satınalma, tedârik, depo, giriş kalite bölümleri tarafından farkındalığını sağlamak üzere ürünlere “geçici kod” atanır. Bu kod standart ürün kodundan farklı olarak “G” harfi ile başlar. Dolayısıyla ürün üretildiğinde veya depoya ulaştığında nûmûne olduğu kolayca anlaşılır. Şekil 6.3’ te bu aşamada yapılan çalışmaların akış diyagramı gösterimi yer almaktadır.



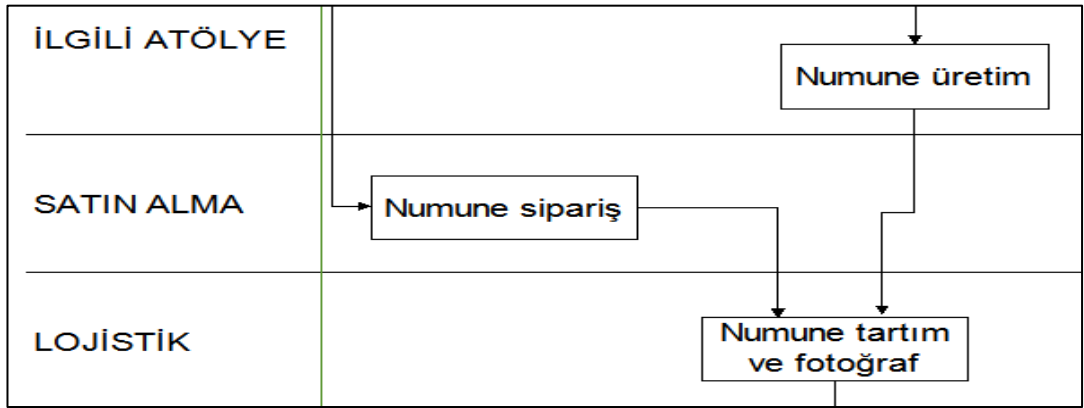
Şekil 6.3 : Akış diyagramı mühendislik ve tasarım çalışması kısmı

Nûmûne üretim/tedârik aşaması: Seçilen ürün için talep edilen miktarda nûmûne satın alınır veya iletilen çizimlere göre nûmûneler üretilerek depoya teslim edilir. Depoda ürünlerin fotoğrafları çekilir ve ürünler sisteme kaydedilir. Akış şemasının ilgili bölümü Şekil 6.4’ te verilmektedir.

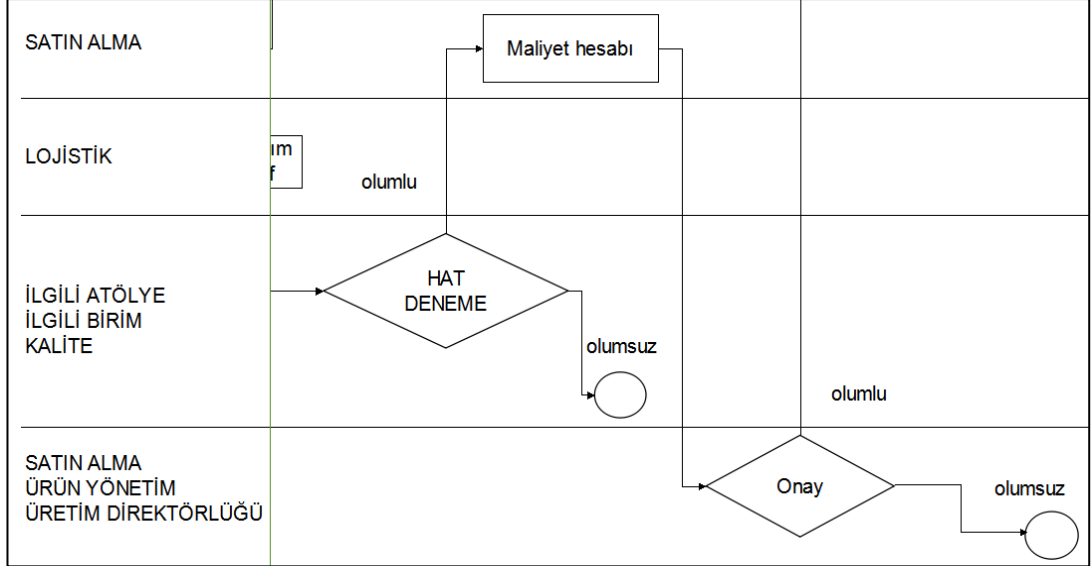
Nûmûne deneme aşaması: Bu aşamada nûmûneler montaj hattında tekneye montajlanarak deneme yapılır. Deneme organizasyonu kalite bölümü tarafından yapılır, ilgili birimlerden sorumlu kişilerin deneme sırasında teknede bulunmaları gereklidir. Bu nedenle denemenin, montaj sorumlusundan uygun zaman aralığı talep edilerek yapılması gerekir. Denemeler bir formla kayıt altında tutulur, gerekli durumlarda tedârikçilerle paylaşılır, ürünün bir süre sonra yeniden denenmesi önerilirse bu kayıtlar yine incelenir. Hat denemesi sırasında montaj süresi ve kullanılan diğer montaj malzeme bilgileri kayıt altına alınır. Eğer hat denemesi

olumlu sonuçlanırsa rota bilgileri ve kullanılan malzeme bilgileri satınalma bölümü ile paylaşılır.

Eğer hat denemesi olumsuz sonuçlandı ise nedenleri belirtilir, yeniden nûmûne üretimi, satın alınması veya tasarım düzenlemesi yapılarak ikinci bir deneme yapılabilir. Eğer düzeltmelerle giderilemeyecek bir uygunsuzluk var ise süreç olumsuz olarak sonuçlanır, ilgili birimlere bilgi verilir. Nûmûne deneme aşaması akış diyagramı şekil 6.5’ te verilmektedir.



Şekil 6.4 :Akış diyagramı nûmûne üretim/tedârik kısmı.



Şekil 6.5 : Akış diyagramı nûmûne deneme kısmı.

*Mâliyet çalışması ve onay:*Satınalma bölümü deneme sonucu iletilen bilgilerle mâliyet hesabı yapar ve varolan mâliyetle karşılaştırma tablosu hazırlayarak yöneticilerin onayına sunar. Eğer mâliyet değişikliği onaylanırsa süreç, devreye alma çalışmaları ile sürer. Eğer mâliyet değişimi onaylanmaz ise süreç yeni tasarım aşamasına dönebilir ya da öneri reddedilerek ilgili birimlere bilgi verilir.

6.3.1.3 Duyuru

Şekil 6.6’da verilen akış diyagramındaki “duyuru” aşamasında onaylanan nûmûnelerin seri üretimde kullanılmaya başlanması için gerekli işlemler yapılır.

