



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLM'İN DİJİTAL DÖNÜŞÜMDEKİ ÖNEMİ VE ALFA KAZAN
ENERJİ VE ÇEVRE YATIRIMLARI A.Ş. FİRMASINDA
UYGULAMASI

TUĞBA SAAT
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

KIRIKKALE 2023



T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLM'İN DİJİTAL DÖNÜŞÜMDEKİ ÖNEMİ VE ALFA KAZAN
ENERJİ VE ÇEVRE YATIRIMLARI A.Ş. FİRMASINDA
UYGULAMASI

TUĞBA SAAT
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

KIRIKKALE 2023

Tuğba SAAT tarafından hazırlanan “PLM’İN DİJİTAL DÖNÜŞÜMDEKİ ÖNEMİ VE ALFA KAZAN ENERJİ VE ÇEVRE YATIRIMLARI A.Ş. FİRMASINDA UYGULAMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

İmza

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Beste DESTİCİOĞLU TAŞDEMİR

İmza

Harekat Araştırması Anabilim Dalı, Milli Savunma Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Adnan AKTEPE

İmza

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 23/08/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Tuğba SAAT

23/08/2023

ÖZET

PLM'İN DİJİTAL DÖNÜŞÜMDEKİ ÖNEMİ VE ALFA KAZAN ENERJİ VE ÇEVRE YATIRIMLARI A.Ş. FİRMASINDA UYGULAMASI

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

Mayıs 2023, 110 sayfa

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte işletmeler her alanda olduğu gibi müşteri potansiyeline ulaşabilmek için diğer firmalarla olan rekabetlerini günden güne arttırmaktadır. İşletmelerin kârlarını maksimize edebilmesi için yeni ürün fonksiyonlarını geliştirmesi ve değişkenlik gösteren müşteri taleplerine daha hızlı cevap vermeleri gerekmektedir. Dördüncü sanayi devrimiyle birlikte gittikçe kompleks ve çok bileşenlerden oluşan yeni ürünleri etkin yönetme ihtiyacı doğmaktadır. Bu durum işletmelerin sipariş, tasarım, üretim süreçlerinde ürün ağacı yönetimini karmaşık bir hale getirmekte ve hataların oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle işletmeler kullandıkları bilgisayar destekli yazılımları müşteri taleplerine hızlı cevap verebilecek bir yapıya uygun bir hale getirmek zorunda kalmaktadır. Ürün yaşam döngüsünün (PLM) önemi tam da bu noktada anlaşılmaktadır. Endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin yaygınlaşmasıyla bütün dünyada inovasyon ve ürün geliştirme süreçleri farklı bir boyuta taşınmıştır. PLM, bir ürünün ilk hedefleme aşamasından geliştirmeye, hizmete ve elden çıkarmaya kadar tüm yolculuğunu yönetmeye ilişkin stratejik süreçtir. PLM, Endüstri 4.0 ile birlikte gelişmekte olan sistemlerin ihtiyaç duyduğu adaptasyon yeteneğini artırmaktadır. Tüm endüstrilerde karlılığı, ürün geliştirme süreçlerini ve pazara giriş süresini olumlu etkileyerek katma değer yaratmaktadır. Ürün bilgi veri yönetimi PDM ile üründen kazanç sağlanırken, ürün yaşam döngü yönetimi PLM ile işletmenin verimliliği artırılmaktadır. Bu çalışmada, ısı teknolojileri üreten bir firmada kalite karakteristiklerini koruyan ve üretim yönetiminin etkinliğinin sağlanmasında PLM'in önemi anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: PLM, Konfigürasyon, Dijital Dönüşüm, Ürün Ağacı, PDM

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF PLM IN DIGITAL TRANSFORMATION AND ALFA KAZAN ENERJİ VE ÇEVRE YATIRIMLARI A.Ş. APPLICATION IN THE COMPANY

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master's Thesis

Advisor: Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

May 2023, 110 pages

With the development of technology, businesses increase their competition with other companies day by day in order to reach their customer potential as in every field. In order for businesses to maximize their profits, they need to develop new product functions and respond more quickly to changing customer demands. With the fourth industrial revolution, the need to effectively manage new products that are increasingly complex and consisting of multiple components arises. This situation complicates the BOM management in order, design and production processes of enterprises and causes errors to occur. For this reason, businesses have to adapt the computer-aided software they use to a structure that can respond quickly to customer demands. The importance of the product life cycle (PLM) is understood at this point. With the spread of Industry 4.0 and digitalization, innovation and product development processes all over the world have moved to a different dimension. PLM is the strategic process for managing a product's entire journey from initial targeting to development, service and disposal. With Industry 4.0, PLM increases the adaptability needed by developing systems. It creates added value by positively affecting profitability, product development processes and time to market in all industries. While profit is gained from the product with product information data management PDM, the productivity of the business is increased with product life cycle management PLM. In this study, the importance of PLM in maintaining the quality characteristics and ensuring the efficiency of production management in a company that produces heat technologies is explained.

Keywords: PLM, Configuration, Digital Transformation, Bill of Materials, PDM

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca beni her konuda destekleyen, yreklendiren, rehberlik eden, tavsiye ve olumlu eleőtirilerini sunan, tezimin araştırma aşamasından uygulama aşamasına kadar bana yol gosteren ve her zaman yolumu aydınlatan danıőmanım Sayın Prof. Dr. Suleyman ERSÖZ'e sonsuz teőekkürlerimi saygıyla sunarım. Çalıőmam boyunca desteklerini esirgemeyen Arő. Gör. Ali Fırat İNAL'a, Arő. Gör. Semra TEBRİZCİK ve değerli arkadaşım Saadet Sena DEMİRBAĞ'a teőekkürü borç bilirim.

Bu günlere gelmemde sonsuz emekleri geçen ve sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili annem, babam, kardeőlerim ve yol arkadaşım Deniz'e teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. PLM KAVRAMI VE FONKSİYONLARININ TANIMI	9
3.1. PLM Kavramı	9
3.2. PDM Kavramı	27
3.3. Ürün Ağacı.....	35
3.4. Varyant Yönetimi ve Konfigürasyon.....	38
4. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN BASINÇLI KAPLARIN TASARIMINDA ÖNEMİ	43
4.1. Endüstri Uygulamaları	43
4.2. Dijital Dönüşüm.....	53
4.3. Dijital Dönüşüm Donanımları ve Ekipmanları	60
4.4. Dijital Dönüşüm Yazılımları.....	63
4.5. Dijital Dönüşüm ve Basınçlı Kaplar	76
5. BASINÇLI KAPLARIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ	78
5.1. Basınçlı Kaplara Etkiyen Yükler	79
5.2. Basınçlı Kapların Sınıflandırılması.....	80
6. PLM'İN BASINÇLI KAPLARA UYGULANMASI	83
7. SONUÇ VE TARTIŞMA	105
KAYNAKÇA	108
ÖZGEÇMİŞ	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
6.1. 6.000 kg/h İşletme Basıncı 20 bar Buhar Kazanı Bilgileri	89
6.2. 6.000 kg/h İşletme Basıncı 8 bar Buhar Kazanı Bilgileri	90
6.3. 2.000 kg/h İşletme Basıncı 10 Bar Buhar Kazanı	90
6.4. 2.000 kg/h İşletme Basıncı 8 Bar Buhar Kazanı	91
6.5. 1.000.000 kcal/h Kızgın Yağ Kazanı	93
6.6. 50.000 kcal/h Kızgın Yağ Kazanı	93
6.7. 180.000 kcal/h Kalorifer Kazanı	95
6.8. 600.000 kcal/h Kalorifer Kazanı	96
6.9. Malzeme Listesi	100

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. PLM.....	9
3.2. Ürün Geliştirme Aşamalarının Kapsamı	11
3.3. Uçtan Uca PLM Modelleme Beş Boyut Çalışması	12
3.4. Ürün Yaşam Döngüsü	14
3.5. Gantt Şeması.....	16
3.6. Gereksinim Mühendisliği	16
3.7. Varyant Yönetimi	17
3.8. Etkiflik Yönetimi.....	18
3.9. Değişiklik Yönetimi Örneği	18
3.10. Entegre Ürün Kalite Yönetimi.....	19
3.11. Ürünü Üretime Hazırlama	20
3.12. Kullanıcı Dokümanı	20
3.13. PDM-PLM İlişkisi	22
3.14. PLM Süreci.....	23
3.15. PLM Platformunun Bileşenleri.....	24
3.16. PLM Bileşenleri.....	26
3.17. Yapılar Arasındaki Bağlantılar	27
3.18. Ürün Veri Yönetimi.....	29
3.19. PDM Süreci	30
3.20. Ürün Veri Yönetimi.....	31
3.21. Proje Yönetimi.....	32
3.22. Mekanik Data Yönetim Zorlukları	33
3.23. PLM Sistemine Geçiş	33
3.24. EBOM-MBOM.....	38
3.25. Konfigürasyon Yönetim Süreci	41
4.1. Endüstrinin Tarihsel Gelişimi.....	44
4.2. James Watt'ın geliştirmiş olduğu ilk buhar makinesi	46
4.3. Otomobil Üretimi	47
4.4. İlk Mikro Bilgisayar (Altair 8800)	48

4.5.	1984 yılına ait ilk 3D Yazıcı.....	49
4.6.	Akıllı Üretim Çağı.....	50
4.7.	Dünyanın fabrika yerine 3D yazıcıda üretilen ilk arabası	51
4.8.	3D yazıcıdan insan kalbi	52
4.9.	Mars Curiosity Keşif Robotu'nun Yaptığı bir Özçekim (Resim Telif Hakkı: NASA/JPL-Caltech)	52
4.10.	Sürekli Üretim Endüstrisi	56
4.11.	Kesikli Üretim Endüstrisi	57
4.12.	Proses Üretim Endüstrisi	58
4.13.	Atölye Endüstrisi	59
4.14.	Atölye Endüstrisinde Dijitalleşme.....	59
6.1.	Firma süreç akış şeması.....	87
6.2.	Buhar Kazanı	88
6.3.	Buhar Kazanı Çalışma Şekli.....	89
6.4.	Kızgın Yağ Kazanı	92
6.5.	Kızgın Yağ Kazanı Çalışma Şekli.....	92
6.6.	Kalorifer Kazanı	94
6.7.	Kalorifer Kazanı Çalışma Şekli.....	95
6.8.	Sıcak Su Kazanı Çizim Örneği.....	99
6.9.	Parça Numaralandırılması	99
6.10.	Solidworks PDM Klasör Erişimi.....	101
6.11.	Solidworks PDM Teknik Çizimlere Erişimi	101
6.12.	Solidworks PDM Önizleme.....	101
6.13.	Solidworks PDM Veri Kartı.....	102
6.14.	Solidworks PDM Malzeme Listesi.....	102
6.15.	Solidworks PDM Tasarım Revizyonu.....	103
6.16.	Solidworks PDM İzlenebilirlik.....	103
6.17.	Solidworks PDM Dosya Tarihçesi	104

KISALTMALAR DİZİNİ

PLM	Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi
PDM	Ürün Veri Yönetimi
EBOM	Mühendislik Ürün Ağacı
MBOM	Üretim Ürün Ağacı
SBOM	Yazılım Ürün AĞACO
PDM	Ürün Veri Yönetimi
CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	Bilgisayar Destekli İmalat
KY	Konfigürasyon Yönetimi
BOM	Ürün Ağacı
CRM	Müşteri İlişkiler Yönetimi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
IT	Bilgi Teknolojisi
CRM	Müşteri İlişkileri Yönetimi
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
PLC	Programlanabilir Mantıksal Denetleyici

1. GİRİŞ

Günümüzde artan küreselleşme ve rekabet koşullarıyla birlikte işletmeler sürekli değişen müşteri taleplerine hızlı cevap vermeleri gerekmektedir. Yeşil üretim ve yeşil kullanım arayışları beraberinde verimliliği tetiklemiş olup her gün yeni tasarımlar gündeme gelmektedir. Dijital dönüşüm, sanayide verimliliği arttırarak uluslararası seviyede rekabetçiliği sağlamakla beraber yüksek katma değerli hizmet ve ürünler üretmenin de anahtarıdır. Dijital teknolojilerdeki gelişmeler, üretim sektöründe enerji tüketimi, karbon emisyonu, ambalaj malzemesi, taşıma ve depo maliyetleri ile hammadde maliyetlerini de düşürerek verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük iyileşmelere yol açmaktadır. (Ersöz S., 2022)

Teknolojik ilerlemeler, iletişim olanaklarının artması ve ticaret düzenlemelerindeki değişiklikler, küresel pazarı şekillendiren faktörlerdir. Küreselleşme, farklı ülkelerin ekonomik etkileşimlerini artırarak sınırları daha esnek hale getirir. Küresel pazarda rekabet oldukça yoğundur. Firmalar, kaliteli ürün ve hizmetler sunarak, rekabet avantajı sağlamaya ve pazar paylarını arttırmaya çalışmaktadır. İnternet ve diğer iletişim teknolojileri, küresel pazardaki aktörler arasındaki etkileşimi hızlandırır. Bu teknolojiler, tüketicilerin ürün ve hizmetlere daha kolay erişimini sağlar. Küresel pazar, endüstri trendleri, tüketici tercihleri ve teknolojik yenilikler gibi etkenlere göre şekillenir. Bu nedenle, firmaların ve endüstrilerin bu trendlere uyum sağlamaları önemlidir. Küresel pazar, farklı ülkelerin ekonomik etkileşimlerini ve ticaretini içeren dinamik bir alanı ifade eder. Küresel pazarda başarılı olmak, uygun stratejiler geliştirmeyi, rekabet avantajlarını kullanmayı ve hızla değişen koşullara uyum sağlamayı gerektirir.

Basınçlı kaplar, endüstriyel süreçlerde gaz, sıvı veya buhar gibi maddelerin depolanması, taşınması veya işlenmesi için kullanılan özel kaplardır. Bu kaplar genellikle yüksek basınç veya sıcaklık altında çalışabilirler ve çeşitli sektörlerde kullanılırlar. Basınçlı kapları pazarlamak için stratejiler oluştururken, hedef kitle, rekabet ortamı ve sektör trendlerini dikkate almak oldukça önemlidir.

Basınçlı kaplar sektöründe ürün çeşitliliği oldukça geniş bir yelpazededir. Bu çeşitlilik, farklı amaçlara ve endüstri gereksinimlerine yönelik tasarlanan farklı tipteki basınçlı kapları içerir. Her tür basınçlı kap, farklı gereksinimlere ve endüstri uygulamalarına uygun olarak tasarlanmalıdır. Ürün çeşitliliği, firmaların müşteri taleplerini karşılama ve farklı pazar segmentlerine hitap etmelerini sağlar.

Pazarlama stratejileri, değişen koşullara ve trendlere uygun olarak sürekli olarak gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir. Müşteri odaklı, şeffaf ve değer sunan bir pazarlama yaklaşımı benimsemek uzun vadeli başarı için önemlidir. Karmaşık yapıya ayak uydurabilmek ve izlenebilirliğini sağlamak, hatasız mal üretme ve benzer parametreleri kontrol altında tutabilmenin en etkili yolu PLM'dir.

Bu çalışmada kompleks ürün çeşitliliğine sahip olan basınçlı kaplar sektöründe yer alan işletmenin müşteri ihtiyaçlarına hızlı ve doğru karşılık verebilmeleri, ürün ağaçlarını, malzeme ihtiyaçlarını kolay ve doğru yönetebilmelerini sağlayacak Ürün Yaşam Döngüsü (PLM) sistemi ve önemi anlatılmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde ürün yaşam döngüsü, ürün veri yönetimi, dijital dönüşüm konularında literatür araştırması yapılmıştır. Literatürde bu konular ile ilgili çokça çalışma vardır. Son 10 yıldır çalışmalar aktif olarak devam etmektedir ve işletmeler için vazgeçilmez hale gelmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde PLM fonksiyonu ve PDM fonksiyonu detaylı olarak ele alınmıştır. Bu fonksiyonların işletmelerde nasıl uygulanacağından bahsedilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde basınçlı kapların karakteristik özellikleri ele alınmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde Endüstri 4.0, dijital dönüşüm donanımları ve ekipmanları, dijital dönüşüm yazılımları ve dijital dönüşüm ile basınçlı kapların bağlantısından bahsedilmiştir. Çalışmanın altıncı bölümünde basınçlı kaplar sektöründe faaliyet gösteren Alfa Kazan Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. firmasındaki ürünlerin özellikleri belirtilerek PLM ihtiyacına değinilmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) ve Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) yazılımlarının işletmelerde birbirleriyle entegre edilmesi, dijital dönüşüm sürecinin etkinliği ve işletme performansının artırılması için oldukça önemlidir. Bu entegrasyon, veri bütünlüğünü sağlama, iş süreçlerini optimize etme, karar alma süreçlerini hızlandırma ve genel olarak işletmenin rekabet gücünü artırma açısından kritik bir rol oynar. ERP, PLM ve 3. Parti yazılımların entegrasyonu, günümüzün rekabetçi iş ortamında işletmelerin verimliliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve daha hızlı kararlar alabilmek için önemli bir gerekliliktir. Bu üç alanın entegrasyonu, iş süreçlerinin daha iyi koordine edilmesini, veri bütünlüğünün korunmasını ve bilgi paylaşımının artırılmasını sağlar. (Zenginoğlu F.N, 2022)

Ürün yaşam döngüsü yönetimi, bir ürünün veya hizmetin tasarımından başlayarak üretim, kullanım, bakım ve hurda aşamalarına kadar olan tüm süreçlerin yönetilmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Farklı endüstrilerde, özellikle karmaşık ve mühendislik tabanlı ürünlerin geliştirilmesi ve yönetilmesi sırasında PLM modelleri kullanılır. Bu modeller, belirli ihtiyaçlara ve endüstri gereksinimlerine göre şekillenir. Otomotiv endüstrisi için bir PLM sistemi tasarlanırken, PLM'in ana bileşenleri otomotiv ürünlerinin karmaşıklığı ve spesifik gereksinimleri dikkate alınarak özelleştirilir. Örneğin, otomotivde mühendislik değişikliklerinin sık ve kritik olması nedeniyle değişiklik yönetimi özellikle önemlidir. Ayrıca, otomotiv ürünleri genellikle farklı model ve varyantlarda üretildiğinden varyant yönetimi bu endüstride kritik bir bileşen olabilir. (Özgentürk K.D., 2021)

Satış siparişi açıldıktan sonra üretim süreci başlayan mamulde, müşteri isterinde yapılan değişiklikleri yönetmekte pratikte sorunlar olduğu bilinmektedir. Proje yönetimi departmanından başlayan planlama ve değişiklik yönetimi süreci; tasarım, malzeme planlama, satın alma, üretim planlama, üretim ve servis departmanlarının etki alanına girdiği karmaşık bir yapıyı içinde barındırmaktadır. İşletmelerde üretim sürecinin karmaşıklığı ve müşteri taleplerine yönelik esneklik gereksinimini ortaya çıkmaktadır. Müşteri isteklerine göre yapılan değişikliklerin sorunsuz bir şekilde

Üretim sürecine entegre edilmesi ve farklı departmanların koordinasyonunu sağlama gerekliliği, etkili bir PLM yaklaşımıyla ele alınabilir. (Akman S.S.,2021)

Değişen rekabet anlayışı, teknolojinin hızla gelişmesi ve müşteri beklentilerinin değişmesi, şirketleri ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM) yazılımlarına yatırım yapmaya zorlamaktadır. Bu yazılımlar, ürün geliştirme süreçlerinden üretim ve servis aşamalarına kadar tüm süreçleri dijital ortamda yönetmeyi amaçlar. Yazılım seçiminde dikkatli bir yaklaşım benimsenmeli ve şirketin özel ihtiyaçlarına uygun bir çözüm seçilmelidir. Savunma sanayi sektöründe faaliyet gösteren bir şirketin, ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM) yazılım seçimi için yeni bir sistem yaklaşımı geliştirildiği varsayılmıştır. Bu tür bir yaklaşım, PLM yazılım seçiminde karar verme sürecini daha sistematik ve objektif bir şekilde ele almayı amaçlayabilir. PLM yazılım seçimi sürecini daha sistematik, veri odaklı ve objektif bir şekilde ele alarak şirketin ihtiyaçlarına en uygun yazılımı seçmesine yardımcı olabilir. Duyarlılık analizi gibi yöntemler de, kararın ne kadar hassas olduğunu ve belirli kriterlerin ağırlığının değiştirilmesinin sonuçları nasıl etkilediğini anlamak için önemli araçlardır. (Kepçeoğlu D., 2021)

Bir retim tesisinde finansal yönetim ve operasyonel süreçler için SAP yazılımının uygun bir seçenek olduğuna karar verilmiş ancak tasarım ağırlıklı çalışmalar ve ürün yaşam döngüsü yönetimi konularında SAP yazılımının yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle rn Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) yazılımının araştırılmıştır ve yatırım kararı verilmeden önce firmanın ihtiyaçları değerlendirilmiştir. Yapılan iki aşamalı çalışma, firmanın ihtiyaçlarına uygun en iyi çözümü seçmek için kritik bir adımdır. İlk aşamada mevcut durumun ve SAP yazılımının sınırlamalarının anlaşılması, ikinci aşamada ise PLM sisteminin potansiyeli ve katkı sağlayacağı alanların değerlendirilmesi ile firmanın daha etkili ve rekabetçi olması amaçlanmaktadır. (Deniz F.,2021)

Günümüzün öngörülemez küresel piyasalarında başarılı olmak isteyen şirketlerin karşılaştığı zorluklara ve ürün yaşam döngüsünün değişen dinamiklerine odaklanılmaktadır. Yapılan alışmalar, Mühendislik Değişikliği Yönetimi (MDY) konusunda eksiklikler olduğunu ve rn Yaşam Döngüsü Yönetimi (YDY) alanında bu ihtiyaçları karşılayacak çalışmaların az olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, Konfigürasyon Yönetimi II (KY-II) teorisini kullanarak MDY modellemesi yapmak amacıyla bir ereve sunulmaktadır. rn yaşam döngüsü içindeki değişiklik

yönetiminin geliştirilmesi ve daha etkili hale getirilmesi amacıyla KY-II teorisini kullanarak bir model önermektedir. Bu, ürünlerin hızla değişen pazar koşullarına ve tüketici taleplerine daha iyi adapte olmalarına yardımcı olabilir. (Çiloğlu B., 2021)

Kobi büyüklüğünde bir firmada yapılan çalışmada ürün yaşam döngüsünün tasarım aşamasından hurdaya geçişine kadar olan süreçlerini kontrol eden Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) sürecinin firmalarda devreye alınma süreçlerinin analizini yansıtmaktadır. İki farklı ölçekteki firmaların yaşadığı bu süreçler değerlendirilmiş ve PLM'nin firmaların süreçlerini nasıl iyileştirdiğine dair örnekler sunulmuştur. Ayrıca, bu süreçlerde yalın üretim tekniklerinden de faydalanılarak firmalarda ortak sorunlara çözümler önerilmektedir. PLM sürecinin firmalar için nasıl değerli bir araç olduğunu ve süreçlerin nasıl optimize edilebileceğini vurgulanmaktadır. İki farklı ölçekteki firmaların örnekleri, diğer firmalara yol göstermesi ve PLM uygulamasının sağladığı avantajları göstermesi açısından önemlidir. (Sakallı A., 2020)

PLM sistemleri döngüsel ekonomiye geçiş yapmayı planlayan şirketler için önemli bir rol oynamaktadır. Döngüsel ekonomi modeline uygun tasarım, üretim ve geri dönüşüm süreçleri için gerekli bilgi ve yönetim PLM sistemleri aracılığıyla sağlanabilir. İmalat süreçlerinde daha erken aşamalarda daha iyi kararlar alabilmek için tekrar kullanılabilir malzemelerin belirlenmesi ve yönetimi büyük önem taşır. Bu yaklaşım, hem çevresel sürdürülebilirliği desteklerken hem de işletmelere maliyet avantajı sağlama potansiyeli taşır. (Üçok B., 2020)

Yapılan bir çalışmada Endüstri 4.0 ve gemi inşası arasındaki etkileşimi ve gemi inşa projelerinde "daha verimli" olma hedefine ulaşmak için kullanılan Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) yazılımı incelenmiştir. Çalışma, gemi inşa projelerinde verimliliği artırmak için PLM yazılımının seçimini ele alarak, bu yazılımın avantaj ve dezavantajlarını ve seçim sürecini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Gemi inşası projelerinde verimliliği artırmak için PLM yazılımının nasıl kullanıldığını ve bu yazılımın seçim sürecini ele alarak, uzman görüşlerinin ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin nasıl kullanılabileceğini incelemektedir. Çalışma, hem teknolojik gelişmeleri hem de stratejik karar verme süreçlerini ele alarak gemi inşa sektöründeki gelişmelere ışık tutmaktadır. (Güler İ.O., 2020)

Konfigürasyon yönetimi, bir ürünün gereksinimleri, ürünün kendisi ve ilgili konfigürasyon bilgileri arasında tutarlılığı sağlamak amacıyla kullanılan bir süreçtir. Bu süreç, uygun kaynaklar, işlemler ve araçlar kullanılarak gerçekleştirilir.

Konfigürasyon yönetimi, ürünün karmaşıklığını azaltmaya, veri bütünlüğünü korumaya ve ürünün kullanım süresi boyunca tutarlılığı sağlamaya yardımcı olur. (Seven D.A., 2019)

İşletmelerin temel stok yönetimi amacı, üretim maliyetlerini minimize ederek hammadde düzeylerini optimum seviyede tutmaktır. Doğru stok düzeyleri, gereksiz maliyetleri azaltabilir ve üretim süreçlerini optimize edebilir. Özellikle otomotiv gibi büyük işletmeler, binlerce farklı malzeme ve bileşeni kullanabilir. Bu yüksek malzeme çeşitliliği, tüm stok kalemlerinin aynı düzeyde etkinlikle kontrol edilmesini zorlaştırır. Bu zorluklar, stok kalemlerini etkin bir şekilde gruplandırarak daha iyi bir kontrol ve yönetim sağlamayı gerektirir. Bu tür bir gruplama, stok yönetimindeki verimliliği artırabilir ve maliyetleri düşürebilir. İşletmelerin stok yönetimindeki değişen ihtiyaçlarını karşılamak için çok kriterli stok gruplama yöntemleri bulunmaktadır. Konfigürasyon yönetimi esaslı bulanık gruplama algoritması, stok yönetimini daha esnek ve etkin hale getirerek işletmelere katkı sağlamayı amaçlar. (Dalgıç A., 2017)

Günümüzde işletmeler için ürün geliştirme faaliyetleri oldukça önemli hale gelmiştir. Ürün geliştirme, işletmelerin rekabetçi avantajını sürdürebilmesi ve büyümesi için kritik bir rol oynamaktadır. Savunma ve havacılık sektörleri, yüksek teknoloji liderliği ve büyüme açısından önde gelen sektörler arasındadır. Bu sektörler, ürün geliştirme konusunda öncü bir rol oynamaktadır. Ülkemizde de hazır alımdan özgün ürünler geliştirmeye doğru bir geçiş yaşanmaktadır. Bu geçişle birlikte çeşitli alanlarda yetkinlik kazanılmaktadır, ancak yeni riskler ve problemler de ortaya çıkmaktadır. Ürün geliştirme süreçleri, program yönetimi, konfigürasyon yönetimi, eş zamanlı mühendislik, Ar-Ge, satın alma, tedarik yönetimi, üretim, bilgi teknolojileri yönetimi gibi birçok alanda yetkinlik kazanılmasını gerektirir. Ürün geliştirmenin artmasıyla birlikte yeni riskler ve problemler de ortaya çıkmaktadır. Bu risklerin yönetimi ve çözümü, işletmelerin sürdürülebilir büyüme ve başarı açısından önemlidir. (Kara N., 2015)

Otomotiv gibi sektörlerde müşteri talepleri ve istekleri sürekli olarak değişebilir. Bu değişen taleplere hızlı ve etkili bir şekilde cevap verebilmek rekabet avantajı sağlar. Firmalar, değişen taleplere uygun olarak esnek bir satış, tasarım ve üretim ortamına sahip olmak zorundadır. Bu esneklik, firmaların rekabetçi bir şekilde ayakta kalmasını sağlar. Bilgisayar destekli yazılımlar (örneğin CAD-ERP gibi) işletmelerin süreçleri yönetmesinde ve verimliliği artırmasında kritik rol oynar. Firmalar, müşteri taleplerine

hızlı cevap verebilmek için kullanılan yazılımları bu amaca uygun bir şekilde yapılandırılmalıdır. Bu, müşteri memnuniyetini artırır ve rekabet avantajı sağlar. Firmalar, kullandıkları bilgisayar destekli yazılımları müşteri taleplerine cevap verebilecek şekilde esnek ve uyumlu hale getirmek zorundadır. (Karayazı F., 2015)

Her yazılım projesi, başarılı ve verimli bir şekilde idare edilmesi için özelleştirilmiş bir yazılım yönetimi yapısına ihtiyaç duyar. Bu yapılar, yazılım geliştirme aktivitelerini kolaylaştırıcı etkili yöntemler sunar. Yazılım konfigürasyon yönetimi, yazılım geliştirme sürecinin önemli bir bileşenidir. Doğru stratejinin belirlenmesi ve yazılım yönetimi yapılarına uyumun sağlanması gereklidir. Yazılım konfigürasyon yönetimi, yazılım yönetimi yapıları ile eşleştirilerek, projelerin başarı ve verimliliğini artırmayı amaçlar. Büyük ve bağımlı projeler geliştiren şirketlerde, projelerin karakteristiklerine ve bağımlılıklarına göre yazılım yönetimi yapılarının değişmesi gerekebilir. (Kandemir F.G., 2012)

Yazılım ürün hattı yaklaşımının temelinde, varlıkların yeniden kullanılabilirliği yer almaktadır. Bu yaklaşım, değişkenlik yönetiminin önemli ve kompleks bir görev olduğunu vurgular. KY, yazılım ürün hattı çerçevesinde geleneksel yazılım geliştirme süreçlerine göre farklılık gösterir. Değişkenlik, zaman eksenini yanı sıra özellik eksenini de değerlendirilir. Yazılım ürün hattı yaklaşımının değişkenlik yönetimiyle nasıl ilişkilendirildiğini ve KY'nin özellikler eksenini üzerinde nasıl çalıştığını belirtmektedir. (Bayraktar G., 2012)

Yazılım geliştirme sürecinin adımları yazılımın planlanması, tasarımı, kodlanması, test edilmesi ve dağıtımıdır. Proje yönetimi, yazılım geliştirme sürecinin başarılı bir şekilde yönetilmesi için gereken işlevleri içerir. Proje yönetim fonksiyonları, insan yönetimi, risk yönetimi, konfigürasyon yönetimi, kalite yönetimi, ölçüm yönetimi konuları ele alınmalıdır. Yazılım geliştirme süreçlerinin nasıl daha etkin ve verimli hale getirilebileceği incelenmelidir. Çeşitli yazılım geliştirme modelleri, metodolojileri ve yaklaşımları değerlendirilir. Yazılım projelerinin başarısızlık sebepleri, hatalar ve sorunlar burada ele alınır. Projelerin neden başarısız olabileceği ve bu sorunların nasıl önlenebileceği tartışılır. Yazılım projelerinin başarılı olması için etkili faktörler ve stratejiler incelenir. Bu faktörler, projelerin zamanında, bütçeyle ve belirlenen hedeflerle tamamlanmasına yardımcı olabilir. (Gül Z., 2006)

Organizasyonlar, özelleştirilmiş ürün tasarımları ve siparişler üzerine çalışmaktadır.

Yapılan bir çalışmada geleneksel ürün ağaçları geliştirilerek, ürün ve malzeme çeşitliliğini etkin bir Şekilde kontrol etmek amaçlanmıştır. Envanter ve konfigürasyon yönetimi ile ilgili bilgilerin etkin bir Şekilde kaydedilmesi için bir bilgi sistemi tasarlanmıştır. Bu bilgi sistemi, organizasyonun envanter ve konfigürasyon yönetimi gereksinimlerini karşılayacak Şekilde düzenlenmiştir. Geliştirilen rn ağacı, kaydedilen bilgilere erişmek ve ürün yönetimini desteklemek amacıyla bir yapı sağlar.

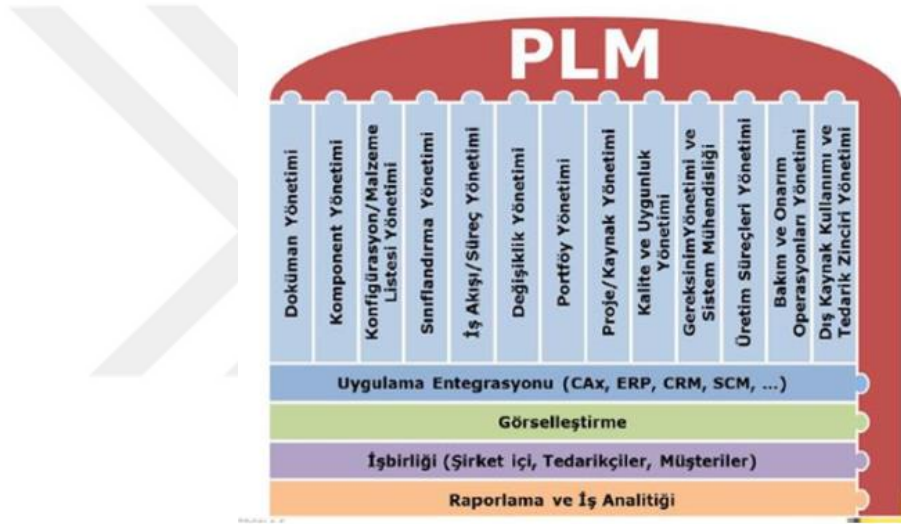
Veritabanı, rn ağacındaki bilgileri depolamak ve yönetmek için kullanılır. Özel tasarım yapabilen organizasyonlar için geliştirilen bir bilgi sisteminin temel özelliklerini, envanter yönetimi, ürün ağacı, veritabanı ve montaj süresi hesaplaması gibi konuları içermektedir. (Dede E., 2006)



3. PLM KAVRAMI VE FONKSİYONLARININ TANIMI

3.1. PLM Kavramı

PLM, bir ürün hakkındaki tüm bilgi ve fikirleri hurda ve dijital ortamdan depolamanıza, bu bilgilere doğrudan veya anında kolayca erişmenize, bilgileri paylaşmanıza, doğru verileri seçmenize ve en uygun verileri kullanmanıza olanak tanıyan çok yönlü bir bilgisayar teknolojisi. (Sakallı A., 2020)



Şekil 3.1. PLM

PLM araçları ile ürün tasarlama süreçleri dinamik olarak yönetilebilmektedir. Ürün tabanlı planlama, süreç modelleme, yürütme ve simülasyon kullanılmaktadır. Süreç karmaşıklığına uygun Product Lifecycle Management (PLM) yeteneklerinin geliştirilmesi, süreçlerin daha iyi yönetilmesine ve verimliliğin artırılmasını sağlamaktadır. (Sakallı A., 2020)

Ürün tabanlı planlama: PLM, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca yönetilmesine odaklanır. Ürün tabanlı planlama, yeni ürünlerin tasarımından başlayarak üretim, dağıtım ve son kullanıcıya ulaşım süreçlerinin planlanmasına yönelik önemli bir adımdır. Ürünün gereksinimleri, tasarım özellikleri, süreçler ve etkinliklerin belirlenmesi, planlama sürecinin merkezine alınır.

Süreç modelleme: Süreç modelleme, bir işin veya ürünün yaşam döngüsü boyunca gerçekleşen adımları ve etkinlikleri açıkça tanımlamayı içerir. Süreçleri modelleme, daha iyi anlamaya ve iyileştirmeye olanak tanır. Bu modelleme, iş akışlarının ve faaliyetlerin optimize edilmesine ve süreçlerin verimli bir şekilde işlemesine yardımcı olur.