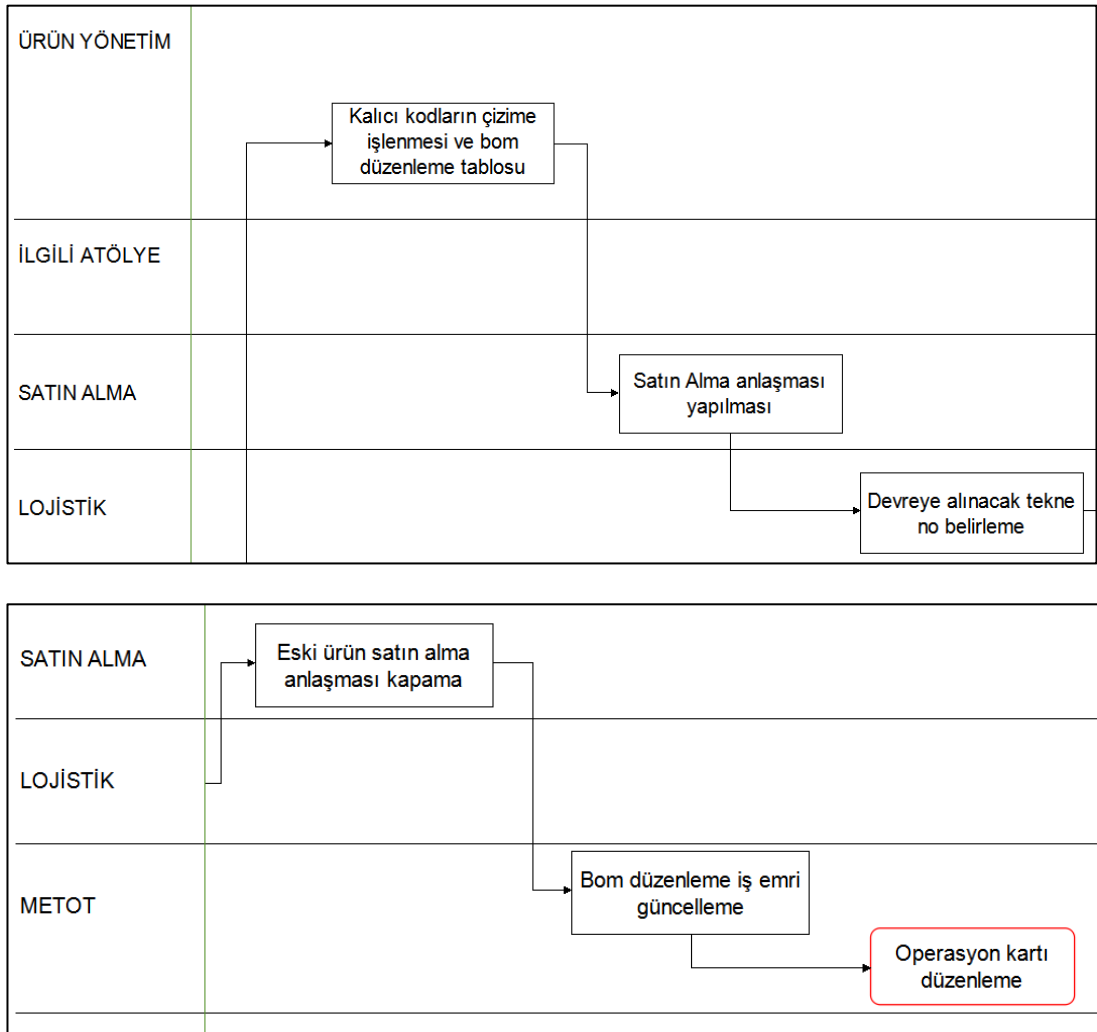
Mühendislik ve tasarım bölümü, onaylanan nûmûnenin kodunu geçiciden kalıcıya çevirir ve çizimi olan bir ürünse yeni kod çizime işlenir. Ürün ağacından çıkarılacak ürünler ve yeni eklenecek ürün için tablo hazırlanır. Tablo, satınalma anlaşması yapılmak üzere satınalma bölümü ile paylaşılır. Bu aşamada özellikle dikkat edilmesi gereken konu, değişikliğin devreye alınacağı tekne numarasının belirlenmesidir. Depoda artık kullanılmayacak üründen olabilir, sipârişi iptal edilemeyen ürün olabilir veya hattaki teknelerde değişmesi gereken, üretimi tamamlanmış teknelerde değişmesi gereken bir ürün olabilir. Eğer kural gereği, yasal zorunluluk veya şikayet üzerine olmayan bir değişiklik ise stoktaki ürünler bittikten sonra değişiklik devreye alınır. Eski ürünün satınalma anlaşması, sipariş verilmesini önlemek üzere kapatılır. Devreye alınacak tekne numarası belirlendikten sonra ERP sisteminde ürün ağacı ve rota bilgileri güncellenir. Açık olan iş emirleri düzenlenir. Ardından nûmûne denemesi sırasında kayıt altına alınan bilgiler kullanılarak operasyon kartı oluşturulur ve değişiklik devreye alınmış olur.

6.3.2 Doküman oluşturma

Akış diyagramındaki çalışmaları izleyebilmek ve değişiklikle ilgili gerekli bilgileri kayıt altında tutabilmek üzere belgelere gereksinim duyulmuştur. Çalışma yapılan firmada iki çeşit form kullanılmaktadır. Değişiklik takip formu ve hat deneme formu. Takip formu, önerinin başlangıcından devreye alınmasının sonuna kadar kullanılan formdur. Hat deneme formu ise nûmûne üretim ve montajına ilişkin bilgilerin kaydedildiği, denemenin olumlu/olumsuz sonuçlandığını kayıt altına alan formdur. Formlara ait şekiller şekil 5.1 ve şekil 5.2’de verilmiştir. Değişikliklerin izleme ve raporlama işlemlerinde kullanmak üzere “değişiklik takip listesi” oluşturulmuştur. Bu liste Excel programında güncellenmekte ve belirlenen alanda herkesin erişimine açık tutulmaktadır. Değişiklik takip listesinde form numarası, değişikliğin hangi tekne modelinde ve hangi kodlu parçada istendiği, konusu ve nedeni, değişikliği talep eden birim, öneri tarihi, ilgili atölyeler, hat deneme durumu, formun hangi birimde olduğu, sonuç, başlangıç tekne numarası ve mâliyet değişimi sütunları yer almaktadır.

6.3.3 Gözden geçirme

Akış diyagramı ve formlar oluşturulurken diğer birimlerle ortaklaşa çalışılmıştır. Süreç devreye alınmadan önce ilgili birimlerin sorumluları toplanarak örnek bir değişiklik önerisi üzerinden süreç işletilmiştir. Bu deneme çalışmasında gözden kaçmış olan ayrıntılar ortaya çıkmış, birimlerin işleyişle ilgili talepleri değerlendirilmiş ve düzeltme çalışması yapılmıştır. Çalışma form, diyagram ve onay mekanizmalarının düzenlemesi olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 6.6 : Akış diyagramı devreye alma kısmı.

6.3.4 Prosedür yazılması

ISO 9001:2008 kalite standartları gereği süreçlerin prosedürlerle kayıt altında tutulması gereklidir. Dolayısıyla akış diyagramında yer alan işlem sıraları, ilgili ve sorumlu birimler, sürecin formlarının ve raporlarının arşiv bilgilerinin anlatıldığı bir

belge hazırlanmıştır, bu belgeye numara verilmiştir ve her düzenlemede numara güncellenerek duyurulmuştur.

6.3.5 Devreye alma

Süreç çalışması tamamlandıktan sonra sürecin devreye alındığı 24.11.2010 tarihinde firma geneline e-posta aracılığı ile duyurulmuş ve sürecin nasıl işletileceğinin anlatıldığı bir sunum MDY süreci devreye alma toplantısında anlatılmıştır. Birimlere değişiklik takip formu ulaşmadan herhangi bir öneri için çalışma yapmamaları belirtilmiştir.

6.3.6 Kontrol etme ve iyileştirme

MDY süreci devreye alındıktan sonra ilk yıl her ay, ilerleyen yıllarda her üç ayda bir rapor yayımlanmıştır. Yayımlanan raporda, hangi model için kaç değişiklik önerisi geldiği, bu önerilerin nedenleri, kaç önerinin devreye alındığı veya iptal edildiği bilgileri yer almıştır. Örnek olarak çizelge 6.3' te farklı tekne modellerine ilişkin değişiklik öneri sayılarının durumu ve şekil 6.7'de durumun grafiksel gösterimi, raporda sunulduğu şekilde görülmektedir. Çizelge 6.4' te ve şekil 6.8'de modeller için önerilen değişikliklerin nedenleri verilmiştir. Ayrıca, bölüm bazlı olarak öneri üzerinde çalışma süreleri, iptal edilen önerilerin nedenleri gibi çizelgelerle, sürecin ve bölümlerin performanslarını gösteren bilgiler de raporlarda yer almıştır.

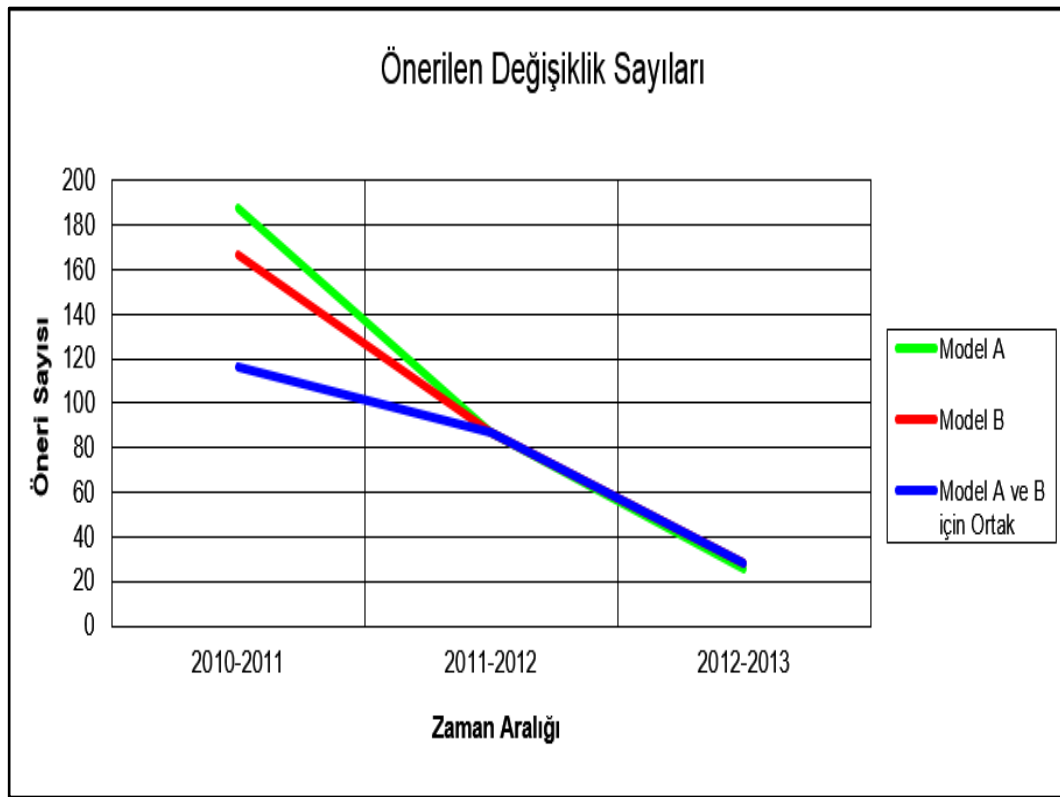
Süreç iyileştirme çalışmaları, sunulan raporlar ve yapılan süreç değerlendirme toplantıları aracılığı ile şekillenmiştir. Sürecin kullanıldığı üç yıl boyunca MDY süreci, model sayısı artması, firmanın organizasyonel yapısındaki değişiklikler, yeni üretim ve malzeme kontrol süreçlerinin devreye alınması ile sürecin kişilere bağılkalmamasının istenmesi gibi nedenlerle düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler aşağıdaki gibidir:

- Önerilerin yeterli bilgi verilmeden sunulmasının engellenmesi için ürün kodu bilgilerinin yazılı olmadığı formların onaylanmaması.
- Hat deneme formu geri dönüşlerinin gecikmesini önlemek adına aksiyon süresi belirlenmesi.
- Süreç dışı gelen öneriler üzerinde çalışmayı engellemek adına form numarası olmayan değişiklik bildirimlerinin uygulanmaması.

- Bölümlerde ilgili kişiye ulaşılamaması durumunda süreçte aksaklık yaşanmaması adına bölümlerden diğer kişilerin de sürece dahil edilmesi.

Çizelge 6.3 : Rapor çıktısı-1 çizelgesi.

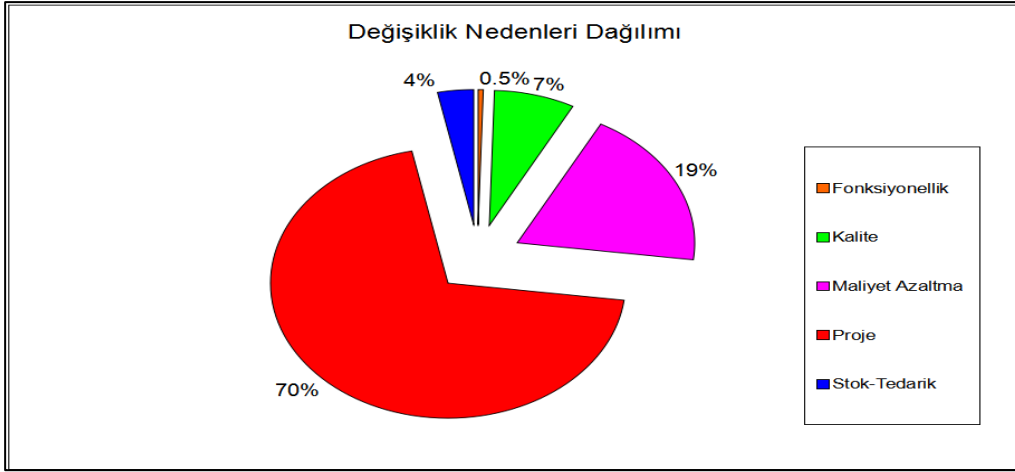
Zaman Aralığı	Toplam Öneri Sayısı	Model A için Öneri Sayısı	Model B için Öneri Sayısı	Model A ve B için Ortak Öneri Sayısı	İptal
2010-2011	471	188	167	116	45
2011-2012	261	87	87	87	7
2012-2013	127	26	28	28	2
Toplam	859	301	282	231	54



Şekil 6.7 : Raporlama-1.

Çizelge 6.4 : Rapor çıktısı-2 çizelgesi.

Nedenler	Model A	Model B	Model A ve B	Toplam	Oranlar
Fonksiyonellik	0	2	2	4	0.5%
Kalite	9	14	40	63	7%
Mâliyet Azaltma	74	49	42	165	19%
Proje	216	216	167	599	70%
Stok-Tedârik	2	1	25	28	3%



Şekil 6.8 : Raporlama-2.

- Haftalık toplantılar yapılarak çözüm önerisi konusunda ortak karar alınamamış önerilerin değerlendirilmesi.
- Değişiklik takip formunun kaybolmuş olması durumunda takip listesindeki bilgiler ve varsa e-postalar yardımıyla değişiklik üzerinde çalışılmanın sürdürülmesi.
- Karışıklıkları önlemek adına kalite ve teslimat bölümlerinin tekne bazlı hazırladıkları kontrol raporlarındaki hata maddelerinin de MDY ile değerlendirilmesi kararlarının alınması olmuştur.

Yukarıdaki maddelere ek olarak değişiklik takip formu ve hat deneme formlarında da doldurulması zorunlu alanlar oluşturulmuş, imza yetkili adlar düzenlenmiş, işlem sıralarında düzeltmeler yapılmıştır.

6.4 Uygulamanın Yazılıma Aktarılması

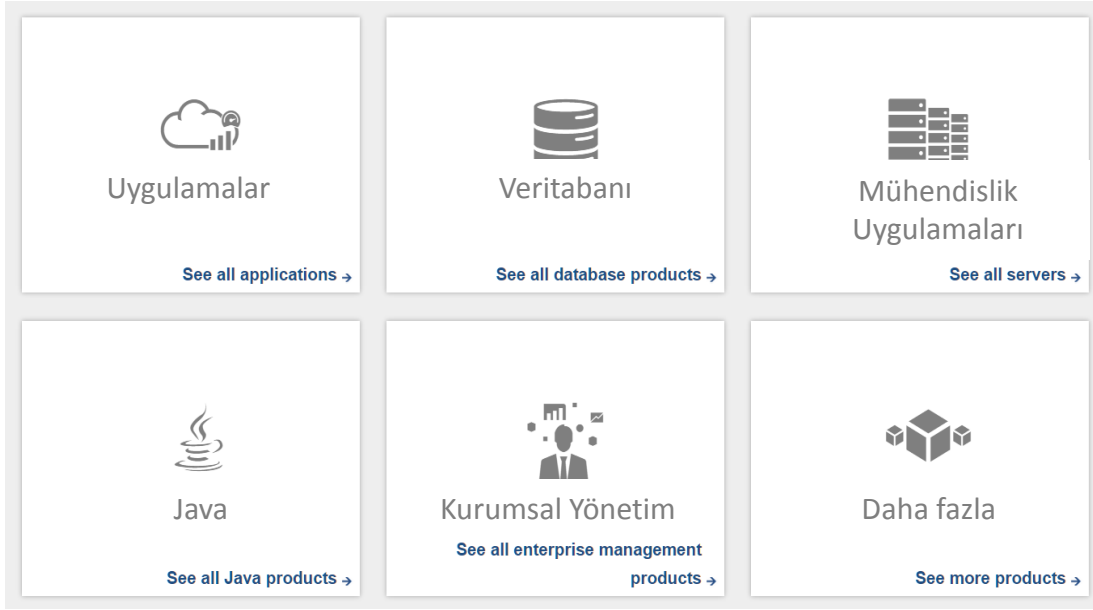
MDY sürecinin kullanıldığı üç yıl boyunca, model sayısının artması, firmanın organizasyonel yapısındaki değişiklikler, kurumsallaşma çalışmaları ile süreçte kişilere bağımlılığı ve adam*saat'i azaltma, kontrol ve rapor kolaylığı sağlama amaçlarıyla sürecin yazılıma aktarılması gerekliliği oluşmuştur. Holdinge danışılarak firmanın kullanmakta olduğu ERP yazılımı olan Oracle'ın program içeriğinde "ECO-Engineering Change Order" modülünün yer aldığı ve bu modülün sürece göre şekillendirilebileceği öğrenilmiştir. Sonraki aşamada süreç geliştirme uygulama bölümü ile görüşülmüş, kullanılmakta olan sürecin basitleştirilmesi gerektiği ve ECO'ya aşamalı bir geçişin daha kolay ve kısa zamanda olacağı ortaya çıkmıştır.