Süreç yürütme: Süreç yürütme, tanımlanan süreç modellerinin gerçek dünyadaki uygulanması ve izlenmesidir. Bu aşamada, süreçlerin işletilmesi ve katılımcıların görevlerini yerine getirmesi sağlanır. Gerçek zamanlı veriler kullanılarak süreçlerin izlenmesi ve performansın değerlendirilmesi, sorunların tespit edilmesi ve düzeltilmesi için kritik öneme sahiptir.

Simülasyon: Süreçlerin karmaşıklığının anlaşılması ve iyileştirme fırsatlarının belirlenmesi için simülasyon kullanılabilir. Simülasyon, süreçlerin sanal ortamda canlandırılması ve farklı senaryoların test edilmesini sağlar. Bu sayede, süreçlerdeki zayıf noktaları belirlemek ve daha etkili çözümler geliştirmek mümkün olur.

Bu süreçlerin bir araya gelmesi, PLM'nin daha verimli, düşük maliyetli ve yüksek kaliteli ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlamasına yardımcı olur. Süreçlerin daha iyi yönetilmesi ve karmaşıklığın azaltılması, ürün geliştirme ve üretim süreçlerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini ve müşteri memnuniyetinin artmasını sağlar. Ayrıca, işletmelerin rekabet avantajı elde etmesine ve piyasa taleplerine daha hızlı ve esnek bir şekilde cevap vermesine yardımcı olur.

Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (Product Lifecycle Management - PLM), ürün geliştirme süreçlerinin baştan sona tüm aşamalarını kapsayan bir yaklaşımdır. Bu süreçte çeşitli paydaşlar, iş süreçleri, sistemler ve ürünün tam yaşam döngüsü boyunca bilgi bütünlüğünü sağlamak amacıyla tek bir ortamda bir araya getirilir. PLM, ürünün tasarım fikrinden başlayarak ürünün üretimine, dağıtımına, kullanımına ve hatta geri dönüşümüne kadar tüm süreçleri izlenebilir ve bütünsel bir şekilde yönetir.

Bu yönetim anlayışı, sanayide üretilen bir ürünün geliştirme sürecinde farklı paydaşların rollerini ve katkılarını belirler. Eskiden ürünlerin tasarımı ana sanayi tarafından yapılırken, yan sanayi işletmeleri sadece ürün ve alt ürün tedarikinde yer almıştır. Ancak PLM yaklaşımıyla birlikte yan sanayi işletmeleri, tasarım ve geliştirme süreçlerine de aktif katılım sağlamaktadır. Bu, daha kapsayıcı ve işbirlikçi bir ürün geliştirme sürecini destekler.

Ürün geliştirme süreci, müşteri talebinden başlayarak ürünün geri dönüşümüne kadar olan tüm yaşam döngüsünü kapsar. Bu süreçte farklı disiplinler, teknik uzmanlar, tasarımcılar, mühendisler, üreticiler, tedarikçiler ve diğer paydaşlar bir araya gelir. PLM, bu farklı disiplinlerin ve tedarik zinciri paydaşlarının iş süreçlerini ortak bir noktada kesiştiren çok boyutlu mühendislik ilkesine uygun bir şekilde yönetilmesine imkan tanır.

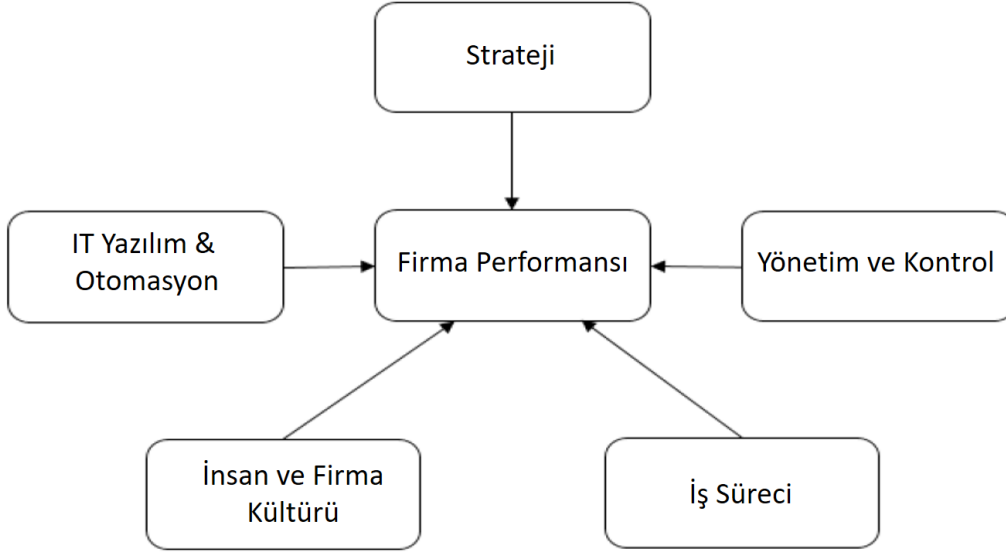
Bu bütüncül yaklaşım sayesinde, ürün geliştirme süreçleri daha verimli hale gelir, tasarım ve üretim süreçleri daha iyi koordine edilir ve ürünün yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkabilecek sorunlar daha hızlı tespit edilir ve çözülür. Sonuç olarak, PLM, ürünlerin kalitesini artırır, maliyetleri düşürür ve müşteri memnuniyetini artırır. Ayrıca, bu yöntem sayesinde ürünlerin rekabetçi pazarda başarılı bir şekilde konumlanması ve sürdürülebilirlik açısından önemli kazanımlar sağlar.

Firmalarda ürünün fikir aşamasından başlayarak geri dönüşümüne ve geri dönüştürülemeyecek noktada ise bertaraf safhasına kadar bütün yönetsel süreçler için etkili bir yöntem olarak PLM sistemlerinden yararlanılmaktadır. Böylece bir işletmenin tüm ürünleri, ürün ve ürün konfigürasyonları bazında yönetilmektedir.



Şekil 3.2. Ürün Geliştirme Aşamalarının Kapsamı

Baştan sona bir sürecin kurulması, sektörel ve süreç bazında tanımlamalara göre değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla çalışmalarda yapılan ihtiyaç tanımlamaları oldukça önemli bir yer içermektedir ve tasarlanan tüm alt süreçlerin omurgasını oluşturmaktadır. Organizasyonların performans artışı için gereken beş temel boyut çalışmasıdır.



Şekil 3.3. Uçtan Uca PLM Modelleme Beş Boyut Çalışması

Küreselleşme ve hızla değişen pazar koşulları, şirketleri daha verimli ve rekabetçi olabilmek için çevik teknolojileri ve gelişmiş yönetim sistemlerini benimsemeye yönlendirmektedir. PLM (Product Lifecycle Management) yönetim yaklaşımı ve teknolojisi, bu süreçte şirketlere önemli avantajlar sağlar.

PLM'nin temel amacı, şirketlerin üretim sistemlerini ve hizmetlerini geliştirerek daha iyi performans göstermelerine ve rekabeti sürdürebilmelerine yardımcı olmaktır. PLM, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca tüm aşamalarda oluşan bilgileri tek bir platformda toplayarak, şirketlere daha verimli ve sistemli bir şekilde çalışma imkanı sunar.

PLM yaklaşımı, aynı zamanda ürün geliştirme süreçlerini optimize eder ve ürünlerin daha kısa sürede, daha yüksek kalitede ve daha düşük maliyetle üretilmesini amaçlar. Bu da şirketlerin ürünlerini hızlı bir şekilde pazara sunmasına, müşteri taleplerine daha iyi cevap vermesine ve pazardaki değişikliklere daha çevik bir şekilde uyum sağlamasına yardımcı olur.

PLM'nin en önemli özelliklerinden biri, tüm ürün bilgilerini bir çatı altında yönetebilmesidir. Bu sayede ürünle ilgili veriler, farklı departmanlar ve paydaşlar arasında kolayca paylaşılır ve güncellenir. Bu da işbirliğini artırır ve karar süreçlerini hızlandırır.

PLM, modern işletmelerin üretkenliklerini artırmak, kaliteli ürünler sunmak, müşteri taleplerine daha iyi cevap vermek ve rekabet avantajı elde etmek için önemli bir

araçtır. Bu nedenle, birçok şirket PLM teknolojisi ve yönetim yaklaşımını benimseyerek iş süreçlerini daha verimli ve etkili hale getirmektedir. (Kepçeoğlu D., 2021)

PLM, bir ürün veya sistemi tanımlayan her türlü bilginin, ürün veya sistemin yaşam döngüsü boyunca, “merkezi” ve “tek” bir platform içerisinde, tüm ilişki ve versiyonları ile birlikte yönetilmesine imkan sağlayan bir çözümdür. Bu platform, ürünün farklı aşamalarındaki verilerini, ilişkilerini ve versiyonlarını kapsar ve bu sayede ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca veri bütünlüğü ve takibi kolaylaştırır.

PLM genellikle şu unsurları içerir:

Ürün Veri Yönetimi (Product Data Management - PDM): Ürün verilerinin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar.

Ürün Süreç Yönetimi (Product Process Management): Ürün yaşam döngüsü süreçlerini ve iş akışlarını izler ve yönetir.

Proje Yönetimi (Project Management): Ürün geliştirme süreçlerinin planlanması ve yönetilmesini sağlar.

Ürün Konfigürasyon Yönetimi (Product Configuration Management): Ürünlerin farklı konfigürasyonları ve varyasyonlarını yönetir.

Değişiklik Yönetimi (Change Management): Ürünün tasarımında veya üretiminde yapılan değişikliklerin izlenmesini ve yönetilmesini sağlar.

Ürün Belge Yönetimi (Product Document Management): Ürün belgelerinin depolanması ve yönetilmesini sağlar.

PLM, özellikle karmaşık ürünler ve sistemlerin tasarım ve üretim süreçlerini optimize etmek, veri bütünlüğünü sağlamak ve ekip çalışmasını geliştirmek için kullanılır. Bu sayede, daha verimli ve başarılı ürün geliştirme süreçleri sağlanır.

PLM (Product Lifecycle Management) kapsamında, ürün veya sistemin yaşam döngüsü boyunca çok çeşitli bilgiler ve süreçler yönetilir. PLM sürecinde yapılan başlıca faaliyetler ve bu faaliyetlerle ilişkili bilgiler şunlardır:

Gereksinim/İhtiyaçların belirlenmesi: Ürünün veya sistemin müşteri gereksinimleri ve ihtiyaçları analiz edilir ve belirlenir. Bu aşamada, müşteri talepleri, pazar araştırmaları ve diğer talepler dikkate alınır.

Konsept tasarım: Ürün veya sistemin farklı konseptleri ve tasarım fikirleri değerlendirilir. Bu aşamada, ürünün temel özellikleri ve tasarım stratejileri belirlenir.

Tasarım ve mühendislik: Ürünün detaylı tasarımı yapılır ve mühendislik hesaplamaları, simülasyonlar ve analizler gerçekleştirilir. Mekanik (MCAD), elektronik (ECAD), ve yazılım (kaynak kodları) gibi tasarım verileri bu aşamada yönetilir.

Prototip üretim: Tasarımın fiziksel bir prototipi üretilir ve test edilir. Prototip üretimi ve test sonuçları PLM altında takip edilir.

Süreç mühendisliği: Ürünün seri üretimine yönelik süreçler tasarlanır ve optimize edilir. Üretim iş talimatları, montaj dokümanları gibi süreç verileri PLM'de yönetilir.

Üretim: Ürünün seri üretimi gerçekleştirilir ve üretim verileri PLM sisteminde güncellenir.

Servis ve destek: Ürünün müşterilere sağlanan hizmet ve desteği yönetilir. Kullanıcı el kitapları, müşteri şikayetleri ve hatalar gibi bilgiler bu aşamada önemlidir.

Ürünün piyasadan çekilmesi: Ürünün ömrü sona erdiğinde veya güncellenmiş bir sürümü piyasaya sürüldüğünde, ürünün piyasadan çekilmesi aşaması yönetilir.

Bu aşamalar boyunca, PLM sistemi, ürünle ilişkili verilerin yönetimini ve tüm paydaşlar arasında işbirliğini sağlamak için kullanılır. Böylece, ürün yaşam döngüsü süresince bilgilerin bütünlüğü ve erişilebilirliği sağlanır, hataların azaltılması ve verimliliğin artırılması hedeflenir.



Şekil 3.4. Ürün Yaşam Döngüsü

PDM (Product Data Management) ve PLM (Product Lifecycle Management) arasında önemli farklılıklar vardır, ancak birbirleriyle sıkı bir ilişkiye sahiptirler.

PDM sistemleri, ürün tasarım verilerinin yönetimine odaklanır ve tasarım verilerinin etkin bir şekilde saklanması, sürüm kontrolünü, değişiklik yönetimini ve paylaşımını sağlar. PDM, mühendislik departmanlarında ve ürün tasarım süreçlerinde yaygın olarak kullanılır. Bu sayede, tasarım ekipleri ürünün farklı versiyonlarını ve bileşenlerini izleyebilir, verimliliği artırabilir ve hataları azaltabilir.

PLM ise daha geniş kapsamlı bir yaklaşımdır ve ürünün yaşam döngüsü boyunca tüm paydaşların işbirliğini ve bilgi paylaşımını sağlar. PLM, ürün geliştirme süreçlerini, üretim süreçlerini ve hatta ürünün servis ve destek aşamalarını içeren tüm yaşam döngüsünü yönetir. Bu sayede, farklı departmanlar arasında koordinasyon ve iletişim artar, süreçler optimize edilir ve ürünün başarıyla yönetilmesi sağlanır.

PDM, PLM'nin temel bir bileşenidir ve PLM sistemleri genellikle üzerinde çalıştıkları temel veri temeli olarak bir çeşit PDM kullanır. PDM, ürün verilerinin doğru ve güncel olarak tüm paydaşlar tarafından ulaşılabilir olmasını sağlar. PLM ise bu verileri kullanarak stratejik kararlar almayı, üretkenliği artırmayı ve ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca verimli yönetimini sağlamayı hedefler.

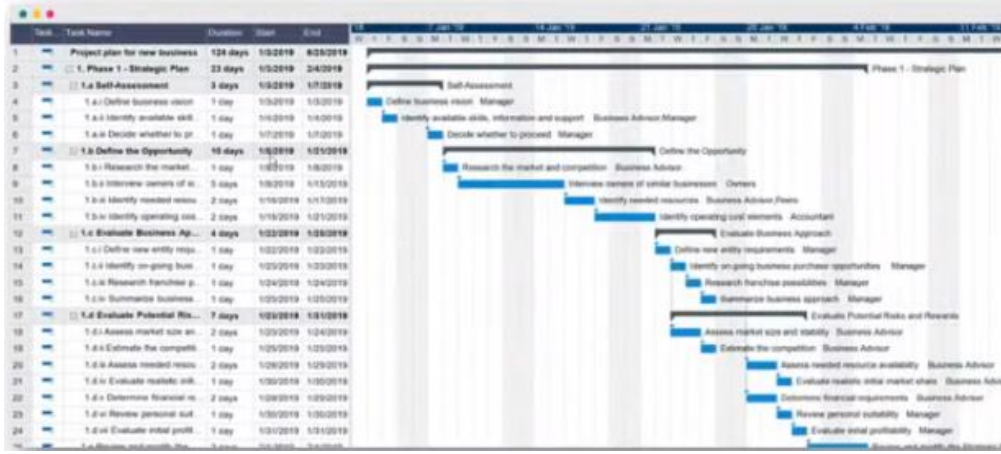
PDM ve PLM, ürün geliştirme ve yönetim süreçlerinde önemli roller oynayan farklı teknolojilerdir. PDM, tasarım odaklı bir yaklaşımdır ve tasarım verilerinin yönetimini iyileştirmeyi hedeflerken, PLM, tüm yaşam döngüsü boyunca üretkenliği artırmak için stratejik ve süreç merkezli bir yaklaşımdır.

PLM Özellikleri

1. Proje ve Program Yönetimi

Proje planlaması, projedeki kilometre taşı fazlarının belirlenmesi, proje görevlerinin detaylandırılması, önceliklendirilmesi, sorumlularının ve proje kaynaklarının atanmasıdır.

Proje yönetimi ise, bu planının anlık ve canlı olarak takip edilmesi, tamamlanan işler, yaşanan aksaklıklar vb. her türlü durum dikkate alınarak planın sürekli güncel tutulmasıdır.



Şekil 3.5. Gantt Şeması

2. Gereksinim Yönetimi

Gereksinim Mühendisliği, gereksinim yönetimi, gereksinim olgunlaştırma, gereksinim analizi ve gereksinimlerin dokümanite edilmesi faaliyetlerini içerir ve tüm paydaşların katkısına ihtiyaç duyar. İyi yönetilen gereksinimler, başarılı bir proje için en temel adımdır. İyi bir gereksinim; izlenebilir, açık, net, tam, test edilebilir ve anlaşılabilir olmalıdır.



Şekil 3.6. Gereksinim Mühendisliği

3. Karmaşık Ürün Yönetimi

Teknolojinin hızlı gelişmesi ile birlikte günlük hayatta kullanılan pek çok ürün yüksek teknoloji içeren “mekanik”, “donanım” ve “yazılım” bileşen içermeye başlamıştır.

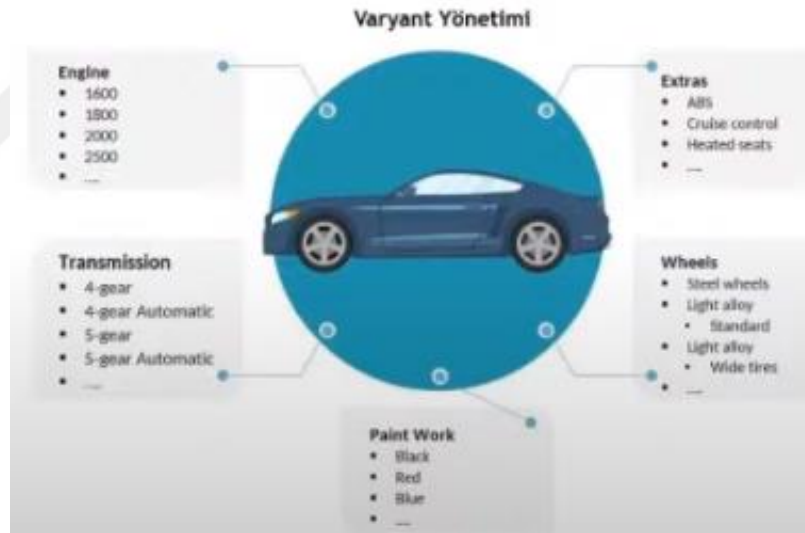
4. Ekip Üyeleri Arasında Görselliği Artırılmış İş Birliği

Ürünler karmaşık hale gelirken, küreselleşen dünya ile birlikte rekabet koşulları da hızla zorlaşmaktadır. Piyasaya yeni ürün sunma zamanlarını kısaltabilen şirketler, rakiplerinin önüne geçmektedir. Görselliği artırılmış iş birliği sayesinde ekip üyeleri; ihtiyaçlar ve/veya sorunlar üzerinde birlikte çalışıp hızlı şekilde sonuçlar üretebilmektedir.

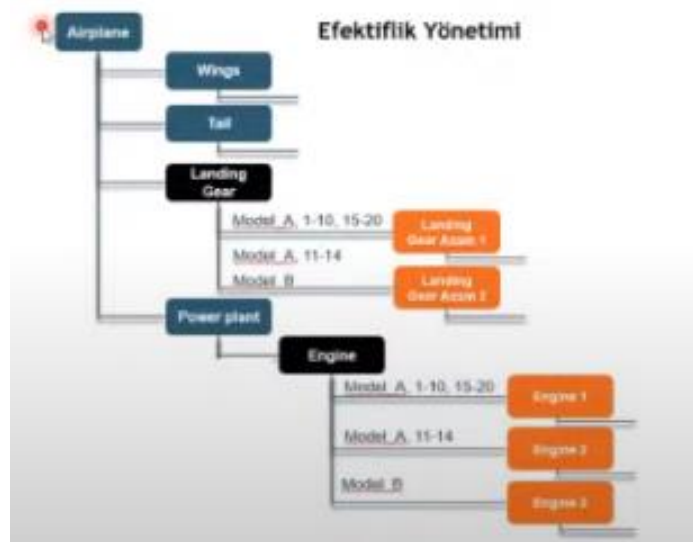
5. Konfigürasyon Yönetimi

Konfigürasyon yönetimi; ürünün fonksiyonel ve fiziksel özelliklerinin tanımlanması, dokümanite edilmesi, kayıt altına alınması, değişikliklerin ilgili dokümanlara, verilere ve ürüne aktarılmasını garanti altına alan bir süreçtir.

Ürünün farklı opsiyonlarını tanımlayan varyant yönetimi, ürün özelliklerinde yapılan değişimlerin sistematik şekilde yönetilmesini sağlayan (tarih, seri no veya adet bazlı) efektiflik yönetimi de bu kapsamdadır.



Şekil 3.7. Varyant Yönetimi

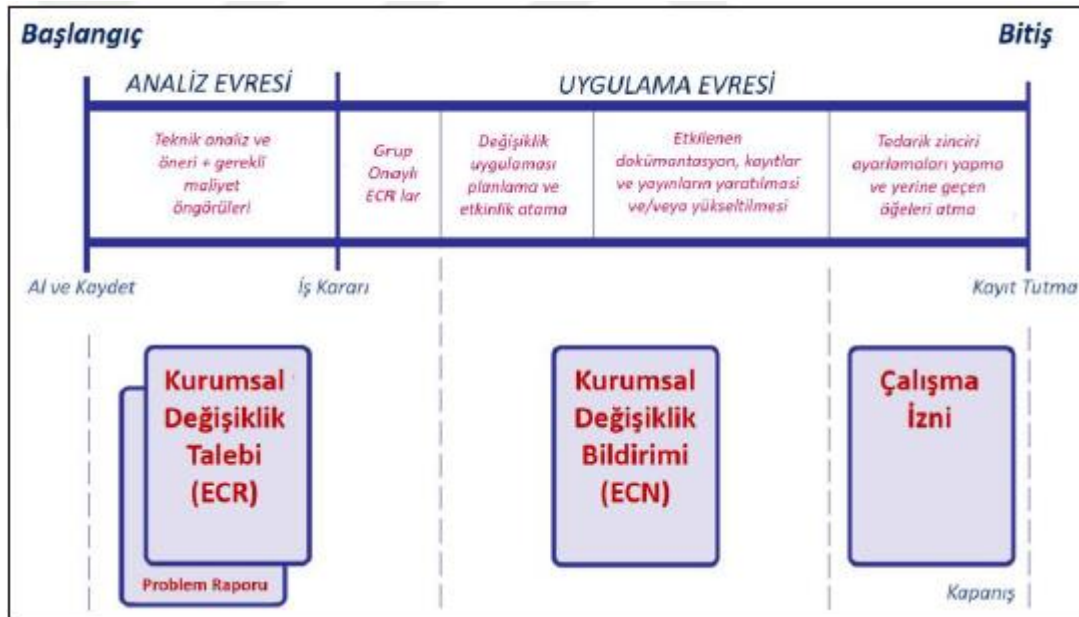


Şekil 3.8. Etkiflik Yönetimi

6. Değişiklik Yönetimi

Değişim ürün geliştirme döngüsünün temel bir parçasıdır. Ürünü oluşturan tüm özellikler ve bileşenlerdeki değişimlerin sistematik şekilde takip edilmesi, ilgili verilerin ve dokümanların bu değişimlere göre güncellenmesi gerekmektedir.

Değişiklik yönetimi, süreç ve ürün barındıran tüm alanlarda bulunmaktadır. Yönetilmeyen ve takip edilebilirliği olmayan bir değişiklik çalışması risk oluşturma potansiyeline sahip olduğundan PLM bileşenlerinden en önemlisi olduğu söylenebilir.



Şekil 3.9. Değişiklik Yönetimi Örneği

- 1) Değişim talepleri (sorun bildirimini iyileştirme önerisi) kayıt altına alınmalıdır.
- 2) Ürün bileşenlerine etkisi analiz edilerek değerlendirilmelidir.
- 3) Uygun bulunan talepler için detaylı devreye alma planı yapılmalı, yapılacak işlemler için sorumlu ve hedef belirlenmelidir.
- 4) Devreye alma planındaki işlemler tamamlandıktan sonra, mutlaka gözden geçirme yapılarak talep edilen değişimin (sorunun çözümü, iyileşme) sağlandığına emin olunmalıdır.

7. Entegre Ürün Kalite Yönetimi

Kalite, ürün yaşam döngüsü boyunca dikkatle takip edilmesi gereken önemli bir konudur. Hata oranı (FR), hatalar arası ortalama zaman (MTBF), bakımlar arası ortalama zaman (MTTR) gibi kritik güvenilirlik parametreleri için analiz çalışmaları yapılmalıdır.

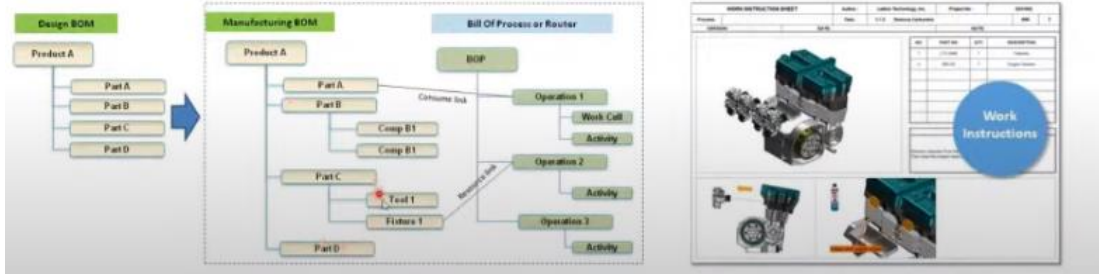
Tasarım ve üretim süreçlerinin tetkik edilmesi, onaylı alt yüklenici ve malzeme tedarikçi listelerinin oluşturulması da bu kapsamda değerlendirilmelidir.



Şekil 3.10. Entegre Ürün Kalite Yönetimi

8. Ürünü Üretime Hazırlama

Dijital ortamda tasarlanan ürünün, fiziksel ürüne dönüşebilmesi için üretime hazırlanması gerekir. Mühendislik/Tasarım Ürün Ağacı (EBOM) kullanılarak Üretim Ürün Ağacı (MBOM) üretilmelidir. Farklı üretim lokasyonları için ya da ürün bileşenlerine ilişkin yap/satın al (make/buy) senaryolarına göre farklı ürün ağaçları oluşturulabilir. Üretime yönelik Süreç Ağacı (BoP) ve iş talimatları hazırlanmalı, üretim rotaları ve üretim kaynak kullanımları da belirlenmelidir.

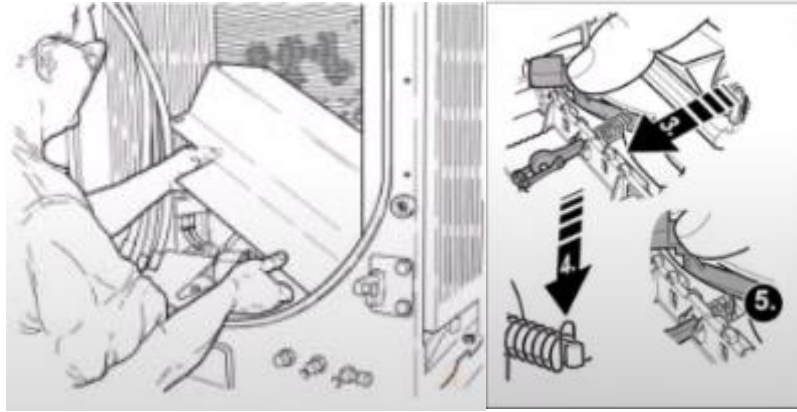


Şekil 3.11. Ürünü Üretime Hazırlama

9. Entegre Lojistik Destek (ELD) Yönetimi

Sistemin yaşam döngüsü boyunca ihtiyaç duyacağı tüm servis/destek kriterlerinin tek bir çatı altında yürütülmesi, işletiminin maliyet etkin olması ve tasarımın buna göre yönlendirilmesi çalışmalarıdır.

Sistem tasarımları, Lojistik Destek Analizleri (LDA), Hata Türü Etkileri ve Kritiklik Analizi (FMECA), Güvenilirlik ve İdame Edilebilirlik Tahminleri, Ömür Devri Maliyet Analizleri olmak üzere çeşitli ELD tekniklerini kullanarak analiz edilmelidir. Son kullanıcıya yönelik hazırlanacak Kullanıcı ve Bakım Dokümanlarının uluslararası standartlara uygu şekilde hazırlanması ve kullanıcı eğitimlerinin verilmesi de bu kapsamda değerlendirilmelidir.



Şekil 3.12. Kullanıcı Dokümanı

Ürün Yaşam Döngüsü Avantajları ve Dezavantajları

Ürün yaşam döngüsü, bir ürünün başlangıcından sona erdiği noktaya kadar geçen süreci ifade eder. Bu süreç boyunca ürün geliştirme, üretim, pazarlama, satış ve son kullanım aşamalarını kapsar. Ürün yaşam döngüsünün avantajları ve dezavantajları şu şekildedir:

Avantajlar:

- **Stratejik Planlama ve Yönetim:** Ürün yaşam döngüsü, ürünün planlanması, tasarlanması ve yönetilmesi için stratejik bir çerçeve sağlar. Ürünün farklı aşamaları önceden tahmin edilir ve yönetim kararları buna göre alınır.
- **Ürün İyileştirmesi:** Ürün yaşam döngüsü, ürünün farklı aşamalarında geri bildirimler ve verilerle iyileştirmeye olanak tanır. Bu sayede ürünün kalitesi ve performansı artırılabilir.
- **Pazarlama ve Rekabet Üstünlüğü:** Ürün yaşam döngüsü yönetimi, ürünün piyasaya çıkışından itibaren pazarlama stratejilerini belirleme ve rakiplerle rekabet edebilme fırsatı sunar.
- **Maliyet Optimizasyonu:** Ürün yaşam döngüsü boyunca maliyetlerin izlenmesi ve kontrol edilmesi, ürünün maliyet etkinliğini artırır.
- **Risk Yönetimi:** Ürün yaşam döngüsü, risklerin erken tespiti ve önlenmesini sağlar. Böylece, ürünün hata oranı azaltılabilir ve olumsuz etkiler önceden engellenebilir.

Dezavantajlar:

- **Uzun Süreç:** Ürün yaşam döngüsü, başlangıçtan nihai sona kadar uzun bir süreçtir. Bu süre boyunca piyasa koşulları, teknoloji ve müşteri talepleri değişebilir.
- **Maliyet ve Kaynak İhtiyacı:** Ürün yaşam döngüsü boyunca proje yönetimi, ürün geliştirme, üretim ve servis için büyük miktarda kaynak ve maliyet gereklidir.
- **Tahmin Zorluğu:** Pazar koşullarının belirsizliği ve değişkenliği nedeniyle ürün yaşam döngüsünün ileri aşamalarında tahmin yapmak zorlaşabilir.
- **Rekabet ve Teknolojik Değişim:** Hızla değişen teknoloji ve artan rekabet, ürünün yaşam döngüsünü etkileyebilir. Bu durum, ürünün hızla demode olmasına veya rakip ürünlerle rekabet edememesine yol açabilir.
- **Sonlandırma ve Atık Yönetimi:** Ürün yaşam döngüsünün son aşamalarında ürünün piyasadaki çekilmesi ve atık yönetimi gibi çevresel ve etik sorunlar ortaya çıkabilir.

Ürün yaşam döngüsü yönetimi, avantajları ve dezavantajları dikkate alınarak doğru bir şekilde uygulanmalı ve ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi sağlanmalıdır.



Şekil 3.14. PLM Süreci

Firmalarda belli birimler vardır ve bu birimleri belli disipline göre yöneten sistemler vardır. Bu birimlerden satış birimi Müşteri İlişkileri Yönetimi olan CRM ile yönetilmelidir. CRM’de müşteri ile yapılan görüşmeler, alınan aksiyonlar, müşteri ile ilgili bilgiler mevcuttur. Satış yapan kişiler ile müşteriler arasında CRM üzerinden iletişim sağlanır. Hizmetler, satışlar, geçmişe dair tüm bilgiler CRM’de depolanır.

Kurumsal Kaynak Planlaması anlamına gelen ERP, üretim öncesinde, üretim esnasında ve servis sürecinde ilgili kaynak planlaması sürecine girer. ERP modülleri finans yönetimi, insan kaynakları, malzeme stok yönetimi gibi disiplinleri barındırır. ERP birimler arasındaki iletişimi sağlar. ERP’nin alt kırılımı olan Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP) ürünün tüm hammadde, alt parça vs. temin edilmesini ve zamanında üretime sunulmasını sağlar.

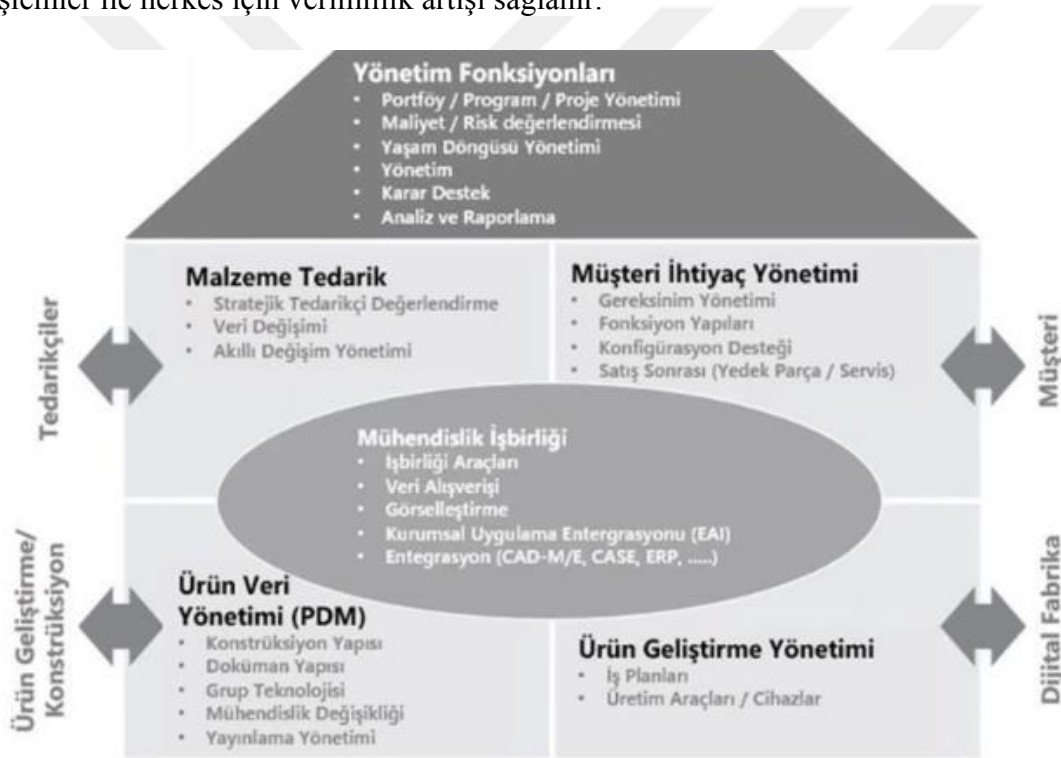
Üretim Yönetim Sistemi olan MES, üretim sahasından anlık veriler toplar. ERP ile çift yönlü şekilde iletişime geçer. Veriler, üretim sahasındaki makine ve tezgahlara tanımlanan PLC sistemi ve sensörlerle otomatik alınır. ERP’de oluşturulan iş emirlerini tezgahlara otomatik iletilir. Yani çevrimiçi entegre edilen bilgisayar destekli sistemdir.