Dolayısıyla, yazılımın devreye alınması çalışmasında öncelikle “ECO-Prototip” adıyla daha kısa, salt prototip teknelerdeki değişikliklerin değerlendirileceği bir bölüm oluşturulmasına ve firmanın projelendirmekte olduğu yeni tekne modeli ile devreye alınmasına karar verilmiştir. Bu çalışma için öngörülen 15adam*gün ortak çalışma süresi kabul edilmiş ve çalışma 30.12.2013 tarihli toplantı ile başlamıştır. Modülün devreye alınabilmesi için gerekli olan özelleştirme çalışması, holdingin uygulama uzmanı ile başta mühendislik ekibi olmak üzere diğer ilgili birimlerin katılımıyla yapılmıştır. Çalışma başlangıcı olan ilk toplantıda, varolan değişiklik takip formu ve süreç akış şeması incelenmiş ve ECO hakkında bilgi alınmıştır. İlerleyen çalışmalarda,formdaki iş akış yapısı örnek alınarak ve sorumlu birimlerin öneri ve uyarıları değerlendirilerek firmanın talepleri doğrultusunda modül düzenlenmiştir.

Bu bölümde Oracle-ECO hakkında bilgi verilecek ve yapılan düzenlemeler anlatılacaktır.Öncelikle firma ve ürünlerinden bahsedilecek devamında uygulama yapılan firmada kullanılmakta olan alt uygulamalarbelirtilecektir. Sonrasında adım adım yapılan çalışma açıklanacaktır.

6.4.1 Oracle ve ECO tanıtımı

Oracle 1977 yılında ABD’de kurulmuş, 145 ülkede değişik sektörlerden 380.000’den fazla müşterisi bulunan bir yazılım şirkettir. Veritabanı, uygulama geliştirme araçları, uygulama sunucusu ve iş uygulamaları alanlarında çözümler sunmaktadır. Şekil 6.9’da ürünler 5 kategoride gösterilmektedir. Firmanın hizmet alanı genişliği nedeniyle salt firmada kullanılan uygulama hakkında bilgi verilecektir. Uygulamanın yapıldığı firmada “Oracle e-business suite” uygulaması paketi, üretim, finans, insan kaynakları, tedârik zinciri ve projeler başlıklı alt uygulamalarla kullanılmaktadır. Mühendislik değişiklik yönetimi için özelleştirme çalışması (MDY-Prototip ve MDY-Seri), üretim başlığı altındaki mühendislik uygulamaları içinde yer almaktadır. Firmada kullanılan üretim uygulamaları listesi Şekil 6.10’da verilmiştir. Gri renkle belirtilmiş olan uygulamalar Oracle e-business suite’de yer almaktadır ancak firmada kullanılmamaktadır.ECO modülü prototip parça (seri üretimde kullanılması plânlanan, denenen parça) düzenlemeleri, ürün ağacı (üretilmekte olan ürünün hangi malzemeden ne kadar birim kullanılarak üretildiği) ve rota (ürünün üretim süresi veya ürünün montaj süresi) izlemek için kullanılmaktadır.



Şekil 6.9 : Oracle ürünleri.

Bir ECO, birbirine bağlı ürünlerdeki değişikliği tanımlar, ürüne bağlı birden fazla parçada değişiklik yapılmasına olanak sağlar.

ECO çalışma ekranlarından ECO başlangıcı ve değişiklik yapma ekranı örnek olarak Şekil 6.11 ve Şekil 6.12’de verilmiştir. İki ekran, MDY sürecinin temelini oluşturmaktadır. Operasyon düzenleme, seri üretim ürün ağacına aktarma ve durum sorgulama ekranları da benzer yapıdadır.

Standart ECO başlangıç ekranı Şekil 6.11’deki gibidir. Bu ekranda değişikliğin takibini ve izlenebilirliğini sağlayan temel bilgiler yer alır.

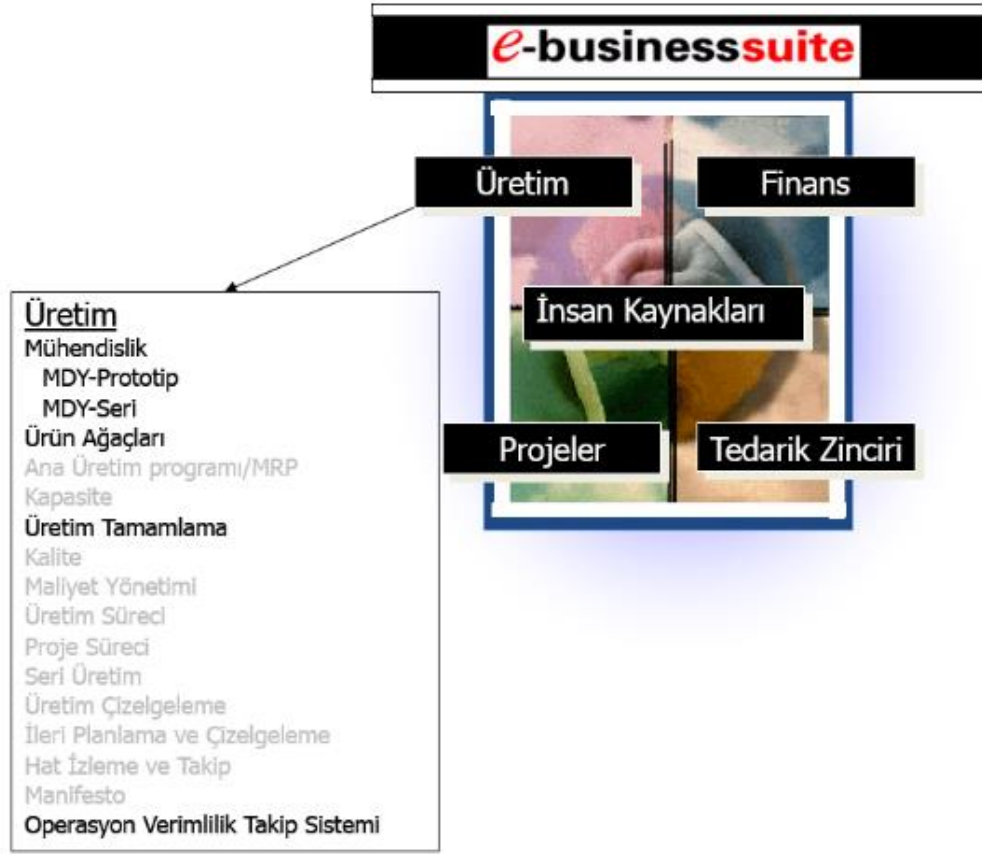
ECO (Değişiklik numarası): Uygulama tarafından otomatik olarak da verilebilen sıra numarasıdır. Bu numara ile sorgulama ve izleme yapılır.

Type (Değişiklik tipi): ECO’nun hangi ürün ağacında değişiklik için talep edildiğini gösterir. Prototip veya seri gibi.

Creation date (Oluşturma tarihi): Oluşturma tarihidir.

Status (Durum): Değişikliğin durumunu gösterir, açık-kapalı-onayda gibi.

Requester (Talep eden): Talep eden kişinin adı ve soyadıdır. Doldurulması zorunlu olan alan değildir, çalışanlar kullanıcı adlarıyla sisteme giriş yaptıklarından talep sahibi raporda görülebilmektedir.



Şekil 6.10 : Firmada kullanılmakta olan uygulamalar.

Engineering Change Orders (M1)

ECO

Type

Creation Date **13/MAR/2001**

Status **Open**

Requestor

ECO Department

Reason

Priority

Approval List

Approval Process

Approval Status

Project

Task

Description Cancellation Comments

Submit Approvals ECO Revisions Revised Items

Şekil 6.11 : Standart ECO başlangıç ekranı.

ECO Department (Talep eden birim): Talep eden kişinin görevli olduğu bölümdür. Doldurulması zorunlu alan değildir.

Reason (Neden): Değişikliğin nedeninin seçildiği sekmedir, maliyet azaltma, kalite artırma gibi. Doldurulması zorunlu alan değildir.