CRM, PDM, ERP birbiri ile ilişkileri olan sistemlerdir. Birbirinin yerine geçmezler, entegre şekilde çalışırlar. Tüm bu disiplinleri yöneten süreç PLM’dir. Ürün bilgileri, süreç yönetimi ve işletme entegrasyonunu sağlar. Yani hammadde girişi, ürünün müşteriye teslimi, ürünün kullanımı, ürünün kullanımdan kalkması ve hurdaya

ayrılmasına kadarki süreci kapsar. Ürünün ürün yaşam döngüsünü tamamladıktan sonra çevreye zarar verilmeyecek şekilde alınması, depolanması ve bertaraf edilmesi süreçlerini kapsar.

PLM, iş birimleri arasında Ürün Yaşam Döngüsü boyunca otomatik işbirliği sağlayan bir sistemdir. Her birimde veriler çıkmaktadır. Onay süreçleri, mühendislik değişiklik taleplerinin diğer birimlere aktarılması, raporların ortaya çıkması vs. firmanın iş yapısına göre özelleştirilmelidir.

PLM, ilk konseptten mühendislik ve üretime, hizmetlere kadar ürün yaşam döngüsünü baştan sona yönetir. Şeffaflık ve izlenebilirlik sağlamak için insanları, verileri, süreçleri ve sistemleri birbirine bağlar. Kullanım kolaylığı ve otomatikleştirilmiş işlemler ile herkes için verimlilik artışı sağlanır.



Şekil 3.15. PLM Platformunun Bileşenleri

PLM, malzeme tedarigi, müşteri ihtiyaç yönetimi, ürün veri yönetimi, ürün geliştirme yönetimi süreçlerini yönetir. ERP ise talep ve sipariş üzerine kurgulanmıştır. Talep gelir, sipariş oluşturulur ve üretilir. Hangi malzemeden ne kadar, kaç tane insana, kaç tane ekipmana ihtiyaç olduğunun kurgusunu yapar. Analizler, raporlama, proje yönetimi süreçleri devreye girdiğinden PLM olur.

PLM, karmaşık ürünlerin tasarımı ve yapımı sırasında ortaya çıkan büyük veri miktarını etkin bir şekilde yönetmek ve süreçleri koordine etmek için kritik bir rol oynar. PLM, birçok bileşeni içeren geniş bir kapsama sahiptir ve altı ana başlık altında toplanabilir:

a) Veri tabanı, indeksleme araçları ve doküman yönetimi: Bu bölüm, ürün yaşam döngüsü boyunca oluşan verilerin yönetimini içerir. Ürünle ilgili tüm belgeler, çizimler, teknik şartnameler ve diğer veriler veri tabanlarında toplanır ve indekslenir, böylece kolayca erişilebilir hale gelir.

b) Modelleme ve Analiz araçları: Ürünün 3D tasarımı ve analizlerinde kullanılan tüm yazılımları içerir. Bu araçlar, ürünün sanal prototiplerinin oluşturulmasına, performans analizlerinin yapılmasına ve tasarım iyileştirmelerinin gerçekleştirilmesine yardımcı olur.

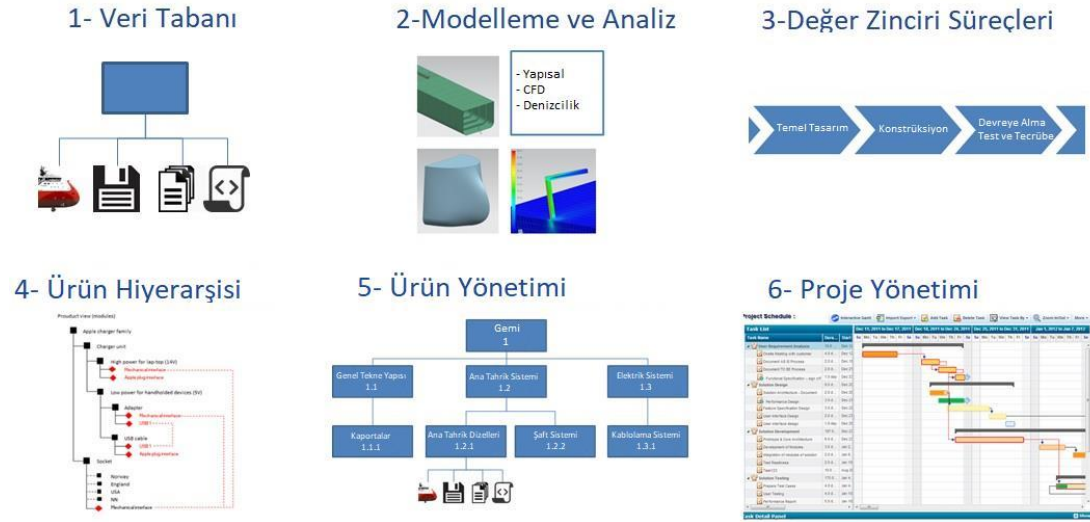
c) Değer Zinciri Süreçleri: Bu bölüm, ürünün yaşam döngüsü boyunca süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesini içerir. Üretim, lojistik, satış, servis ve geri dönüşüm gibi tüm değer zinciri süreçleri bu kategoride yer alır.

d) Ürün Hiyerarşi Yönetimi: Karmaşık ürünlerin birçok bileşenini ve alt sistemlerini yönetmek için kullanılır. Tüm gemi sistemleri ve bileşenleri sınıflandırılır ve hiyerarşik bir yapı içinde düzenlenir.

e) Ürün Yönetimi: Her bileşenle ilgili tüm bilgilerin yönetilmesini içerir. Bu, bileşen özelliklerini, tedarikçi bilgilerini, üretim süreçlerini ve diğer detayları içerir.

f) Proje Yönetimi: Tüm gemi yaşam döngüsüne bağlayıcı süreçlerin yönetimiyle ilgilidir. Proje yönetimi, ürünün tüm aşamalarını planlama, izleme ve yönetmeyi içerir.

PLM, bu alt başlıklar altında tüm süreç ve verileri tek bir entegre çatı altında birleştirerek şirketlere daha verimli, etkili ve rekabetçi bir ürün geliştirme ve üretim süreci sunar.

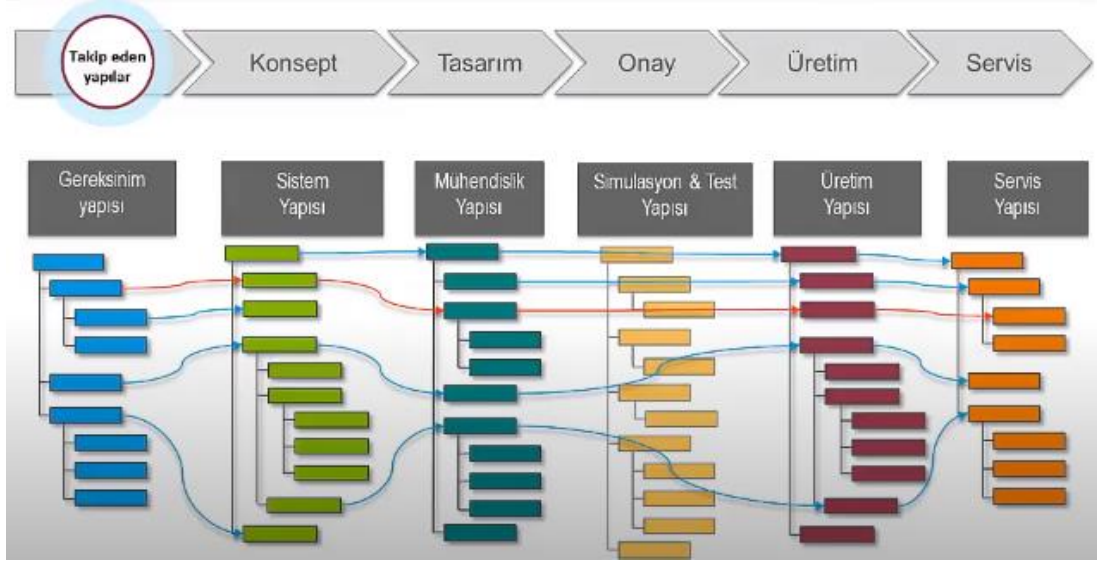


Şekil 3.16. PLM Bileşenleri

Bir üretim odaklı şirket için, ürünlerin geliştirilmesi ve kullanım şekillerinin iyileştirilmesi büyük önem taşır. PLM, şirketlerin ürünlerinin kalitesini, performansını ve maliyet etkinliğini artırmak için verimli bir yol sunar. Ürün geliştirme süreçlerini entegre bir şekilde yöneterek, tasarım, mühendislik, üretim ve servis aşamalarında verimliliği artırır ve hataları azaltır.

PLM'nin önemi ve faydası, şirketin gelirlerini elde ettiği ürüne odaklanması ve ürünün tüm ömrü boyunca yaşayacağı süreçleri kontrol etmesinden gelir. Ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca bilgi ve veri paylaşımını kolaylaştırarak, şirketlerin ürünlerini daha hızlı geliştirmesine, müşteri ihtiyaçlarına daha iyi uyum sağlamasına ve pazarda rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olur.

Bir ürün tasarlanmadan önce gereksinimlere bağlı ana sistem yapısı ortaya çıkmaktadır. Bu sistem yapısı biraz değiştirilerek mühendislik yapısına; bazı testler ve simülasyonlar sonrası tekrar değiştirilerek üretim yapısına ve en son servis yapısına göre değişir. Şekil 7'de görülen bu farklı tasarımlar aynı ürünü ifade etmektedir.



Şekil 3.17. Yapılar Arasındaki Bağlantılar

3.2. PDM Kavramı

Ürün Veri Yönetimi PDM (Product Data Management), başlangıçta teknik departmanlar ve bilgisayar destekli tasarım süreçlerinde oluşturulan dosyaların depolanması ve erişim desteği ile sınırlıydı. Ana amacı, tasarım mühendislerinin zamandan tasarruf etmesine ve ürünleri üretim aşamasına daha hızlı ulaştırmasına yardımcı olmaktı. PDM, çizimlerin depolanması ve çizimlerdeki değişikliklerin işlenmesini kolaylaştırarak tasarım mühendislerine hizmet etti.

Ancak zamanla PDM sistemi, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca tüm bilgilerin yönetimi için bir araç haline geldi. Yani, sadece çizimlerin depolanması ve yönetimi değil, aynı zamanda ürünle ilgili tüm verilerin ve dokümanların (örneğin, teknik spesifikasyonlar, malzeme bilgileri, test sonuçları, üretim süreçleri vb.) yönetilmesi sağlandı. Bu nedenle, PDM daha kapsamlı bir ürün veri yönetimi aracı olarak gelişti.

Daha sonra, PDM'nin sınırlarını aşan bir kavram olan PLM (Product Lifecycle Management - Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi) ortaya çıktı. PLM, ürünün doğumundan ölümüne kadar tüm yaşam döngüsü boyunca bilgilerin entegre ve sistemli bir şekilde yönetilmesini kapsayan bir yönetim yaklaşımıdır. PLM, sadece tasarım sürecini değil, ürünün geliştirilmesi, üretimi, satışı, hizmet ve bakım aşamalarını da içeren geniş bir perspektifi kapsar. Bu sayede ürünün verimli bir şekilde geliştirilmesi, yönetilmesi ve iyileştirilmesi sağlanır.

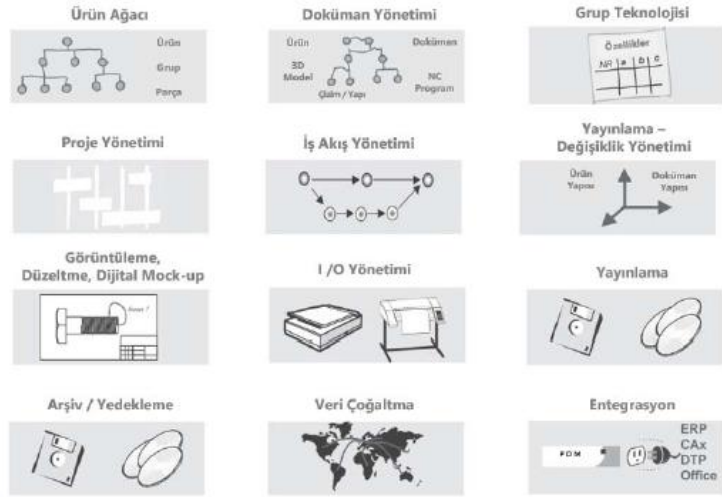
Ürün verileri, ürünün bilgilerini, ürün verilerinin yaşam döngülerini hem ürünün hem yaşam döngülerinin verilerini kapsar. Veriler sadece fiziksel ürün için tutulmaz, ürüne dönüşmeden önceki verileri ve ürün verilerinin ürünün kendisinden daha geniş bir kavram olduğunu söylenebilir.

Ürün Tanımlama Veri Yönetimi (Product Data Management - PDM), teknik ve organizasyonel olarak işletme süreçlerinin yönetimini kapsayan bir sistemdir. PDM, özellikle ürün tasarımı ve geliştirme süreçlerinde kullanılan verilerin etkin bir şekilde yönetilmesini amaçlar.

PDM, başlangıçta Mühendislik Veri Yönetimi (Engineering Data Management - EDM) olarak da adlandırılmıştır. Bu kavram, özellikle ürün tasarımında yer alan mühendislik verilerinin yönetimine odaklanıyordu. Bu veriler, ürünün fiziksel ve dijital tasarımının yanı sıra ürünün parça listeleri, teknik şartnameleri, CAD dosyaları gibi mühendislikle ilgili dokümanları içeriyordu. EDM, öncelikle ürünün teknik yönünü kapsayan bir veri yönetimi süreciydi. (Sayer S., Ülker A.,2014)

Ancak zamanla PDM kavramı daha geniş bir kapsama sahip oldu ve sadece mühendislik verilerini değil, ürünle ilgili tüm veri ve dokümanları içerecek şekilde genişletildi. Artık PDM, ürünün yaşam döngüsü boyunca tasarımından başlayarak üretim, satış, servis ve sonlandırma aşamalarına kadar olan tüm süreçleri kapsayan bir veri yönetimi sistemini ifade eder. Bu kapsamlı yaklaşım, ürünün bilgisinin farklı departmanlar arasında paylaşılmasını, işbirliğini artırmasını ve bilgi bütünlüğünü sağlamasını amaçlar.

PDM, günümüzde işletmelerde veri yönetimi, iş süreçlerinin otomasyonu ve ürün yaşam döngüsü yönetimi açısından kritik bir rol oynamaktadır. PDM sistemleri, ürün geliştirme süreçlerini daha verimli hale getirmek, hataları azaltmak, zaman tasarrufu sağlamak ve ürün kalitesini artırmak için kullanılır. Ayrıca, farklı departmanlar arasında işbirliğini kolaylaştırarak ürünün başarıyla pazara sunulmasını ve müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasını destekler.



Şekil 3.18. Ürün Veri Yönetimi

PDM (Product Data Management) ürün geliştirme süreçlerini kapsayan bir sistem olup, ürün yaşam döngüsü boyunca taleplerin alınmasından başlayarak ürünün fonksiyon tanımı, servis ve bakımı, yedek parça yönetimi ve konfigürasyon yönetimine kadar tüm faaliyetlerin yönetilmesini sağlar.

Ancak, işletmelerin ihtiyaçları ve teknolojik gelişmelerle birlikte, PDM sistemlerinin kapsamı ve yetenekleri genişlemiştir. Bu genişleme sonucunda PLM (Product Lifecycle Management) kavramı ortaya çıkmıştır. PLM, PDM'den daha kapsamlı bir yaklaşımdır ve ürünün yaşam döngüsü boyunca tüm aşamaları kapsar. Bu nedenle, PDM sisteminden PLM sistemine geçiş yapılmıştır.

PDM sistemleri, özellikle ürün verilerinin yönetimi ve kontrolü üzerinde odaklanırken, PLM daha bütüncül bir yaklaşım sunar ve ürünün tasarımından üretimine, dağıtımına, servisine ve sonlandırılmasına kadar olan süreçleri entegre bir şekilde yönetir. PLM, tüm paydaşların işbirliğini ve bilgi paylaşımını kolaylaştırır, ürünün daha hızlı bir şekilde piyasaya sürülmesini ve daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar.

PLM, farklı departmanlar arasında daha iyi iletişim ve işbirliğini teşvik ederken, PDM genellikle mühendislik ve ürün verilerine odaklanmıştır. PLM, PDM'nin ötesine geçerek, işletmenin tüm iş süreçlerini ve tedarik zincirini kapsayan daha stratejik bir yönetim yaklaşımını sunar. Bu nedenle, birçok işletme PDM sistemlerinden PLM sistemlerine geçiş yaparak daha kapsayıcı bir veri yönetimi ve iş süreçleri yönetimi modeline geçmiştir. (Sayer S., Ülker A., 2014)

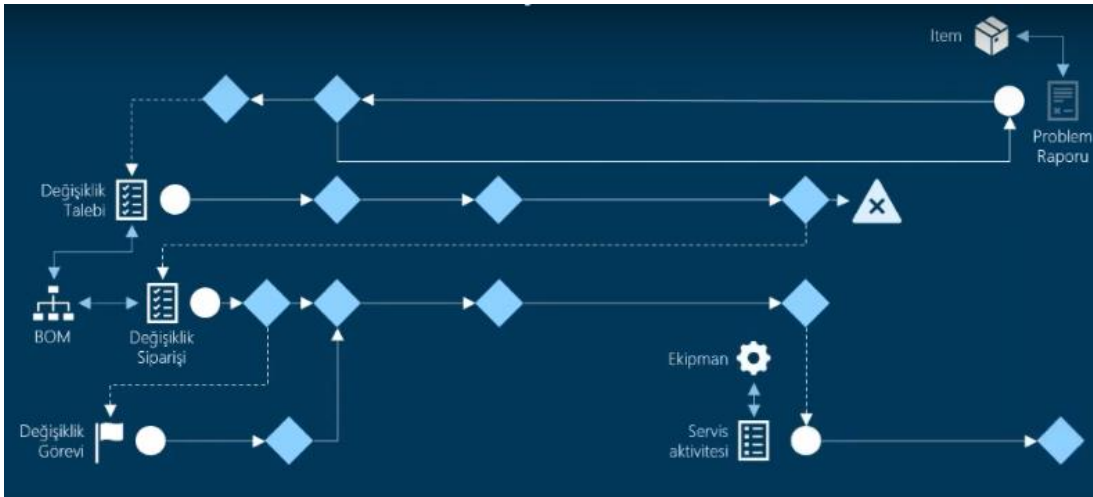
Ürün Veri Yönetimi olan PDM, mühendislik biriminin kullandığı CAD, word, excel, powerpoint, PDF gibi tüm dosyaları içerir. Mühendislik biriminin hem kendi içerisinde hem de diğer birimlerle tüm veri transferini yönettiği bir platformdur.

Ürün Veri Yönetimi PDM, mühendislik biriminin hem kendi paydaşları ile hem de diğer iş birimleri yani tedarikçi, üretim, satın alma gibi birimlere oluşturduğu dataları aktaran sistemdir.

- Eş zamanlı mühendislik kısmını destekler.
- CAD kullanıcı ara yüzündeki entegrasyon verimliliği sağlar.
- Teknik resimleri, şablonları ve kütüphaneyi yönetir.
- Tasarım kopyalarını kolay oluşturur.
- Aynı isimde parça saklanmasını önler.

Şirkette birimler sürekli birbirini ile iletişim halindedir. Datalar, raporlar, mailler, birimler arası toplantılar dataları oluşturur. Örneğin satış kısmının mühendislikteki dataya ihtiyacı olabilmektedir.

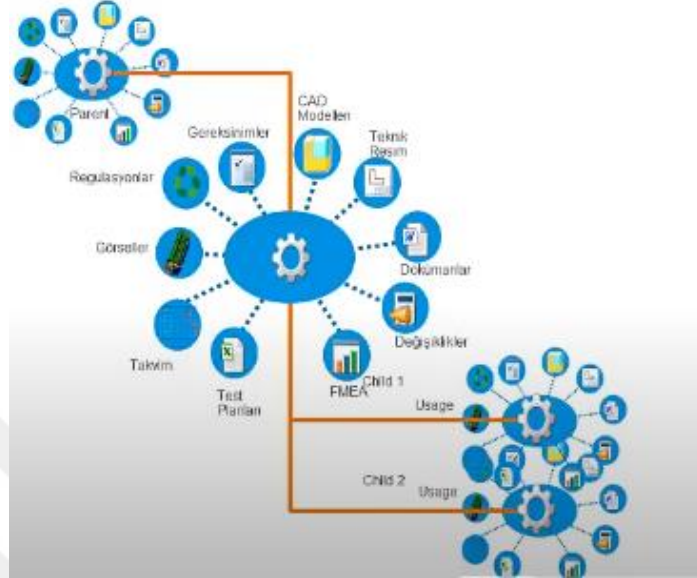
PDM, manuel ve tekrarlayan görevlerden kurtarır. Dosyayı arama, bulma, aynı isimde tekrarlayan dosya problemlerini azaltır. Dolayısıyla verimlilik artar. Kalite sorunlarının önüne geçilir.



Şekil 3.19. PDM Süreci

PLM, CAD data yönetimi ile başlamıştır. PLM'in temeli Ürün Veri Yönetimi (PDM) dir. Bir parçayı tanımlayan birçok bilgi vardır. Dokümantasyon üzerinde yapılan tüm değişikliklerin bilgisi PDM ile görülebilmektedir. PDM, verileri bir arada tutar. Ara

bir ekipman ile bu bilgiler bir arada tutulmazsa hangi CAD datasının hangi teknik resme bağı olduğunu hangi dokümantasyonun bunları ifade ettiğini bulamaz ve yanlış dokümanlarla çalışmaya devam edilebilir.



Şekil 3.20. Ürün Veri Yönetimi

Ürün yapıları;

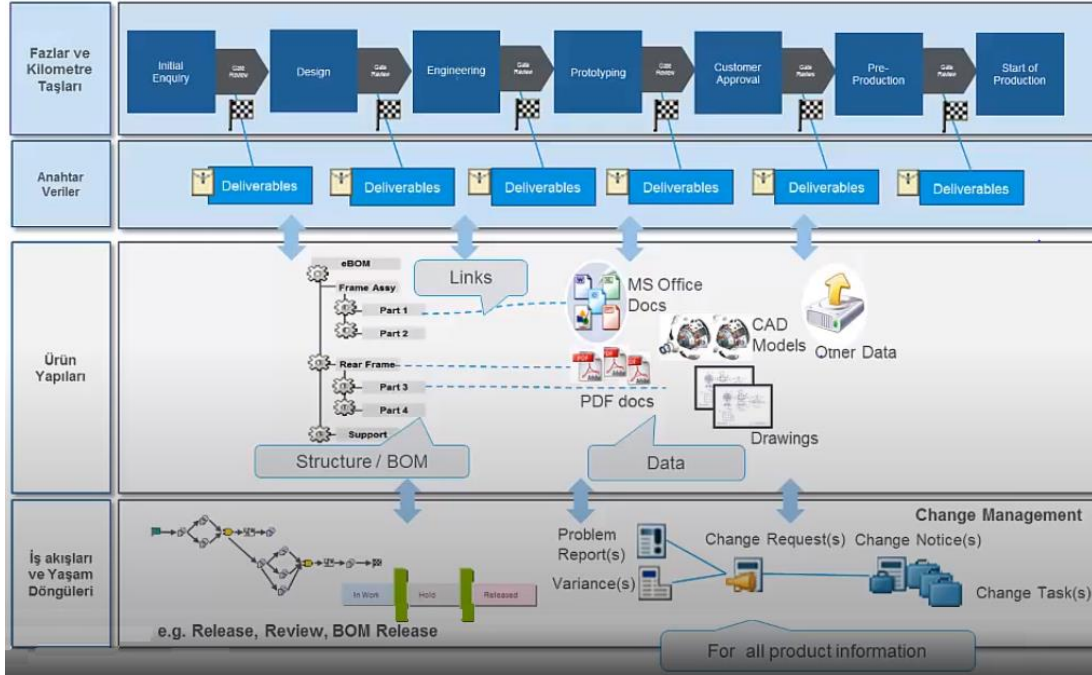
- Ürün bilgileri
- Nasıl tasarlandı
- Nasıl üretildi
- Kimler süreçlere katıldı
- Ne zaman ve neden kararlar alındı bilgilerini içermektedir.

Dijital parçalar;

- Parça
- Modeller
- Gereksinimler
- Teknik dokümantasyon
- Değişiklik bilgileri ile bağlantılıdır.

PLM ile birçok CAD datasının yönetimi sağlanabilmektedir. AutoCAD, Catia, Solidworks, NX gibi CAD dataları da bu sistemlerde kontrol edilebilmektedir. MCAD, ECAD, yazılım, dokümantasyon, mühendislik hesapları vs. ürünlere bağlanabilmektedir.

Proje yönetimi ile bir projenin kilometre taşları ve fazlarını belirleyip her bir dönemde belirli bir ürünün son noktasına eşleşme yapılabilmektedir.



Şekil 3.21. Proje Yönetimi

CAD dosyalarının birçok noktada bulunması, birçok bilgi kaynağının olması ve birçok CAD formatının olması tasarımcının yeni bir tasarım yapmak için önceki tasarımlarından faydalanmak istediğinde karşısına engel olarak çıkmaktadır.

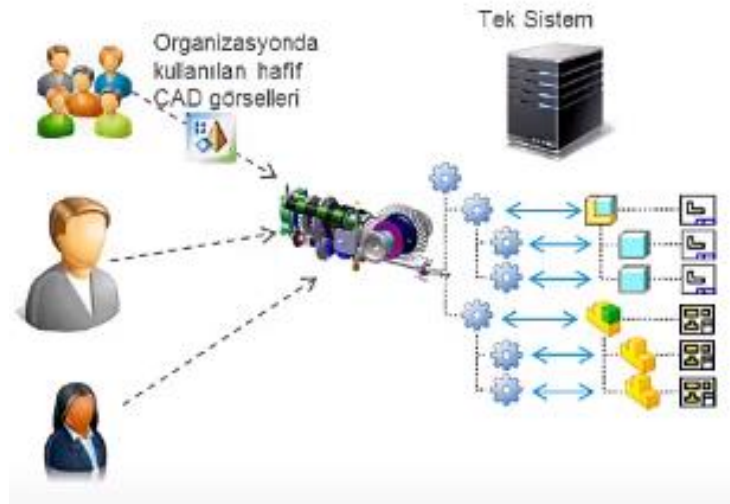


Şekil 3.22. Mekanik Data Yönetim Zorlukları

Mekanik data yönetim zorluklarının negatif etkileri;

- Üretim hataları
- Tasarım sistemlerinde çakışmalar
- Bilgi bulunması ve paylaşılması sorunları
- İş akışlarında standardizasyon sorunları

PLM sistemine geçiş yapıldığında;



Şekil 3.23. PLM Sistemine Geçiş

- Tek bir CAD data sistemi olmaktadır. Dağınık takımlar tek sistem üzerinde çalışmaktadır.
- Kontrollü tasarım ortamları oluşmaktadır. Dolayısıyla hata ve çakışmalar önlenmektedir.
- Kontrollü veri paylaşımı yapılır. Kontrollü, otomatik, tek lokasyonda ve anlık doğru bilgiler paylaşılmaktadır.

PLM sisteminin pozitif getirileri;

- Tekrarların azaltılması,
- Yeni ürün tasarımının zamanının azaltılması
- Veri arama zamanında azalma
- İş akışının kolay yönetimi

PDM Bileşenleri:

PDM bileşenleri, ürün verilerinin etkin ve güvenilir bir şekilde saklanması, yönetilmesi ve paylaşılmasını sağlar. PDM'nin temel bileşenleri şunlardır:

Veritabanı (Database): PDM sistemi, ürün verilerini depolamak ve yönetmek için bir veritabanı kullanır. Veritabanı, ürünün tasarımından üretimine ve hatta ömür boyu kullanımına kadar geçen süreçteki verileri içerir.

Versiyon Kontrolü (Version Control): PDM, ürün verilerinin farklı versiyonlarını ve revizyonlarını yönetir. Bu, kullanıcıların değişiklikleri izlemesine, geri almasına ve farklı versiyonları karşılaştırmasına olanak tanır.

Veri Yönetimi (Data Management): PDM, ürün verilerini düzenlemek, kategorilere ayırmak ve ilişkilendirmek için bir veri yönetimi sistemi sunar. Böylece, kullanıcılar verileri daha kolay bulabilir ve yönetebilir.

İzin ve Erişim Kontrolü (Permission and Access Control): PDM, kullanıcıların verilere erişimini ve yetkilerini kontrol eder. Böylece, yalnızca yetkili kullanıcılar belirli verilere ulaşabilir ve değişiklik yapabilir.

Çalışma Akışı (Workflow) Yönetimi: PDM, verilerin belirli bir süreç boyunca nasıl ilerlediğini ve onaylandığını yönetir. Bu, tasarım ve onay süreçlerini daha organize edilmiş ve izlenebilir hale getirir.

Bileşen ve Malzeme Kütüphaneleri: PDM, yaygın olarak kullanılan bileşenlerin ve malzemelerin kütüphanelerini içerebilir. Bu, tasarım aşamasında tekrar kullanılabilirlik ve standartlara uygunluk açısından faydalıdır.

İlişkilendirme ve Bağlantılar: PDM sistemi, farklı veri türleri arasında ilişki ve bağlantılar oluşturabilir. Örneğin, bir ürün bileşeni, kullanılan malzemelerle, tedarikçilerle ve üretim süreçleriyle ilişkilendirilebilir.

Sürüm Yönetimi: PDM, ürünün farklı sürümlerini yönetir ve geçmiş sürümlere erişim sağlar. Bu, eski sürümlere geri dönmeyi ve değişikliklerin izlenmesinin kolaylaştırılmasına yardımcı olur.

PDM, genellikle karmaşık ürün tasarımı ve geliştirme süreçlerini optimize etmek, veri bütünlüğünü sağlamak ve işbirliği yapmayı kolaylaştırmak amacıyla mühendislik ve üretim şirketlerinde kullanılır.

3.3. Ürün Ağacı

Ürün ağacı (Bill of Materials - BOM), bir ürünün üretiminde kullanılan bileşenlerin ve hammaddelerin tanımlandığı veya listelendiği bir dokümandır. Özellikle üretim faaliyetleri gerçekleştiren işletmelerde yaygın olarak kullanılır ve ürünün üretim sürecini yönetmek için temel bir araçtır.

Ürün ağacı, son ürünü üretmek için gerekli olan tüm parçaları, yarı mamulleri, malzemeleri ve bu bileşenlerin miktarlarını belirlemekte kullanılır. Ürünün yapı taşlarını ve bu yapı taşlarının birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren bir yapıya sahiptir. BOM, ürünün tasarımından üretimine kadar olan süreçte kullanılan temel veri kaynağıdır.

Ürün ağaçları, genellikle son üründen başlayarak aşağıya doğru, ürünü oluşturan tüm alt bileşenlerin, malzemelerin ve parçaların miktar bilgilerini, ürün isimlerini ve parça numaralarını içeren hiyerarşik bir yapıda oluşturulur. Bu sayede üretim süreci daha düzenli ve yönetilebilir hale gelir.

Ürün ağacı, aynı zamanda stok yönetimi, üretim planlaması, tedarik zinciri yönetimi gibi önemli iş süreçlerinin temelini oluşturur. Doğru ve güncel bir ürün ağacı, işletmelerin stokları yönetmesine, üretim süreçlerini planlamasına ve ürünlerin maliyetini doğru bir şekilde hesaplamasına yardımcı olur.

Ürün ağacı, bir ürünün üretim sürecini yönetmek için temel bir dokümandır. Üretim faaliyetleri gerçekleştiren işletmelerde yaygın olarak kullanılan bu doküman, ürünün yapısını, bileşenlerini ve bu bileşenlerin miktarlarını belirleyerek etkili bir üretim süreci sağlar.

Ürün ağaçları tasarım, mühendislik ve üretimle ilgili verilerin en temel bileşenlerinden biridir. Malzeme listesi ya da BOM olarak adlandırılmaktadır. Ürün ağaçları, ürünlerin tasarım aşamasında oluşturulmaya başlanır. Ürün ağaçları tek seviyeden veya geçtiği süreçlere göre birden çok seviyeden de oluşabilmektedir. (Kaya E., 2020)

Her yeni ürün için ayrı bir mamul ürün ağacı oluşturulması tasarım, konfigürasyon ve mühendislik değişiklik yönetimi süreçlerinde kompleksliği artırarak ürün ağaçlarında mükerrer parça tanımlama, benzer bileşenler arasında yanlış kodlu bileşenin seçilmesi vb. pek çok ürün ağacı hatalarına neden olabilmektedir. İşletmeler için ürün ağacı yönetimi büyük önem taşımaktadır. Üretim sürecinin temel yapı taşı olması nedeniyle ürün ağaçları üzerinde temel değişiklikler yapılabilmesi için esnek ve hızlı işlem yapılması gereklidir ve bu aksiyonlar için yardımcı destekleyiciler edinilmelidir.

Ana Ürün Ağacı, konfigüre edilebilir ürün gruplarının üretilebilmesi için gerekli olan malzeme bileşenlerini içeren yapıdır. Bu ağaç yapıları, özel bir üründe kullanılan malzemeleri ve tüm ürünlerde ortak olan malzemeleri içerir. Bu nedenle "ana" ürün ağacı adını alır.

Ana ürün ağacı, bir konfigüre edilebilir ürünün tamamen üretilmesi için gerekli olan tüm bileşenleri içeren bir ürün ağacı yapısıdır. Bu yapı içinde, üretilecek olan konfigürasyon ürünü için talep edilen tüm varyant olmayan parçalar yer alırken, aynı zamanda varyant parçalarını da içerir.

Konfigüre edilebilir ürünler, müşteri taleplerine göre farklı varyasyonlarda üretilebilen ürünlerdir. Bu tür ürünlerin üretim sürecinde, müşteri taleplerine göre değişen bileşenleri ve varyantları yönetmek önemlidir. Ana ürün ağacı, bu karmaşık yapıyı yönetmek için önemli bir araçtır ve ürünün farklı varyantları için gerekli olan bileşenleri belirlemeye yardımcı olur.

Ana ürün ağacı aynı zamanda stok yönetimi, üretim planlaması ve tedarik zinciri yönetimi gibi süreçler için de temel bir bilgi kaynağıdır. Ürünün yapı taşlarını ve bu yapı taşlarının birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren bir yapıya sahip olduğu için, üretim sürecini düzenlemek ve yönetmek için kullanılır.

Ana ürün ağacı, konfigüre edilebilir ürünlerin üretim sürecinde gereken malzeme bileşenlerini ve varyantları yönetmek için kullanılan önemli bir yapıdır. Bu ağaç yapıları, işletmelere müşteri taleplerine göre özelleştirilmiş ürünler üretme esnekliği sağlar ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirir. (Kaya E., 2020)

EBOM (Engineering Bill of Materials)

Mühendislik Malzeme Listesi (Engineering Bill of Materials - EBOM), ürünün mühendislik veya tasarım aşamasında kullanılan tüm bileşenleri içeren bir BOM'dir. Mühendisler, ürünün tasarım ve mühendislik aşamalarında EBOM'u oluşturur ve genellikle Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) veya Elektronik Tasarım Otomasyonu (EDA) gibi yardımcı araçlar kullanırlar.