Priority (Öncelik): Değişikliğin uygulanma önceliğini gösterir. 1-2-3 olarak numaralandırılır. Doldurulması zorunlu alan değildir.

Approval list (Onay listesi): Değişikliği onaylayacak kişinin/kişilerin seçildiği sekmedir.

Approval Process ve status (Onay prosesi ve durumu): Değişikliğin onaylarının hangi aşamada olduğunu gösterir. “Onay bekleniyor”, “reddedildi” gibi.

Project (Proje kodu): Değişikliğin talep edildiği ürünü belirtir.

Task (Proje ayrıntısı): Değişikliğin talep edildiği ürüne ilişkin ayrıntılı bilgi içerir.

Description (Tanım): Bu sekmede istenilen değişiklik tanımlanır.

Cancellation comments (İade/red yorumları): Önerinin iadesi, reddedilmesi durumlarında açıklama yazılan kısımdır.

Approvals, ECO revisions, Revised items (Onaylar, düzenlemeler ve düzenlenen kalemler): Bu sekmelerde değişikliği kimlerin onayladığı, hangi değişikliklerin yapıldığı şeklinde izlenir.

Ayrıca, ECO modülünde önerilen değişiklik için dosya (çizim, tablo, liste gibi) eklemek olanaklıdır. Eklenen dosyaya değişiklik devreye alındıktan sonra da ulaşılabilir durumdadır.

Ürün düzenleme ekranında “action”(eylem) kısmında “disable/add/change” (çıkart/ekle/değiştir) sekmeleri seçilerek sisteme kayıtlı ürün kodlarının ürün ağacından çıkarılması, ürün ağacına eklenmesi veya ürün ağacındaki miktarının güncellenmesi yapılır. Yapılan güncellemelerin uygulanmaya başlaması için bir tarih vermek de olanaklıdır.

Şekil 6.12’de ise değişiklik yapma ekranı görülmektedir.

Varolan ECO ekranlarını şirketlerin süreçlerine uyarlamak (Oracle veritabanı ile çalışan ekranlar oluşturulması) üzere ise “Oracle Forms” yazılım ürünü kullanılmaktadır. Oracle Forms, IDE (Integrated development environment, tümleşik

geliştirme ortamı), özellik sayfası ve PL/SQL (Procedural Language/Structured Query Language, Oracle tarafından geliştirilen Oracle veritabanı sistemine özel dildir) kullanan kod editörüne sahiptir. PL/SQL ile döngüler oluşturulmakta, sabitler, değişkenler, prosedürler ve fonksiyonlar tanımlanabilmektedir.

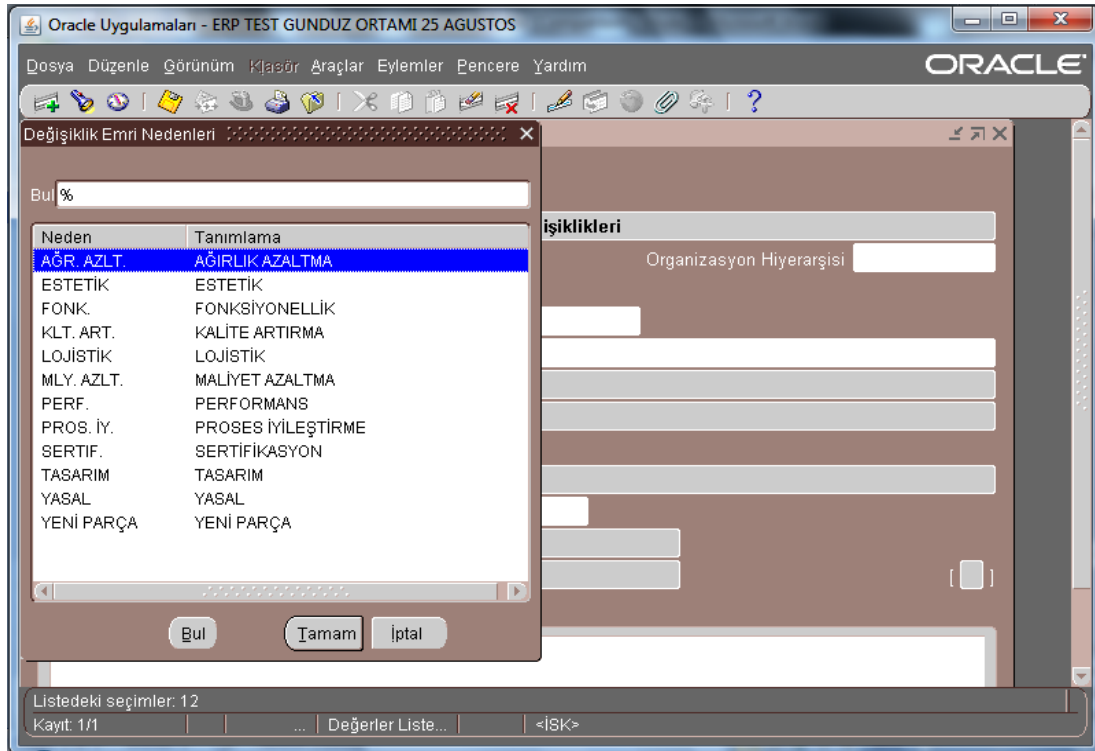
6.4.2 Yapılan çalışma

Uygulamanın yapıldığı firmada ECO oluşturma ekranı Oracle Forms kullanılarak özelleştirilmiştir. Özelleştirme çalışması sırasında önce işleyiş sırası ve istenenler şematik olarak belirtilmiş, örnek ekran görüntüleri oluşturulmuş ve yazılacak döngüler, uyarı mekanizmaları belirlenmiştir. Şemalar üzerinde yazılımın yeteneklerine göre düzenlemeler yapılmıştır. Temel olarak yedi düzenleme yapılmıştır:

Şekil 6.12 : Değişiklik yapma ekranı.

- 1) Kullanıcıların ve yetkilerinin veritabanına eklenmesi:MDY sürecine dahil çalışanlar için kullanıcı ve yetkili olmak üzere iki kullanıcı türü tanımlanmış ve kişilere bu yetkiler tanımlanmıştır. Yetkili kullanıcı, değişiklik önerilerine müdahale etme, kullanıcı kişileri ekleme/çıkarma yetkilerine sahip olacak şekilde düzenlemiştir.

- 2) Değişiklik nedeninin seçileceği sekmenin ve içeriğinin oluşturulması: Sekme listesine değişiklik nedenleri eklenmiştir. Nedenler sekmesi şekil 6.13’ te verilmektedir. Değişiklik bilgisi raporlanırken modelde yapılan değişiklik nedenlerinin analizi istendiğinden bu sekmeye gerek duyulmaktadır.
- 3) Değişikliğe ait önem derecesinin belirlenmesi: Prototip projelerinde önem derecesi standart olacak şekilde otomatikleştirilmiştir. Talep sahibi, önem derecesi atayamamaktadır. Nedeni ise prototip proje sırasında her talep sahibinin önerisinin önce işleme alınması gerektiğini belirtmesini engellemektir. Şekil 6.14’ te önceliğin “standart” olarak belirlenmesi gösterilmektedir.
- 4) Değişikliğin onay mekanizmasının oluşturulması: Birden fazla proje olmasından dolayı, değişikliğin yapılacağı proje yöneticisinin onayını gerektiren döngü oluşturulmuştur. Eğer öneri, proje sorumlusu veya mühendislik sorumlusu onayı



Şekil 6.13 : Nedenler sekmesi.



Şekil 6.14 : Önceliğin “standart” olarak belirlenmesi.

alamazsa talep sahibine düzenleme için iade edilir. Süreç başa döner veya düzeltme yapılarak yeniden onaya sunulur.

- 5) Serbest alanda ilgili birimlerin oluşturulması:ECO başlangıç ekranı sağ alt köşesindeki serbest sekme içine değişiklikle ilgili çalışması gereken birimlerin işaretleneceği liste eklenmiştir.Kontrolü sağlamak üzere bu alanda işaretleme yapılmadan sürecin ilerlemesi engellenmiştir. Şekil 6.15’ te ilgili bölümler sekmesi ve içeriği verilmiştir. Bu sekme sâyesinde ilgili her bölümün değişiklikle ilgili yapacağı işi bilmesi sağlanmakta ve çalışmanın nerede duraksadığı ve bunun nedeni belirlenebilmektedir.
- 6) Anımsatma e-posta’sı yapısının oluşturulması: Tedârik ve üretimde gecikme yaratmamak adına, ilgili birim kullanıcısı ve yöneticisine anımsatma e-posta’sı gönderilmesi mekanizması oluşturulmuştur.

Oracle Uygulamaları - ERP R12 LIVE

İşletimcilik Değişiklik Emirleri (SRN)

ECO	ECO-1	
Tip	PROTOTIP	Prototip değişiklikleri
Oluşturma Tarihi	17-11-2014 15:03:16	Organizasyon Hiyerarşisi
Statü	Uygulandı	17-11-2014 15:55:02
Talep Eden		
ECO Departmanı		
Neden	MLY. AZLT.	MALİYET AZALTMA
Öncelik	STANDART	STANDART ÖNCELİKLİ
Onay Listesi		
Onay İşlemi	Oylama Onay İşlemi	
Onay Statüsü	Onaylandı	
Proje	0181	
İş	1	Standart Dışı İşler

Tanımlama İptal Açıklamaları

Değişiklik Emri Bilgi

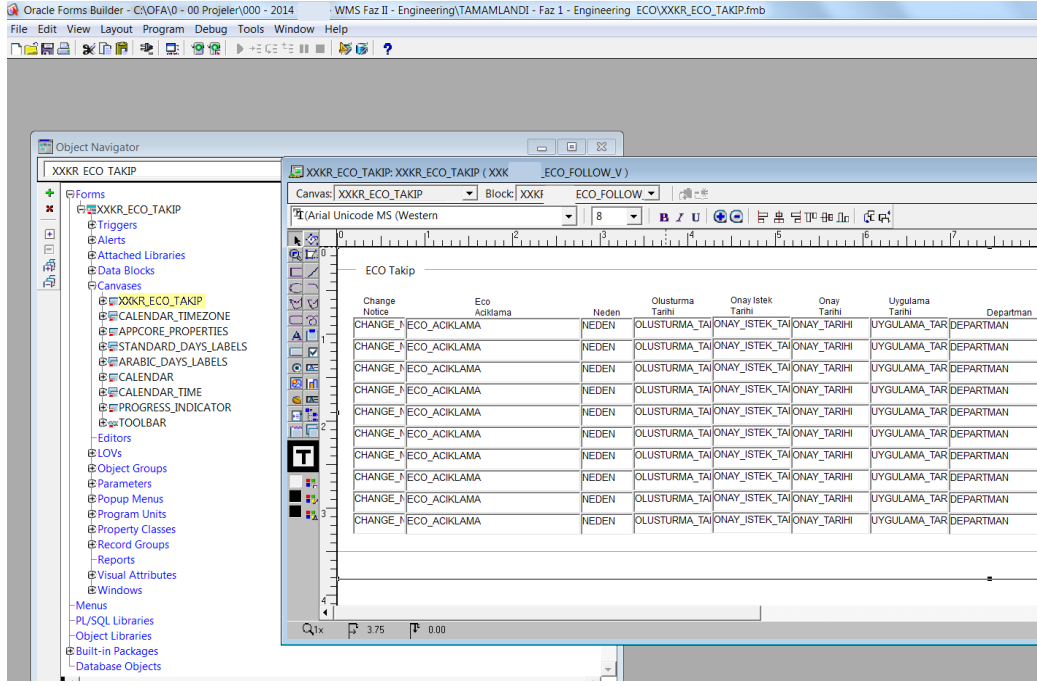
- SATINALMA Mail? E
- PROJE Mail? E
- PASLANMAZ Mail? H
- URUN YNTM Mail? H
- MONTAJ Mail? H
- MOBİLYA Mail? H
- LOJİSTİK Mail? E
- KALİTE Mail? E
- GRP Mail? H

Teslim Et Transfer Et Kopyala ECO Revizyonları

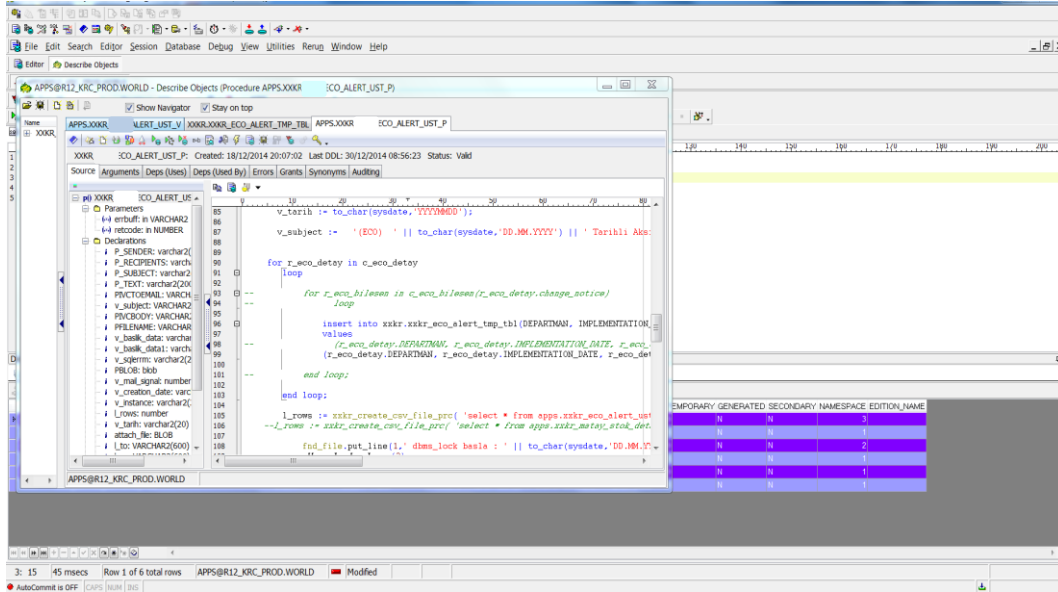
Tamam İptal Temiz

Şekil 6.15 : İlgili bölümler sekmesi.

Şekil 6.16’da mekanizmanın oluşturulduğu Oracle Forms ekranı ve Şekil 6.17’de yazılan kod ekranı yer almaktadır.Anımsatma e-posta’sı, her hafta çarşamba günleri iletilecek şekilde düzenlenmiştir. Böylece haftasonuna kadar ilgili birimin çalışma yapması için zaman sağlanmış olmaktadır. Anımsatma e-posta’sında ECO numarası ve öneri açıklaması, liste olarak yer almaktadır.



Şekil 6.16 : Oracle Forms ekranı.



Şekil 6.17 : Kod ekranı.

- 7) Duyuru ve rapor içeriğinin belirlenmesi:MDY'nin devreye alınması duyurusunda yer alacak ayrıntılı bilgiler ile MDY durumlarının izleneceği raporların içeriği belirlenmiştir. Rapor içeriği, varolan Excel takip listesindeki içerikle aynı olacak şekilde düzenlenmiştir. Raporda, değişiklik numarası, talep sahibi, oluşturma tarihi, onay/uygulama/iptal tarihleri, değişikliğin durumu ve açıklaması sütunları yer almaktadır. Raporlamanın kişiye iş yükü getirmemesi

istendiğinden, raporun tüm kullanıcılar tarafından sistemden alınabilir olması sağlanmıştır.

ECO-Prototip bölümü için özel olarak şunlar yapılmıştır:

- Her değişikliğin mâliyeti onaya sunulduğunda süreç yavaşlayacağından mâliyet değişiminin direktörler tarafından onaylanması kısmı devre dışı bırakılmış ve sorumluluk proje yöneticisine verilmiştir.
- “Hat deneme” kısmı devre dışı bırakılmıştır. Hat denemelerin sorumluluğu proje yöneticisine verilmiştir.
- Süreç sonunda yer alan ürün ağacı düzenlemesi kısmı, sipariş ve üretimi hızlandırmak adına süreç başlangıcına alınmıştır.

Yazılım düzenleme çalışması tamamlandıktan sonra yazılımın “deneme ortamı”nda örnek değişiklikler oluşturulmuş ve tüm birimlerin sorumlularının katılımıyla uygulamalı bir devreye alma çalışması yapılmıştır. Deneme sırasında alınan ekran görüntüleri kullanılarak ECO-Prototip modülü kullanım kitapçığı hazırlanmış ve modül, 17.11.2014 tarihinde devreye alınmıştır.

ECO-prototip kullanımı ilk altı ay raporuna göre yeni yelkenli tekne modeli çalışmasında 350 adet değişiklik yapılmıştır. Yapılan değişikliklerin nedenleri ve toplam değişiklik sayısına göre oranları çizelge 6.5’te verilmektedir. Çizelge incelendiğinde, ağırlıklı olarak yeni parça eklemek üzere değişiklik yapıldığı görülmektedir.