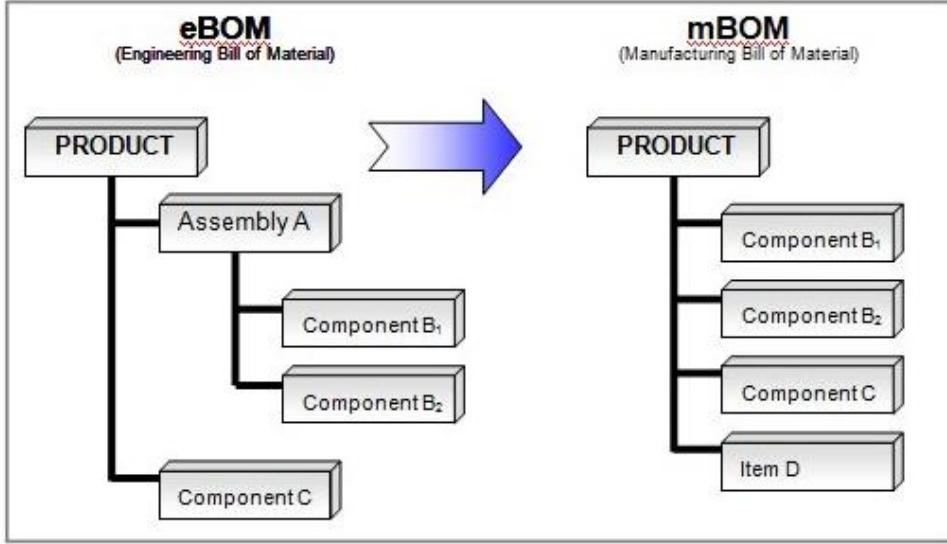
EBOM, ürünün tasarımında kullanılan tüm bileşenleri, malzemeleri ve alt sistemleri listeler. Bu liste, ürünün yapı taşlarını ve bileşenlerinin ilişkilerini gösterir. EBOM, ürünün mühendislik aşamasında kullanılan parçaların özelliklerini, ölçüleri, malzeme özelliklerini ve diğer teknik detayları içerir. Mühendisler, EBOM'u ürünün tasarımını ve mühendisliğini planlamak, analiz etmek ve yönetmek için kullanır.

MBOM (Manufacturing Bill of Materials)

Üretim Malzeme Listesi (Manufacturing Bill of Materials - MBOM) ise, ürünün üretim aşamasında kullanılan malzemeleri, bileşenleri ve montaj detaylarını içeren BOM'dir. MBOM, EBOM'a dayanarak oluşturulur, ancak mühendislik faaliyetleri sırasında ürün ağacında bulunmasına gerek olmayan materyallerden (örneğin, boya, yapıştırıcı gibi) arındırılır.

MBOM, üretim sürecinin temelini oluşturur ve ürünün fiziksel olarak nasıl üretileceği ve monte edileceği konusunda bilgi sağlar. Bu liste, işçilik maliyetlerini, üretim süreçlerini ve malzeme gereksinimlerini yönetmek için kullanılır. MBOM, üretim planlaması, stok yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi gibi süreçler için önemli bir rol oynar.

EBOM-MBOM Süreci: EBOM ürünün mühendislik ve tasarım aşamalarında kullanılan tüm bileşenleri içeren BOM iken, MBOM üretim aşamasında kullanılan malzemeleri ve montaj detaylarını içeren BOM'dur. Bu iki liste, ürünün farklı aşamalarında farklı amaçlar için kullanılır ve işletmelerin ürün geliştirme ve üretim süreçlerini yönetmelerine yardımcı olur.



Şekil 3.24. EBOM-MBOM

SBOM (Software Bill of Materials)

Yazılım Malzeme Listesi olan SBOM, yazılım güvenliği ve yazılım tedarik zinciri risk yönetiminde önemli bir yapı taşıdır. SBOM, yazılım bileşenlerini oluşturan bileşenlerin bir listesi olan iç içe geçmiş bir envanterdir. Üreticiler, bir ürünü yapmak için kullanılan parçaları takip etmek için BOM'ları kullanır. Belirli bir parçada kusurlar bulunursa, bir ürün reçetesi o parçanın bulunmasını ve sorunu çözmeyi kolaylaştırır. SBOM, aynı konsepti yazılım geliştirmeye genişleterek, yazılım kullanıcılarının ve satıcılarının hangi bileşenlerin sorunlu olduğunu bilmesini ve bunları düzeltmesini sağlar.

3.4. Varyant Yönetimi ve Konfigürasyon

Teknolojik birikimin ve rekabetin artması, pazarın müşteriler tarafından yönetilmesine neden olmaktadır. Günümüzde müşteriler sadece fonksiyonel ihtiyaçlarını karşılayacak bir ürün değil, aynı zamanda beklentilerine göre uyarlanmış ürünleri talep etmektedir.

Aynı kategorideki ürün gruplarının çeşitliliğini oluşturan, modellerin değişken yapılarını mevcut ürünlere dayalı yeni tasarımlar ile sağlandığı ürün ve ürün ailesine varyant denir. Bu ürünlerin sistematik bir şekilde yönetilmesi ise varyant yönetimidir.

Varyant yönetimi işletmelerde sadece Ar-Ge ve tasarım kısmı değil; satın alma, planlama, üretim yönetimi, pazarlama ve finans gibi birçok farklı bölümünü

ilgilendirmektedir. Bu nedenle varyant yönetimini verimli bir şekilde uygulayabilmek için ürünün bütün yaşam döngüsüne hakim olmak gereklidir.

Varyant yönetimini PLM sistemleriyle birlikte gerçekleştirmenin en önemli avantajlarından biri yaratılan model, varyant ve konfigürasyonların ürün yaşam döngüsü mantığı ile yönetilmesidir. Bu sayede geriye dönük tüm revizyonların izlenebilirliği mümkündür ve yapılan revizyonlar sistem üzerinden yönetilebilmektedir.

Konfigürasyon (Yapılandırma), mevcut olan veya tasarlanan bir ürünün, teknik dokümanlarda tanımlanan ve daha sonra ulaşılması amaçlanan fonksiyonel ve fiziksel karakteristiğidir. Konfigürasyon Yönetimi (KY) ise ürün veya sistemin yaşam döngüsü boyunca hem fiziksel hem de fonksiyonel yapılandırmaların izlenmesi ve kontrol edilmesi sürecidir.

ISO 10007, Konfigürasyon Yönetimi Sistemi standardı olarak adlandırılır ve bir ürünün fiziksel ve fonksiyonel tanımını ifade eder. Bu standardın uygulamaları ilk olarak savunma ve uzay sektörlerinde görülmüş, daha sonra diğer sektörlerle yayılmıştır. Konfigürasyon Yönetimi (KY), ürünün yaşam döngüsü boyunca hem fiziksel hem de fonksiyonel konfigürasyonunun izlenmesi ve kontrol edilmesi anlamına gelir.

KY, ürünün geliştirme, üretim ve destek yaşam süreçlerine tekniksel ve yönetsel yönler uygulayarak kalite yönetimi altındaki bütün unsurları kapsar. Bu yönetim disiplini, eforun tekrarını önlemeye, planlanan etkinlikleri kontrol altında tutmaya ve gerektiğinde proje yönetimine tam ve doğru bilgi sağlamaya odaklanır.

Konfigürasyon Yönetimi, bir ürünün yaşam döngüsü boyunca tüm veri ve değişiklikleri kaydettiği için ürünün yeniden yapılanması sürecini en aza indirir. Ürünle ilgili tüm bilgilerin doğru ve eksiksiz bir şekilde kaydedilmesi, ürünün tasarım değişikliklerinin ve güncellemelerin kontrol altında tutulmasını sağlar. Bu da ürünün geliştirilme ve üretim süreçlerinde verimliliği artırır ve olası hataları ve tekrarları önler.

ISO 10007 standardı, bir organizasyonun Konfigürasyon Yönetimi uygulamalarını standardize etmek ve kaliteyi iyileştirmek için rehberlik sağlar. KY, ürünlerin ve projelerin başarılı bir şekilde yönetilmesine ve müşteri gereksinimlerine uygun

ürünlerin sağlanmasına yardımcı olur. Ayrıca, sürekli iyileştirme çabalarını destekleyerek organizasyonun rekabet gücünü artırmaya yardımcı olur.

Konfigürasyon Yönetimi, ürünün yaşam döngüsü boyunca fiziksel ve fonksiyonel konfigürasyonunun izlenmesi ve kontrol edilmesini sağlayan bir yönetim disiplindir. ISO 10007, bu alanda uygulanacak en iyi uygulamaları belirleyerek organizasyonlara rehberlik eder ve ürün kalitesini artırmak için etkili bir araç sağlar. (Dalgıç A., 2017)

Konfigürasyon Yönetimi, bir ürünün ihtiyacının ilk tespitinden başlayarak, proje kapanışına veya ürünün tamamen yaşam süresini tamamlayıncaya kadar devam eden bir süreçtir. Bu süreç, ürünün yapısını, özelliklerini ve değişikliklerini doküman eder ve ürünün fiziksel ve fonksiyonel şartlarının elde edilme durumunu ve yaşam döngüsünün tüm aşamalarında doğru bilgilere ulaşma imkanı sağlar.

Konfigürasyon Yönetimi, ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca yapılandırılmasını izler ve belgeler. Ürünün tasarımı ve özellikleri, değişiklikleri ve güncellemeleri, onaylanmış revizyonları ve diğer ilgili bilgileri içeren bir konfigürasyon tabanı oluşturur. Bu taban, ürünün yapısını ve bileşenlerini anlamak, değişiklikleri takip etmek ve ürünün her aşamasında doğru bilgilere erişmek için önemli bir kaynaktır.

Konfigürasyon Yönetimi, aynı zamanda ürünün izlenebilirliğini sağlar. Ürünün her aşamasında hangi bileşenlerin kullanıldığı, hangi değişikliklerin yapıldığı ve hangi revizyonların onaylandığı gibi bilgilere erişim sağlayarak izlenebilirlik ve takip edilebilirlik sağlar.

Bu süreç aynı zamanda proje yönetimine de önemli katkılar sağlar. Proje yöneticilerine, proje ilerlemesi ve ürünün durumu hakkında doğru ve güncel bilgileri sunar. Bu da proje yönetiminin daha etkin ve verimli olmasını sağlar.

Konfigürasyon Yönetimi, ürünün ihtiyaçlarının belirlenmesinden, tasarım ve geliştirme aşamalarına, üretim ve işletmeye geçiş süreçlerine ve ürünün tamamlayıcı yaşam döngüsü boyunca sürekli olarak önemli bir rol oynar. Doğru ve eksiksiz konfigürasyon yönetimi, ürünün başarılı bir şekilde geliştirilmesini ve yönetilmesini sağlar ve ürünün kalitesini ve izlenebilirliğini artırır.



Şekil 3.25. Konfigürasyon Yönetim Süreci

Konfigürasyon Yönetimi sürecinin önemli bileşenlerini ve aşamalarını tanımlamaktadır.

Konfigürasyon Tanımlama: Bu aşamada, bir ürünün konfigürasyonu tanımlanır ve doğrulanır. Ürün ve belgeler, konfigürasyon yönetimi için gerekli olan bilgilerle etiketlenir ve markalanır. Değişikliklerin yönetimi ve ürünün hesap verilebilirliği için temel bir yapı oluşturulur. Bu aşama, ürünün tasarım ve geliştirme süreçlerinin etkili bir şekilde izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar.

Konfigürasyon Durum Değerlendirmesi: Bu aşamada, ürün ve ürün bilgilerinin etkili bir şekilde yönetilebilmesi için gerekli konfigürasyon bilgileri elde edilir, saklanır ve bu bilgilere erişilir. Ürünün mevcut durumu, bileşenleri, revizyonları ve diğer önemli detayları içeren bir konfigürasyon tabanı oluşturulur. Bu taban, ürünün farklı aşamalarında doğru ve güncel bilgilerin elde edilmesini sağlar.

Konfigürasyon Doğrulama, Geçerli Kılma ve Denetleme: Bu aşamada, konfigürasyon belgelerinde tanımlanan başarımlar ve işlev gerekliliklerinin karşılandığı doğrulanır. Ürünün tasarım ve geliştirme aşamalarında belirlenen spesifikasyonlar ve gereksinimlerin takip edilmesi ve uygunluğunun kontrol edilmesi önemlidir. Bu süreç, ürünün kalite standartlarını karşıladığından ve müşteri taleplerine uygun olduğundan emin olmak için yapılır.

Değişiklik Yönetimi: Belgelenmiş ve talep edilmiş her değişikliğin proje yönetimi takımı içinden veya müşteriyi temsil eden dış bir örgüt tarafından kabul veya reddedilmesi gerekmektedir. Bu aşama, ürünün tasarımında ve üretiminde yapılan değişikliklerin etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar ve gereksiz tekrarları önler.

Konfigürasyon Yönetimi, bir ürünün yaşam döngüsü boyunca sürekli olarak uygulanması gereken bir yönetim disiplini. Doğru konfigürasyon yönetimi, ürünün doğru ve eksiksiz bir şekilde tanımlanmasını, izlenmesini ve kontrol edilmesini sağlar ve ürünün kalitesini ve güvenilirliğini artırır. (Dalgıç A., 2017)

Varyant konfigürasyon ürün özelliklerine müşterinin karar verdiği kompleks ürünler üreten üretimlerde kullanılan bir ürün yönetim uygulamasıdır. Varyant konfigürasyon yönetiminde amaç müşteri taleplerine en hızlı şekilde cevap verebilmektir. Burada varyant konfigürasyon bir ürünün her bir varyantı için ayrı bir ürün yapısı oluşturmaya ihtiyaç duymaz. Genellikle bir firma varyant konfigürasyonu tanımak istediğinde bir iş sürecinin ötesinde bu uygulamanın yeniden mühendislik projesi yapılmasına kadar gidilmesi gereken bir süreç olduğunu görür. Varyant konfigürasyon prosesleri tanımlanmış olan ürün yapılarının yeniden yapılandırılmasını bir fırsat olarak sunar. (Karayazı F., 2015)

Konfigürasyon Yönetimi, bir ürünün ömür döngüsü boyunca performans, fonksiyonel ve fiziksel karakteristiklerinin, ürüne ait gereksinimlerle tasarimsal ve operasyonel verilere uygunluğunun tesis edilmesi ve korunması için uygulanan bir yönetim faaliyetidir. Bu süreç, ürünün doğru ve eksiksiz bir şekilde tanımlandığından emin olmak, değişikliklerin izlenmesini ve yönetilmesini sağlamak, belgelere erişilebilirliği sağlamak ve ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca istenilen kalite, performans ve güvenilirlik seviyelerinin korunmasını sağlamak için önemlidir. (Kara N., 2015)

4. DİJİTAL DÖNÜŞÜMÜN BASINÇLI KAPLARIN TASARIMINDA ÖNEMİ

4.1. Endüstri Uygulamaları

Teknolojinin gelişmesi, insanlığın yaşam tarzını, ekonomiyi ve üretim biçimlerini kökten değiştirmiştir. Bu değişimler, tarih boyunca farklı dönemlerde gerçekleşmiştir ve insanların yaşamını derinden etkilemiştir. Bu dönemlerin hepsi, insanlığın üretim, iletişim, yaşam tarzı ve ekonomi üzerindeki etkilemiştir. Teknolojinin gelişimi, insanların iş yapma biçimlerini ve hayatlarını temelden değiştirerek yeni fırsatlar ve zorluklar yaratmıştır.

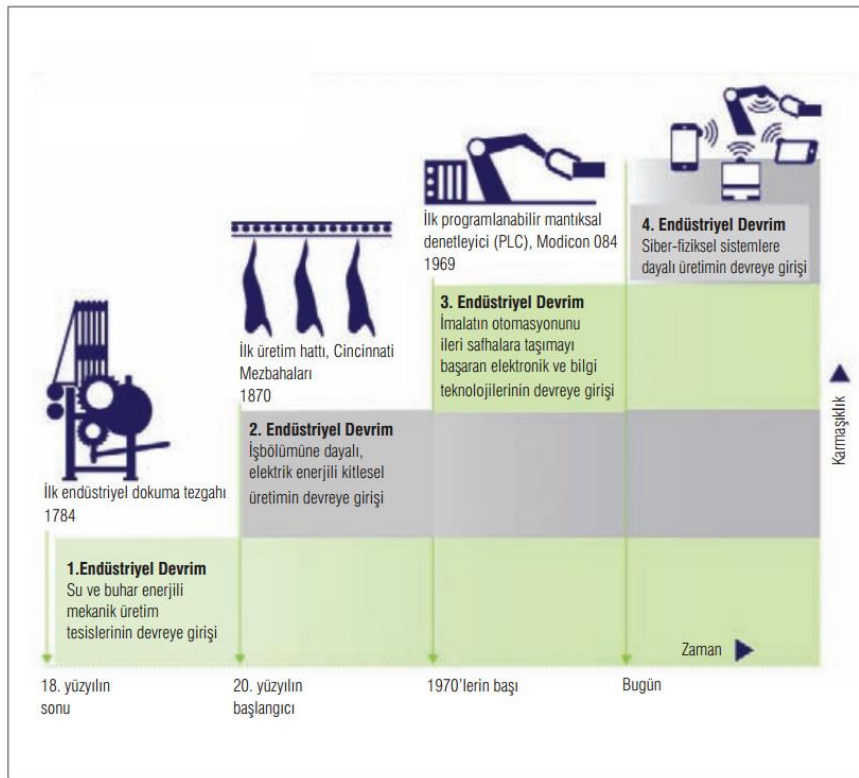
Teknoloji, zaman içinde hızla değişen ve evrilen bir kavramdır. Geçmişte teknolojiyi yalnızca bilgisayarlar veya dijital cihazlarla sınırlı düşünmek, aslında teknolojinin geniş yelpazesini kavramamıza engel olabilir. Teknoloji, insanın çevresini değiştiren, yaşamını kolaylaştıran ve etkileyen her türlü araç, yöntem ve süreçleri içerir.

50-100 yıl sonrasını düşündüğümüzde, şu anki anlayışımızın ötesinde teknolojik gelişmelerin bizi nelerin beklediğini tahmin etmek oldukça zordur. Ancak kuşkusuz, yeni keşifler, daha verimli iş modelleri, iletişim şekillerinin değişimi ve belki de şu an bile hayal edemeyeceğimiz teknolojiler bizi bekliyor olacaktır.

Endüstri Devrimi ve teknolojik gelişmelerin toplumlar üzerindeki etkisini büyük ölçüde belirleyen önemli unsurlardır. Toplumun sosyal ve ekonomik yapısı, Endüstri Devrimi'nin gerçekleşme hızını ve etkisini etkileyebilir. Daha gelişmiş ekonomilere sahip toplumlar, genellikle yeni teknolojilere daha hızlı adapte olabilir ve bu teknolojileri daha geniş bir ölçekte benimseyebilir. Toplumun mevcut teknolojilere ne kadar hızlı bir şekilde adapte olduğu, yeni teknolojilerin benimsenme hızını etkiler. Teknoloji entegrasyonu ve yenilikçilik yetenekleri yüksek toplumlar, yeni teknolojilere daha hızlı geçiş yapabilirler. Ürünlere erişilebilirlik, tüketici talebi ve pazar büyüklüğü ile bağlantılıdır. Daha geniş bir pazara ve tüketici tabanına sahip toplumlar, yeni ürün ve hizmetleri daha hızlı benimseyebilirler. Toplumun Ar-Ge (Araştırma ve Geliştirme) kapasitesi, yeni teknolojileri üretme ve mevcut teknolojileri

geliştirme yeteneğini belirler. Bu kapasite yüksek toplumlar, kendi teknolojilerini yaratma ve yayma konusunda avantaj sahibi olabilirler. Teknolojik gelişmelerin benimsenmesi ve kullanılması, toplumun eğitim seviyesi ve yetenekleriyle yakından ilişkilidir. Eğitimli bir işgücü, yeni teknolojilere uyum sağlamak ve bu teknolojileri etkin bir şekilde kullanmak açısından daha avantajlıdır. Gelişmiş altyapı, üretim süreçlerini ve iletişimi destekleyebilir. İyi geliştirilmiş altyapı ve yeterli kaynaklar, yeni teknolojilerin uygulanmasını kolaylaştırır. İyi yönetilen toplumlar, değişiklikleri hızla uygulama ve yeni iş modellerini benimseme kapasitesine sahiptir. Esnek ve inovasyona açık iş modelleri, Endüstri Devrimi'ne uyum sağlamayı kolaylaştırabilir.

Bu faktörler birbirleriyle etkileşim halindedir ve Endüstri Devrimi gibi büyük değişimler, toplumların bu faktörleri nasıl bir araya getirdiğine bağlı olarak farklı hızlarda gerçekleşebilir. Her toplumun kendi koşullarına ve kaynaklara göre adaptasyon süreci farklılık gösterebilir.



Şekil 4.1. Endüstrinin Tarihsel Gelişimi

i. Endüstri 1.0

Endüstri 1.0, sanayi devrimlerinin başlangıcını temsil eden ve insanlığın endüstriyel üretim süreçlerindeki büyük değişiklikleri ifade eden bir dönemdir. Bu dönemde

mekanik üretim yöntemleri, el işçiliği ve doğal güçlerin kullanımına kıyasla büyük bir atılım yaşanmıştır.

Buhar Gücü ve Mekanizasyon: James Watt tarafından geliştirilen buhar motoru, bu dönemin en önemli teknolojik yeniliğiydi. Bu motorlar, kömür yakarak buhar üreterek mekanik gücü üretebiliyordu. Bu sayede insan gücü ve hayvan gücüne dayalı üretim yöntemleri yerine makinelerin kullanılması yaygınlaştı.

Kömürün Rolü: Kömürün buhar motorları için yakıt olarak kullanılabilirliği, sanayileşmenin büyümesinde kritik bir faktördü. Kömür, enerji kaynağı olarak bol miktarda bulunduğu için fabrikalar ve makineler için güç sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanıldı.

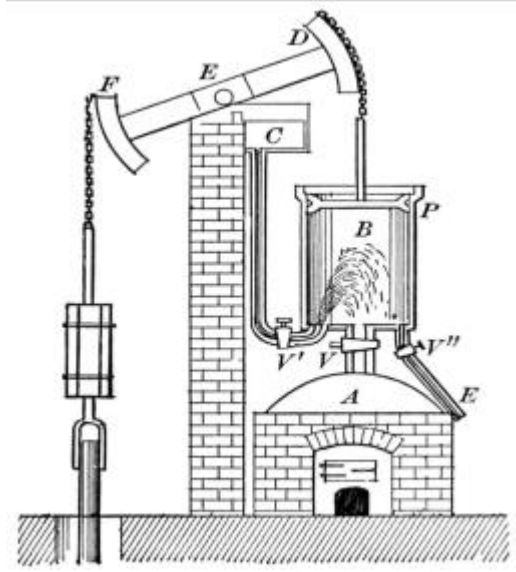
Mekanizasyon ve Üretim Artışı: Endüstri 1.0 ile birlikte üretim süreçlerinin mekanizasyonu hız kazandı. Mekanik makinelerin kullanımı, üretim hızını ve kapasitesini artırdı. Bu da daha fazla mal ve ürünün daha hızlı bir şekilde üretilmesi anlamına geliyordu.

Taşımacılık ve İletişim: Demiryollarının ve telegrafın gelişimi, mal taşıma ve iletişim süreçlerini büyük ölçüde kolaylaştırdı. Ürünler artık daha hızlı ve daha uzak pazarlara taşınabilir hale geldi. Bu da ticaretin ve ekonominin genişlemesine katkı sağladı.

Toplu Üretim ve Fabrikalar: Mekanizasyon sayesinde toplu üretim ve fabrika sistemi yaygınlaştı. İşçiler artık fabrikalarda bant üretimi gibi yöntemlerle daha verimli bir şekilde üretim yapmaya başladı.

İş Gücü ve Sosyal Değişim: Kırsal alanlardan kentlere doğru göç, iş fırsatları ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelere olan talebi artırdı. Bu dönemde büyük şehirler hızla büyüdü ve sosyal dokuda değişiklikler meydana geldi.

Endüstri 1.0, modern endüstriyel toplumun temellerinin atıldığı bir dönem olarak görülmektedir. Mekanik üretim yöntemleri, enerji kaynaklarının verimli kullanımı ve üretim süreçlerinin ölçeklendirilmesi, sonraki sanayi devrimlerine zemin hazırladı.



Şekil 4.2. James Watt'ın geliştirmiş olduğu ilk buhar makinesi

ii. Endüstri 2.0

İkinci Sanayi Devrimi (Sanayi 2.0), teknolojiadaki ilerlemelerin ve üretim süreçlerinin daha fazla otomasyona ve elektrifikasyona dayandığı bir dönemi temsil eder.

Elektrifikasyon: Bu dönemde elektrik enerjisi kullanımı büyük ölçüde arttı. Elektrik, buhar gücünün yerini almaya başladı ve üretim süreçlerinde daha esnek ve verimli bir enerji kaynağı haline geldi. Elektrik enerjisi sayesinde fabrikalar daha verimli bir şekilde çalışabilir hale geldi.

Otomasyon ve Makineleşme: Sanayi 2.0, üretimde otomasyonun daha fazla kullanıldığı bir dönemdir. Mekanik üretim yöntemleri ve makineler daha sofistike hale geldi, üretim süreçleri daha az insan gücüne ihtiyaç duyacak şekilde tasarlandı.

Ulaşım ve İletişim İlerlemeleri: Bu dönemde ulaşım araçları (uçaklar, arabalar, gemiler) daha gelişti ve daha geniş kitlelere ulaşabilir hale geldi. Aynı şekilde iletişim teknolojileri de büyük adımlar attı; telefonlar, telgraflar ve radyolar toplumların daha hızlı ve etkili iletişim kurmasını sağladı.

Endüstriyel Büyüme ve Hızlı Üretim: İkinci Sanayi Devrimi, ağır sanayinin yaygınlaştığı bir dönemdi. Demir ve çelik üretimi gibi temel hammaddelerin kullanımı arttı. Bu durum, üretim kapasitesinin büyümesini ve daha fazla ürünün daha hızlı bir şekilde üretilmesini sağladı.

İş Yönetimi ve Organizasyon: İkinci Sanayi Devrimi ile birlikte iş yönetimi ve organizasyonu daha fazla önem kazandı. Büyük ölçekli üretim, daha sistematik ve verimli iş yönetimi prensiplerini gerektiriyordu.

Küreselleşme ve Ticaret: İkinci Sanayi Devrimi, ürünlerin daha hızlı ve uzak pazarlara ulaşmasını sağladı. Daha hızlı ve etkili üretim yöntemleri, uluslararası ticaretin büyümesine katkı sağladı.

Endüstri 2.0, modern endüstriyel toplumun temellerinin daha da derinleştiği bir dönem olarak görülmektedir. Teknolojik ilerlemeler, endüstriyel kapasitenin artması, ulaşım ve iletişimdeki gelişmeler, bu dönemin karakteristik özelliklerini oluşturmuştur.



Şekil 4.3. Otomobil Üretimi

iii. Endüstri 3.0

Endüstri 3.0, bilgisayar teknolojilerinin ve dijitalleşmenin üretim süreçlerine entegre edildiği bir dönemi ifade eder. Bu dönemde otomasyon, veri analizi ve dijital teknolojilerin kullanımı, üretimde büyük dönüşümleri sağladı.

Dijitalleşme ve Otomasyon: Bilgisayarlar, sensörler ve diğer dijital teknolojiler, üretim süreçlerinin otomasyonu için kullanılmaya başlandı. Üretim hatları, makineler ve sistemler daha fazla veri iletişimi ve kontrol imkanı sağlayan dijital ağlarla entegre edildi.

Veri Toplama ve Analizi: Endüstri 3.0 döneminde, üretim süreçlerinden elde edilen veriler toplanmaya ve analiz edilmeye başlandı. Bu veriler, üretim verimliliğini artırmak, hataları azaltmak ve daha iyi kararlar almak için kullanıldı.

Akıllı Fabrikalar: Akıllı fabrikalar, sensörler, robotlar ve diğer otomasyon teknolojileri ile donatılmış üretim tesisleridir. Bu fabrikalar, üretim süreçlerini daha verimli ve esnek hale getirmek amacıyla tasarlandı.

Yeni Yazılımlar ve Teknolojiler: Endüstri 3.0 döneminde yeni üretim yazılımları ve dijital araçlar geliştirildi. Bu yazılımlar, üretim süreçlerini izlemek, kontrol etmek ve optimize etmek için kullanıldı.

İnternet of Things (IoT): Nesnelerin interneti (IoT), nesnelerin internete bağlanarak veri paylaşımı yapabildiği bir teknoloji olarak gelişti. Bu, makinelerin ve cihazların birbirleriyle iletişim kurmasını ve veri alışverişi yapmasını sağladı.

Esnek Üretim ve Kişiselleştirme: Dijital teknolojiler, üretim süreçlerini daha esnek hale getirerek küçük parti üretimi ve ürün kişiselleştirmeyi mümkün kıldı. Bu da tüketicilere daha fazla seçenek sunmayı ve hızlı üretimi sağladı.

Yan Endüstriyel Faaliyetler: Endüstri 3.0 ile birlikte dijital teknolojilere dayalı yan endüstriyel faaliyetler büyüdü. Veri analizi, siber güvenlik, IoT hizmetleri gibi alanlarda yeni iş fırsatları ortaya çıktı.

Endüstri 3.0, üretim süreçlerindeki dijitalleşme ve otomasyonun yoğunlaştığı bir dönem olarak kabul edilir. Bu dönemde veri odaklı üretim ve teknolojik yenilikler, endüstriyel faaliyetleri büyük ölçüde dönüştürdü.



Şekil 4.4. İlk Mikro Bilgisayar (Altair 8800)



Şekil 4.5. 1984 yılına ait ilk 3D Yazıcı

iv. Endüstri 4.0

Dördüncü Sanayi Devrimi veya Endüstri 4.0, teknolojik gelişmelerin üretim süreçlerine ve endüstrilere büyük ölçüde entegre edildiği bir dönemi ifade eder. Bu devrim, daha önceki sanayi devrimlerinin getirdiği otomasyon ve dijitalleşme trendlerini bir adım ileri taşıyan bir evrimi temsil eder.

Endüstri 4.0 dönemi, üretim süreçlerini daha verimli ve esnek hale getirirken, insanlar için yeni roller ve yetenek gereksinimleri yaratmıştır. Bu dönemde insanların, teknolojiyi doğru şekilde kullanma, verileri anlama ve kararlar almak gibi yeteneklere sahip olmaları büyük önem taşımaktadır.

Endüstri 4.0 sistemindeki üretim, makinelerin hizmet sundukları ve ürünlerle gerçek zamanlı olarak bilgi paylaştıkları bir sisteme benzetilmektedir. Alman Yapay Zeka Araştırma Merkezi (DFKI), içinde Siemens'in de bulunduğu 20 endüstriyel ve araştırma ortağının katkısıyla kurulan Almanya, Kaiserslautern'deki küçük bir akıllı fabrikada bu gibi bir sistemin uygulamada nasıl çalışacağını sergilemektedir. Ürünler ile imalat makinelerinin birbirleriyle nasıl haberleşebileceklerini göstermek için sabun şişelerinden faydalanmaktadır. Boş sabun şişelerinin üzerinde radyo frekansıyla tanımlama (RFID) etiketleri vardır ve bu etiketler aracılığı ile makinelerin şişelerin rengini tanıması sağlanmaktadır. Bu sistem sayesinde bir ürünün radyo sinyalleriyle ilettiği bilgiler, üretimin başından itibaren dijital ortamda saklanmasına olanak sağlanmaktadır.

Bu tür uygulamalar, Endüstri 4.0'ın temel hedeflerinden biri olan esnek, verimli ve kişiselleştirilmiş üretimi desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. İleri teknoloji ve bilişim altyapısının kullanımı, üretim süreçlerini daha önce hiç olmadığı kadar dönüştürmekte ve geliştirmektedir.



Şekil 4.6. Akıllı Üretim Çağı

Endüstri 4.0'ın Temel Özellikleri:

Otomasyon ve Yapay Zeka: Üretim süreçlerinde otomasyon daha karmaşık hale gelirken, yapay zeka ve veri analizi gibi teknolojiler iş süreçlerini optimize etmek ve daha verimli hale getirmek amacıyla kullanılır.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Nesnelerin interneti, fiziksel nesnelerin internete bağlanması ve veri paylaşımı yapabilmesini sağlar. Bu sayede üretim süreçleri daha fazla izlenebilir, verimli hale getirilebilir ve hataların tespiti kolaylaşır.

Büyük Veri ve Analitik: Üretim süreçlerinden elde edilen büyük miktardaki veriler, analiz edilerek daha iyi kararlar alınmasını sağlar. Üretim hatalarının önceden tahmin edilmesi ve verimlilik artırımı gibi alanlarda büyük veri ve analitik büyük bir rol oynar.

Esnek Üretim ve Kişiselleştirme: Endüstri 4.0, üretim süreçlerini daha esnek hale getirir ve kişiselleştirilmiş üretimi mümkün kılar. Küçük parti üretimi ve ürün kişiselleştirmesi daha yaygın hale gelir.

Dijital Çiftçi: Üretim süreçlerinin dijital bir kopyasını oluşturarak, tasarım, üretim ve hata tespit süreçlerini simüle etmek mümkün hale gelir. Bu, üretimde daha az hata ve daha hızlı iterasyon anlamına gelir.

İnsan-Makine İşbirliği: İnsanlar ve makineler arasındaki işbirliği daha entegre hale gelir. Robotlar ve otomasyon sistemleri insanlarla etkileşimde bulunabilir, görevleri paylaşabilir ve işbirliği içinde çalışabilir.

Siber Güvenlik: Daha fazla dijitalleşme ve bağlantı, siber güvenlik endişelerini artırır. Üretim tesislerinin siber saldırılardan korunması ve veri güvenliğinin sağlanması büyük önem taşır.

Dördüncü Sanayi Devrimi, üretim süreçlerini daha esnek, verimli ve kişiselleştirilmiş hale getirerek endüstriyel sektörlerde büyük değişimler yaratmıştır. Bu devrim, üretim süreçlerinin temelini dijital teknolojilere dayandırmış ve tüm endüstriyel ekosistemleri etkilemiştir.

Endüstri 4.0 sürecinde gerçekleşen önemli gelişmeler aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.7. Dünyanın fabrika yerine 3D yazıcıda üretilen ilk arabası

Motoru, elektrik aksamı, kablo ve tekerleri dışındaki tüm ara parçaları ve kaportası 3D yazıcıdan çıkmıştır. 44 saatte 44 parça üretilmiştir.



Şekil 4.8. 3D yazıcıdan insan kalbi

İsraili bilim insanları bir hastanın hücrelerini kullanarak üç boyutlu yazıcıyla ilk kez hücreleri, damarları, karıncık ve odacıkları olan tam bir kalp üretti.



Şekil 4.9. Mars Curiosity Keşif Robotu'nun Yaptığı bir Özçekim (Resim Telif Hakkı: NASA/JPL-Caltech)

Keşif Robotu gerekli enerjiyi, plütonyum-238'in doğal bozunumundan elektrik üreten radyoizotop termoelektrik üreticinden elde etmektedir.

4.2. Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm, organizasyonların teknolojik gelişmeleri ve değişen toplumsal ihtiyaçları takip ederek iş süreçlerini, iş yapış biçimlerini ve müşteri deneyimini iyileştirmek için gerçekleştirdiği bütüncül bir dönüşümdür. Bu dönüşüm, hızla gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerinin sunduğu imkanlardan yararlanmayı ve organizasyonları daha etkin, verimli ve müşteri odaklı hale getirmeyi hedefler.

Dijital dönüşüm, iş süreçlerinde otomasyonun ve dijitalleşmenin arttığı, veri analitiği, yapay zeka ve bulut bilişim gibi yeni teknolojilerin kullanıldığı bir süreçtir. Bu dönüşüm, insan kaynaklarından operasyonel süreçlere, müşteri hizmetlerinden tedarik zincirine kadar pek çok alanı kapsayabilir.

Dijital dönüşümün temel amaçları arasında daha hızlı ve etkin karar almak, müşteri deneyimini iyileştirmek, maliyetleri düşürmek, verimliliği arttırmak ve rekabet gücünü arttırmak yer alır. Bu nedenle, birçok kurum ve organizasyon dijital dönüşümü bir stratejik hedef olarak benimsemekte ve bu doğrultuda dijital teknolojilere ve süreçlere yatırım yapmaktadır.

Endüstriyel alandaki birçok firma teknolojiadaki hızlı ivmelenme ile dijital dönüşüm süreçlerini başlatmıştır. Dijital teknolojilerin yaygın kullanımı, insanların davranışlarını, algılarını ve beklentilerini değiştirmiştir. Günlük yaşamın vazgeçilmez parçası haline gelen dijital teknoloji kullanımı hem insanların hem de şirketlerin iş yapma ve karar verme şekillerini değiştirmeye başlamıştır. Dijital kanalları kullanan müşterilerin öncelikleri değişirken, şirketler bu öncelikleri göz önünde bulundurmalıdır ve değişen müşteri beklentilerini karşılamak zorundadır. (Havle C.A., 2022)

Endüstri 4.0, üretim ortamlarında dijital teknolojilerin kullanımı sayesinde anlık veri toplama ve analiz etme imkanı sunar. Bu teknolojiler, akıllı fabrikaların oluşturulmasını ve daha verimli üretim ortamlarının yaratılmasını mümkün kılar. Endüstri 4.0'ın sağladığı avantajlar arasında kalitenin arttırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve dolayısıyla firmaların rekabet gücünün artması yer alır.. (Kökümer Z., 2018)

Endüstri 4.0 dönüşümü için başlangıç noktalarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu aşamada, bir organizasyonun mevcut durum analizi yapılmalı, hedefler belirlenmeli ve

dijital dönüşüm yolculuğunun stratejisi çizilmelidir. Ayrıca, mevcut iş süreçlerine uygun dijital teknolojilerin seçilmesi ve bu teknolojilerin entegrasyonu da önemli adımlardır.

Endüstri 4.0'ın başlangıç noktaları şunlar olabilir:

Sensör ve Veri Toplama: Üretim ortamlarında sensörler kullanarak ürünlerin, makine ve ekipmanların, iş süreçlerinin ve çalışanların verilerini anlık olarak toplamak.

Büyük Veri ve Veri Analitiği: Toplanan verilerin analiz edilerek değerli bilgiler elde edilmesi ve veri tabanlı kararlar alınması.

Nesnelerin İnterneti (IoT): Makine ve ekipmanların internet üzerinden birbirleriyle ve merkezi sistemle bağlantılı hale getirilmesi, veri paylaşımının sağlanması.

Bulut Bilişim: Verilerin bulut tabanlı sistemlerde depolanması ve işlenmesi, erişilebilirliğin ve veri paylaşımının kolaylaştırılması.

Yapay Zeka ve Otomasyon: Üretim süreçlerinde yapay zeka ve otomasyon teknolojilerinin kullanılması, iş gücü verimliliğini ve üretim kalitesini artırma.

Dijital Entegrasyon: Üretim ve iş süreçlerinin dijital olarak entegre edilmesi, veri akışının kesintisiz ve sorunsuz olması.

Bu başlangıç noktaları, endüstri 4.0 yolculuğunun temelini oluşturur ve organizasyonların dijital dönüşüm sürecinde önemli adımlar atmasına yardımcı olur. Unutmamak gerekir ki, her organizasyonun ihtiyaçları ve hedefleri farklı olabilir, bu nedenle dönüşüm stratejisi buna göre şekillendirilmelidir.

Dijital dönüşüm, sanayide verimliliği artırarak uluslararası seviyede rekabetçiliği sağlamanın ve yüksek katma değerli hizmet ve ürünler üretmeyi sağlamaktadır. Dijital teknolojilerdeki gelişmeler, enerji tüketimi, karbon emisyonu, ambalaj malzemesi, taşıma ve depo maliyetleri ve hammadde maliyetlerini düşürerek verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük iyileşmelere yol açmıştır. Dijital dönüşüm, verimliliği, esnekliği ve üretim hızını artırmaktadır. Verinin kullanımıyla yeni iş modelleri, yeni ürünler ve müşteri için yeni değerler oluşmaktadır. (Ersöz, S.,2022)

Endüstri 4.0, bugünün güncel üretim işletim sistemi olarak kabul edilir. Bu dönüşüm, dijital teknolojilerin ve akıllı sistemlerin üretim süreçlerine entegrasyonu ile gerçekleşir. Endüstri 4.0'ın temel ekonomik potansiyeli, şirketlerin daha hızlı ve verimli karar verme süreçleri ile daha hızlı adaptasyon yeteneği kazanmasıdır.

Endüstri 4.0, üretim süreçlerini daha akıllı, esnek ve verimli hale getirerek maliyetleri düşürürken, kaliteyi arttırır. Bu sayede şirketler rekabet güçlerini artırabilir ve müşteri memnuniyetini yükseltebilirler. Endüstri 4.0, üretim süreçlerinde otomasyon, veri analitiği, yapay zeka ve internet of things (nesnelerin interneti) gibi teknolojilerin kullanımını içerir.

Akıllı sensörler ve cihazlar, üretim ekipmanları ve ürünler arasında gerçek zamanlı veri iletişimini sağlar. Bu sayede üretim süreçlerinin izlenmesi, analiz edilmesi ve optimize edilmesi kolaylaşır. Aynı zamanda, veri analitiği ve yapay zeka sayesinde üretim süreçleri öngörülebilir hale gelir ve potansiyel sorunlar önceden tespit edilebilir.

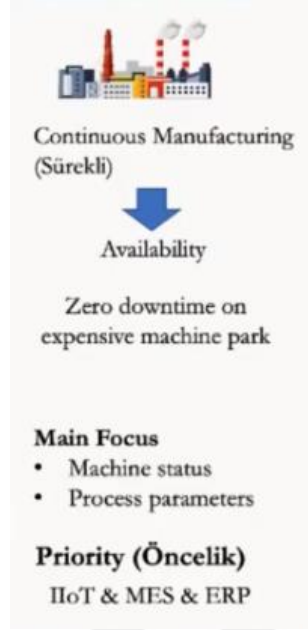
Endüstri 4.0, işletmelerin tedarik zinciri yönetimi, stok optimizasyonu, enerji verimliliği, üretim planlaması gibi alanlarda da iyileştirmeler yapmasına olanak tanır. Bu da işletmelerin daha verimli ve sürdürülebilir iş modelleri oluşturmalarına yardımcı olur.

Endüstri 4.0, işletmelerin üretim ve operasyonel süreçlerini daha akıllı ve verimli hale getiren, hızlı karar verme ve adaptasyon sağlayan bir dönüşüm sürecidir. Bu sayede şirketler rekabetçi kalabilir ve gelecekteki değişen iş dünyasına uyum sağlayabilirler. İmalat endüstrisi 4 ana grupta incelenebilir.

1. Sürekli Üretim Endüstrisi (Demir, Çelik İmalat vs.)

Sürekli Üretim Endüstrisi, malzemelerin sürekli olarak ilerlediği bir üretim süreciyle karakterizedir. Bu endüstri genellikle demir, çelik, alüminyum, bakır ve diğer metallerin üretildiği tesisleri içerir. Sürekli üretim süreci, bir dizi kesintisiz işlemin ardışık olarak gerçekleştirildiği bir sistemdir ve üretim hattında sürekli olarak malzeme ilerler. Sürekli üretim endüstrisi, üretim hatlarının sürekli olarak çalışmasını ve malzemelerin kesintisiz olarak ilerlemesini sağlamak için otomasyon ve kontrol sistemleriyle yoğun bir şekilde entegre olmuştur. Bu sayede üretim süreçleri daha verimli ve güvenilir hale gelirken, iş gücü ihtiyacı azalır ve kalite kontrolü daha kolay bir şekilde yapılır.

Sürekli hammadde beslemesi yapılmaktadır. Devasa makineler vardır ve birinci öncelik bu makinelerin durmamasıdır. Sahada toplanan veriler endüstriyel IT platformuna taşınarak burada oluşan büyük veri üzerinden analitik işlemler yapılır. Bu endüstride PLC ve SCADA'lar oldukça gelişmiştir.



Şekil 4.10. Sürekli Üretim Endüstrisi

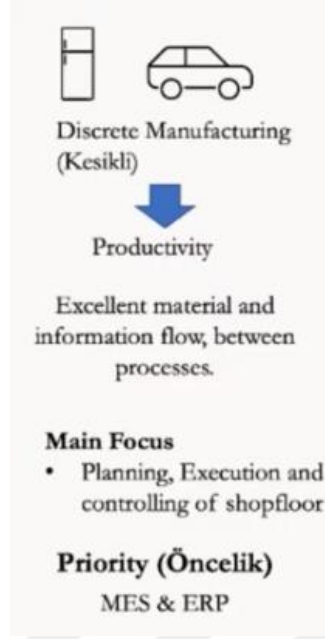
2. Kesikli Üretim Endüstrisi (Otomotiv, Beyaz Eşya vs.)

Kesikli Üretim Endüstrisi, belirli adımlardan oluşan bir üretim süreci ile karakterizedir. Bu endüstri, otomotiv, beyaz eşya, elektronik eşya, mobilya gibi tüketici ürünleri ve yarı mamul ürünlerin üretildiği çeşitli tesisleri içerir. Kesikli üretim süreci, ürünlerin belli bir adımı tamamladıktan sonra durduğu ve bir sonraki adıma geçtiği bir sistemdir.

Kesikli üretim süreci, seri üretim yapısına sahip olduğu için bir üretim hattında birden fazla ürün farklı aşamalarda üretilir. Ürünler, belirli bir üretim hattı üzerinde farklı istasyonlardan geçer ve her istasyonda belirli bir işlem tamamlanır.

Otomotiv endüstrisi, beyaz eşya sektörü, elektronik ürünler ve mobilya üretimi gibi sektörler kesikli üretim endüstrisinin örnekleridir. Bu endüstrilerde ürünlerin üretim süreci, karmaşık ve birden fazla aşamadan oluşabilir. Her aşamada farklı işlemler gerçekleştirilir ve sonunda ürün tamamlanır.

Bu endüstri de en önemli konu üretkenliktir. Malzeme akışı dolayısıyla malzeme ihtiyaç planlaması oldukça önemlidir. Operasyon teknolojileri zayıftır. Emek yoğun imalat (kaynak, boya vs.) mevcuttur. Sahadan dijital bilgi almak zordur. Bu nedenle CAD/CAM tarafından önce veriler alınarak PDM'e sonra PLM'e taşınması gerekir.



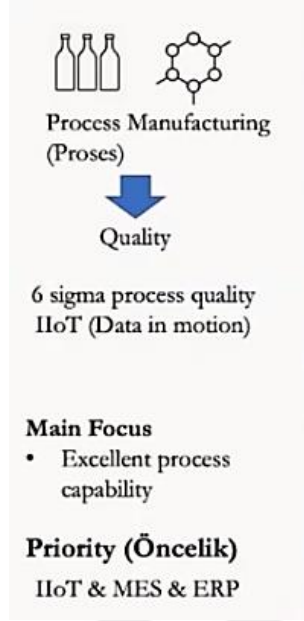
Şekil 4.11. Kesikli Üretim Endüstrisi

3. Proses Endüstrisi (Kimya, Gıda vs.)

Proses Endüstrisi, kimya, petrokimya, gıda, ilaç, içecek ve benzeri sektörlerde yer alan üretim işlemleriyle ilgilenir. Bu endüstri, hammaddelerin kimyasal veya fiziksel işlemlerle dönüştürülerek ürüne dönüştürüldüğü süreçleri kapsar.

Proses endüstrisinin temel özelliği, sürekli bir akış halinde gerçekleştirilen üretim süreçleridir. Üretim hatlarında akışkanlar (sıvılar, gazlar) ve katı malzemelerin çeşitli reaksiyonlar ve işlemlerden geçerek ürüne dönüştürülmesi sağlanır. Bu süreçler, genellikle kesikli üretim süreçlerine göre daha karmaşık ve uzun süreli olabilir. Bu endüstrilerde üretim süreçleri, sıkı kalite kontrol ve standartlara uygunluk gerektirir. Hammaddelerin doğru miktarda kullanılması, doğru sıcaklık ve basınç koşullarının sağlanması, kimyasal reaksiyonların kontrol altında gerçekleştirilmesi gibi faktörler üretimde kritik öneme sahiptir.

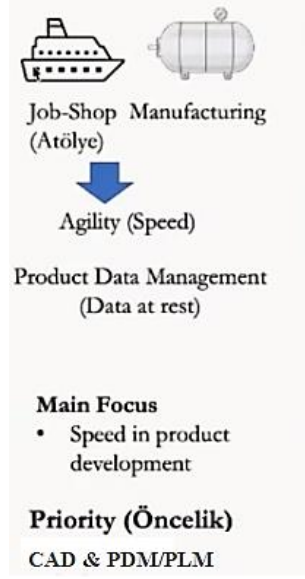
Bu endüstride kalite ön plandadır. Operasyon teknolojileri gelişmiştir. Sahadan toplanan veriler endüstriyel IT platformuna taşınır. Büyük veri üzerinden yapılan analitik işlemler sonrası proses kontrol kollarında uygulaması yapılmaktadır.



Şekil 4.12. Proses Üretim Endüstrisi

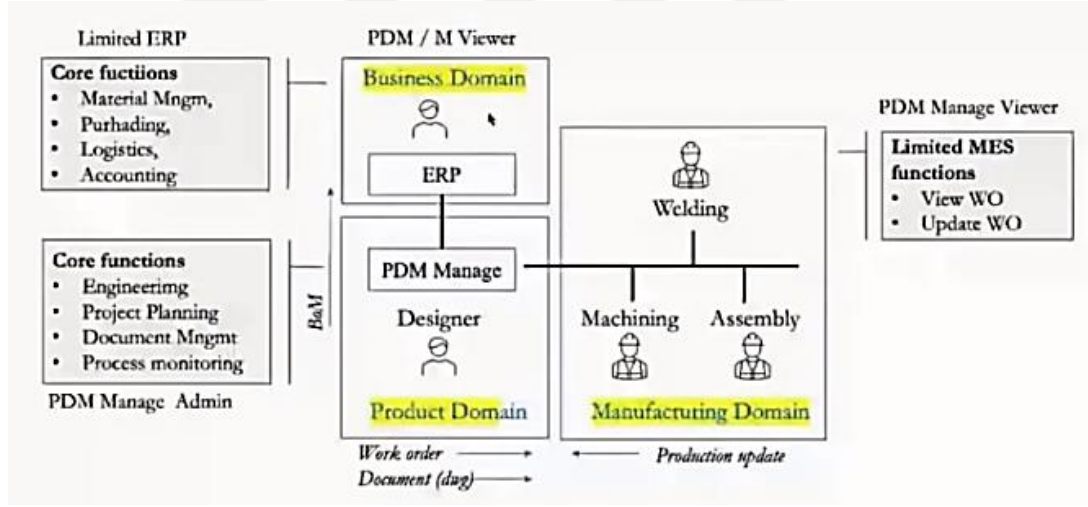
4. Atölye Endüstrisi (Proje Bazlı) (Makine, Gemi vs.)

Atölye Endüstrisi, genellikle proje bazlı çalışmaların yapıldığı, büyük ve karmaşık makinelerin, gemilerin ve diğer özel ürünlerin üretildiği bir endüstri türüdür. Atölye endüstrisi, genellikle proje yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi gibi yönetim süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Proje bazlı çalışmalar, zamanında teslimat, bütçe kontrolü ve müşteri ihtiyaçlarına uygun ürünlerin üretilmesi gibi konularda etkin yönetim gerektirir. Bu endüstri, özelleştirilmiş ürünlerin ve özel projelerin tasarımından üretimine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu endüstride ürün geliştirmeden çeviklik (hız) ön plandadır. Üretim iş emirleri, proje yönetimi bu endüstride önemlidir. CAD ve PDM/PLM' e öncelik verilmektedir.



Şekil 4.13. Atölye Endüstrisi

İş emrinin ilgili birimlere ulaştığı, “başladı/bitti” bilgilerinin alındığı, ERP’ye ürün ağacının gönderildiği yani temel fonksiyonların yürütülebildiği dijital ortam vardır.



Şekil 4.14. Atölye Endüstrisinde Dijitalleşme

İmalat endüstrisindeki her işin kendi yetkinliği, amacı, teknolojik alt yapısı farklıdır. Her işletme bu unsurları göz önünde bulundurarak öncelik belirlemeli ve dijitalleşme stratejisini oluşturmalıdır.

Dijitalleşme stratejisi oluştururken aşağıdaki unsurlar göz önünde bulundurulabilir:

İhtiyaç Analizi: İşletme, mevcut süreçlerini, teknoloji altyapısını ve iş gücünün yetkinliklerini değerlendirmeli ve dijitalleşme ile nasıl bir fark yaratacağını

belirlemelidir. Hangi alanlarda dijitalleşmenin en fazla etki yaratacağı tespit edilmelidir.

Hedef Belirleme: Dijitalleşme stratejisinde belirli hedefler ve amaçlar belirlenmelidir. Bu hedefler, işletmenin büyüme, verimlilik, müşteri memnuniyeti gibi alanlarda ne tür kazanımlar elde etmek istediğini ifade etmelidir.

Teknoloji Seçimi: İşletme, ihtiyaçlarına uygun olan dijital teknolojileri belirlemeli ve bu teknolojilere uygun yatırım planlaması yapmalıdır. Akıllı üretim sistemleri, veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka, robotik otomasyon gibi teknolojiler işletmelerin dikkate alması gereken alanlardır.

İş Süreçlerinin Yeniden Tasarımı: Dijitalleşme, iş süreçlerinin yeniden tasarımını gerektirebilir. İşletmeler, dijital teknolojilerin entegre edileceği süreçleri gözden geçirmeli ve verimlilik sağlayacak şekilde yeniden düzenlemelidir.

Veri Güvenliği ve İş Zekası: Dijitalleşme sürecinde veri güvenliği ve iş zekası önemli faktörlerdir. İşletmeler, veri güvenliği önlemleri alarak müşteri verilerini, üretim verilerini ve işletme bilgilerini korumalıdır. Aynı zamanda, toplanan verilerin analiz edilerek işletme kararlarına değerli bilgi sağlanması için iş zekası çözümleri de kullanılabilir.

Personel Eğitimi ve Uyumu: Dijitalleşme sürecinde personelin uyumu ve eğitimi de önemlidir. Yeni teknolojilere uygun eğitimlerin verilmesi ve personelin dijitalleşme sürecine adaptasyonunun sağlanması gerekmektedir.

Her işletmenin dijitalleşme stratejisi kendi ihtiyaçları ve hedefleri doğrultusunda belirlenmelidir. Bu strateji, işletmeyi rekabetçi ve sürdürülebilir bir yapıya taşıyacak önemli bir adımdır.

4.3. Dijital Dönüşüm Donanımları ve Ekipmanları

Dijital dönüşüm, iş yönetimi ve işletmeciliği daha etkin ve verimli hale getirmek, rekabet avantajı sağlamak ve yeni amaç sağlamak amacıyla dijital teknolojilerin elde edilmesini içerir. Bu dönüşüm sürecinde kullanılan donanımlar, organizasyonların dijitalleşmelerini desteklemek için önemlidir.

Dijital aktarım sürecinde kullanılan donanımlardan bazıları şunlardır:

Bilgisayarlar ve Mobil Cihazlar: Dijital çalıştırmanın temel taşlarından biri bilgisayarlar ve mobil cihazlardır. Çalışanlar, bu cihazlara erişebilir, iş sistemini yönetebilir ve iletişim kurabilir. İşletmelerin geleneksel iş süreçlerini dijitalleştirmek ve optimize etmek için kullanırlar. Bilgisayarlar ve mobil cihazlar, işletmelerin daha hızlı, esnek ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu cihazlar sayesinde veri bilgileri, iletişim ve iş sistemlerinin yönetimi daha kolay ve verimli hale gelir, böylece işletmelerin rekabet avantajı elde edebilir.

Sunucular ve Veri Depolama: Büyük veri analizi, bulut tabanlı hizmetler ve dijital kullanımlar için sunucular ve veri depolama sistemleri önemlidir. Sunucular ve veri depolama, dijitalleşmenin önemli yollarındandır. Bu bileşenlerin, büyük miktar verinin güvenli bir şekilde bir şekilde cephelerini, sınırlarını ve erişilmesini sağlar. Sunucular ve veri depolama, merkezi veri merkezlerinin temel yapılarını oluşturur ve dijital dönüşüm odaklı veri yönetimi ve iş görevlerini optimize etmemek için kritik bir rol oynarlar.

Ağ Altyapısı: Ağ ortamı, dijital yapının merkezi bir bileşen olarak kabul edilir. Ağ bileşenleri, bilgisayarlar, sunucular, cihazlar ve sistemler arasında veri iletişimini sağlayan bir yapıdır. Bu altyapı, güvenlik, hızlı ve güvenilir bir şekilde iletilmesini, paylaşılmasını ve güvenliğini sağlar. Hızlı ve güvenilir ağ yapısı, farklı cihazların ve sistemlerin birbiriyle iletişim kurmasını sağlar. Kablosuz ağlar (Wi-Fi) ve kablo ağları (Ethernet) bu altyapının bir parçasıdır.

Sensörler ve Nesnelerin İnterneti (IoT) Cihazları: Dijital işleyişin en dinamik ve kullanım sistemlerinden birini oluşturur. Bu cihazları, geliştirmeyi (nesneler, cihazları, cihazları, ev eşyalarını, endüstriyel cihazları vb.) internete bağlanarak veri toplamasını, paylaşmasını ve analizini sağlar. Endüstriyel kurulumda veya diğer odalarda kullanılan sensörler ve IoT cihazları, verilerin yönlendirdiği verilerin dijital sistemlere taşınmasına yardımcı olur.

Barkod ve RFID Etiketleri: Ürünlerin ve envanterin nesnelere için kullanılan barkodlar ve RFID etiketleri, stok yönetimi ve satış zinciri optimizasyonunda önemli rol oynar. Bu etiketler sayesinde manuel veri girişindeki azalma, veri toplama süreci otomatikleşir ve hataların riski azalır. Stok seviyeleri, ürün hareketleri ve envanter

durumu eş zamanlı olarak izlenebilir. Ürünlerin nerede olduğunu, hangi aşamada olduğunu ve hangi tedarikçiden geldiğini takip etmek kolaylaşır.

Tedarik zinciri daha iyi planlanabilir. Ürünlerin tedarikçisinden üretime, dağıtımına ve son gidişe kadar gidişatını veri sağlar. Tedarikçi denetimleri ve değerlendirmeleri, daha etkili bir tedarik zinciri yönetimi sağlar.

Robotlar ve Otomasyon Ekipmanları: Üretim ve lojistik hatlarında kullanılan robotlar ve otomasyon ekipmanları, iş sistemlerinin otomatikleştirilmesine ve işletmecilerin bilgisayarlarına yardımcı olur. Robotlar, üretim hatlarında tekrarlayan ve zorlu işleri otomatik olarak gerçekleştirebilir. Böylelikle, iş gücünü azaltırken üretimi elde edebilmektedir. Otomasyon ekipmanları, üretim olanağı sağlamak ve izlemek için kullanılır. Veri analizi sayesinde üretim süreçleri optimize edilir. Robotlar ve otomasyon sistemleri, iş istasyonunu daha hızlı, doğru ve verimli hale getirmek için maliyet avantajı elde etmektedir. Bu teknolojiler, işletmelerin dijital ulaşım süreci üretim ve lojistik hizmetleri büyük bir etki yaratır.

3D Yazıcılar: Prototip üretimi, ürün tasarımı ve hatta bazı üretim süreçlerinde 3D yazıcılar kullanılarak fiziksel özellikler üretilebilir.

Arttırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) Cihazları: Dijital işleyişin deneysel ve etkileşimli yükünü temsil eder. Eğitim, eğlence, tasarım ve sanal gerçeklik cihazlarında kullanılan AR ve VR cihazları, kullanıcı deneyimini zenginleştirebilir. AR ve VR cihazları, iş istasyonu daha etkileşimli ve ilgi çekici hale getirerek kullanıcı deneyimini önemli ölçüde artırır. Bu teknolojiler, dijital genişlemen deneysel kullanıcıları çalıştırma işletmelerine rekabet avantajı sağlar.

Dijital Ekranlar ve Gösterim Teknolojileri: Dijital işleyişin önemli yollarındandır. Bu teknolojiler, içeriklerin tüketimini ve etkileşimli bir şekilde korumalarını, iletişimin yayılmasını ve kullanıcı deneyiminin zenginleştirilmesini sağlar. Dijital ekranlar ve anlatım teknolojileri, içeriklerin hızlı ve etkili bir şekilde iletilmesini sağlar. Bu teknolojiler, görsel etkileşim ve kullanıcı deneyimleri, işletmelerin daha çekici ve etkili bir iletişim sağlamalarına yardımcı olur.

Güvenlik ve Şifreleme Cihazları: Dijital dönüştürme işlemi veri güvenliği önemlidir. Güvenlik duvarları, şifreleme cihazları ve diğer siber güvenlik çözümleri korumalara yardımcı olur. Bu cihazları, veri belgelerini sağlamak, hassas bilgileri korumak ve siber tehditlere karşı önlem almak için kullanılır.

Bu donanımlar, dijitalleşmenin sadece birkaç örneğidir. Her organizasyonun donanımı ve sektöre göre farklı donanımlar olabilir. Dijital dönüşüm, sadece donanım yükü değil aynı zamanda yazılım geliştirme, veri analizi, iş sisteminin yeniden tasarımı gibi bir dizi strateji ve uygulama alanı da içerir.

Dijital dönüşüm, organizasyonların geleneksel iş olanakları, teknoloji odaklı ve dijital temelli yönlendirmeye dönüştürdüğü bir merkezdir. Bu geri dönüşüm sırasında kullanılan çeşitli kaynaklar ve araçlar, iş sistemlerinin optimize edilmesi, verimlerin artırılması ve rekabet avantajı elde etmek amacıyla kullanılır.

4.4. Dijital Dönüşüm Yazılımları

Dijital dönüşümü desteklemek ve iş hizmetlerini optimize etmek için birçok farklı yazılım ve uygulama mevcuttur.

1. İş Süreçleri Yönetimi (BPM) Yazılımları:

İş süreçlerinin yazılım yönetimi, işletmelerinin analiz etmelerine, görüntülerine, otomatikleştirmelerine ve izlemelerine yardımcı olur. Bu yazılımların iş akışlarını optimize etmeyi ve geliştirmeyi amaçlar.

BPM yazılımının yöntemlerden birkaçı şöyledir:

İş Süreçlerinin Modelleme ve Tasarımı: Süreçleri görsel olarak tasarlayabilir, adımları ve akışları belirleyebilirsiniz.

Otomasyon: Belirli koşullara veya tetikleyicilere dayalı olarak iş süreçlerini otomatikleştirebilirsiniz.

Veri Entegrasyonu: Farklı sistemler ve veritabanları arasında veri transferi ve entegrasyonunu kolaylaştırır.

İzleme ve Analiz: Süreçleri gerçek zamanlı olarak izleyebilir, performans verilerini toplayabilir ve analiz edebilirsiniz.

Raporlama: İş süreçlerinin performansını ölçmek için özelleştirilebilir raporlar oluşturabilirsiniz.

İyileştirme ve Optimizasyon: Süreçlerin zayıf noktalarını tanımlayarak verimliliği artırabilir ve hataları azaltabilirsiniz.

Entegrasyon ve Uygulama Geliştirme: Diğer sistemlerle etkileşim sağlayabilir ve özel uygulamalar oluşturabilirsiniz.

Düşük Kod (Low Code) Geliştirme: Karmaşık mantıklı işlemleri bileşen tabanlı ve sürükle-bırak yöntemleriyle oluşturabilirsiniz.

BPM yazılımı, iş süreçlerini daha şeffaf ve etkili hale getirirken, işbirliğini artırabilir ve zaman yönetimini optimize edebilir. Ayrıca, farklı sistemlerle entegrasyon sağlayarak veri akışını iyileştirir ve organizasyonun genel performansını artırır.

Dünya genelinde popüler olan bazı İş Süreç Yönetimi (BPM) yazılımları aşağıda verilmiştir.

monday.com: İşbirliği ve iş yönetimi platformu olarak kullanılır. İş süreçlerini izlemek, atamak ve takip etmek için kullanışlı bir arayüze sahiptir.

BPM sense Çevrimiçi: İş süreçlerinin modellenmesi, analizi ve izlenmesi için kullanılan bir çevrimiçi platformdur.

Process Street: Tekrarlayan iş süreçlerini oluşturmak, paylaşmak ve izlemek için kullanılan bir platformdur.

Wrike: Proje yönetimi ve iş süreçlerini izlemek için kullanılır. İşbirliği, görev takibi ve zaman yönetimi özelliklerine sahiptir.

Kovan: İş süreçlerinin otomasyonu ve yönetimi için kullanılan bir platformdur. İş akışları oluşturabilir ve süreçleri izleyebilirsiniz.

Appian: İş süreçleri otomasyonu, iş akışları ve uygulama geliştirme için kullanılan bir platformdur.

Kissflow: İş süreçlerinin otomasyonu, form oluşturma ve işbirliği için kullanılır. Farklı sektörlerde kullanılabilir esnek bir platform sunar.

PNMSOFT: İş süreçlerini otomasyonu ve yönetimi için kullanılan bir BPM platformudur.

Pipefy: Tekrar eden iş süreçlerini otomatikleştirmek, izlemek ve iyileştirmek için kullanılır.

Bizagi: İş süreçleri otomasyonu ve dijital dönüşüm için kullanılan bir platformdur. İş akışları oluşturabilir ve optimize edebilirsiniz.

Nintex Platformu: İş süreçleri otomasyonu, iş akışları ve formlar için kullanılır. SharePoint entegrasyonu da sunar.

Comindware Tracker: İş süreçlerini otomasyonu ve yönetimi için kullanılan bir platformdur.

Tibco: İş süreçleri yönetimi, veri analitiği ve uygulama entegrasyonunu içeren geniş bir platformdur.

Bu yazılımlar, iş süreçlerini daha etkili, verimli ve yönetilebilir hale getirmek için kullanılan araçlardır. İşletmeler, ihtiyaçlarına ve gereksinimlerine uygun bir BPM yazılımı seçerek iş süreçlerini optimize edebilir ve rekabet avantajı sağlayabilir.

2. ERP (Kurumsal Kaynak Planlaması) Yazılımları:

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), bir organizasyonun çeşitli iş alanları arasında koordinasyonu sağlayarak iş süreçlerini yönetmeye yardımcı olan entegre bir yazılım sistemini ifade eder. ERP yazılımları, işletmelerin farklı departmanları arasındaki iletişimi ve veri paylaşımını kolaylaştırırken, iş süreçlerinin daha verimli, etkili ve hızlı bir şekilde yürütülmesini sağlar.

İş Süreçlerinin Entegrasyonu: ERP yazılımları, farklı departmanlar arasındaki iş süreçlerini entegre ederek veri ve bilgi akışını hızlandırır. Bu sayede işletme içi koordinasyon artar.

Veri Merkezli Yaklaşım: ERP sistemleri, bir organizasyonun tüm verilerini merkezi bir veritabanında saklar. Bu da bilgilerin güvenliği, doğruluğu ve kolay erişimi için avantaj sağlar.

İş Süreçlerinin Otomasyonu: Muhasebe, stok yönetimi, insan kaynakları ve diğer iş alanlarında tekrarlayan işlemleri otomatikleştirir. Bu, hataları azaltır ve verimliliği artırır.

İş Analitiği ve Raporlama: ERP sistemleri, iş süreçlerinin performansını izleyebilir, verileri analiz edebilir ve özelleştirilebilir raporlar oluşturabilir.

Tedarik Zinciri Yönetimi: ERP, tedarik zinciri operasyonlarını takip ederek stok yönetimini optimize eder, tedarikçi işbirliğini artırır ve talebe daha hızlı yanıt verir.

Maliyet Kontrolü ve Muhasebe: Gelir-gider takibi, bütçe yönetimi, mali raporlama gibi finansal işlemleri yönetir.

İnsan Kaynakları Yönetimi: Personel verilerini, maaş hesaplamalarını, izin takibini ve işe alım süreçlerini kolaylaştırır.

Mevzuat Uyumu ve Risk Yönetimi: Hukuki gerekliliklere uyum ve risk yönetimi için gerekli verileri takip eder.

Proje Yönetimi: Proje planlama, bütçe izleme ve ilerleme takibi gibi projelerin yönetimi için kullanılır.

İş Sürekliliği: Veri merkezi ve yedeklemeler sayesinde iş sürekliliğini sağlar.

ERP yazılımları, işletmelerin karmaşık iş süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine ve işletme genelinde daha iyi bir kontrol sağlamalarına yardımcı olur. Bu, işletmelerin rekabetçiliğini artırmalarına ve stratejik kararlar almalarına olanak tanır.

Sektörde yıllardır bilinen ve marka haline gelmiş ERP yazılımları aşağıda verilmiştir.

SAP: Dünya çapında en büyük ERP sağlayıcılarından biridir. Geniş ürün yelpazesi ve çeşitli sektörlerle yönelik çözümleriyle tanınır.

Microsoft Dynamics 365: Microsoft'un geliştirdiği bir ERP ve CRM çözümdür. Kapsamlı iş süreçlerini yönetmek ve müşteri ilişkilerini güçlendirmek için kullanılır.

Logo: Türkiye merkezli olan Logo, Türk iş dünyasında yaygın bir şekilde kullanılan bir ERP sağlayıcısıdır.

Uyumsoft: Türkiye'nin önde gelen ERP sağlayıcılarından biridir. Farklı sektörlerle yönelik geniş bir ürün yelpazesi sunar.

Canias: Türk kökenli bir ERP firmasıdır ve uluslararası arenada da tanınmıştır. Üretim, lojistik, finans gibi birçok alanda çözümler sunar.

Akınsoft: Türkiye merkezli bir ERP sağlayıcısıdır. Özellikle KOBİ'ler için çeşitli yazılım çözümleri sunar.

DİA: Türkiye merkezli olan DİA, geniş işlevselliklere sahip bir ERP sistemidir ve birçok sektörde kullanılmaktadır.

IFS: Küresel bir ERP ve iş yazılımı sağlayıcısıdır. Üretim, lojistik, servis ve varlık yönetimi alanlarında öne çıkar.

Login: Türkiye merkezli bir ERP sağlayıcısıdır ve farklı sektörlerde çözümler sunar.

Bu firmalar, işletmelerin iş süreçlerini daha verimli ve etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olan kapsamlı çözümler sunarlar. İşletmelerin ihtiyaçlarına ve sektörüne göre uygun bir ERP çözümü seçmek, iş süreçlerini optimize etmek ve rekabet avantajı sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

3. CRM (Müşteri İlişkileri Yönetimi) Yazılımları:

Müşteri İlişkileri Yönetimi (Customer Relationship Management - CRM) yazılımları, işletmelerin müşteri ilişkilerini daha iyi yönetmelerine yardımcı olan kritik bir araçtır. CRM yazılımları, müşteri etkileşimlerini izlemek, analiz etmek ve geliştirmek için kullanılırken, iş süreçlerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesine de olanak tanır

Müşteri Verilerinin Merkezi Depolanması: CRM yazılımları, müşteri verilerini merkezi bir yerde saklar. Bu, farklı departmanlar arasında veri paylaşımını kolaylaştırır ve daha iyi bir müşteri hizmeti sunulmasını sağlar.

İş Süreçlerinin Otomasyonu: CRM yazılımları, satış, pazarlama ve müşteri hizmeti gibi iş süreçlerini otomatikleştirmeye yardımcı olur. Bu, tekrarlayan işlemleri azaltarak verimliliği artırır.

Müşteri İletişiminin Geliştirilmesi: CRM, müşterilerle daha iyi iletişim kurmayı sağlar. İlgilendiğiniz müşterileri belirlemek, kişiselleştirilmiş iletişim sağlamak ve müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermek için kullanılır.