ECO-prototip ilk altı ay kullanımı, ilgili birimler açısından değerlendirildiğinde tasarımcı ve mühendislerin gerçekleştirilen değişiklik üzerinde veya değişikliklerle ilgili olan diğer parçalarda yeniden değişiklik yapma oranları %5 olarak gerçekleşmiştir. Yinelenen değişikliklerin nedeni, projede istenen düzenlemeler ve ürünlerden istenen performansın sağlanamaması olmuştur. Değişiklik önerisine ne kadar sürede çözüm bulunduğu ve ilgili çizimlerin hazırlandığı değerlendirme ölçütü bilgileri, ECO-prototip uygulaması kapsamı dışında kaldığından ölçülememiştir.

Kağıt formula uygulanan değişiklik süreci ile ECO-prototip uygulamasında satınalma, lojistik ve üretim birimlerinin geri bildirim hızları karşılaştırıldığında sistem kullanımının, hızı arttırdığı gözlemlenmiştir ancak prototip model çalışması plâni, her bildirim olabildiğince hızlı yanıt verilmesini gerektirdiğinden karşılaştırma

doğru sonuç vermemektedir. Ek olarak, kağıt form ile ECO-prototip uygulaması karşılaştırıldığında, önerilerin değerlendirilmeden açık kalması ve ürün ağacı değişikliği, değişikliğin devreye alınması gereken tarih gibi bilgilere ulaşamama sorunları ortadan kalkmıştır.

Çizelge 6.5 : Yapılan değişikliklerin nedenleri.

Nedenler	Değişiklik Sayıları	Oranlar
Estetik	25	7%
Fonksiyonellik	48	14%
Mâliyet Azaltma	5	1%
Performans	16	5%
Tasarım	32	9%
Yeni Parça	220	63%
Ağırlık Azaltma	4	1%
Toplam	350	

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

MDY süreci, yapılan çalışmaya yeniden dönülmesi anlamına geldiğinden ve ilgili birimlere ek yük olarak görüldüğünden mâliyet kaybı olarak algılansa da, değişiklik engellenemeyeceğinden, bu sürecin geliştirilmesi ve hızlandırılması ürüne, üreticiye, çalışanlara yarar sağlamaktadır. Sürecin geliştirilmesi ve hızlandırılmasına yönelik çalışmalar, literatür incelemesinde çoğunukla şu şekillerde karşımıza çıkmaktadır:

- Karmaşık tasarımlı ürünler için veri formatları oluşturulmaktadır. Ürünlerin çizimleri kadar malzemeleri, sayıları, montaj şekilleri, diğer parçalarla bağlantılarının görülebileceği yapı matrisleri geliştirilmektedir. Konuya katkıda bulunan benzer çalışmalar eşzamanlı çalışan tasarım, mühendislik, üretim firmaları için ortak kullanılabilecek süreç ve/veya veri formatları üzerinedir.
- Değişiklik yapılmasının önlenmesi olanaklı ve mantıklı olmayacağından değişiklik sayısını azaltabilmek için tasarım aşamasında kullanılabilecek mekanizmalar geliştirilmektedir. Veri madenciliği kullanılarak ve firmanın değişiklik arşivi incelenerek benzer değişikliklerin yeniden yapılmasının önüne geçilmeye çalışılmaktadır.
- Farklı organizasyon ve üretim yapısında sahip firmaların süreçleri incelenerek, benzer firmaların süreçlerini geliştirebilmeleri için yöntemler oluşturulmaktadır.
- MDY süreci, diğer süreçlerden bağımsız kullanılamayacağından firmada kullanılmakta olan ürün bilgi yönetimi, kurumsal kaynak plânlama programlarına bütünleştirilmesi çalışmalarına sık rastlanmaktadır.
- Sürecin aşamalarından olan tedârik yönetimi, ürün ağacı yönetimi gibi özel konularda hataları azaltabilecek yöntemler çalışılmaktadır.

Yat inşaatı sektöründe ise genellikle kişiye özel üretim yapıldığından literatürde diğer sektörlerle göre daha az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu durum, MDY sürecinin yat inşaatı sektöründe kullanımının gereksiz olmasından kaynaklanmamakta, firmaların üretim süreçlerine uygun MDY'yi son teknoloji

ürünlerle işletmek ve dolayısıyla mâliyetli yatırımlar yapmaktansa gereksinimlerini karşılayacak daha düşük bütçeli sistemlere yönelmesinden kaynaklanıyor olabilir. Anket çalışmasına katılım 1/3 olsa da çıkarılabilecek sonuç, bu sektörde de yazılım kullanımına yönelim olduğudur.

Tezin seri üretim yapan bir yat üreticisi firmasına uygulanması çalışması kısmında süreç önce kağıt formlar aracılığı ile yürütölmek üzere hazırlanmış ve devamında sürecin iyileştirilerek Oracle ERP programının ECO modölüne aktarımı yapılmıştır. Çalışma, süreç oluşturmaya yönelik ayrıntıları ve dikkat edilmesi gereken konuları belirttiğinden, süreci devreye almak isteyen firmalar için özellikle yat inşaatı sektöründe kaynak oluşturabilir. Ayrıca, uygulama yapılan firma için de ECO-Prototip modölünün kullanımıyla birlikte sürecin geliştirilmesine ve seri üretimde kullanılabilir duruma getirilmesine yönelik yeni konular ortaya çıkmıştır. Bu konular şunlardır:

- Önerilen bir değışiklik daha önce de önerilmiş olabilir, beğenilmemiş olan ürüne dönüş önerisi iletebilir. Yeniden çalışmayı ve aynı hataları önlemek amacıyla “karar verme” mekanizması da içeren yazılımlara yönelinebilir.
- Değişiklik yapılacak parça, üründeki diğer parçaları da etkiliyor olabilir. Bu durumun gözden kaçırılmaması için ilgili parçaların da görölebileceğı bir yapı oluşturulabilir.
- Her değışikliğın âciliyet derecesi farklı olacaktır. ECO-Prototip için öncelik standart olarak belirlenmiştir ancak seri üretimde öncelik belirleme konusunda çalışma yapılmalıdır.
- Yeni çizimler, ürün ağaçları vb. yeni bir pencereden görölmektedir, değışiklik öneri sayfası içinde belirtilen eklere ulaşılabilirse süreç kısılacak ve parça izlemesi daha kolay yapılacaktır.
- Modöl içine nûmûne satınalma talep ve üretim iş emirlerinin otomatik açılması için bölüm eklenebilir.

Gemi inşaatı veya yat üretiminde MDY kullanımına ilişkin az kaynak bulunmuş olmasına rağmen, incelenen kaynaklar bu sektörler için de özellikle seri üretim yapan firmalarda değışikliklerin 3 boyutlu görölebilmesi, veri madenciliğı ile karar vermenin kolaylaşması, veri formatlarının düzenlenerek bilgi paylaşımı ve işleme

süresinin kısaltılması, varolan süreçlerin adımlarının incelenerek süreçlerin iyileştirilmesi gibi alanların uygulanabileceğini göstermektedir. MDY süreci her firmaya özel olduğundan, gelişmiş ve yüksek bütçeli ürünlerin kullanımı her zaman beklenen sonucu vermeyecektir. Firmaların kendi yapılarını inceleyerek kendilerine uygun yazılıma yatırım yapmaları gerekmektedir. Dolayısıyla gelecek çalışma olarak MDY yazılımlarının yeni kuşak uygulamalarının yat üretim sektörüne uyarlaması yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abramovici, M., Aidi, Y.** (2015). A knowledge- based assistant for real-time planning and execution of PSS engineering change processes. *Proceedings of the 7th CIRP Conference on industrial product-service systems* (Sf. 445-450).
- Ahmad, N., Wynn, D.C., Clarkson, P.J.** (2011). Information models used to manage engineering change: a review of the literature 2005-2010. *International Conference on Engineering Design, ICED11, 2011*, Technical University of Denmark.
- Anees, M.M., Mohamed, H.E., Razek, M.E.A.** (2013). Evaluation of change management efficiency of construction contractors, *Housing and Building National Research Center Journal Vol.9*, 77-85.
- Arica, E., Alfnes, E.** (2012). A concept for order change management in ETO supply chains. *POMS 23 rd Annual Conference*, Chicago, Illinois, USA, 20-23 Nisan.
- Bouikni, N., Desrochers A., Rivest L.** (2006). A product feature evaluation validation model for engineering change management. *Journal Computer Inf. Sci. Eng. Vol. 6*, 188-195.
- Chen, C., Liao, G., Lin, K.** (2015). An attribute-based and object-oriented approach with system implementation for change impact analysis in variant product design. *Computer-Aided Design, Vol. 62*, 203-217.
- Chen, Y.M., Shih, W.S., Shen, C.Y.** (2001). Distributed engineering change management for allied concurrent engineering. *International Conference on Management of Engineering and Technology, (PICMET)*, Portland, 29 Temmuz- 2 Ağustos doi: 10.1109/PICMET.2001.952297.
- Conrad, J., Deubel, T., Köhler, C., Wanke, S., Weber, C.** (2007). Change impact and risk analysis (CIRA)-combining the Cpm/Pdd theory and Fmea-methodology for an improved engineering change management. *International Conference on Engineering Design, ICED'07*, Paris, Fransa, 28-31 Ağustos.
- Ding, T., Zhang, L., Wang, Z.** (2014). Research on evaluation of engineering changes under bill of quantities mode. *IEEE Workshop on Advanced Research and Technology in Industry Applications (WARTIA) 2014*.