Satış ve Müşteri Hizmeti İyileştirmesi: Satış ekipleri, CRM aracılığıyla müşteri bilgilerine erişebilir, müşteri ihtiyaçlarını anlayabilir ve daha etkili bir satış süreci yürütebilir. Aynı şekilde, müşteri hizmeti ekipleri de daha iyi destek sunabilir.

Veri Analitiği ve Raporlama: CRM yazılımları, verileri analiz ederek satış trendlerini ve müşteri davranışını anlama konusunda yardımcı olur. Özelleştirilebilir raporlar oluşturarak işletmeye değerli bilgiler sunar.

Müşteri Memnuniyeti ve Sadakati: Daha iyi müşteri ilişkileri yönetimi, müşteri memnuniyetini artırır ve sadakati teşvik eder. Memnun müşteriler, tekrar satın alma yapma ve olumlu sözlü reklam yapma eğilimindedir.

Pazarlama Etkinliği: CRM yazılımları, pazarlama kampanyalarının izlenmesini, segmentasyonu ve kişiselleştirilmesini kolaylaştırır. Bu, daha etkili pazarlama stratejileri oluşturmanıza yardımcı olur.

Mobil Erişim: Çoğu CRM yazılımı mobil uygulamalar sunar, böylece saha çalışanları da dahil olmak üzere her yerden erişim sağlayabilirsiniz.

CRM yazılımları, işletmelerin müşteri odaklılıkta büyük adımlar atmalarına ve daha etkili bir şekilde rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olur. Müşteri ilişkilerini güçlendirerek işletmelerin büyümesine ve gelişmesine katkıda bulunurlar.

Bazı CRM Yazılımları:

Zoho CRM: Küçükten orta ölçekli işletmeler için tasarlanmış çok yönlü bir CRM platformudur. Müşteri etkileşimlerini izlemek, pazarlama kampanyalarını yönetmek ve satış fırsatlarını takip etmek için kullanılır.

Salesforce CRM: Dünyanın önde gelen CRM sağlayıcılarından biridir. Geniş işlevselliğe sahiptir ve müşteri hizmeti, satış yönetimi ve pazarlama süreçlerini kapsar.

HubSpot CRM: HubSpot'un ücretsiz CRM çözümü, müşteri etkileşimlerini ve pazarlama faaliyetlerini izlemek için kullanılır. Pazarlama otomasyonu ve satış araçları da sunar.

Microsoft Dynamics CRM: Microsoft'un geliştirdiği CRM çözümdür. Müşteri ilişkileri yönetimi, satış ve pazarlama süreçlerini içerir.

Pipedrive CRM: Özellikle satış yönetimi ve takibi için kullanılan bir CRM platformudur. Satış fırsatlarını izlemek ve yönetmek için kolay kullanım sunar.

Bu CRM yazılımları, müşteri verilerini merkezi bir şekilde saklamak, müşteri etkileşimlerini izlemek, pazarlama kampanyalarını yönetmek, satış fırsatlarını takip etmek ve daha fazlasını gerçekleştirmek için kullanılır. İşletmeler, ihtiyaçlarına ve önceliklerine göre en uygun CRM çözümünü seçerek müşteri ilişkilerini güçlendirebilir ve iş süreçlerini optimize edebilir.

4. Veri Analitiği Yazılımları:

Veri analitiği, işletmelerde veriye dayalı kararlar almak için kullanılan bir analitik süreçtir. Veri analizi, işletmelerde mevcut olan verilerin incelenmesi ve anlamlandırılması için kullanılan bir yaklaşımdır. Bu analitik türü, ham verilerin işlenmesi, temizlenmesi, dönüştürülmesi ve sonuç olarak anlamlı bilgilerin çıkarılması aşamalarını içerir. Veri analizi, istatistiksel yöntemler, veri madenciliği, makine öğrenimi ve görselleştirme araçları gibi çeşitli teknikleri içerebilir.

Çeşitli araçlar ve teknolojiler, veri analizi sürecinde kullanılabilir. Bunlar:

Veri Görselleştirme Araçları: Verilerin daha iyi anlaşılması için grafiğe dökülmesini sağlar. Örnek olarak Tableau, Power BI gibi araçlar yer alır.

Programlama Dilleri: Veri analizi için Python ve R gibi programlama dilleri yaygın olarak kullanılır. Bu diller istatistiksel analizler, veri manipülasyonu ve model oluşturma için kullanılabilir.

Elektronik Tablolar: Excel gibi elektronik tablo programları veri analizinde kullanılır. Temel analizler, hesaplamalar ve veri filtrelemeleri yapmak için kullanışlıdır.

Veritabanı Yönetim Sistemleri (DBMS): Verilerin depolandığı ve yönetildiği sistemlerdir. Verilerin çekilmesi, sorgulanması ve analiz edilmesi için kullanılırlar.

Büyük Veri Teknolojileri: Büyük veri analizi için Apache Spark, Hadoop gibi teknolojiler kullanılır. Bu teknolojiler büyük veri kümelerini işlemek ve analiz etmek için özel olarak tasarlanmıştır.

Web Analitiği Araçları: İnternet sitelerinin ve dijital platformların performansını analiz etmek için Google Analytics gibi araçlar kullanılır.

Veri analitiği süreci, veri toplama, veri temizleme, veri analizi ve sonuçların yorumlanması gibi aşamalardan oluşur. Bu süreç, işletmelerin daha iyi kararlar almasına ve iş süreçlerini iyileştirmesine yardımcı olabilir.

5. Bulut Hizmetleri:

Bulut hizmetleri, veri saklama, işlemek ve paylaşmak için kullanılır. Bulut tabanlı uygulamalar, sınırlama ve ölçeklenebilirlik sağlar. Bulut tabanlı uygulamalar, geliştiricilere hızlı bir şekilde uygulamalar oluşturma ve dağıtma esnekliği sağlar. İşletmeler, kendi altyapılarını kurma ve bakım maliyetlerinden kaçınabilirler. Bu nedenle bulut hizmetleri, özellikle ölçeklenebilirliği ve kolay erişilebilirliği nedeniyle işletmeler ve bireyler arasında yaygın olarak tercih edilmektedir.

6. E-ticaret ve Dijital Pazarlama Yazılımları:

E-ticaret platformları ve dijital pazarlama yazılımları, çevrimiçi satışları teşvik eder, müşteri deneyimini artırır ve dijital pazarlama kampanyalarını yönetmektedir. E-ticaret ve dijital pazarlama alanında birçok yazılım ve araç bulunmaktadır. Bu

yazılımlar, çevrimiçi satış, müşteri ilişkileri yönetimi, pazarlama otomasyonu, analitik takip ve daha birçok işlevi yerine getirmek için kullanılır. E-ticaret ve dijital pazarlama yazılımlarından bazıları şunlardır:

E-Ticaret Yazılımları:

- Shopify: Çevrimiçi mağaza oluşturmanızı ve yönetmenizi sağlayan popüler bir e-ticaret platformudur. Ürün yönetimi, sipariş takibi, ödeme entegrasyonları ve daha fazlasını içerir.
- WooCommerce: WordPress tabanlı bir eklenti olan WooCommerce, mevcut bir web sitesini çevrimiçi bir mağazaya dönüştürmenize yardımcı olur. Ürünleri listelebilir, ödeme işlemlerini yönetebilirsiniz.
- Magento: Büyük ölçekli ve özelleştirilebilir e-ticaret projeleri için kullanılan açık kaynaklı bir platformdur. Ürün yönetimi, ödeme seçenekleri, envanter takibi gibi özellikler sunar.
- BigCommerce: Kullanımı kolay ve geniş özelliklere sahip bir e-ticaret platformudur. Ürün yönetimi, pazarlama, ödeme entegrasyonları gibi işlevleri içerir.

Dijital Pazarlama Yazılımları:

- HubSpot: İçerik oluşturma, pazarlama otomasyonu, e-posta pazarlama, analitik takip gibi birçok pazarlama faaliyetini tek bir platformda bir araya getirir.
- Mailchimp: E-posta pazarlama kampanyaları oluşturmanızı sağlayan bir platformdur. Otomatik e-posta gönderimi, segmentasyon gibi özellikler sunar.
- Hootsuite: Sosyal medya yönetimi için kullanılır. Farklı platformlardaki hesapları tek bir yerden yönetmenizi sağlar.
- Google Analytics: Web sitenizin trafiğini ve kullanıcı davranışını takip etmek için kullanılır. Etkinliği analiz etmek ve iyileştirmek için önemlidir.
- SEMrush: SEO ve dijital pazarlama analitiği için kullanılır. Anahtar kelime analizi, rekabet analizi gibi özellikler sunar.
- AdRoll: Retargeting (yeniden hedefleme) kampanyaları oluşturarak kullanıcıları geri çekmek için kullanılır.

- Buffer: Sosyal medya gönderilerinizi planlamanıza ve yönetmenize yardımcı olur.
- Ahrefs: SEO analitiği ve rekabet analizi yapmanızı sağlar.

Bu yazılımlar sadece bazı örneklerdir. E-ticaret ve dijital pazarlama alanında birçok farklı yazılım ve araç bulunmaktadır, işletmenizin ihtiyaçlarına ve hedeflerine uygun olanları seçmek önemlidir.

7. IoT (Nesnelerin İnterneti) Platformları:

IoT (Nesnelerin İnterneti), nesnelerin (cihazlar, sensörler, makineler vb.) internete bağlanarak veri toplaması, iletişim kurması ve etkileşimde bulunması prensibine dayalı bir teknoloji alanını ifade eder. Endüstriyel otomasyon, akıllı ev sistemleri gibi alanlar kullanılır. IoT platformlarından bazıları şunlardır:

- AWS IoT Core: Amazon Web Services (AWS) tarafından sağlanan bir IoT platformudur. Nesneleri internete bağlamak, veri toplamak, analiz etmek ve uygulama geliştirmek için kullanılır.
- Azure IoT Hub: Microsoft Azure tarafından sunulan bir IoT platformudur. Nesnelerin internete bağlanmasını ve etkileşimini kolaylaştırır.
- Google Cloud IoT: Google Cloud'un IoT hizmetleri, nesnelerin veri toplaması, depolanması, analizi ve uygulama entegrasyonunu sağlar.
- IBM Watson IoT: IBM tarafından sunulan bir IoT platformudur. Nesnelerin veri toplamasını, analizini ve yönetimini içerir.
- ThingSpeak: MATLAB tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir IoT platformudur. Veri toplama, analiz ve görselleştirme işlevlerini içerir.
- Particle: IoT projeleri oluşturmak için tasarlanmış bir platformdur. Donanım ve yazılım kombinasyonunu içerir.
- Losant: IoT projeleri oluşturmak ve yönetmek için kullanılan bir platformdur. Görsel arayüzle iş akışları, analizler ve entegrasyonlar oluşturmayı sağlar.
- Blynk: IoT projeleri için geliştirilen bir platformdur. Mobil uygulama tabanlı kontrol ve görselleştirme sağlar.
- Cisco IoT Cloud Connect: Cisco'nun IoT projeleri için sağladığı platformlardan biridir. Cihazların internete bağlanmasını ve veri akışını kolaylaştırır.

- Kaa Project: Açık kaynaklı bir IoT platformudur. Cihaz yönetimi, veri analizi ve etkileşim sağlar.

IoT alanı hızla gelişmekte olduğundan yeni platformlar ve araçlar sürekli olarak ortaya çıkmaktadır. Seçtiğiniz platform, projenizin özelliklerine, ihtiyaçlarına ve büyüklüğüne uygun olmalıdır.

8. AI (Yapay Zeka) ve Makine Öğrenimi Yazılımları:

AI ve makine bilgisayar yazılımları, veri analizi, tahminler, otomasyon ve daha birçok iş bilgisayarı geliştirme için kullanılır. AI (Yapay Zeka) ve Makine Öğrenimi (Machine Learning) alanında birçok yazılım ve araç bulunmaktadır. Bu yazılımlar, veri analizi, tahmin yapma, desen tanıma ve diğer yapay zeka uygulamalarını gerçekleştirmek için kullanılır.

AI ve Makine Öğrenimi Kütüphaneleri:

- TensorFlow: Google tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir makine öğrenimi kütüphanesidir. Derin öğrenme modelleri oluşturmak ve eğitmek için yaygın olarak kullanılır.
- PyTorch: Açık kaynaklı bir yapay zeka kütüphanesidir. Derin öğrenme modelleri oluşturmak, test etmek ve eğitmek için kullanılır.
- Scikit-learn: Python tabanlı açık kaynaklı bir makine öğrenimi kütüphanesidir. Sınıflandırma, regresyon, kümeleme, boyut azaltma gibi çeşitli algoritmaları içerir.
- Keras: Yapay sinir ağlarını hızlı ve kolay bir şekilde oluşturmak ve eğitmek için kullanılan bir kütüphanedir. TensorFlow, Theano veya Microsoft Cognitive Toolkit ile entegre olarak kullanılabilir.
- Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK): Microsoft tarafından geliştirilen bir derin öğrenme kütüphanesidir. Görüntü işleme, doğal dil işleme ve diğer yapay zeka uygulamalarını destekler.

Veri Analizi ve Görselleştirme Araçları:

- Python ve R: Hem Python hem de R dilleri veri analizi ve makine öğrenimi için yaygın olarak kullanılır. Pandas, NumPy, ggplot gibi kütüphaneler bu dillerde veri manipülasyonu ve analizi için kullanılır.

- Tableau: Veri görselleştirme ve analizi için kullanılan bir yazılımdır. Görsel olarak veriyi anlamak ve içgörü kazanmak için kullanılır.
- Power BI: Microsoft'un veri analizi ve görselleştirme aracıdır. Veri setlerini analiz edebilir ve interaktif raporlar oluşturabilirsiniz.

Doğal Dil İşleme Araçları:

- NLTK (Natural Language Toolkit): Doğal dil işleme (NLP) projeleri için kullanılan bir Python kütüphanesidir.
- Spacy: Açık kaynaklı bir NLP kütüphanesidir. Dil analizi ve metin madenciliği için kullanılır.
- Gensim: Metin belgelerinde semantik analiz yapmak için kullanılan bir kütüphanedir.

Özel AI Platformları:

- IBM Watson: IBM tarafından geliştirilen bir yapay zeka platformudur. Dil anlama, görüntü işleme, tahmin yapma ve diğer yapay zeka hizmetleri sunar.
- Azure Cognitive Services: Microsoft'un bulut tabanlı yapay zeka hizmetlerini içerir. Görüntü, dil ve konuşma işleme gibi çeşitli yetenekleri destekler.
- Google Cloud AI: Google'ın bulut tabanlı yapay zeka hizmetlerini içerir. Görüntü işleme, doğal dil işleme, otomatik öğrenme gibi hizmetler sunar.

AI ve Makine Öğrenimi alanı hızla geliştiğinden, yeni yazılımlar ve araçlar sürekli olarak ortaya çıkmaktadır. Proje ihtiyaçlarına ve hedeflerine uygun olan yazılımları seçmek önemlidir.

9. AR/VR Uygulamaları:

Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR), gerçek dünyayı veya simüle edilmiş ortamları deneyimlemek için kullanılan teknolojilerdir. Arttırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) uygulamaları, son deneyimler sunarak eğitimden pazarlamaya kadar birçok alanda kullanılır.

Artırılmış Gerçeklik (AR) Uygulamaları:

- Eğitim ve Eğitim: Eğitimciler, öğrencilere interaktif ve görsel dersler sunmak için AR uygulamalarını kullanabilirler. Öğrenciler, ders materyallerini daha etkileşimli bir şekilde deneyimleyebilirler.
- Tıp ve Sağlık: Hekimler, AR kullanarak ameliyat öncesi planlamalar yapabilir veya cerrahi prosedürleri daha iyi anlamak için sanal modeller oluşturabilirler.
- Müze ve Kültürel Miras: Müzeler, ziyaretçilere eserleri ve sergileri daha interaktif bir şekilde sunmak için AR uygulamalarını kullanabilirler.
- Mimari ve İnşaat: Mimarlar ve mühendisler, binaların ve yapıların sanal modellerini oluşturarak müşterilere veya ekiplere daha iyi görsellemeler sunabilirler.
- Perakende ve E-ticaret: Perakende işletmeleri, AR uygulamalarını kullanarak ürünleri sanal olarak deneyimleme imkanı sunabilirler. Örneğin, giyim mağazaları sanal prova hizmetleri sunabilir.
- Oyunlar ve Eğlence: Mobil oyunlar, AR öğelerini gerçek dünya ile birleştirerek eğlenceli deneyimler sunabilir.

Sanal Gerçeklik (VR) Uygulamaları:

- Oyunlar: Sanal gerçeklik, oyun dünyasında en çok kullanılan alanlardan biridir. Oyuncular, tamamen sanal bir ortamda etkileşimli deneyimler yaşarlar.
- Eğitim ve Eğitim: VR, öğrencilere deneysel eğitim sunmak için kullanılabilir. Tarihi olayları yaşama, gezegenleri keşfetme veya karmaşık kavramları anlama gibi imkanlar sunabilir.
- Sağlık ve Rehabilitasyon: Fizik tedavi ve rehabilitasyon süreçlerinde VR kullanılarak hastaların hareket yeteneklerini artırması veya stres yönetimi yapması sağlanabilir.
- Simülasyon ve Mühendislik: Mühendisler, sanal gerçeklik kullanarak ürün tasarımı, prototip geliştirme ve simülasyon yapabilirler.
- Sanat ve Yaratıcılık: Sanatçılar ve tasarımcılar, VR ile etkileşimli 3D sanat eserleri oluşturabilirler.

- Turizm ve Seyahat: Potansiyel turistler, destinasyonları sanal gerçeklikle gezerek keşfedebilirler.
- Psikoterapi ve Stres Azaltma: VR, stres azaltma ve anksiyete tedavisi gibi alanlarda kullanılabilir.
- Astronomi ve Bilim Eğitimi: Sanal gerçeklik, evreni keşfetmek veya gezegenlerin yüzeyine sanal turlar yapmak için kullanılabilir.

10. Dijital İş Akışı ve İşbirliği Araçları:

Dijital iş akışı ve işbirliği araçları, ekiplerin daha verimli çalışmalarını sağlamak, projeleri yönetmek ve iletişimi kolaylaştırmak amacıyla kullanılan yazılımlardır. Bu araçlar, iş süreçlerini otomatikleştirmek, görevleri izlemek, dosya paylaşımı yapmak ve ekip içi iletişimi geliştirmek için kullanılırlar.

Proje Yönetimi ve İş Akışı Araçları:

- Asana: Görevleri yönetmek, iş süreçlerini oluşturmak ve projeleri takip etmek için kullanılan bir platform.
- Trello: Görsel tahta yapısıyla iş süreçlerini izlemeyi ve görevleri yönetmeyi sağlar.
- Jira: Yazılım geliştirme ve proje yönetimi için kullanılan bir araç. Görev atama, takip, hata izleme ve raporlama gibi özellikleri içerir.
- Monday.com: Çeşitli iş süreçlerini ve projeleri yönetmek için kullanılan bir platform. Görsel tahta yapısıyla çalışır.
- Basecamp: Proje yönetimi, görev atama ve ekip içi iletişim için kullanılan bir yazılım.
- Smartsheet: Çeşitli iş akışlarını, takipleri ve projeleri yönetmek için kullanılan bir araç. Geleneksel bir elektronik tablo gibi çalışır.

İşbirliği ve İletişim Araçları:

- Slack: Ekip içi iletişimi kolaylaştırmak için kullanılan bir anlık mesajlaşma platformu.
- Microsoft Teams: Microsoft Office 365 entegrasyonlu bir işbirliği platformudur. İletişimi, dosya paylaşımını ve toplantıları destekler.
- Zoom: Video konferans, web seminerleri ve toplantılar için kullanılan bir platform.

- Google Workspace (eski adıyla G Suite): Ekip içi iletişimi, e-posta, belge düzenlemeyi ve paylaşmayı kolaylaştıran bir dizi Google aracını içerir.
- Cisco Webex: Video konferans, toplantılar ve işbirliği için kullanılan bir platform.

Belge Paylaşımı ve İş Akışı Araçları:

- Google Drive: Dosya depolama ve paylaşımı için kullanılan bir platform. Google Dokümanlar, E-tablolar ve Slaytlar gibi araçlarla entegre çalışır.
- Microsoft OneDrive: Microsoft Office entegrasyonlu bir dosya depolama ve paylaşım platformudur.
- Dropbox Business: Dosya depolama ve paylaşımı, işbirliği ve ekip içi iletişim için kullanılan bir platformdur.
- Box: Dosya depolama, paylaşım ve işbirliği için kullanılan bir platformdur. Özellikle iş güvenliği ve uyumluluk gereksinimlerini karşılamaya odaklanır.

4.5. Dijital Dönüşüm ve Basınçlı Kaplar

Basınçlı kap üreten firmalar için müşterinin siparişiyle başlayan süreçte karmaşık ürünlerin yönetimi oldukça önemlidir. Müşteri talepleri genellikle özelleştirilmiş ve karmaşık ürünleri içerir ve bu ürünlerin tasarımından başlayarak imalat sürecine kadar doğru ve güncel bilgilerin yönetilmesi gerekmektedir.

Dijital süreklilik ve bilgi yönetimi, bu tür karmaşık ürünlerin başarıyla üretilebilmesi için kritik bir unsurdur. Bazı önemli noktalar şöyledir:

Tasarım ve Veri Yönetimi: Müşteri talepleri doğrultusunda ürün tasarımı gerçekleştirilirken, tasarım verilerinin dijital bir ortamda doğru ve eksiksiz olarak yönetilmesi önemlidir. Bu, tasarım sürecinde yapılan değişikliklerin izlenebilmesini, işbirliği yapılmasını ve bilginin doğru şekilde iletilmesini sağlar.

Üretim Süreçlerinin Dijitalleştirilmesi: Üretim aşamalarında kullanılan teknolojilerin ve süreçlerin dijitalleştirilmesi, verimliliği artırır ve hata oranlarını azaltır. Sensörler, otomasyon sistemleri ve diğer dijital teknolojiler, üretim süreçlerinin daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar.

Malzeme ve Tedarik Zinciri Yönetimi: Karmaşık ürünlerin üretiminde kullanılan malzemelerin ve tedarikçilerin yönetimi önemlidir. Dijital bir tedarik zinciri yönetimi, malzeme tedarikini ve stokları optimize eder ve tedarikçi işbirliğini kolaylaştırır.

Kalite Kontrol ve Test Süreçleri: Üretilen basınçlı kapların kalite kontrolü ve test süreçleri, müşteri taleplerine uygunluğunun sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Dijital teknolojiler, kalite kontrol süreçlerinin izlenmesini ve verilerin analiz edilmesini kolaylaştırır.

Servis ve Bakım Yönetimi: Ürünlerin servis ve bakım süreçleri de dijitalleştirilebilir. Ürünlerin takibi, bakım zamanlaması ve servis talepleri dijital bir platformda yönetilerek müşteri memnuniyeti artırılabilir.

Dijital süreklilik ve bilgi yönetimi, basınçlı kap üreten firmaların karmaşık ürünleri daha etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur. Bu da müşteri taleplerine uygun ürünlerin daha hızlı bir şekilde üretilmesini ve rekabet avantajı sağlamalarını sağlar.

Basınçlı kap üreten firmalar için müşteri siparişiyle başlayan süreçte tasarım ve bilginin imalatı beslemesi, yani dijital süreklilik, önemli bir faktördür. Karmaşık ürünlerin yönetimi, doğru ve etkili tasarımın yapılmasına bağlıdır. İyi bir tasarım, hem üretim süreçlerini etkiler hem de üretim zamanını ve maliyetleri optimize eder. Kötü bir tasarım, üretimde sorunlara ve artan maliyetlere yol açabilir.

Bu nedenle, şirketlerin tasarım stratejileri ve tasarım metodolojileri olması gereklidir. PLM (Product Lifecycle Management), üretimden satışa, tasarımdan kaliteye kadar tüm birimleri bir araya getirerek verilerin sürekliliğini ve iş birliğini sağlar. PLM, karmaşık ürünlerin yönetimi için farklı departmanlar arasında etkili iletişim ve işbirliği sağlamakta önemli bir rol oynar.

CAD/CAM programları, fiziksel ürün ortaya çıkmadan önce sanal tasarımın yapıldığı önemli araçlardır. Bu programlar, müşteri ve detay tasarımının yanı sıra endüstriyel tasarımın gerçekleştirilmesine olanak tanır. İyi bir tasarım yapmak için iyi bir araç kullanmak, tasarımın doğru ve etkili bir şekilde yapılmasına katkı sağlar.

Dijital süreklilik ve etkili tasarım yönetimi, basınçlı kap üreten firmaların karmaşık ürünlerin yönetimini daha verimli ve başarılı bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olur. Bu da müşteri memnuniyetini artırır, üretim süreçlerini optimize eder ve rekabet avantajı sağlar.

5. BASINÇLI KAPLARIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Basınçlı kaplar, içerisinde akışkan taşıyan veya depolayan ve içsel ve dışsal basınçlara maruz kalan yüksek sızdırmazlık ve mukavemet özellikleri istenen depolar ve tanklar olarak tanımlanabilir. Bu tür kaplar, gazları veya sıvıları ortam basıncından farklı bir basınçta tutmak için tasarlanmıştır. Özellikle yüksek basınç altında çalıştıkları için, yanlış tasarım veya imalatları ciddi tehlikelere yol açabilir.

Basınçlı kapların tasarımı ve imalatı, güvenlik ve risklerin önlenmesi açısından büyük önem taşır. Bu nedenle, uluslararası ve yerel yönetmelikler ve standartlar tarafından düzenlenirler. Bu yönetmelikler, basınçlı kapların doğru şekilde tasarlanması, üretilmesi, test edilmesi, onaylanması, kullanılması ve bakımının yapılması gibi çeşitli aşamalarda uyulması gereken kuralları ve gereklilikleri belirler. Bu sayede basınçlı kapların güvenli bir şekilde kullanılması ve olası tehlikelerin önlenmesi sağlanır.

Ayrıca, basınçlı kaplar için kullanılan malzemelerin kalitesi, tasarım ve imalat süreçlerinin uygunluğu, sızdırmazlık ve mukavemet özellikleri gibi faktörler de önemlidir. Bu tür kaplar, genellikle endüstriyel tesislerde, enerji üretiminde, kimya ve petrokimya sektörlerinde, gaz depolama ve dağıtım sistemlerinde ve diğer birçok alanda kullanılır.

Basınçlı kapların güvenli ve etkin bir şekilde çalışması, mühendislik ve teknik bilgi gerektiren karmaşık bir süreçtir ve bu nedenle profesyonel ve uzman kişiler tarafından tasarlanmalı ve imal edilmelidir. Aynı zamanda düzenleyici kurumlar tarafından denetlenmeli ve uygun kalite ve güvenlik standartlarını karşılamalıdır. Daha yüksek basınçlı sıvı ve gazların üretiminde, taşınmasında ya da depolanmasında kullanılan küre, silindir biçimli küre, silindir ya da koni biçimli hacimlerin birleştirilmesinden oluşan atmosfere kapalı veya yarı açık kaplardır.

5.1. Basınçlı Kaplara Etkiyen Yükler

Basınçlı kaplar, yüksek basınç altında çalıştıkları için kullanımları sırasında ciddi hayati riskler oluşturabilirler. Bu nedenle, basınçlı kapların tasarımı ve imalatı süreçlerinde güvenlik büyük önem taşır ve insan hayatının korunması açısından kritik bir rol oynar. Bazı önemli etki ve kuvvetler, basınçlı kap tasarımında dikkate alınmalı ve güvenlik kontrolleri yapılmalıdır.

İçsel ve Dışsal Basınç: Basınçlı kaplar, içerisinde bulunan akışkanın veya gazın belirli bir basınç altında tutulması için tasarlanır. Bu nedenle, içsel basınç koşulları, kapın dayanıklılık ve sızdırmazlık özelliklerini etkiler. Aynı şekilde, dışsal basınç koşulları da kap üzerindeki etkiyi belirleyebilir.

Statik ve Dinamik Yükleme: Basınçlı kaplar, statik yükler (sabit yükler) ve dinamik yükler (hareketli yükler veya titreşimler) altında çalışabilir. Bu yüklerin etkisi, kapın mukavemetini ve dayanıklılığını etkileyebilir.

Sıcaklık (Termal): Basınçlı kaplar sıklıkla yüksek sıcaklık altında çalışır. Termal etkiler, kapın malzeme özelliklerini ve mukavemetini etkileyebilir. Isıl genleşme ve daralma gibi faktörler de dikkate alınmalıdır.

Rüzgar: Açık alanlarda veya yüksek yapıların üzerinde kullanılan basınçlı kaplar, rüzgarın etkisi altında olabilir. Bu durumda rüzgar yükleri tasarım sürecinde göz önünde bulundurulmalıdır.

Ağırlık (Ölü Yükler): Basınçlı kapların üzerine binen ağırlıklar ve yükler, kapın dayanıklılığını etkiler ve yapısal analizlerde dikkate alınmalıdır.

Titreşimler (Rezonans): Titreşimler, basınçlı kapların dayanıklılığını ve sızdırmazlık özelliklerini etkileyebilir. Titreşim analizleri ve rezonans testleri önemlidir.

Tasarım aşamasında, tüm bu etkiler dikkate alınmalı ve güvenlik kontrolleri yapılmalıdır. Uluslararası ve yerel standartlara uygunluğun sağlanması, basınçlı kapların güvenli ve emniyetli bir şekilde çalışmasını sağlar ve insan hayatını korur. Ayrıca, imalat sonrası düzenli periyodik kontroller ve bakımlar da basınçlı kapların güvenliğini ve performansını korumada önemlidir.

5.2. Basınçlı Kapların Sınıflandırılması

Basınçlı kapların dizaynı ve yapımı sürecinde sınıflandırmaların büyük önemi vardır. Bu sınıflandırmalar, basınçlı kapların güvenli ve uygun bir şekilde kullanılmasını sağlamak için dikkate alınması gereken önemli faktörleri belirler. Ayrıca, tahribatsız deneyler, ısıtma işlemi, malzeme seçimi gibi faktörler de doğru ve güvenli bir tasarım için dikkate alınmalıdır. Basınçlı kapların yapımında göz önünde bulundurulması gereken bazı önemli hususlar şunlardır:

- i. Taşınacak Akışkanın veya Akışkanların Özellikleri: Basınçlı kap tasarımı, taşınacak akışkanın tipi, sıcaklığı ve kullanım ortamı gibi faktörlere göre yapılmalıdır. Bu özellikler, kapın malzeme seçimi ve mukavemet hesapları üzerinde etkili olabilir.
- ii. Kullanılan Malzemeler: Basınçlı kaplar için kullanılan malzemelerin uygunluğu ve dayanıklılığı çok önemlidir. Doğru malzeme seçimi, kapın güvenli ve uzun ömürlü olmasını sağlar.
- iii. Alt ve Üst Kritik Sınır Değerleri: Basınçlı kaplar için belirlenen alt ve üst kritik sınır değerleri, güvenlik açısından önemlidir ve tasarımın bu sınırlar içinde yapılması gerekir.
- iv. Kapasite: Basınçlı kapların taşıması gereken akışkan miktarı ve kapasitesi, tasarım sürecinde dikkate alınmalıdır.
- v. Yakıt Cinsi ve Yakıcıların Kapasitesi: Eğer basınçlı kap bir ısıtıcı ise, kullanılacak yakıtın cinsi ve yakıcıların kapasitesi belirlenmelidir.
- vi. Basınçlı Kısımların Kalınlık Mukavemet Hesapları: Basınçlı kısımların, özellikle kazanlarda, doğru kalınlık ve mukavemet hesapları yapılmalıdır.
- vii. İlgili Standartlar ve Yönetmelikler: Basınçlı kap tasarımı, ilgili standartlar ve yönetmelikler doğrultusunda yapılmalıdır. Bu, güvenlik ve kalite açısından önemlidir.
- viii. Nozul ve Diğer Bağlantılar: Kap üzerindeki nozul ve bağlantıların doğru ve güvenli bir şekilde tasarlanması gerekir.
- ix. Kaynakçıların Deneyleri ve Kaynak Yöntem Deneyleri: Basınçlı kapların yapımında kullanılacak kaynakçıların deneyleri ve kaynak yöntem deneyleri yapılmalıdır.

x. Tasarım Basınç ve Sıcaklıkları: Basınçlı kap tasarımı, belirli basınç ve sıcaklık koşulları altında yapılmalıdır ve kap bu koşulları güvenli bir şekilde karşılamalıdır.

Tüm bu faktörlerin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, basınçlı kapların güvenli ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlar ve insan hayatını korur. Bu nedenle, basınçlı kap tasarımı ve yapımı sürecinde uzmanlık ve dikkat gereklidir.

Basınçlı kapların tasarımı sırasında yapılan hesaplamalar ve malzeme seçimi önemli faktörlerdir. Aşağıda bahsedilen noktalar, basınçlı kapların tasarımında dikkate alınması gereken bazı önemli unsurlardır:

Tasarım (Dizayn) Basıncı: Basınçlı kabın içerisindeki akışkanın dikkate alındığı zaman müsaade edilen en yüksek çalışma basıncıdır. Bu basınç, kabın en üst noktasında oluşan basınçtır ve kabın güvenli bir şekilde çalışabilmesi için belirlenen sınır basınçtır.

Tasarım Sıcaklığı: Malzemelerin tasarım sıcaklığı, malzeme kalınlığının ortasındaki sıcaklık olarak tarif edilir. Genellikle, basınçlı kabın içerisindeki akışkanın en yüksek sıcaklığı göz önünde bulundurularak belirlenir. Ateşe maruz kalmayan yüzeylerde, tasarım sıcaklığı akışkanın en yüksek sıcaklığı olarak kabul edilir.

Malzemeler: Basınçlı kap ve kazanlarda kullanılan malzemelerin, tasarım şartlarına uygun ve istenilen özellikleri taşıyacak şekilde seçilmesi önemlidir. Malzeme seçimi, sıcak ve soğuk biçimlendirme özellikleri, mekanik ve kimyasal özellikleri, kaynak kabiliyeti gibi faktörleri içermelidir. Saclar, dövmeleler, dökümler, borular, cıvata ve somunlar, saplamalar, çubuklar gibi farklı malzeme türleri, tasarım kurallarına uygun olarak seçilmelidir.

Basınçlı ekipmanların güvenli ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak için test faaliyetleri oldukça önemlidir. Bu testler, ekipmanlardaki potansiyel uygunsuzlukları, kusurları veya tehlikeli durumları tespit etmek ve düzeltmek için yapılır. Basınçlı ekipmanlar üzerinde gerçekleştirilen temel test türleri şunlardır:

Hidrostatik Test: Bu testte, basınçlı ekipman veya kap içerisine su veya akışkan doldurulur ve belirli bir basınçta tutulur. Ekipmanın dayanıklılığını ve sızdırmazlık özelliklerini kontrol etmek için yapılır.

Pnömatik Test: Bu testte ise, basınçlı ekipman veya kap içerisine hava veya azot gibi yanıcı olmayan ve toksik olmayan bir gaz doldurulur ve belirli bir basınçta tutulur.

Yine sızdırmazlık ve dayanıklılık kontrolü için yapılır.

Bu temel test türlerinin yanı sıra, Non-Destructive Testing (NDT) veya tahribatsız muayene olarak adlandırılan 5 test metodu daha bulunmaktadır:

Görsel Test (VT - Visual Testing): Gözle yapılan muayene yöntemidir. Ekipmanın yüzeyindeki görsel uygunsuzluklar, çatlaklar veya deformasyonlar tespit edilmeye çalışılır.

Sıvı Penetrant Testi (PT - Liquid Penetrant Testing): Yüzeydeki çatlaklar, porozite ve diğer yüzey kusurlarını tespit etmek için kullanılır. Yüzeğe sıvı penetrant madde uygulanır ve fazla penetrant yüzeyden temizlenir. Daha sonra geliştirici madde uygulanarak kusurların belirginleşmesi sağlanır.

Manyetik Parçacık Testi (MT - Magnetic Particle Testing): Manyetik alan kullanılarak yüzeydeki demir veya demir dışı metallerdeki çatlaklar ve kusurlar tespit edilir.

Radyografik Test (RT - Radiographic Testing): X-ışınları veya gama ışınları gibi radyasyon kaynakları kullanılarak iç yapıdaki kusurlar tespit edilir.

Ultrasonik Test (UT - Ultrasonic Testing): Yüzey altındaki kusurlar, delikler ve diğer iç yapısal hataların tespiti için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılır. Yankılanma prensibiyle çalışır.

Bu testler, basınçlı ekipmanların güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için önemli adımlardır ve düzenli olarak yapılmalıdır.

6. PLM'İN BASINÇLI KAPLARA UYGULANMASI

Çalışmanın uygulaması ALFA Kazan Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. firmasında yapılmıştır. Firmada buhar kazanı, sıcak su kazanı, ekonomizer, kızgın yağ kazanı, boyler, tank gibi çeşitli basınçlı ürünler üretilmektedir.

Bu ürünlerin tasarımı belli özelliklere göre değişiklik göstermektedir. Tasarımda değişikliğe neden olan özellikler şöyledir:

Maksimum Çalışma Basıncı: Her bir basınçlı ürünün maksimum çalışma basıncı, tasarımında en temel özelliklerden biridir. Bu, ürünün güvenli ve verimli bir şekilde çalışabilmesi için dikkate alınması gereken en önemli parametrelerden biridir.

Çalışma Sıcaklığı: Basınçlı ürünler, farklı sıcaklık aralıklarında kullanılabilir. Tasarım, ürünün belirli sıcaklık değerlerinde güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

Malzeme Seçimi: Basınçlı ürünlerin tasarımında kullanılacak malzeme seçimi çok önemlidir. Malzeme, ürünün çalışma basıncı, sıcaklık aralığı, kullanım ortamı ve diğer teknik gerekliliklere uygun olmalıdır.

Boyut ve Kapasite: Ürünün ihtiyaca uygun boyutu ve kapasitesi, tasarım sürecinde dikkate alınması gereken kritik faktörlerdir. Bu, ürünün verimliliği ve performansı üzerinde doğrudan etkilidir.

Standartlar ve Uyumluluk: Basınçlı ürünler tasarlanırken, ilgili endüstriyel standartlara ve güvenlik yönetmeliklerine uygun olması önemlidir. Bu, ürünün uluslararası pazarlarda kullanılabilirliğini sağlar ve güvenlik açısından önem taşır.

Enerji Verimliliği: Tasarım aşamasında enerji verimliliği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu, ürünün enerji tüketimini düşürmek ve çevresel etkisini azaltmak için önemlidir.

Montaj ve Bakım Kolaylığı: Ürün tasarımında, montaj ve bakım süreçlerinin kolay ve verimli olması hedeflenir. Bu, ürünün sahadaki kullanımını kolaylaştırır ve servis maliyetlerini azaltır.

Dayanıklılık ve Uzun Ömür: Tasarım, ürünün dayanıklılığını ve uzun ömürlülüğünü sağlamaya yönelik olmalıdır. Böylece, ürünün kullanım ömrü boyunca performansını koruması ve güvenilir olması sağlanır.

Bu özelliklerin, basınçlı ürünlerin tasarımında göz önünde bulundurulması, güvenli, verimli ve müşteri ihtiyaçlarına uygun ürünlerin üretilmesini sağlar. Ayrıca, yerel ve uluslararası standartlara uygunluğun sağlanması, ürünlerin pazarlanabilirliğini artırır ve müşteri memnuniyetini sağlar.

Bu özellikler farklı ürün gruplarında tasarımda değişikliğe neden olurken aynı ürün gruplarında da özelliklere göre tasarım değişmektedir.

Yapılan çalışmada firmanın ürettiği ürünler buhar kazanı, sıcak su kazanı ve kızgın yağ kazanlarına ait iki farklı kapasitede ürün incelenmiştir. Firmanın gizlilik politikası gereği imalat parçalarında ayrıntı verilmemiştir.

Firmada imaları yapılan kazanlara ait sisteme kaydedilen veriler ürün tanımı, modeli, proje numarası ve basınç değerleridir.

Basınçlı kapların imalatında ihtiyaç duyulan temel veriler şunlardır:

Üretilen Parçalar: Basınçlı kapların imalatında hangi parçaların üretileceği belirlenmelidir. Bu parçalar, kazan gövdesi, kapak, borular, flanşlar gibi farklı bileşenleri içerebilir.

Miktarlar: Her parçanın üretim miktarı belirlenmelidir. Bu, toplam ürün miktarını ve her bir parçanın üretim sayısını içerir.

Ölçüler: Üretilen parçaların ölçüleri ve toleransları, tasarım gerekliliklerine uygun olarak belirlenmelidir. Hassas ölçüler ve toleranslar, ürünün kalitesini ve uygunluğunu sağlar.

Kalite Standartları: Üretilen parçaların kalite standartlarına uygun olması önemlidir. Kalite kontrol süreçleri, ürünlerin belirlenen kalite standartlarına uygunluğunu kontrol eder.

Malzeme Özellikleri: Her parçanın imalatında kullanılacak malzeme türleri ve özellikleri belirlenmelidir. Malzeme seçimi, ürünün dayanıklılığı ve performansı üzerinde etkilidir.

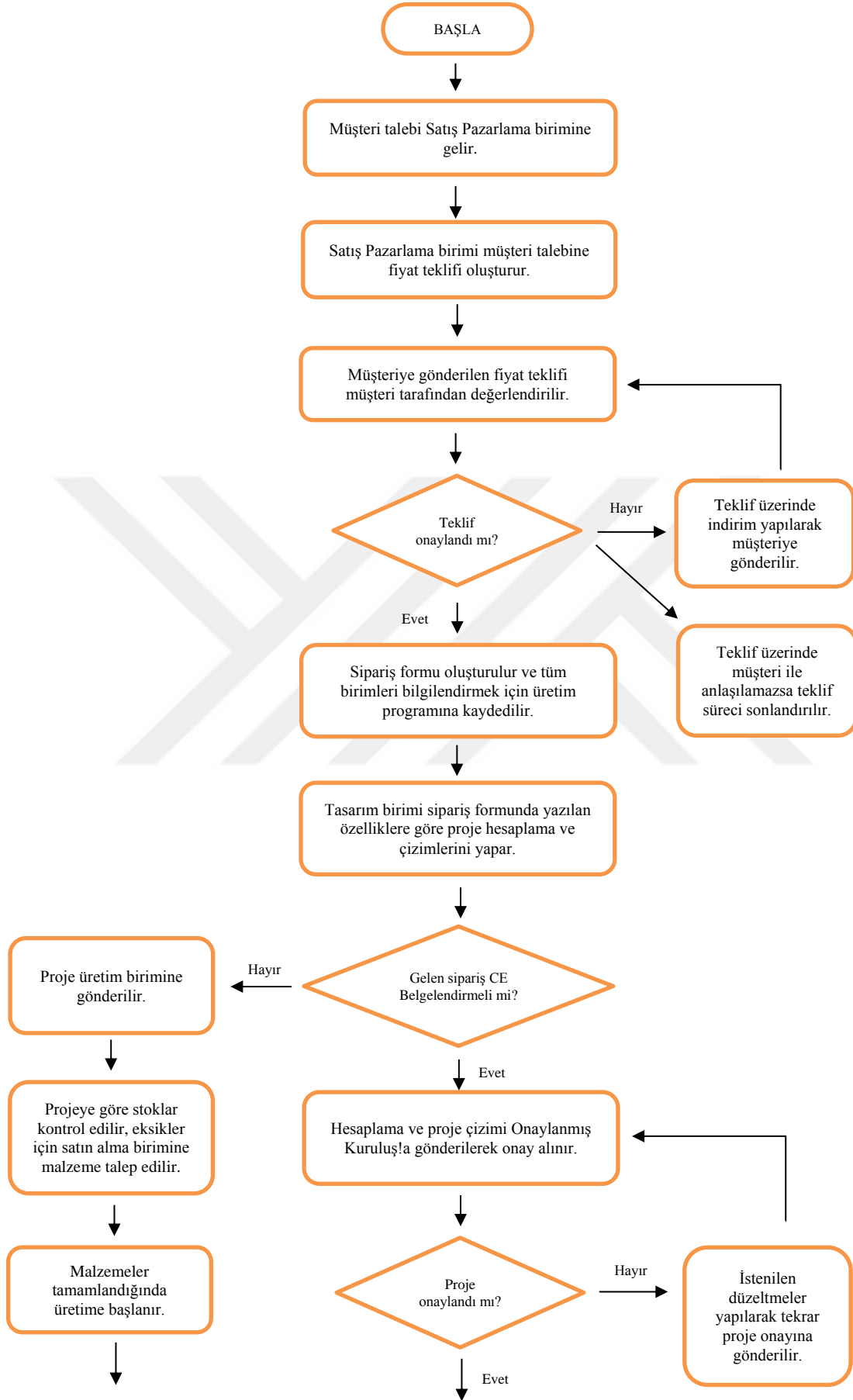
İmalat Süreçleri: Parçaların üretim süreçleri belirlenmeli ve planlanmalıdır. Bu, üretimde kullanılacak ekipmanlar, işçilik süreçleri ve üretim adımlarını içerir.

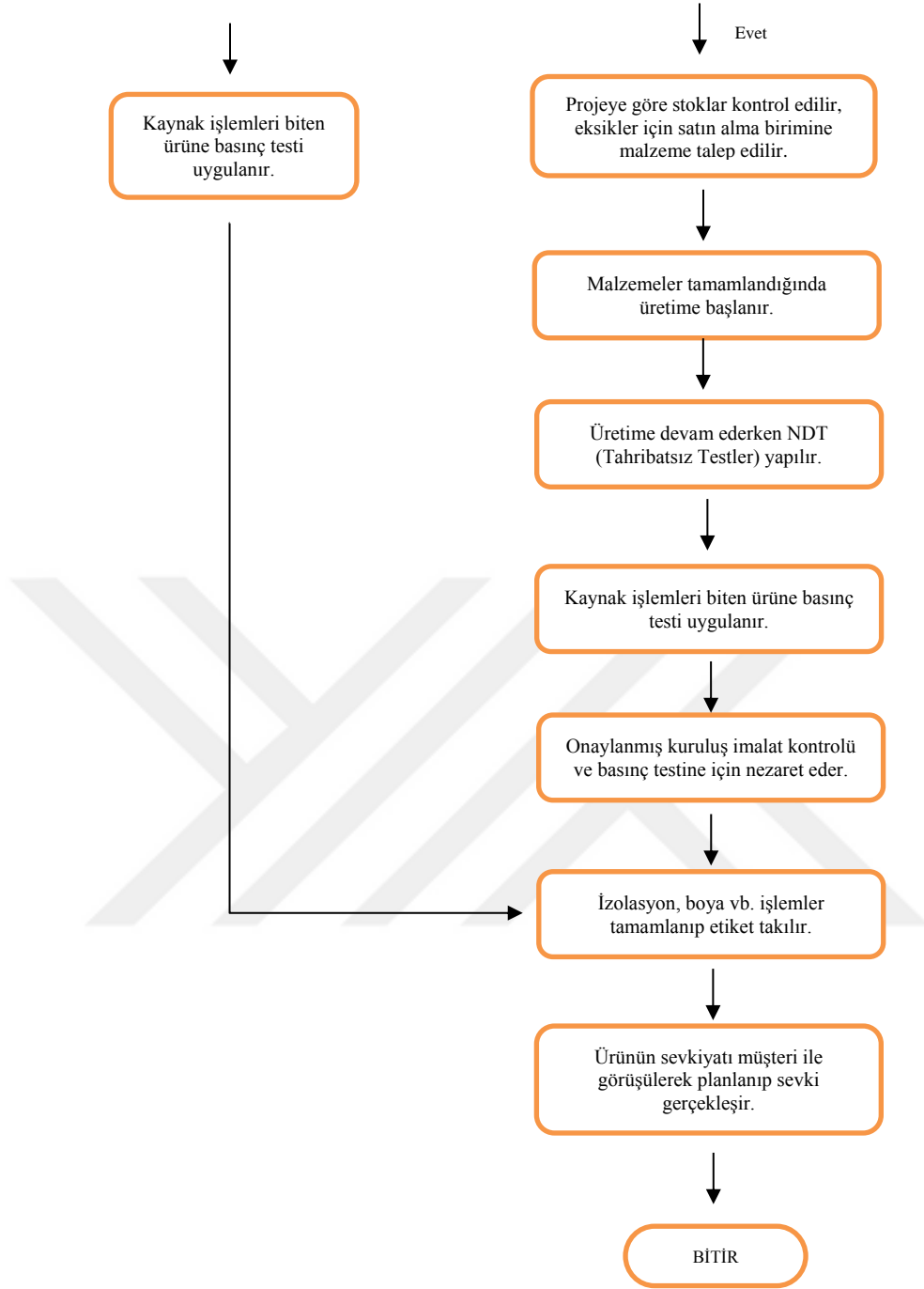
Maliyetler: İmalatın maliyeti, kullanılacak malzemeler, işçilik, ekipman ve diğer giderler göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır.

Kalite Kontrol ve Test Süreçleri: Üretilen parçaların kalite kontrol ve test süreçleri belirlenmelidir. Bu, ürünlerin güvenli ve uygun olduğundan emin olmak için önemlidir.

Bu veriler, basınçlı kapların imalat sürecinde etkili ve verimli bir şekilde çalışmayı sağlar. Ayrıca, kalite kontrolü ve uygunluk, ürünlerin güvenliğini ve performansını sağlamaya yardımcı olur.

Sipariş bazlı üretim yapan firmanın süreç iş akışı aşağıda verilmiştir.





Şekil 6.1. Firma süreç akış şeması

Firmada herhangi bir program kullanılmamaktadır. İşlemler için excel programı ve mail ortamı kullanılmaktadır.

Firmanın ürettiği bazı ürünler ile ilgili bilgiler şöyledir:



Şekil 6.2. Buhar Kazanı

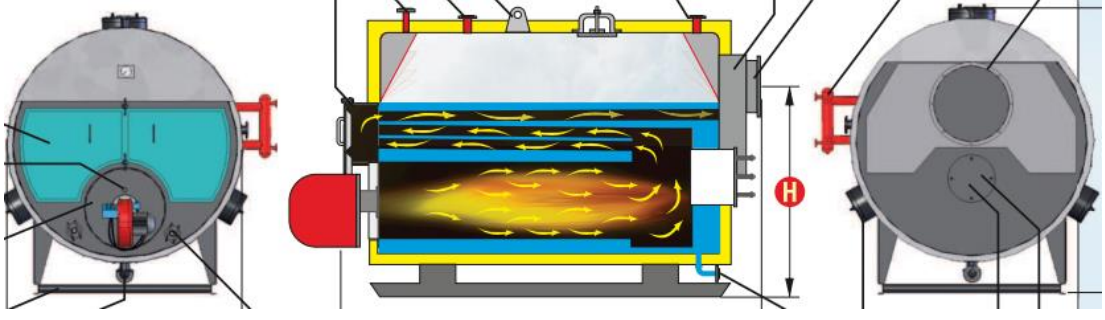
Buhar kazanları, suyun ısınarak buhar haline dönüştüğü ve buharın enerji transferi için kullanıldığı basınçlı kaplardır. Genellikle endüstriyel tesislerde ve enerji üretim tesislerinde kullanılırlar. Buhar kazanları, farklı amaçlar için tasarlanabilir ve çeşitli tipleri bulunmaktadır.

Çalışma Prensibi:

Buhar kazanları, yakıtın yanması veya başka bir ısı kaynağı ile suyu ısıtarak su buharı üretirler. Bu buhar daha sonra genellikle enerji üretiminde (elektrik üretimi gibi) veya ısınma sistemlerinde kullanılır. Isıtma süreci, kazan içerisindeki ısı transfer yüzeyleri sayesinde gerçekleşir.

Kullanım Alanları:

Buhar kazanları, enerji santrallerinde elektrik üretimi, endüstriyel proseslerde, ısıtma sistemlerinde, buhar türbinlerinde ve diğer çeşitli uygulamalarda kullanılır.



Şekil 6.3. Buhar Kazanı Çalışma Şekli

Çizelge 6.1, Çizelge 6.2, Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4’de buhar kazanlarına ait bilgiler verilmiştir. Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2 ile Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4’deki kazanların PDM verilerine bakıldığında proje numaralarının aynı olduğunu görülmektedir. Firma, kapasitesi aynı olan aynı model ürünü aynı isimle kaydetmektedir. Fakat aynı kapasite olsa da farklı basınç altında çalışacakları için ürünün malzeme bilgileri farklıdır. Bu nedenle PDM verilerinde düzenlemeler yapılmalıdır.

Çizelge 6.1. 6.000 kg/h İşletme Basıncı 20 bar Buhar Kazanı Bilgileri

Ürün Adı	Buhar Kazanı
Ürün Tanımı	6.000 kg/h Silindirik Skoç Tip Üç Geçişli Sıvı-Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı
Ürün Modeli	ASSF B
Proje No	m-kzn-1575-assf-6000-b
İşletme Basıncı	20 bar
Konstrüksiyon Basıncı	23 bar
Deney Basıncı	41,98 bar
Yüzey Alanı	152,17 m ²
Ağırlık	15.200 kg

İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	20	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	15	mm	P355GH	HABAŞ
Cehennemlik Gövde	1	adet	Sac	25	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik İç Ayna	1	adet	Sac	18	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Çivi Ayna	1	adet	Sac	15	mm	P355GH	HABAŞ
Duman Boruları	44	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Alev Boruları	83	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	20	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	20	mm	P355GH	YÜCEL BORU

Çizelge 6.2. 6.000 kg/h İşletme Basıncı 8 bar Buhar Kazanı Bilgileri

Ürün Adı	Buhar Kazanı
Ürün Tanımı	6.000 kg/h Silindirik Skoç Tip Üç Geçişli Sıvı-Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı
Ürün Modeli	ASSF B
Proje No	m-kzn-1575-assf-6000-b
İşletme Basıncı	8 bar
Konstrüksiyon Basıncı	9,2 bar
Deney Basıncı	16,5 bar
Yüzey Alanı	134,96 m ²
Ağırlık	13.500 kg

İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	8	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	HABAŞ
Cehennemlik Gövde	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik İç Ayna	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Çivi Ayna	1	adet	Sac	8	mm	P355GH	HABAŞ
Duman Boruları	44	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Alev Boruları	83	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU

Kazanları incelediğimizde 6.000 kg/h kapasiteli buhar kazanında işletme basıncı değiştiğinde tasarım ve deney basınçları da değişmiştir. Mukavemet hesaplarında basınca göre hesaplama yapıldığında kullanılacak malzeme kalınlığı ve kalitesi de değişmektedir. Malzeme kalınlığı değiştiği için kazan ağırlığı da değişmektedir.

Çizelge 6.3. 2.000 kg/h İşletme Basıncı 10 Bar Buhar Kazanı

Ürün Adı	Buhar Kazanı
Ürün Tanımı	2.000 kg/h Silindirik Skoç Tip Üç Geçişli Sıvı-Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı
Ürün Modeli	ASSF B
Proje No	m-kzn-1530-assf-2000-b
İşletme Basıncı	10 bar
Konstrüksiyon Basıncı	11,5 bar
Deney Basıncı	21,05 bar
Yüzey Alanı	51,25 m ²
Ağırlık	4.200 kg

İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Gövde	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik İç Ayna	1	adet	Sac	14	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Çivi Ayna	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Duman Boruları	28	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Alev Boruları	52	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	14	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	14	mm	P355GH	YÜCEL BORU

Çizelge 6.4. 2.000 kg/h İşletme Basıncı 8 Bar Buhar Kazanı

Ürün Adı	Buhar Kazanı
Ürün Tanımı	2.000 kg/h Silindirik Skoç Tip Üç Geçişli Sıvı-Gaz Yakıtlı Buhar Kazanı
Ürün Modeli	ASSF B
Proje No	m-kzn-1530-assf-2000-b
İşletme Basıncı	8 bar
Konstrüksiyon Basıncı	9,2 bar
Deney Basıncı	15,7 bar
Yüzey Alanı	50,91 m ²
Ağırlık	4.600 kg

İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	8	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Gövde	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik İç Ayna	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Cehennemlik Çivi Ayna	1	adet	Sac	10	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Duman Boruları	28	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Alev Boruları	52	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	12	mm	P355GH	YÜCEL BORU

Kazanları incelediğimizde 2.000 kg/h kapasiteli buhar kazanında işletme basıncı değiştiğinde tasarım ve deney basınçları da değişmiştir. Bu iki kazanda da basınç arttığında ya da azaldığında malzeme değişmiştir.

Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.3'ü karşılaştırdığımız zaman hem kapasiteleri hem de basınç değerleri farklıdır. Tüm PDM verileri ve imalat parçalarının sayısı, kalınlığı vs. değişmektedir.

Kızgın yağ kazanları, termal yağları veya ısı transfer yağlarını ısıtmak ve enerji transferi sağlamak amacıyla kullanılan basınçlı kaplardır. Bu tip kazanlar, endüstriyel tesislerde, kimya sanayinde, gıda sektöründe, petrol rafinerilerinde ve enerji üretim tesislerinde yaygın olarak kullanılır.

Çalışma Prensibi:

Kızgın yağ kazanları, termal yağları veya ısı transfer yağlarını yüksek sıcaklıklarda ısıtarak, bu sıcaklığı istenilen süre boyunca muhafaza ederek enerji transferi sağlarlar. Bu enerji, proses ısıtma, ısı eşanjörlerinde kullanılabilir veya endüstriyel fırınlarda ısıtma sağlamak için kullanılır.

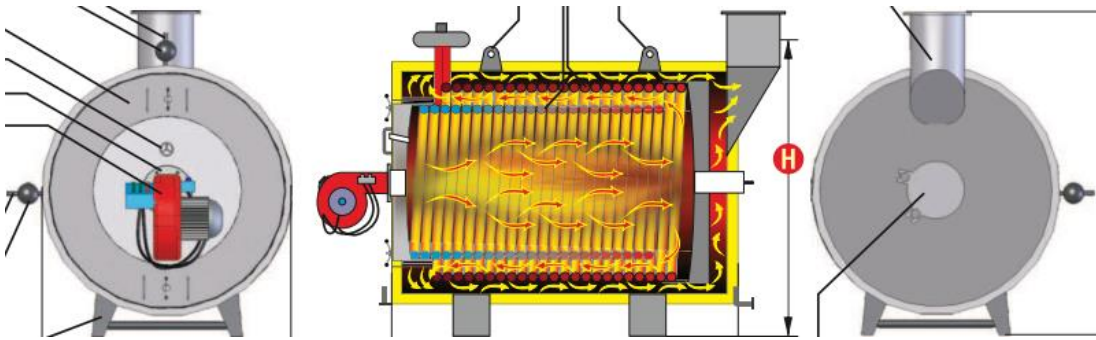
Kullanım Alanları:

Kızgın yağ kazanları, çeşitli endüstrilerde çeşitli amaçlarla kullanılır. Kimya endüstrisinde reaktörleri ve eşanjörleri ısıtmak için, gıda sektöründe kurutma ve

pişirme proseslerinde, petrol rafinerilerinde petrokimyasal işlemlerde ve enerji üretim tesislerinde elektrik üretiminde kullanılırlar.



Şekil 6.4. Kızgın Yağ Kazanı



Şekil 6.5. Kızgın Yağ Kazanı Çalışma Şekli

Çizelge 6.5 ve Çizelge 6.6'da farklı kapasitede aynı basınç değerlerine sahip iki kızgın yağ kazanı incelenmiştir. Kızgın Yağ Kazanlarında kapasite değiştiğinde imalat parçalarının çapları, kalınlıkları değiştiği görülmektedir. Kapasite arttığında/azaldığında gövde ve serpantin borularının uzunluğu da değişmektedir. Dolayısıyla kazanın ağırlığı değişmiştir.

Çizelge 6.5. 1.000.000 kcal/h Kızgın Yağ Kazanı

Ürün Adı	Kızgın Yağ Kazanı						
Ürün Tanımı	1.000.000 kcal/h Silindirik Kızgın Yağ Kazanı						
Ürün Modeli	AKYF						
Proje No	m-kzn-0140-akyf-1000						
İşletme Basıncı	6 bar						
Konstrüksiyon Basıncı	10 bar						
Deney Basıncı	24,5 bar						
Ağırlık	4.200 kg						
İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
İç Serpantin Boruları	1	adet	Boru	Ø 76,1x3,6	mm	P235GH	AYDIN BORU
Dış Serpantin Boruları	1	adet	Boru	Ø 76,1x3,6	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde	1	adet	Sac	8	mm	P265GH	YÜCEL BORU
Yağ Gidiş Kolektörü	1	adet	Boru	Ø 139,7x6	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Yağ Dönüş Kolektörü	1	adet	Boru	Ø 139,7x6	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Yağ Giriş Flanşı	1	adet	Flanş	DN100 PN40	mm	P245GH	DMK
Yağ Çıkış Flanşı	1	adet	Flanş	DN100 PN40	mm	P245GH	DMK
Emniyet Flanşı	1	adet	Flanş	DN25 PN40	mm	P245GH	DMK

Çizelge 6.6. 50.000 kcal/h Kızgın Yağ Kazanı

Ürün Adı	Kızgın Yağ Kazanı						
Ürün Tanımı	50.000 kcal/h Silindirik Kızgın Yağ Kazanı						
Ürün Modeli	AKYF						
Proje No	m-kzn-0005-akyf-50						
İşletme Basıncı	6 bar						
Konstrüksiyon Basıncı	10 bar						
Deney Basıncı	24,5 bar						
Ağırlık	600 kg						
İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
İç Serpantin Boruları	1	adet	Boru	Ø 21,3x2,9	mm	P235GH	AYDIN BORU
Dış Serpantin Boruları	1	adet	Boru	Ø 21,3x2,9	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde	1	adet	Sac	5	mm	P265GH	YÜCEL BORU
Yağ Gidiş Kolektörü	1	adet	Boru	Ø 88,9x6	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Yağ Dönüş Kolektörü	1	adet	Boru	Ø 88,9x6	mm	P235GH	YÜCEL BORU
Yağ Giriş Flanşı	1	adet	Flanş	DN50 PN25	mm	P245GH	DMK
Yağ Çıkış Flanşı	1	adet	Flanş	DN50 PN25	mm	P245GH	DMK
Emniyet Flanşı	1	adet	Flanş	DN25 PN25	mm	P245GH	DMK

Kalorifer kazanları, binalarda ısıtma ve sıcak su sağlamak için kullanılan cihazlardır. Bu kazanlar, yakıtın yanmasıyla suyu ısıtarak sıcak su veya buhar üreterek ısıtma sistemi veya sıcak su tesisatına enerji sağlarlar. Kalorifer kazanları, binaların iç mekanlarını ısıtmak, sıcak su sağlamak ve hatta yüzme havuzları gibi büyük hacimli alanları ısıtmak için kullanılır.

Çalışma Prensibi:

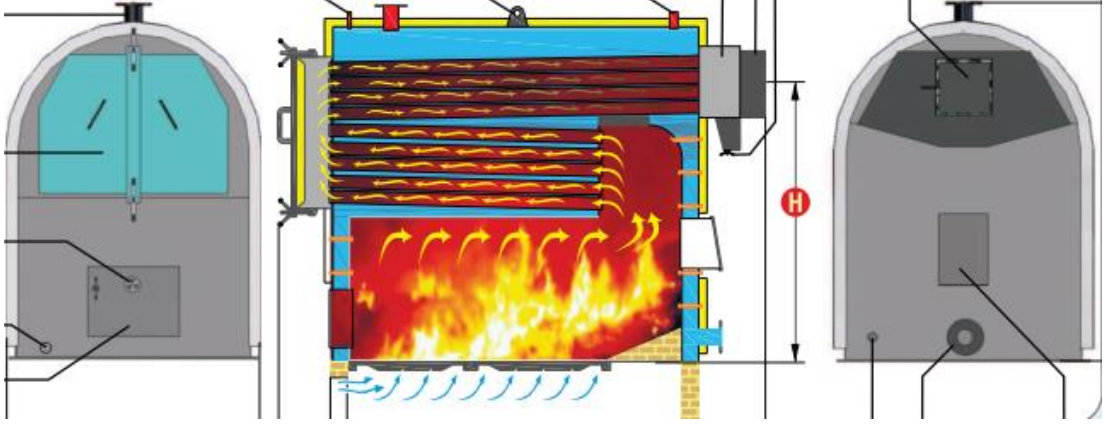
Kalorifer kazanları, yakıtın (genellikle doğal gaz, kömür, fuel oil, elektrik vb.) yanmasıyla suyu ısıtarak buhar veya sıcak su üretirler. Bu ısıtılan su veya buhar, bina içindeki radyatörler veya ısı eşanjörleri aracılığıyla dağıtılır ve bina içini ısıtır.

Kullanım Alanları:

Kalorifer kazanları, konut binalarında, işyerlerinde, okullarda, hastanelerde, otellerde, sanayi tesislerinde ve diğer birçok mekânda ısıtma ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için kullanılır., düşük kalorili linyitleri ve yüksek enerjiye sahip katı yakıtları doğal çekişte yüksek verimde yakmaya uygun tasarıma sahiptir. İstenildiğinde yakma havası kontrolü, kazan kapağına yapılan fan akuplesi ve termostat kontrolü ile sağlanabilir. Doğalgazın olmadığı yerlerde ısınma ihtiyacını karşılamak için tercih edilir.



Şekil 6.6. Kalorifer Kazanı



Şekil 6.7. K kalorifer kazanı çalışma şekli

Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8’da farklı kapasite, aynı basınç değerlerine sahip iki kalorifer kazanı incelenmiştir. K kalorifer kazanlarında da kapasite değiştiğinde imalat parçalarının miktarları, kalınlıkları değişmektedir.

Çizelge 6.7. 180.000 kcal/h K kalorifer kazanı

Ürün Adı	K kalorifer kazanı						
Ürün Tanımı	180.000 kcal/h Yarım Silindirik Katı Yakıtlı K kalorifer kazanı						
Ürün Modeli	AYSK						
Proje No	m-kzn-0060-aysk-30-s						
İşletme Basıncı	2,60 bar						
Konstrüksiyon Basıncı	3 bar						
Deney Basıncı	5 bar						
Yüzey Alanı	30,91 m ²						
İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	5	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	7	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Cehennemlik Yanı	2	adet	Sac	7	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Cehennemlik Arkası	1	adet	Sac	7	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Duman Boruları	27	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Alev Boruları	38	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU

Çizelge 6.8. 600.000 kcal/h Kalorifer Kazanı

Ürün Adı	Kalorifer Kazanı
Ürün Tanımı	600.000 kcal/h Yarım Silindirik Katı Yakıtlı Kalorifer Kazanı
Ürün Modeli	AYSK
Proje No	m-kzn-0200-aysk-100-s
İşletme Basıncı	2,60 bar
Konstrüksiyon Basıncı	3 bar
Deney Basıncı	5 bar
Yüzey Alanı	101,01 m ²

İmalat Parçaları	Miktar	Birim	Hammadde	Hammadde Ölçüsü	Birim	Kalite	Tedarikçi Adı
Gövde	1	adet	Sac	6	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Külhan	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Cehennemlik Yanı	2	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Cehennemlik Arkası	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Duman Boruları	69	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Alev Boruları	94	adet	Boru	Ø76,1x3,2	mm	P235GH	AYDIN BORU
Gövde Ön Ayna	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU
Gövde Arka Ayna	1	adet	Sac	8	mm	S235JR	YÜCEL BORU

Kazanlarda işletme basıncı, metrekare, ağırlık, kazanın imalat parçalarının boyut ölçüleri, kalınlığı, malzeme kalitesi birbirlerine bağlantılı olarak değişmektedir. Bu değişiklikler ürün tasarım standardında yer alan hesaplamalara göre bulunmaktadır.

Kazanların tasarımında etkili olan başlıca iki unsur işletme basıncı ve kapasitedir. Ürün grubu değiştikçe imalat parçaları farklılaşmaktadır. Kızgın yağ kazanlarında iç ve dış serpantin boruları ve kollektörler bulunurken buhar kazanlarında alev-duman boruları, külhan, cehennemlik gibi parçalar bulunmaktadır.

Ürünlerin tasarımında birbirini etkileyen, tasarımda değişiklik yaratan bu özellikleri doğru yönetmek gerekmektedir. Müşteri ihtiyaçları doğrultusunda doğru tasarımı yapabilmek, doğru ürün ağaçlarını oluşturabilmek ve sistematik yürütebilmek için PLM programına ihtiyaç vardır.

Ürün, üretim sürecinde yarı mamullerin tüketilerek başka yarı mamuller oluşturması ve bu yarı mamullerin sarf ve tamamlayıcı ürünler gibi ürün ağacı birleşenlerinin tüketilmesi ile ürün oluşturmaktadır.

PLM programı, ürünün ve alt parçalarının tüm opsiyonlarının tanımlanması, tasarımcının tüm ürünü üst seviyeden alt parçalara kadar yapılandırmasını kolaylaştırmaktadır. Konfigürasyon tasarımı ile ürün, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri göz önünde bulundurularak gruplandırılabilir.

Ürünlerin geliştirilmesi, ürün tasarım ve revizyon süreçleri senkronize yürümelidir.

Bunun yanında ürün data yönetimi, malzeme yönetimi, konfigürasyon yönetimi de senkronize yürümelidir. Basınçlı kap üretiminde görülen bu varyant özelliklerin doğru yönetilebilmesi Ürün Yaşam Döngüsü (PLM) ile mümkündür.

PLM, karmaşık ürün yapılarını yönetmektedir, ürünü kontrol etmektedir. Aynı platformda diğer departman üyeleri ile iletişim kurmaktadır, güncel yapıların yönetimini doğru şekilde tamamlamaktadır.

Müşteri ihtiyacı doğrultusunda, ilgili standart ve yönetmeliklere bağlı kalarak üretilecek kazanlarda tasarımda değişikliğe neden olan bu özellikler ürün maliyetini dolayısıyla ürün satış fiyatını etkilemektedir.

Bir kazanın tercih edilebilir/özelleştirilebilir yanlarının bir araya gelmesini varyantlı ürün olarak tanımlayabiliriz. Tercihler sonucu bir araya gelen bu ürüne de farklı fiyatlar verilmektedir. Çünkü bu ürünler farklı varyasyonlardaki ayrı ürünlerdir. Bu gibi durumlara dikkat edilmelidir. Yoksa ürünün fiyatı yanlış oluşturulduğu için gelir gider kısmında bazı hatalarla karşı karşıya kalınması kaçınılmaz olacaktır.

Müşteriden konfigüre edilebilir bir ürün için sipariş alındığında, proses tetiklenir. Müşteri siparişi, ürünün üretimi için planlı siparişle sonuçlanacak biçimde MİP çalıştırılmalıdır. Yeterli depo stoku mevcut değilse, gerekli hammaddeler için satınalma talepleri oluşturulmalıdır.

Konfigüre edilebilen ürünler, ticari mal özelliğinde olup alabilecekleri özellik değerlerine göre farklı varyantları olabilen ürünlerdir. Konfigüre edilebilir ürüne özellik seti atanarak hangi özellik değerlerine sahip olması gerektiği belirlenmelidir. Malzeme ve özellik bağlantısı kurulduktan sonra konfigüre edilebilir malzeme varyantları oluşturulmalıdır.

PLM ile tasarımdan üretime kadar tüm süreçler bütünleşik olarak değerlendirilir. Proje yönetimi, değişiklik yönetimi, üretim simülasyonu gibi tüm uygulama alanları yönetilmelidir.

Bir PLM yazılımı, bir ürünü, ürünü etkileyen tüm bilgiler için bir veri deposu sağlayarak ürünlerinin yaşamını yönetmesine yardımcı olmaktadır. PLM yazılımı, ürünle ilgili verilerin yönetimini otomatikleştirmek ve verileri kurumsal kaynak planlaması (ERP) gibi diğer iş süreçleriyle entegre etmek için kullanılabilir. PLM'nin amacı israfi ortadan kaldırmak, hata oranını azaltmak ve verimliliği arttırmaktır. PLM yalın üretim modelinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilir.

Çalışmanın yapıldığı bu firmadaki büyük sorunlardan biri oluşan bilgi değişikliklerinde ilgili departmanların ya hiç bilgisi olmamaktadır ya da geç bilgi verilmektedir. Örneğin, müşteri ile iletişime geçen satış pazarlama birimi müşteri tarafından ürün üzerinde yapılması istenen değişikliği tasarım birimine aktarmadığında ya da geç aktardığında ürün tasarımı yeni gelen bilgiye göre tasarlanmamış olmaktadır. Tasarım birimi ilgili teknik resmi üretilmesi için üretime verdiğinde ortaya müşterinin istediği üründen farklı bir ürün ortaya çıkmaktadır. İlgili verilere tüm departmanların aynı zamanda ulaşamamasından kaynaklı yanlış malzeme alımı, üretimde harcanan fazla mesai, zaman kaybı gibi tüm unsurlar firmaya hem maliyet açısından hem de müşteri memnuniyeti açısından ciddi zararlar vermektedir.

Basınçlı kaplar üreten firmada sıcak su kazanı için PDM verileri oluşturuldu. Ürünün tasarım ve hesaplamasının yapılması için öncelikle kapasite, sıcaklık, basınç bilgilerine ihtiyacımız vardır.

Proje Adı: 700.000 Kcal/h Sıvı-Gaz Yakıtlı Tam Silindirik Skoç Tip 3 Geçişli Sıcak Su Kazanı

Proje No: m-kzn-0980-assf-t-700

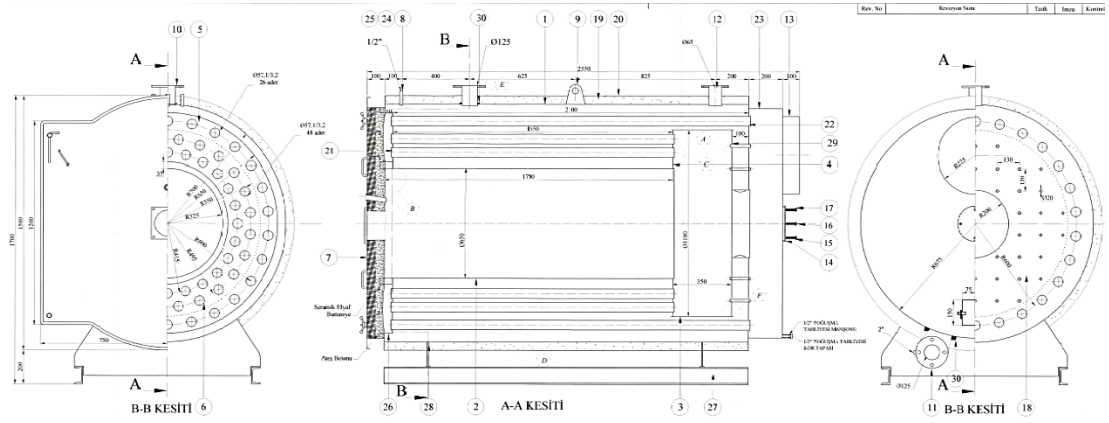
İşletme Sıcaklığı: 90/70 °C

İşletme Basıncı: 6 Bar

Tasarım Basıncı: 7 Bar

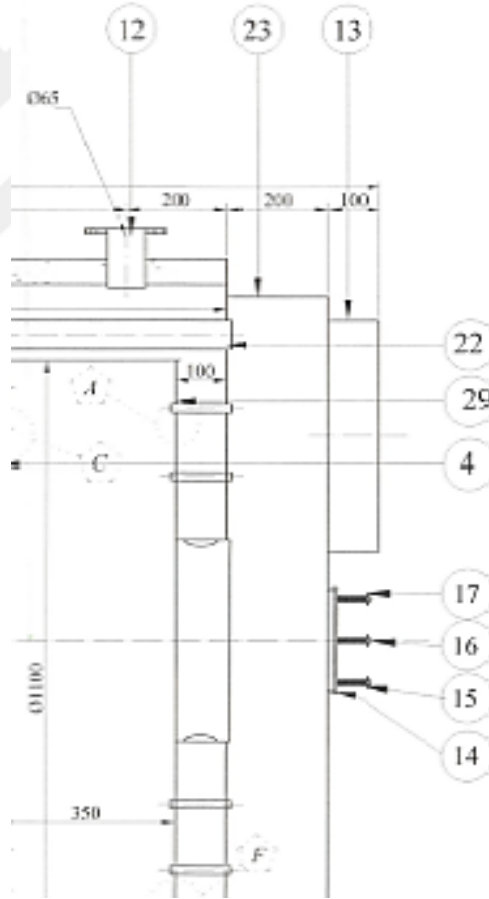
Test Basıncı: 17,43 Bar

Bu bilgilere göre tasarlanan ürün çizimi Şekil 6.8’de verilmiştir.



Şekil 6.8. Sıcak Su Kazanı Çizim Örneği

Teknik resim üzerinde her parça numaralandırılmıştır. (Şekil 6.9)



Şekil 6.9. Parça Numaralandırılması

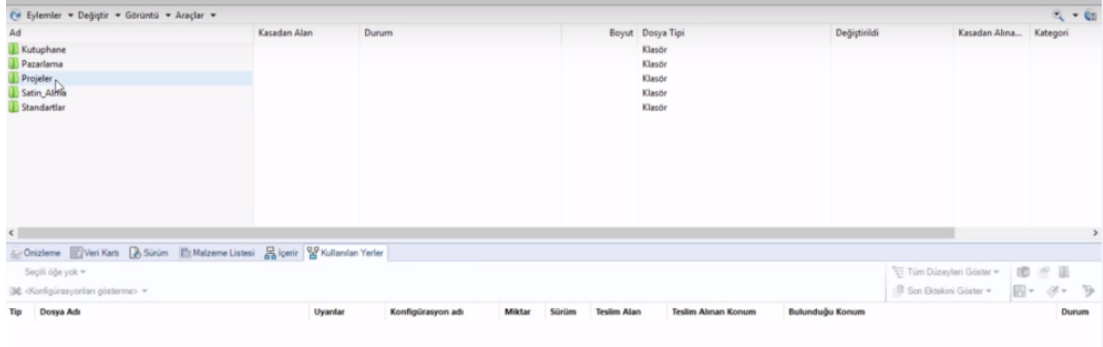
Bu numaralara atıfta bulunularak malzeme listesi (Çizelge 6.9) oluşturulmuştur.

Çizelge 6.9. Malzeme Listesi

30	2	Dablin	Ø280/Ø140x6mm	P265GH	TS EN 10028-2
29	1	Cebennemlik çivi ayna	10 mm	P265GH	TS EN 10028-2
28	1	Ayak	5 mm	S235JR	TS EN 10025-2
27	1	Ayak profili	100 x 50 x 6	NPU 100	TS 910
26	1	Ön Duman Kutusu	6 mm	S235JR	TS EN 10025-2
25	1	Termosist Nozulu	PN 6 1/2"	P235GH	TS EN 10028-2
24	1	Termometre Nozulu	PN 6 1/2"	P235GH	TS EN 10028-2
23	1	Arka Duman Kutusu	3 mm	S235JR	TS EN 10025-2
22	1	Gövde Arka Ayna	7 mm	P265GH	TS EN 10025-2
21	1	Gövde Ön Ayna	7 mm	P265GH	TS EN 10025-2
20		İzolasyon Saçı	Ø75 mm	Galvaniz	
19		İzolasyon	50 mm	Cam Yünü 14 kg/m ³	TS EN 13167
18	46	Takviye Çubuğu	Ø20x130	S235JR	TS 2162/EN 10025
17	3	Sorun	M16		TS 1026-75
16	3	Patlama Kapağı Saplama	Ø16x190		TS 1029
15	3	Patlama Kapağı Yayı	Adım Sayısı : 10	Halka çapı:30	TS 1440
14	1	Patlama Kapağı Çerçevesi	Ø200x100x3	S235JR	TS EN 10025-2
13	1	Duman Karalı	3 mm	S235JR	TS EN 10025-2
12	2	Enriyet Nozulu	PN10 Ø65	P235GH	TS EN 10028-2
11	1	Giriş Nozulu	PN 10 Ø125	P235GH	TS EN 10028-2
10	1	Çıkış Nozulu	PN10 Ø125	P235GH	TS EN 10028-2
9	1	Taşıma Halkası	10 mm	S235JR	TS EN 10025-2
8	1	Manometre Nozulu	PN 6 1/2"	P235GH	TS EN 10028-2
7	1	Kapaklar	5 mm	S235JR	TS EN 10025-2
6	48	Alev Boruları	Ø57,1/3,2	P235GH	TS EN 10217-2
5	26	Duman Boruları	Ø57,1/3,2	P235GH	TS EN 10217-2
4	1	Cebennemlik iç ayna	7 mm	P265GH	TS EN 10028-2
3	1	Cebennemlik Gövde	Ø1100x350x10	P265GH	TS EN 10028-2
2	1	Külhan	Ø650x1700x10	P265GH	TS EN 10028-2
1	1	Gövde	Ø1400x2150x6	P265GH	TS EN 10028-2
SIRA	ADET	PARÇANIN ADI	ÖLÇÜLER	MALZEME	AÇIKLAMA

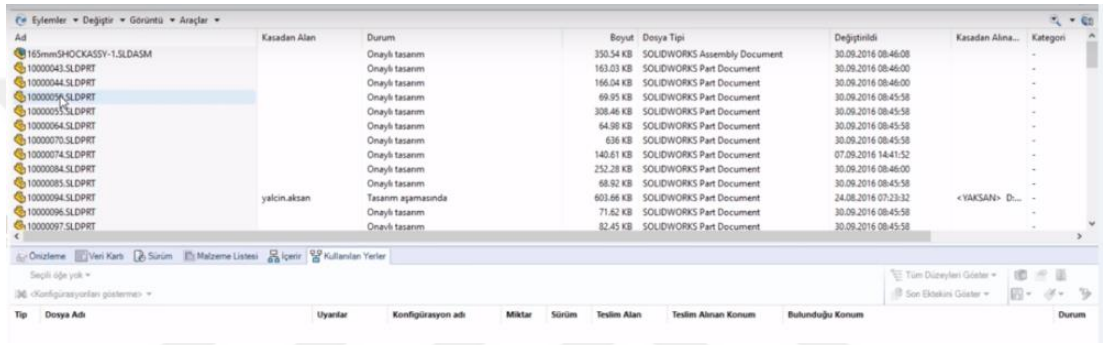
Kullanılacak PDM sisteminde her ürün kendine ait proje numarası ile isimlendirilecektir. Aynı kapasiteye sahip olup basınç değeri vb. özelliği değişiyor dahi olsa aynı proje ismine sahip olmayacaktır.

Kullanılmasına karar verilen PDM programlarından Solidworks PDM programı üzerinden örnek verelim:



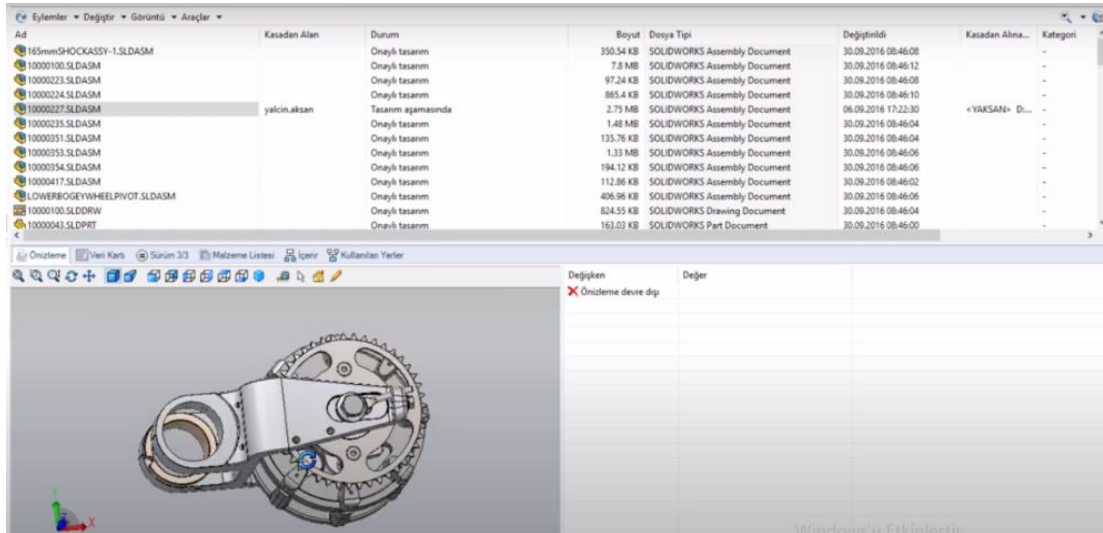
Şekil 6.10. Solidworks PDM Klasör Erişimi

Solidworks PDM ile bilgisyardaki klasörlere erişim sağlayabiliriz.



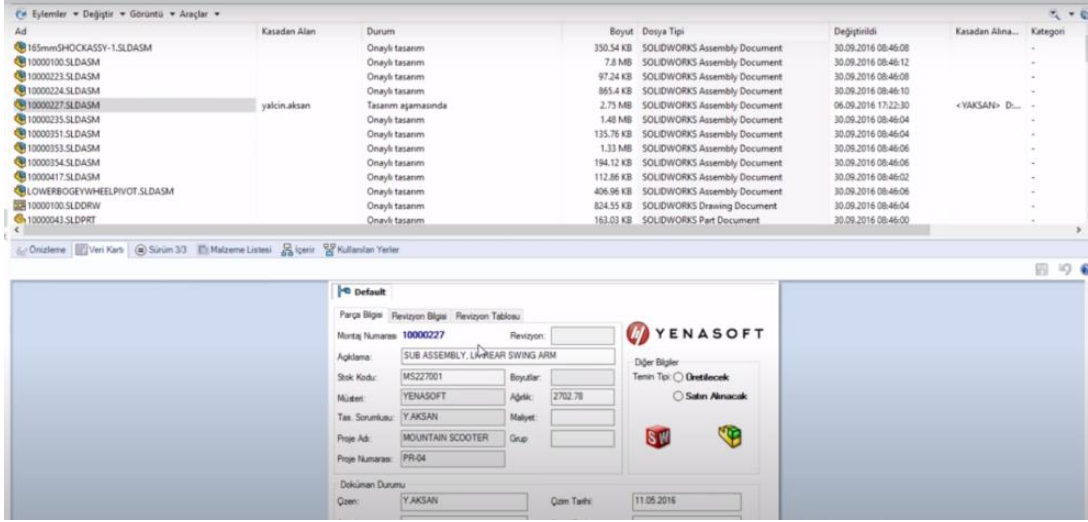
Şekil 6.11. Solidworks PDM Teknik Çizimlere Erişimi

Klasörlerden istediğimiz çizimi program ile görüntüleyebiliriz.



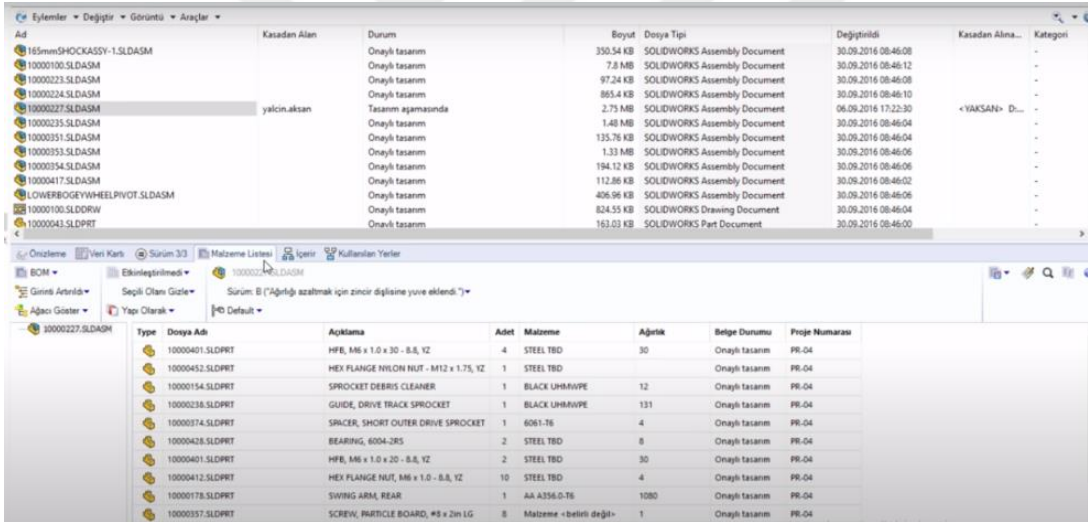
Şekil 6.12. Solidworks PDM Önizleme

Solidworks PDM ile ilgili tasarımın önizlemesini görebiliriz.



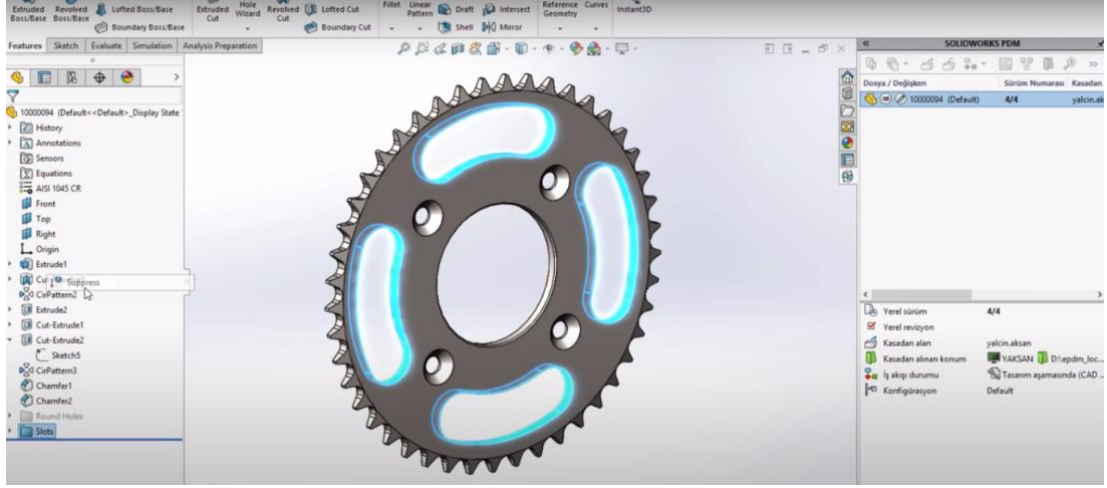
Şekil 6.13. Solidworks PDM Veri Kartı

Veri kartı ile tasarımlar ile ilgili kritik bilgiler görüntülenebilir ve değiştirilebilir. İhtiyaçlar doğrultusunda özelleştirilebilir.



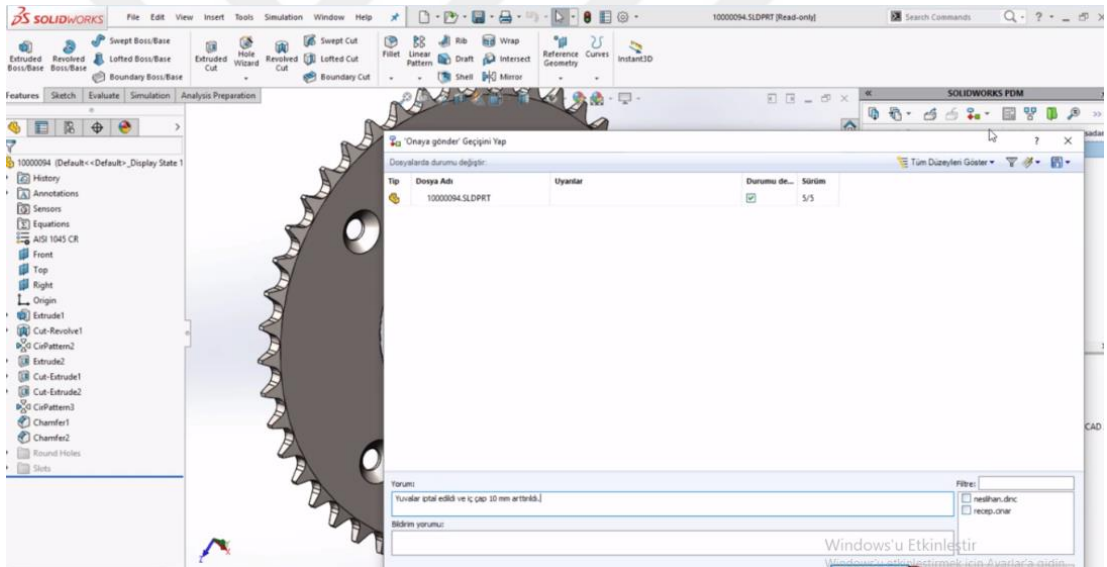
Şekil 6.14. Solidworks PDM Malzeme Listesi

Solidworks PDM ile ilgili tasarıma ait malzeme listesine kolayca erişilebilir.



Şekil 6.15. Solidworks PDM Tasarım Revizyonu

Bir tasarımda yapılan değişikliği sonucuyla eşleştirerek dosyanın yeni bir sürümü oluşturulabilir.



Şekil 6.16. Solidworks PDM İzlenebilirlik

Yetki dahilinde dosya durumunu değiştirip onay sürecine dahil olunabilir. Tasarımda değişiklik yapıp onay alındığında revizyon numarası atanır ve veri kartında onaylayan, tarih, revizyon gibi alanlar otomatik doldurulur.

Olay	Sürüm	Kullanıcı	Tarih	Yorum
Revizyon: B	6	recep.onar	07.10.2016 09:33:23	Yuvalar iptal edildi ve iç çap 10 mm arttırıldı.
'Onay bekliyor' konumundan 'Onay tasarım' hedefine geçiş	6	recep.onar	07.10.2016 09:33:23	
Kesaya gönderildi	6	recep.onar	07.10.2016 09:33:22	Veri kartı bilgileri güncellendi.
Revizyon/forumu/ güncellendi	5	yalcin.alkan	07.10.2016 09:30:21	
Tasarım aşamasında 'konumundan 'Onay bekliyor' hedefine geçiş	5	yalcin.alkan	07.10.2016 09:30:21	Yuvalar iptal edildi ve iç çap 10 mm arttırıldı.
Kesaya gönderildi	5	yalcin.alkan	07.10.2016 09:29:31	
Kesaya gönderildi	4	recep.onar	24.08.2016 07:23:34	Veri kartı bilgileri güncellendi.
'Onay tasarım' konumundan 'Tasarım aşamasında' hedefine geçiş	3	recep.onar	24.08.2016 07:23:34	Yuvaları iptal ederek iç çap 10 mm arttırmamız gerekiyor.
Revizyon: A	3	recep.onar	17.08.2016 08:46:35	Diş sayısı 45
'Onay bekliyor' konumundan 'Onay tasarım' hedefine geçiş	3	recep.onar	17.08.2016 08:46:35	Harka
Kesaya gönderildi	3	recep.onar	17.08.2016 08:46:35	Veri kartı bilgileri güncellendi.
Revizyon/forumu/ güncellendi	2	yalcin.alkan	16.08.2016 00:44:15	
Tasarım aşamasında 'konumundan 'Onay bekliyor' hedefine geçiş	2	yalcin.alkan	16.08.2016 00:44:15	Diş sayısı 45.
Kesaya gönderildi	2	yalcin.alkan	16.08.2016 00:39:09	İk. tasarım.
Tasarım aşamasında' hedefine ilk geçiş	1	yalcin.alkan	16.08.2016 00:38:14	Otomatik geçiş tarafından değiştirilen durum.
Oluşturuldu	1	yalcin.alkan	16.08.2016 00:38:01	

Şekil 6.17. Solidworks PDM Dosya Tarihçesi

Dosya tarihçesi görüntülenebilir. Dosyanın kim tarafından, ne zaman oluşturulduğu ve hangi revizyonun kim tarafından niçin yapıldığı izlenebilir.

PLM programı ile tek bir veri tabanı üzerinden bütün ürün bilgilerini yönetebilmek, paylaşabilmek ve yeniden kullanabilmek için firmanın tüm departmanlarının bilgilere aynı anda erişimini sağlamaktadır. Ürün ve alt sistemleri arasındaki karmaşık ilişkileri, tüm konfigürasyonları, konfigürasyon değişikliklerini yönetilebilmesi firmaya hem zaman hem maliyet hem de verimlilik açısından oldukça değer katacaktır.

Değişiklik yönetimi kritik bir PLM sürecidir. Değişiklik sürecini ürünün tüm etki alanlarına entegre edilebilmelidir. Proje planlama ve yürütme ile tüm PLM sürecinin çıktısı ve girdileri olan veri ve teslimler arasında köprü kurulmalıdır. PLM ile her zaman son güncel versiyon ile çalışmak mümkün olacağından yanlış tasarım ile hatalı üretim yapmanın da önüne geçilmiş olacaktır. Bu sayede ilk seferde doğru ürün üretilebilecek ve israfların önüne geçilmiş olacaktır. Tasarım değişiklik takibi, versiyon güncellemesi ve izlenebilirliği açısından PDM programı oldukça önemlidir.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dijitalleşen ve globalleşen günümüz rekabet koşullarında şirketlerin ayakta kalabilmek için yüksek kalite ve uygun maliyet hedeflerini gerçekleştirmenin yanında ürün ya da hizmetlerini pazara zamanında sunulması ve sürekli değişen taleplere kısa sürede ve etkin biçimde yanıt vermesi gerekmektedir. Bu nedenle işletmeler dijital dönüşüme hızla geçiş yapmaktadır. Mühendislik süreçlerinde gelişen teknolojilere uyum sağlayabilmek için PLM yazılımları kullanılmaktadır.

İşletmeler üretim planlarını müşteri ihtiyaçlarını doğru analiz ederek yapmalıdır. Bunun için dikkat edilmesi gereken hususlar; güncel ürün gamındaki ürünleri ne zamana kadar üreteceğini öngörmek, ileride üretmeyi hedeflediği ürün veya hizmetleri belirlemek, bu ürünlerin üretim miktarlarını tayin etmek, üretim yapmak için ihtiyaç duyulan ham madde ve malzemeyi kararlaştırmak, belirlenen kalite ve bütçe sınırları içinde üretim takvimini oluşturmak, teslim tarihi sınırları dışına çıkmamaktır. Müşterilerin artan taleplerini doğru çözümlenerek üretim planlamayı uygun bir biçimde yönetmek, günden güne artan rekabet ortamında işletmelerin içinde bulunduğu sektörün gereklerine ve ekonomik koşullarına adaptasyon yeteneğinin artmasını sağlamaktadır. Böylece iş gücü, ham madde, makine ve üretim süresindeki kayıpların engellenmesini temin etmektedir.

Satış siparişi açıldıktan sonra üretim süreci başlayan mamulde, müşteri isteğinde yapılan değişiklikleri yönetmekte pratikte sorunlar olabilmektedir. Proje yönetimi departmanından başlayan planlama ve değişiklik yönetimi süreci; tasarım, malzeme planlama, satın alma, üretim planlama, üretim ve servis departmanlarının etki alanına girdiği karmaşık bir yapıyı içinde barındırmaktadır.

PLM, doğru ürünü doğru zamanda, doğru maliyetle müşteri ile buluşmasını ve sonrasında ürünün yaşamı boyunca geçireceği tüm değişimlerin sistematik ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesini sağlayan bir yaklaşımdır.

Bu çalışmada, ALFA Kazan Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. firmasındaki ürünlerin karmaşıklığından bahsedilmiştir. Ürünlerin tasarımında birbirini etkileyen unsurlar belirtilerek dijital dönüşümün önemi vurgulanmıştır.

Dijital dönüşüm sürecinin başarılı yönetilebilmesi için darboğazların olmadığı ve dinamik işleyen PLM süreçleri kurgulanmalıdır. Bu süreçler bir bütün olarak birleştiği zaman ara kopuklukların oluşmaması ve doğru bilgi akışının sağlanması çok daha kolay ve hatasız olacaktır. Tüm süreçleri analiz ederek BOM yönetimi, varyant ve konfigürasyon yönetimi olmak üzere kalite speklerini sağlayan ve üretim yönetiminin verimliliği için kaçınılmaz olan PLM sistemlerinin uygulanması anlatılmaktadır.

PDM sistemi kurmak ve yönetmek, ürün geliştirme sürecinizi daha verimli ve organize hale getirebilir. Firma için yapılması planlanan gelecek çalışma süreç akışı şöyledir:

1. PDM sistemine neden ihtiyaç duyduğumuzu ve bu ihtiyaçları belirlemeliyiz. Basınçlı kaplar sektöründe hangi tür verileri yönetmemiz gerektiğini belirlemeliyiz. Bu, tasarım verileri, malzeme özellikleri, üretim prosedürleri, test sonuçları gibi çeşitli verilerdir.
2. İşimize en uygun PDM yazılımını seçmek için pazardaki seçenekleri araştırmalı ve ihtiyaçlarımıza en iyi şekilde cevap verecek bir yazılımı seçmeliyiz.
3. Ürün tasarımı, prototipler, mühendislik değişiklikleri, malzeme listeleri, üretim talimatları ve test raporları gibi verileri PDM sistemine aktarmalıyız.
4. Ürün geliştirme sürecimizin her aşamasını belirlemeliyiz ve PDM sistemini bu süreçlere entegre etmeliyiz.
5. Kullanıcılara ve çalışanlara PDM sisteminin nasıl kullanılacağını öğrenmeleri için eğitim verilmelidir.
6. CAD yazılımları ile PDM sistemi arasında entegrasyon sağlamalı, tasarım verilerini yönetmeliyiz.

Sipariş bazlı üretim yapan bu firmaya göre uygun bir PLM programı seçimi yapılmalıdır. tüm ekiplerin ve kullanıcıların ihtiyacı olan, doğru ve güncel ürün tanımlamaları ve konfigürasyonlar tanımlanmalıdır. Bu tanımlamalar ürün ağacının (BOM) bütün ürün yaşam döngüsü boyunca doğru yönetilmesini sağlar. BOM yönetimini tasarım ve ürün geliştirmeden daha öteye, konfigürasyon yönetiminden, üretim, servis destek gibi fonksiyonlara kadar genişletilebilir. Doğru ürün tanımı tüm ürün yaşam döngüsü boyunca BOM konfigürasyonlarını yönetmek için kritik öneme sahiptir. Firma müşterilerin ihtiyaçlarını karşılarken çok daha esnek olmalıdır ve talepler karşısında üretim hatlarını hızlıca yenileyebilmelidir.

PLM ile:

- Projelerin durumu anlık görülebilmektedir.
- Aynı anda devam eden projeler, projelerin nerede takıldığını, ekstra kaynağa ihtiyaç olup olmadığı görülmektedir. Hatalar, müşteri talepleri yönetilebilmektedir.
- Bir proje kültürü oluşmaktadır. Bu durum hem şirkete para kazandırmakta hem de hataları minimize etmektedir.
- Şirketlerin mevcut ürünlerinin yaşam döngüsünü kontrol edilir. Aynı zamanda yeni ürün oluştururken izlenecek stratejilerin belirlenmesi sağlanır.
- İşbirliği ortamı sağlanır. Perakendeciler, markalar, üreticiler ve tedarikçiler arasındaki işbirliği, ürünün yönü hakkında bilgi verir.
- Ürünün izlenebilirliği açısından da çok önemli katkılar sağlanır.
- Maliyet ve ürünün çıkarılmasındaki süre azalır.



KAYNAKÇA

Tekkol N. (2020). “Ürün Ağacı ve Konfigürasyon Yönetimi”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zenginoğlu F.N. (2022). “PLM ile ERP Yazılımlarının Entegrasyon Süreci”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sakallı A. (2020). “KOBİ Derecesinde PLM İhtiyaçlarının Analizi ve Örnek Bir PLM Uygulaması”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Deniz F. (2021). “Bir Üretim Tesisinde SAP-PLM Entegrasyon Sürecinin İncelenmesi”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bilgiç M. (2001). “Üniversal Makine ve Isı San.Tic. A.Ş. Kazan Dairesi El Kitabı”.

Sayılğan U. (1993). “Basınçlı Kapların Tanımı, Tasarımı, Standartları”, Türk Loydu Vakfı.

Havle C.A. (2022). “Havacılık Endüstrisinde Dijital Dönüşümün Stratejik Analizi ve Yeni Bir Dijital Hizmet Kalitesi Model Önerimi”, Galatasaray Üniversitesi.

Kökümer Z. (2018). “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Beyaz Eşya Sektöründe Endüstri 4.0 Dijital Dönüşüm Yetkinlik Analizi”, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sayer, S., Ülker, A. 2014. “Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi ,” Mühendis ve Makina, cilt 55, sayı 657, s. 65-72.

Akman S.S. (2021). “Otomotiv Sektöründe Üretim Planlama ve Değişiklik Yönetimi”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özgentürk K.D. (2021). “Otomotiv Sektöründe Gereksinimlerin Alınmasından Servis Edilebilirliğe Kadar Olan İş Süreçlerinde, Doğru ve Pürüzsüz Akışın Sağlanmasına Yönelik Uçtan Uca Modellenen Ürün Yaşam Döngüsü Çalışması”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Üçok B. (2020). “Ürün Yaşam Döngüsü Perspektifinden Döngüsel Ekonomi”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Güler İ.O. (2020). “Gemi İnşa Projelerinde PLM Yazılımı Seçimi”, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dalgıç A. (2017). “ Stokların Etkin Yönetilmesinde RFID Temelli Bir Yaklaşım ve Gruplama Algoritması ile FNSS’de Bir Uygulama”, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kara N. (2015). “Savunma ve Havacılık Sanayiinde Yeni Ürün Geliştirme Projelerinde Risk Yönetimi Süreci Başlangıç Aşamasının Analizi”, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ersöz S. (2022), “Dijital Dönüşüm Yol Haritası” .

Dijitalleşme Stratejileri Sunumu, DR. Lütfi Apilioğlu.

<https://www.surec.com.tr/ts-iso-10007-konfiguerasyon-yoeneti>

<https://dijitalakademi.bilgem.tubitak.gov.tr/dijital-donusum-nedir/>

<https://www.endustri40.com/urun-yasam-dongusu-plm/>

https://www.logo.com.tr/dijital-donusum-hizmetleri/dijital-donusum-danismanligi?campaignid=9015141106&adgroupid=91496528339&keyword=dijital%20d%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCm%20nedir&device=c&gclid=EAIaIQobChMIjvntrIOJgQMVG4poCR0DCQZLEAAyAAEgIc6vD_BwE

<https://teknoergroup.com/dijital-donusum-yazilimleri/>

<https://www.oracle.com/tr/cloud/digital-transformation/>

<https://www.sap.com/turkey/insights/what-is-digital-transformation.html>

<https://www.alfakazan.com.tr/>

www.yenasoft.com

<https://www.4bem.com/is-surec-yonetim-yazilimi>

<https://www.albertsolino.com/blog/is-surecleri-yonetimi-nedir/>

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuğba SAAT

Doğum Tarihi :

Yabancı Dil :

Eğitim Durumu

(Kurum ve Yıl)

Lisans

: Kırıkkale Üniversitesi 2015-2019

Yüksek Lisans

: Kırıkkale Üniversitesi 2020-2023

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar :

Alfa Kazan Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. (2022 - Devam)

Özka Prefabrik ve Yapı İnşaat San. ve Tic. A.Ş. (2020 – 2022)

WAW Holding (2019-2020)

Yayınları :

11.Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi Bildiri Kitabı

E-ISBN: 978-625-6471-01-6

Araştırma Alanları :

Ürün Ağacı

Konfigürasyon Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi

Ürün Yaşam Döngüsü