- Elezi, F., Maier, T.G., Lindemann, U.** (2013). Engineering change management challenges and management cybernetics. *International Conference on Systems (SysCon)*, Orlando, Florida, 15-18 Nisan, 567-573 doi: 10.1109/SysCon.2013.6549938.
- Evrensel, P., Gözütok, M., Oğuztüzün, H.** (2009). Değişiklik yönetimi süreçlerinin tanımlanması ve ölçülmesi. 4. *Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye, 8-9 Ekim.
- Fei, G., Gao, J., Owodunni, O.O., Tang, W.Q.** (2011) A methodology for engineering design change management using modelling and problem solving techniques, (doktora tezi), Universtiy of Greenwich, İngiltere.
- Habhoub, D., Cherkaoui, S., Desrochers, A.** (2011). Decision-making assistance in engineering-change management process. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics-Part C, Applications and Reviews: Vol.41, 3*, 344-349.
- Hollauer, C., Wickel, M., Lindemann, U.** (2014). Learning from past changes-towards a learning-oriented engineering change management. *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Bandar Sunway, 9-12 Aralık, 1081-1085 doi:10.1109/IEEM.2014.7058805.
- Horvath, L., Rudas, I., Bitó, J., Hancke, G.** (2005). Intelligent computing for the management of changes in industrial engineering modeling processes. *3rd International Conference on Computational Cybernetics (ICCC)*, Mauritius, 13-16 Nisan, 249-254 doi: 10.1109/ICCCYB.2005.1511581.
- Huang, G.Q., Yee, W.Y., Mak, K.L.** (2001). Development of a web-based system for engineering change management. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing, Vol. 17*, 255-267.
- Huhtala, M., Lohtander, M., Varis, J.** (2014). Product data management as a tool in engineering change management. *Advanced Materials Research, Vol. 1025-1026*, 1134-1140.
- Ibbs, C.W., Wong, C.K., Kwak, Y.H.** (2001). Project change management system *Journal of Management in Engineering, Vol. 17, No.3*, 159-165.
- Jarratt, T., Eckert, C., Clarkson, P.J.** (2006). Pitfalls of engineering change. *Advances in Design, Springer Series in Advanced Manufacturing*, 413-423 doi: 10.1007/1-84628-210-1_34 BOOK.
- Jarratt, T.A.W.** (2004). A model based approach to support the management of engineering change, (doktroa tezi), University of Cambridge, İngiltere.
- Jin, Y.L.** (2012). Research on product engineering change from the perspective of management information system framework. *Second International Conference on Business Computing and Global Informatization (BCGIN)*, Şangay, 12-14 Ekim, 710-712 doi: 10.1109/BCGIN.2012.190.

- Keller, R., Eckert, C., Clarkson, P.J.** (2009). Change propagation analysis in complex technical systems. *Journal of Mechanical Design*, Vol. 131, 081001-1.
- Keller, R., Eckert, C.M., Clarkson, P.J.** (2005). Multiple Views to support engineering change management for complex products. *Proceedings of Third International Conference on Coordinated and Multiple Views in Exploratory Visualization*, Londra, İngiltere, 5 Temmuz, 33-41doi: 10.1109/CMV.2005.11.
- Kocar, V., Akgunduz, A.** (2010). ADVICE: A virtual environment for engineering change management. *Computers In Industry*, Vol.61, 15-28.
- Koufteros, X. A., Rawski, G. E. and Rupak, R.** (2010). Organizational Integration for Product Development: The Effects on Glitches, On-Time Execution of Engineering Change Orders, and Market Success. *Decision Sciences*, Vol: 41, 49–80.
- Loch, C.H., Terwiesch, C.** (1999). Accelerating the process of engineering change orders: capacity and congestion effects. *J Prod Innov Mag*, Vol. 16, 145-159.
- Luo, X.X.** (2004). *Research on engineering change management in collaborative working environment*, (yüksek lisans tezi),Huazhong University of Science and Technology, Çin.
- Mohan, K., Xu, P., Cao, L., Ramesh, B.** (2008). Improving change management in software development: integrating traceability and software configuration management. *Decision Support Systems*, Vol. 45, 922-936.
- Mutingi, M., Mbohwa,C., Mapfaira, H.** (2015). An alternative framework for managing engineering change. *Industrial Engineering and Operations Managament (IEOM) International Conference*, Dubai, 3-5 Mart, 1-5 doi: 10.1109/IEOM.2015.7093835.
- Nadia, B., Gregory, G., Vince, T.** (2006). Engineering change request management in a new product development process, *European Journal of Innovation Management* Vol. 9, 5-19.
- Norbye, K.M.G.** (2012). *Engineering change management in shipbuilding*, (yüksek lisans tezi), Norwegian University of Science and Technology, Norveç.
- Oertani, M.Z.** (2008). Supporting conflict management in collaborative design: An approach to assess engineering change impacts. *Computers in Industry*, Vol. 59, 882-893.
- Official Oracle Forms Home.** Alındığı tarih: 15.06.2015, adres: <http://www.oracle.com/technetwork/developer-tools/forms/overview/index.html>
- Oracle Engineering User's Guide**, Release 12.1, Part Number E13687-04. Alındığı tarih: 15.06.2015,adres:https://docs.oracle.com/cd/E18727_01/doc.121/e13687/T269960T269964.htm
- Oracle Product Data Management Discrete Guide 2013.** Release A9.3

- Pikosz, P., Malmqvist, J.** (1998). A comparative study of engineering change management in three Swedish engineering companies. *Proceedings of the DETC98 ASME design engineering technical conference* (Sf. 78-85).
- Quintana, V., Rivest, L., Pellerin, R., Kheddouci, F.** (2012). Re-engineering the engineering change management process for a drawing-less environment. *Computers in Industry*, Vol. 63, 79-90.
- Reddi, K., Moon, Y.** (2009). A framework for managing engineering change propagation. *Int. J. Innovation and Learning*, Vol. 6, 461-476.
- Riviere, A., DaCunha, C., Tollenaere, M.** (2003). Performances in engineering change management. *Recent Advances in Integrated Design and Manufacturing Engineering*, 369-378.
- Rouibah, K., Caskey, K.R.** (2003). Change management in concurrent engineering from a parameter perspective. *Computers in Industry*, Vol. 50, 15-34.
- Tavčar, J., Duhovnik, J.** (2005). Engineering change management in individual and mass production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Vol. 21, 205-215.
- TS EN ISO 9001** (2008). Kalite yönetim sistemleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Wasmer, A., Staub, G., Vroom, R.W.** (2011). An industry approach to shared, cross-organisational engineering change handling-The road towards standards for product data processing. *Computer-Aided Design*, Vol.43, 533-545.
- Whyte, J., Stasis, A., Lindkvist, C.** (2015). Managing change in the delivery of complex projects: configuration management, asset information and 'big data'. Alındığı tarih: 15.06.2015, adres: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.006>.
- Wu, W.H., Fang, L.C., Wang, W.Y., Yu, M.C., Kao, H.Y.** (2014). An advanced CMII based engineering change management framework: integration of PLM and ERP perspectives. *International Journal of Production Research*, Vol.52, 20, 6092-6109.
- Yang, C.O., Cheng, M.C.** (2003). Developing a PDM/MRP integration framework to evaluate the influence of engineering change on inventory scrap cost. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 22, 161-174.
- Zhang, S.** (2007). *Research and implementation of engineering change management based on PDM*, (lisans tezi), Tsinghua University, Çin.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad :Nalan Erol

Doğum Yeri ve Tarihi : Samsun, 1985

E-Posta :erolna@itu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** :2010, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü