



EGE ÜNİVERSİTESİ



EÜ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÜRÜN AĞACI VE KONFIGÜRASYON YÖNETİMİ

Nilüfer TEKKOL

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Süheyda ATALAY

Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi Anabilim Dalı

Sunum Tarihi: 14.02.2020

Bornova-İZMİR

2020

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**ÜRÜN AĞACI VE KONFIGÜRASYON
YÖNETİMİ**

Nilüfer TEKKOL

Danışman: Prof.Dr Süheyda ATALAY

Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi
Ürün Yaşam Döngüsü Yönetim Yüksek Lisans Programı

İzmir
2020

Nilüfer TEKKOL tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Ürün Ağacı Yönetimi ve Konfigürasyon Yönetimi ” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 14/02/2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı	Prof. Dr.Süheyda ATALAY
Üye	Prof. Dr. Semih ÖTLEŞ
Raportör Üye	Prof. Dr. M. Özgür SEYDİBEYOĞLU

İmza




EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ürün ağacı ve konfigürasyon yönetim” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

14./02/ 2020

Nilüfer TEKKOL



ÖZET

ÜRÜN AĞACI VE KONFIGÜRASYON YÖNETİMİ

Yüksek Lisans Tezi, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Süheyda ATALAY

(Şubat) 2020, 49 sayfa

Bu çalışma, günümüz şirketlerinin yoğun ve karmaşık iş süreçlerinde ürünün yaşam döngüsünün (PLM) ürün ağacı ve konfigürasyon yönetiminin üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Etkili ürün ağacı ve konfigürasyon yönetimiyle gereksiz maliyetler azaltılır ve müşteri isteklerinin tam ve doğru bir şekilde karşılanması sağlanır.

Tez çalışması üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmanın temel unsurları, odak ve kapsamı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. İkinci bölümde çalışmanın teorik çerçevesi çizilmiş temel başlıklar altında çalışmada kullanılan kavram ve teoriler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde de ürün ağacı ve konfigürasyon iyileştirmelerinden bahsedilmiştir.

Bugün, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere otomotiv sanayisinde ürünün tüm aşamalarına hâkim olmaya dayanan teoriler ve teknolojiler üzerine çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmada, belirlenen konuyla ilgili işletmede nasıl uygulanacağı ve uygulandığında sağladığı katkılar üzerine bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle farkındalık yaratılmasına önemli bir katkı sağlanması beklenmektedir. Yapılan çalışmanın bir fayda sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Konfigürasyon Yönetimi, Ürün Yaşam Döngüsü, Varyant, Ürün Ağacı



ABSTRACT

BİLL OF MATERIAL AND KONFIGÜRATİON MANAGEMENT

MSc in PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT

Supervisor:Süheyda ATALAY

(February) 2020,49 page

This study investigates the application of it is investigated that PLM's influences on bill of materials and configuration management in modern day companies which have intensive and complex work processes. An effective bill of materials and configuration method reduce unnecessary the costs and also aspire to respond the customer requests completely and the right time.

This thesis consist of three section. In the first section the Fundamentals, the pivot items and the scope of the study were explained In the second section theoretical framework of the study is created, concept and theories are clarified. Lastly, in the third section bill of materials and variant-configuration improvements in an automotive company are referred.

Nowadays, in the developed and developing countries concepts and technologies to dominating all stages the production of automotive industry are being improved. It is aimed to give information about related applications and contributions by this study and expected to provide benefits.

Keywords: Configuration management, Product life cycle management, Variant management, Bill of materials

ÖNSÖZ

Her gün farklılaşan müşteri ihtiyacını karşılayabilmek için üretim firmalarının talepler karşısında farklılaşan verilerini yönetim şekilleri günden güne farklılık göstermektedir. Yaşanan sürecinin değişimiyle firmaların amacı müşterine farklı ürün seçenekleri sunabilmektir. Bu sayede de işletmeler birden fazla varyant oluşturup yeni sistem olan modüler ürün tasarlayarak ilerlemeye başlamışlardır. Bütün işletmeler için önemli 3 temel husus vardır. Bu hususlar beklenen zamanda, sıfır hatalı ve kaliteli bir ürün çıkarmaktır. Aynı zamanda bu üç kavramdaki doğruluk işletmenin verimliliğini, performansını arttıracığından pazarda rakipleri arasında istediği seviyeye ulaşacaktır. Bu çalışmadaki amacım otomotiv üretim tesisleri için ürün ağacı ve konfigürasyon yönetim sisteminin neden gerekli olabileceğini araştırmak ve ürün yaşam döngüsü yönetiminin bir bileşeni olan ürün ağacı ve konfigürasyon yönetiminin anlaşılmasını sağlamaktır.

İZMİR

14/02/2020

Nilüfer TEKKOL



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
2.1 Ürün Ağacı Yönetiminin Tarihsel Gelişimi.....	3
2.2 Konfigürasyon Yönetiminin Ortaya Çıkışı	6
3.ÇALIŞMAYA BAŞLARKEN	8
3.1 Ürün Ağacı.....	8
3.1.1. Ürün ağacı kullanımı ve yönetimi	9
3.1.2 Ürün ağacı kurulumunda etkili olan faktörler	15
3.1.3 Ürün ağacı türleri	16
3.1.4 Ürün ağacı ile PLM ilişkisi	20
3.2 Konfigürasyon Yönetimi	25
3.2.1 Konfigürasyon yönetimi temel ilkeleri	26
3.2.2.Konfigürasyon kurulumunda etkili olan faktörler.....	30
3.2.3 PLM ile konfigürasyon yönetimi	34
4.MATERYAL VE METOT	36
4.1Materyal.....	36
4.1.1PLMProgramı.....	36
4.2 Metot.....	37
4.2.1 Pazar Araştırması.....	37
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	38
5.1Firmadaki Uygulama.....	39
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
7.TEŞEKKÜR.....	47
8.ÖZGEÇMİŞ.....	48



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: BOM iş akışı.....	10
Şekil 2: Ürün ağacı yapısı.....	13
Şekil 3: Farklı ürün ağacı yapısı	14
Şekil 4: Çok seviyeli BOM ve Rota yapısı.....	15
Şekil 5: Prototip Süreci.....	17
Şekil 6: EBOM-Ürün Ağacı Yapısı.....	18
Şekil 7: MBOM-Ürün Ağacı Yapısı.....	19
Şekil 8: PLM kullanım alanları	21
Şekil 9. PLM ‘ de verilerin statüleri	21
Şekil 10. Mobil montaj EBOM görseli.....	22
Şekil 11. Mobile montajının farklı EBOM gösterimi.....	22
Şekil 12: CAD ve BOM düzenlemesi.....	23
Şekil 13. PLM’de değişiklik yönetimi.....	24
Şekil 14 konfigürasyon yönetimi.....	26
Şekil 15. Konfigürasyon Yönetim Organizasyonu.....	29
Şekil 16.Konfigürasyon Yönetiminin kavramsal ilişkisi.....	31
Şekil 17.Varyant Yönetimi Süreç Taslağı	33
Şekil 18. Konfigürasyon yönetim çalışması	33
Şekil 19.PLM & Konfigürasyon Uygulamalarının sağladıkları	34
Şekil 20. ENOVIA Arayüz ekranı	37
Şekil 21. Satış önceliği olan araçlar.....	37
Şekil 22. Baz araç kompleksi	39
Şekil 23.ENOVIA Araç kompleksi üzerinde konfigüratör görseli.....	39
Şekil 24. Konfigüratör seçim ekranı	40



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Tablo 1 Dünya otomotiv pazarının bölgeler arasında dağılımı (1999).....	2
Tablo 2: Departman Bazında Ürün Ağacı Kullanımı.....	11





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BOM : Bill of material

CM :Configüration Management

CRM :Customer Relation Management

EBOM :Engineering Bill of material

KKK :Konfigürasyon Kabul Kurulu

MBOM :Manufacturing Bill of material

MDT :Mühendislik Değişim Teklif Formu

SSH :Satın Sonrası Hizmetler

1. GİRİŞ

Son zamanlarda değişen müşteri talepleri, yeni ürünleri pazara hızlı ve hatasız sunma, zamanında teslimat için farklı yönetim sistemleri ürün ağacı, ve konfigürasyon yönetim tekniğinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Rekabetin giderek arttığı otomotiv endüstrisinde pazarda lider olabilmek için karlılığı yüksek tutmak ve günümüz teknolojisine uyum sağlamak önemlidir. Etkin ürün hizmeti sunmak için iyi organize edilmiş veri ve kapsamlı bir bilgi birikimi olması gereklidir. Teknik veriler tasarım; üretim, bakım, kullanım, geri dönüşüm ve pazarlama ile ilgili şeylerdir (Bertrand,2000).Teknik bilgi kontrolü de şirketlerin önem verdiği bir alandır. Ürün kalitesinin iyileştirilmesi ve maliyet döngülerinin azaltılması teknik verilerin iyi yönetimiyle mümkündür. Şirketlerin teknik verilerini ve karmaşık nesnelere iyi yönetebilmeleri için öncelikle onları yapılandırılmaları gerekmektedir. Tez çalışmasında, otomotiv sektöründe ürün geliştirme süreci değerlendirilerek ürün ağacı yapısı, ürün ağaçlarının tiplerine ve ürün konfigürasyon yönetiminin bu süreçteki önemiyle ilgili literatür verileri incelenerek ürün yaşam döngüsündeki faktörlerin neler olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Otomotiv sektöründe ürün geliştirme sürecinde ürün ağacı yapısı, çeşitleri, ürün ağacının diğer departmanlar tarafından ne anlam ifade ettiği ve PLM ile ilişkisi açıklanmıştır. Çalışmada araç olarak “Enovia” programı kullanılmıştır. İkinci aşamada konfigürasyon yönetim sisteminin sağladığı faydalar, temel özellikleri ve otomotiv üretim tesislerine nasıl uygulandığı irdelenmiştir. Üçüncü aşamada da BMC otomotiv sanayinde uygulanabilecek mevcutta kullanılan ürün ağacı ve konfigürasyon yönetiminin geliştirilerek daha verimli nasıl kullanılacağı ile ilgili geliştirmelerden bahsedilmiştir. Özetle; ürünün tüm süreçlerini analiz ederek ürün ağacı yönetimi, konfigürasyon yönetimi olmak üzere ihtiyaca uygun teknolojileri içeren PLM sistemleri tercih edilmeye başlanmıştır. Bir şirket PLM sisteminin sadece veri toplamak için bir araç olmadığını, ancak farklı ve daha verimli çalışmayı sağlayan bir araç olduğunu anladığı sürece o kadar fazla yarar sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Otomotiv endüstrisinin, 2015 yılına göre% 39,6 artarak 2015 yılına kadar 1,7 trilyon ABD Dolarını geçeceği tahmin edilmektedir. Otomotiv üretim endüstrisi, kamyonların, ticari araçların ve otomobiller dışında olan binek araçların, endüstrinin toplam değerinin% 61,5'ini oluşturmaktadır. Dünya otomotiv satışlarının %74'ü Batı Avrupa, ABD ve Japonya arasında olmaktadır. Ek olarak bu büyük devletlerin etrafında yeni, “gelişen” pazarlar oluşmaya başlamıştır. Yeni oluşan pazarlar sadece ucuz emeğe bağlı değildir. Pazarın yapısı ve iş gücünün kalifiye olması da önem bu etkenler arasındadır. Tablo1’de dünya otomotiv pazarının bölgeler arasındaki dağılımı verilmiştir.

Tablo 1 Dünya otomotiv pazarının bölgeler arasında dağılımı (1999)

Triad Pazarı	Genişleme	Genişletilmiş Triad Pazarı
Batı Avrupa %31 ABD %32 Japonya %11	Doğu/Orta Avrupa%4 Kanada, Meksika %4 Güneydoğu Asya %7 Çin %3	Avrupa %35 NAFTA %36 Doğu Asya (Japonya, Çin, Güneydoğu Asya) %21
Triad Pazarı %74	Artış %18	Genişletilmiş Triad Pazarı %93
Diğer Ülkeler %26		Diğer Ülkeler % 7

Bir araba üretim maliyeti ise toplam maliyetin % 47’si olarak hesaplanabilir. Bileşenler ve hammaddeler, işçilik için% 19, AR-GE için% 6, amortisman için% 7, yönetim için% 6 lojistik ve pazarlama dahil kalan diğer tüm parametreler için % 5 ‘ dir (Kailstrom, 2015). Tüm OEM'lerin maruz kaldığı maliyet, mühendislik değişiklikleriyle ilgili maliyetlerdir. Eksik mühendislik değişim süreci, ürün ağaçlarının yanlış yönetimi, ürün yaşam döngüsünü kontrol dışı bırakabilir. Değişim kaçınılmaz olsa da tasarımda, imalatta, malzeme gereksinimi, paketleme veya kalite kontrol standartları, maliyetleri kontrol altına almak ve ürünü yönetmek yaşam döngüsüne bağlıdır. Aslında temel amaç gerek firmalar gerek ülkeler için maliyetlerin düşürülmesi, verimliliğin artırılması ve müşteri

beklentilerinin hızlı karşılanması yoluyla rekabet üstünlüğü sağlayarak ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyerek kar elde etmektir

Ürün yaşam sürecinin yönetimi hem ürünü iyileştirme hem değişiklik sürecini iyi yönetebilmeyi sağlayacaktır. Ürün donanım ve yazılımlarının karmaşıklaştığı, yeni teknolojilerin çok hızlı geliştiği günümüz ortamında işletmeler geleneksel tasarım anlayışından kavramsal aşamada farklı konfigürasyonları tasarlayabilecek modüler ürün platformu ve ailesi yaklaşımına geçmek zorundadırlar. Karmaşık bir hal alan firmaların ürün ağacı ve konfigürasyonlarını yönetmek zorlaşmıştır. Son zamanlarda rekabetin artmasından dolayı işletmelerde üretim, tasarım, kalite ve müşteriye sunulan esneklik daha da önem kazanmıştır. Bu da ürün ağaçlarının çeşitlendirilmesini ve konfigürasyon modelleriyle daha sistematik ve düzenli bir şekilde yönetmeyi zorunlu hale getirmiştir.

2.1 Ürün Ağacı Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Malzeme listesi (BOM) kavramı, ilk olarak, Malzeme İhtiyaç Planlaması için ürün veri yapılandırma formu olarak Orlicky tarafından tanıtıldı. (Orlicky vd., 2003).

Basitçe, ürün listesi, ürüne giren öğelerin veya ham maddelerin listesidir (Garwood,2000).

Liste içine giren tüm alt montajları, ara ürünleri, parçaları ve hammaddeleri, montaj yapmak için gereken her bir malzemenin miktarını gösterir Bir ürünün hiyerarşik dağılımını, ürünün yapısını göstermek ve ürün verilerini organize etmek için geliştirilen bir yaklaşımdır (Jiao vd.,. 2000).

Ürün ağacı; ürün modellemenin temel öğelerini oluşturur. Bir veri yönetimi bakış açısına göre, bir ürün listesi; üretim, lojistik, satış ve bakım gibi ürün faaliyetlerini yürütmek için gerekli verileri sağlayan genel ürün veri yönetiminin merkezi olarak tanımlanmıştır. Ürünler ve bileşenleri ile ilgili bilgiler malzeme listesinde tanımlanabilir. Lee ve arkadaşlarına göre, PLM ve kurumsal bilgi sistemleri yaygın olarak BOM'u farklı organizasyonel fonksiyonlar arasında bir iletişim aracı olarak kullanmıştır (Lee vd.,.2011).

Ürün ağaçlarının kullanım amaçları yıldan yıla değişiklik göstermektedir.Eskiden malzem ihtiyaçlarının planlanması, üretimdeki zaman kayıplarının optimize edilip verimliliği artması amacıyla kullanılmıştır.(Chatras vd.,2017;Stonebraker,1996).

Günümüzdeki müşterilerin taleplerinin karşısında eskiden kullanılan metodoloji yetersiz kalmaya başlamıştır. Seri üretimlerden teknolojinin ilerlemesiyle kişiye özel üretime geçiş başlamıştır. Geleneksel ürün ağacı modelleri yerine konfigüratif seçenekler sunulurken müşterinin insiyatifine dayalı ürün ağaç modelleri kullanılmaya başlanmıştır.

1970'lerde, BOM modelinden (örneğin, tek seviyeli, çok seviyeli ve otomatik BOM üretimine odaklanarak, ürün verilerinde fazlalığı azaltmak için çoğunlukla BOM yapısı üzerinde durulmuştur. Geleneksel bir malzeme listesi, fabrikaların çeşitli fonksiyonel organizasyonlarındaki veri ve uygulamaların patlamasıyla artan değişkenleri yönetilemez hale getirmiştir. Veri yedekleme problemini çözmek için modüler bir malzeme listesi oluşturulmuştur; ürün aileleri için tek ürün reçetesi yaklaşımını ürün reçeteleri ile değiştirilmiştir. Farklı bölümler veya kuruluşların farklı BOM değişkenlerine yol açan iş süreçlerini ve etkinliklerini desteklemek için farklı ürün yapıları veya özellikleri gerekir (Jernigan,1993).

Tanımına, modellemesine ve uygulamalarına odaklanan ürün ağacı üzerinde yapılan çalışmalar 1990'larda zirveye ulaşmıştır. Bilgi teknolojisinin ve çeşitli müşteri gereksinimlerinin gelişmesiyle birlikte ürün ağacı farklı ürün ağaçlarından farklı amaçlar için farklı isimler ve tanımlar içeren çok sayıda ürün ağacı geliştirilmiştir.

Firmalardaki sorunlara bakıldığında üretimde kullanılması için sipariş edilecek ürünün satın alma ekibi tarafından teklif edilen fiyata alınmaması ve yanlış ürün seçimidir. Bunun üzerine 1990'ların ortasında Fohn ve arkadaşları bu gibi problemlerin çözümü için “ kişisel bilgisayar konfigürasyon sistemi” adıyla bir modelleme geliştirmişlerdir.Buna benzer bir çalışma mobilya sektöründe de yapıldığı görülmüştür. Ariano ve Dagnino (1996), müşteriden gelen talepler ile bütünleşik bir şekilde çalışabilecek konfigüratör geliştirip ürün ağaçlarını yapılandırma üzerine bir çalışma yapmışlardır.Olsen ve arkadaşları da (1997) ürün ağacından oluşabilecek tüm varyantları içeren programlama dili kullanarak

kapsamlı bir ürün ağacı yapısı oluşturmuştur.90'ların sonuna gelindiğinde artık eski tek tip olan ürün ağacı yapısından iyice uzaklaşmıştır.

Kitlesel özel üretim 2000'li yıllarda giderek artmıştır. Forza ve Salvador (2002) müşterinin taleplerine göre yavaş yavaş müşterileri ürün döngüsüne dahil etmeye başlamıştır. Gelen müşteri taleplerine, talebin üretim sürecine ve sipariştten lojistiğe kadar olan tüm aşamalara hızlı bir şekilde cevap verebilecek bir yazılım geliştirmişlerdir.2003 yılında Gershenson ve arkadaşları modüler üretim ve tasarımın bahsedildiği kadar da faydalı olmadığını belirtmişlerdir. Ancak 2000'li yılların devamında maliyetleri ve ürünün üretilme sürecini azaltma çalışmaları hız kazanmıştır. Amaç tasarımcıların performanslarını en etkin şekilde kullanmak, doğru bir ürün elde etmek, müşterinin istediği zamanda teslimatı yapabilmek ve firmanın pazardaki rekabetini arttırabilmek için maliyetini düşük tutmaktır.

Çalışmalardaki gelişmeler her geçen yıl daha da iyiye gitmiştir. Zhou ve arkadaşları (2007),en iyi ürün nasıl yapılabilir mantığıyla yola çıkarak performans ve maliyetleri de değerlendirip müşteriye bir konfigüratör sunmuştur. Hong ve arkadaşları çalışmayı bir adım öteye taşımışlardır. Aynı yıl içerisinde Matias ve arkadaşları (2007) İspanya'da otomatik seçimle oluşturulan ürün ağaçlarını müşteriye sunmuşlardır. Müşteri ürün tüm alt ve yan bileşenlerini görebileceği bir yapıdan istediği bileşenlere seçerek kendine özel bir ürün ağacı oluşturabilmiştir. Ancak bu şekilde üretimin yapısına da uygun olmayan seçimler gelmeye başlamıştır. Daha sonra Yang ve Dong (2012) tarafından "kısıt sağlama problemi" olarak geçen yöntemi önermişlerdir. Burada amaç müşteri seçiminden sonra üretimi uygun olup olmadığına bakılarak ilerlemektir.

Otuz yılı aşkın bir süredir, birçok kuruluş müşteri beklentilerini daha iyi karşılamak için seri üretimden kitlesel kişiselleştirmeye geçmiştir. Bu, gerçek yıllık üretim hacminden çok daha fazla bir potansiyel teklif çeşitliliği patlamasıyla sonuçlanmıştır Otomotiv endüstrisi bu bağlamın mükemmel bir örneğidir, çünkü bir otomobil yüzlerce bileşenin bir araya getirilmesinin bir sonucudur (Chatras,2017).

2.2 Konfigürasyon Yönetiminin Ortaya Çıkışı

Literatürde konfigürasyon ilk olarak savunma ve uzay sektöründe aktif olarak kullanımı görülmüştür. Zamanla diğer sektörlerde de yayılmıştır. Bir ürünün müşterinin talebine göre farklı kombinasyonlarının seçilerek üretilmesiyle devam eden bir süreç olarak tanımlanır.(Kristjansdottir vd.,2018).1960 yılından önce konfigürasyon felsefesi “ Taşeron Mühendislik

Çizim Takip Sistemi' (Contractor Engineering Drawing Accounting System) adı verilen bir sistemle yürütülüyordu. Bu sistem her departmanın kendine özgü verilerini kaydedip daha sonra sistem tarafında denetleniyordu. Örneğin; mühendislik ekibi sistem ihtiyaçlarını, satış ekibi müşteriden gelen istekleri, tasarım ekibi çizimlerini, dokümante edip kaydedilerek ilerleniyordu. Teknolojik gelişmelerle bu sisteminde olumsuz yönleri ortaya çıkmaya başlamıştır ve ABD bunun üzerine çalışmalar yapmıştır. 1992 yılında MIL-STD-973 esas alınarak bugünkü yapı şeklini almıştır. Türkiye’de konfigürasyon sorunlarını çözmek için Savunma Sanayi Müsteşarlığı’nca projeler yürütmeye başlamıştır. Kang ve arkadaşlarına (1990) göre; ürün ile ilgili tüm bilgileri ayrıntılı olarak tanımlamak ve tam olarak nelerden oluştuğunu bilmek çok önemlidir.

Ürün varyantı alanında birçok araştırma yapılmıştır, ancak evrensel olarak üzerinde anlaşmaya varılmamıştır. Literatürde ürün çeşitliliği alanında ürün varyantı ve ürün platformu olmak üzere iki ana terim bulunmaktadır (Tichem,1999) .ürün ailesini, “ilgili ürün seti, ürün varyantı” olarak tanımladı. Simpson (2001)’e göre bir ürün ailesi; ürünün ortak özellikleri, bileşenleri ve alt sistemleri olmak üzere 3 ayrı başlıktan oluşur. Ürünün yapısında bileşenleri arasında işlevsel ilişkiler olduğunu ve bunların adının da montaj olarak belirtmiştir.

Ürün konfigürasyon bakış açısı; ürün ile ilgili çeşitli kriterlerden başlayarak bilgilerin yapılandırılmasını mümkün kılar. Şirketin her bir oyuncusu, özel gereksinimlerine karşılık gelen ürünün özel görünümünü ele alır: işlevsel görünüm, teknik görünüm, endüstriyel görünüm vb. Çoklu modeller yaklaşımının aksine, çoklu görüş yaklaşımı, verilerin kısmi modeller arasında bölünmesi nedeniyle tutarsızlık sorunlarının üstesinden gelmeye olanak sağlar. Bu veri modelini merkezileştirmeyi sağlar. Sonuç olarak, yaklaşım multi modellerinin ana

dezavantajı olan tutarsızlık problemlerinden kaçınılır (Million,1998). İşlevsel gereksinimleri olan model ürün konfigürasyon optimizasyonu önermiştir. Daha sonra müşteri taleplerini ürün ailesi modeli ürün konfigürasyon bilgisine dönüştürmek için çalışmalarda bulunmuştur. Ürün konfigürasyonuna dayalı müşteri ihtiyaç bilgisini elde etmek için ürün gereksinimi modellemesi tasarlamıştır. Müşteri gereksinimlerinin belirsizliğini yakalamak için tasarım ve ürün fonksiyonlarını temel almıştır. Oldukça az sayıda çalışma çok amaçlı optimizasyon sağlamıştır (Chen., vd ,2002).



3.ÇALIŞMAYA BAŞLARKEN

3.1 Ürün Ağacı

Tanım ve Özellikler

Kelime anlamı olarak ürün ağacı, BOM bir ürünün üretimi için gereken parçaların listesidir.

Terimsel anlamı; malzeme ihtiyaç planlaması için ürün veri yapılandırma formu olarak ürüne giren öğelerin veya ham maddelerin ayrıntılı olarak listelenmiş halidir. Tüm alt montajları, ara ürünleri, parçaları ve bir üst kompleye giren ve miktarını gösteren ham maddelerden oluşur. Hepsi bir montaj yapmak için gerekli olan bileşenlerdir. Ürün ağacı, ürünün içerisinde bulunan malzemelerin ve hammaddelerin reçetesidir. Ürün üretmek için gerekli olan yarı mamüllerin veya hammaddelerin miktarlarını, bir araya getirilme şeklini tanımlayan, üretimde direkt olarak kullanılmayan ancak ürünün üretilmesi için gerekli olan bileşenleri düzenlemek amacıyla kullanılır.

Ürün ağacı ile ilgili bazı bilinmesi gereken temel başlıklar şunlardır:

Kalem: Ürün ağacında bulunan her malzeme bir kalemdir. Bu hammadde, yarı mamul veya ara mamül olabilir.

Faz: Malzeme Listesindeki her bir parçanın yaşam döngüsü aşamasını belirtir.

Örneğin, tasarımının tamamlanma süreci olan parçalar için "çalışılıyor" gibi bir terim kullanılabilir. "yayımlanmamış" veya "dondurulmuş" gibi diğer terimler henüz onaylanmamış

parçalar için kullanılabilir. Bu terimler, yeni ürün tanıtımları sırasında ilerlemenin kolayca izlenmesine izin verdikleri için faydalıdır.

Açıklama: Her malzeme veya parçanın kapsamlı, bilgilendirici bir açıklaması vardır.

Tüm ekiplerin parçaları tanımasına, benzer parçaları ve malzemeleri ayırt etmesine yardımcı olur.

Bileşen miktarı: Parçaların miktarı satın alma aracı ve üretimde kullanılan malzeme listesine hizmet edebilmesi için her montajda kullanılan her bir parçanın miktarına ihtiyaç vardır.

Ölçü birimi: Parçayı veya malzemeyi ölçmek için hangi ölçü biriminin kullanıldığı belirtilmelidir. "m", "kg", "" litre “ ve benzeri miktar tanımlayıcıları kullanılabilir. Bu bilgiyle satın alınmasını ve montaj hatlarına teslim edilmesini gereken parçanın miktarı, ölçüsünü bilmeye yardımcı olur.

Temin yeri: Her bölüm, raftan satın alınan veya proje şartnamesine göre üretilen bir şey olarak tanımlanmalıdır.

“Piyasa”, “İthal”, Dahili Üretim” veya “Fason” olarak tedarik türü tanımlayıcıları kullanılır..

Ürün: Herhangi bir parçaya yeni bir kalem olarak bağlanamayan malzemedir.

Yarı mamul : Kısmen tamamlanmış ürünlerdir.Tek başına işlev görmezler.

Hammadde : Bir ürünün oluşması için gereken,henüz herahngi bir işleme girmemiş maddelerdir.

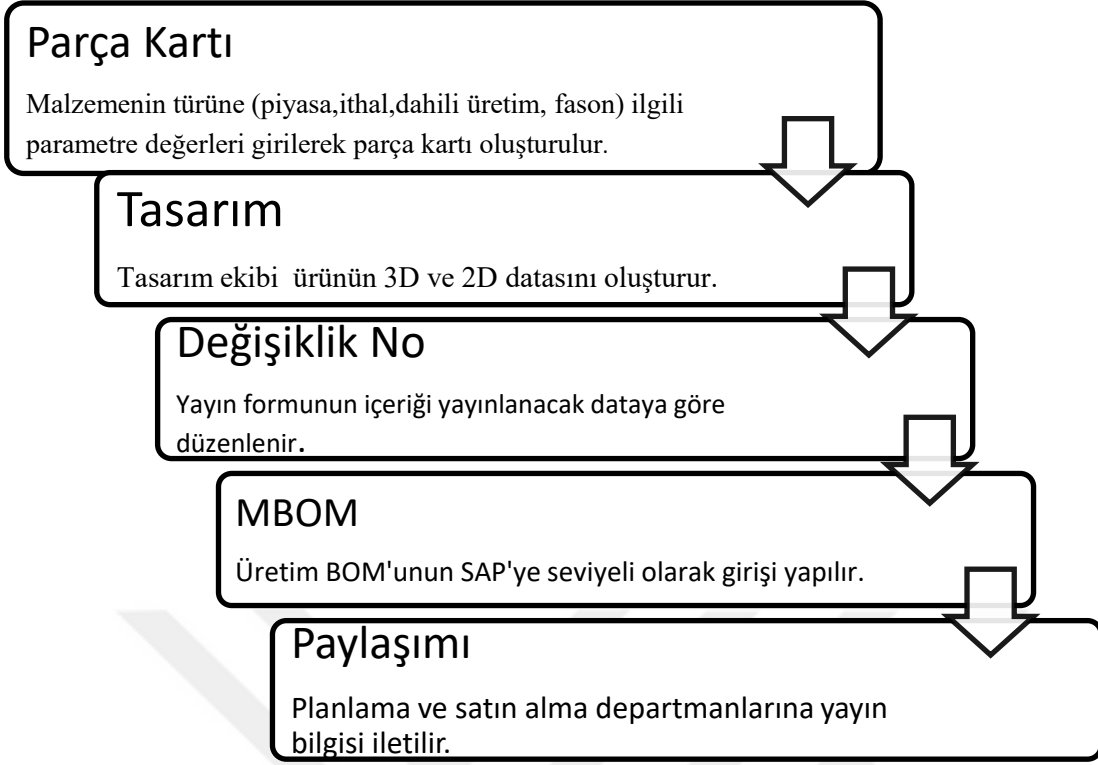
Patlatma: Ürün ağacında “patlatma” işlemi bileşen parçalarının hangi alt montajlardan oluştuğunu görmede kullanılır.

Tek seviyeli bir BOM, yinelenen bir üretim sürecini oluşturan bileşenleri içerir. Bu bom aynı ürünü üretmek için birçok kez kullanılabilir.

Çok seviyeli bom, bir üretim sürecini oluşturan bileşenlerden ve düzeneklerden oluşur. Montaj parçalarının tek seviyeli BOM'u vardır.

3.1.1. Ürün ağacı kullanımı ve yönetimi

Ürün ağaçları tek seviyeli ve çok seviyeli olmak üzere 2 çeşittir. Çok seviyeli olmasının nedeni, ürünün üretim süreçleri ve rotalarına göre değişmektedir. Ürün ağacı tek seviyeden oluşuyorsa buna “malzeme listesi” ya da “parça listesi” denilebilir. Şekil 1’de BOM iş akışı verilmiştir.



Şekil 1: BOM iş akışı

Ürün ağaçları oluşturulurken bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. (Bertrand vd.,2000).

- Parçaya verilen numara ve tanım firmadaki tüm çalışanların anlayabileceği şekilde açık ve net olmalıdır.
- Parça numaraları her malzeme için tek olmalıdır.
- Parçanın prototip, geliştirme, ön seri veya seri olduğunu ilk bakışta anlayabilmek için parça numarasının sonuna takı eklenmelidir.
- Parçanın güncel revizyonunu belirten yeni numara ya da harf ile belirtilmelidir.

Farklı departmanlar tarafından oluşturulan ürün ağaçları ve kullanım sebepleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Departman Bazında Ürün Ağacı Kullanımı

Departman	Ürün Ağacı kullanım sebebi
Üretim	Ürün ağacı ürünün nasıl oluşturulacağını, yani parça kullanım adetlerini ve rotaları gösterir.
Depo	Stok kalemlerinin izlenmesi (özellikle yarı mamul stok)
Planlama	Ürünü meydana getiren malzemenin temininin (üretimnin) planlanması ve zaman bazında çizelgelenmesi
Finans ve Muhasebe	Ürünün maliyetinin belirlenmesi ve Genel Üretim Maliyeti yüklenmesi için gerekli maliyet havuzları ve dağıtım anahtarlarının oluşturulması
Servis	Yedek parçaların belirlenmesi
Kalite Güvence	Bitmiş ürünün sahip olduğu parçaların ürün ağacındaki olması gerekenle karşılaştırılarak ürün kalitesinin güvence altına alınması

Ancak bir ürünün tek bir ürün ağacı olmalıdır ve diğer departmanlar mevcutta kullanılan ürün ağacı üzerinden çalışmalarını yürütmelidir. Her departmanın ihtiyaçlarına göre farklı ürün ağacı oluşturması ve eksiksiz bir şekilde güncellemesi verimli bir ürün yönetim şekli değildir.

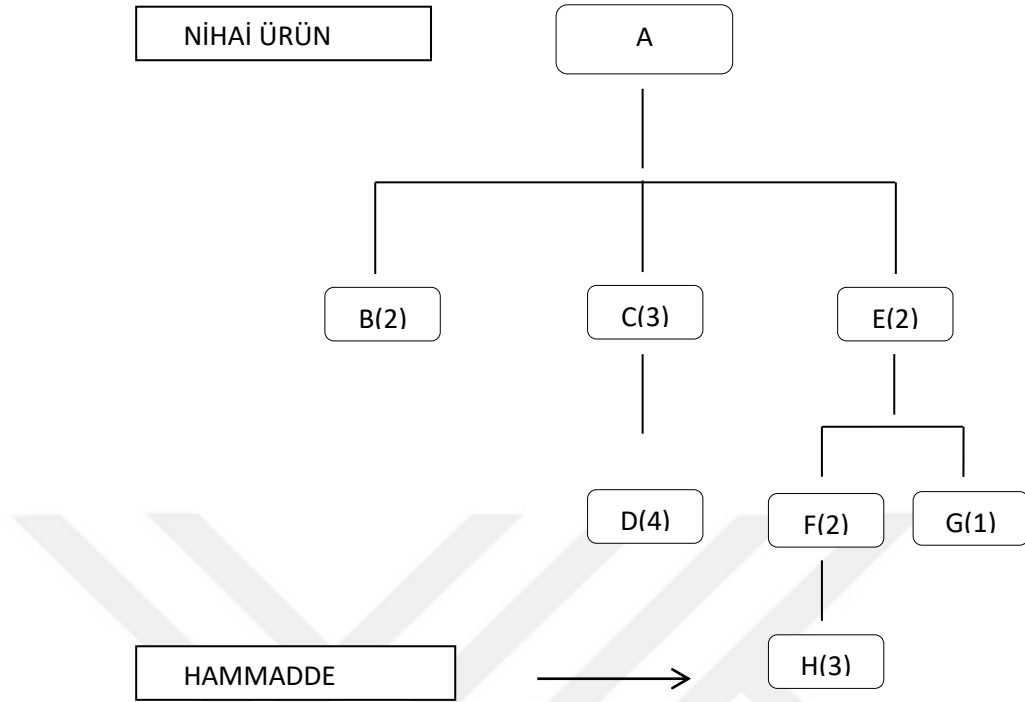
Doğru parçanın, yanlış zamanında ve istenildiği miktarda üretilmemesi ürünün tedarik edilme sürecini uzatır ve zorlaştırır, fazla sipariş sonucu envanter stoğunu arttırır, verimsiz üretimle gereksiz iş gücü ve ürün maliyetinde artışa neden olur.

Ürün ağaçlarında yaşanan problemlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

- **Siparişlerdeki aksaklıklar:** Gerekli miktarda malzeme gerektiği zamanda üretilmeyeceğinden siparişlerde gecikmeye neden olur.Hatalı ürün ağacına göre yanlış ürünler temin edilir.
- **Hatalı/Fazla envanter:** Üretim kısmında gerekli olan malzemenin firmada olmayışından hatalı ürün ağaçlarını elde bulunan parçalar ile tekrar yapılandırmak yerine gereğinden fazla envanter ile çalışırlar.

- **Verimsiz üretim:** Üretimdeki hatları yanlış ve hatalı adetlerde parçalar besler. Bu nedenle üretim kaynakları verimsiz kullanılmış olur.
- **Revizyon hataları:** Ürün ağacına yapılan tasarımsal değişiklik sonucu yeni revizyonlu parça yansıtılmazsa, eski revizyonlu parça numarasına sipariş çıkar.
- **Yanlış ürün maliyetleri:** Yanlış hesaplamalar sonucu üretilen ürün maliyeti gerçeğinden düşük çıktıysa veya fazla çıktıysa gereksiz bir yükseliş olacağından rekabet kayıplarına nede olur.
- **Maliyeti artışı:** Siparişlerin yetiştirilebilmesi için ek tedbir amacıyla fazla envanter tutulur. Bu da maliyeti arttırır, rakipler arasındaki rekabeti azaltır.
- **Müşteri şikayetleri /iadeleri:** Şartnameye ve müşteri isteklerine uygun olamadan yaratılan hatalı ürün ağaçları sonucunda müşteri şikayetleri ve satış sonrası iadeler ürün maliyetlerini arttır (Caddimensions,2019).

Otomotiv sektöründe yaşanan olaylara baktığımızda araçlardaki emisyon sorunlarının, kurumsal şirketlerin gelecekte karşılaşacakları potansiyel borçlardan korunma prosedürlerini uygulamak için büyük miktarda para harcamalarına sebep olduğu görülmektedir. Ürün ağaçlarının doğruluğundan emin olmak, şirketi açılacak davalardan korumaya karşı daha az maliyet getireceği için ürün ağacının doğru olması önemlidir.Tüm departmanların kolaylıkla anlayabilmesi için ürün ağaçları açık,net ve anlaşılır olmalıdır. Ürün tasarımı sırasında buna dikkat edilmelerek yalın bir ürün ağacı oluşturulmalıdır. Şekil 2’de ürün ağacı yapısı basit bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2: Ürün ağacı yapısı

Ürün ağaçlarında bileşenler bir araya gelerek ürün ailelerini oluşturur. Bileşenlerin ilk adımını hammaddeler oluşturur ve ürün aileleri 2 veya daha fazla bileşenden meydana gelmiş yapılardır.

A : Kademe 0

B-C-E :Kademe 1

D-F-G :Kademe 2

H :Kademe 3

Yukarıdaki ürün ağacı 4 kademedan oluşmaktadır.

A-C-E –F olmak üzere 4 adet ürün ailesi vardır.

B-D-G-H olmak üzere 4 farklı bileşenden oluşmaktadır.

C-E-F hem bileşen hem de ürün ailesidir.

H hammaddedir.

A nihai üründür.

Örneğin; 75 adet A ürünü üretmek için tahminleme yöntemiyle gereken malzeme miktarını tespit edebiliriz. Buna göre ;

75 adet A üretebilmek için;

$75 \times 2 = 150$ adet B

$75 \times 3 = 225$ adet C

$75 \times 2 = 150$ adet E

$225 \times 4 = 900$ adet D

$150 \times 2 = 300$ adet F

$150 \times 1 = 150$ adet G

$300 \times 3 = 900$ adet H

Sonuç olarak; 75 adet A parçasını üretebilmek için 900 adet H ,150 adet G,300 adet F, 900 adet D,150 adet E,225adet C ve 150 adet B bileşenine ihtiyaç olduğu görülür.

Aynı yapının diğer ürün ağacı gösterim formatı Şekil 3'teki gibidir.

Ürün Ağacı

Ürün

Numarası:5301A0000

Revizyon : A

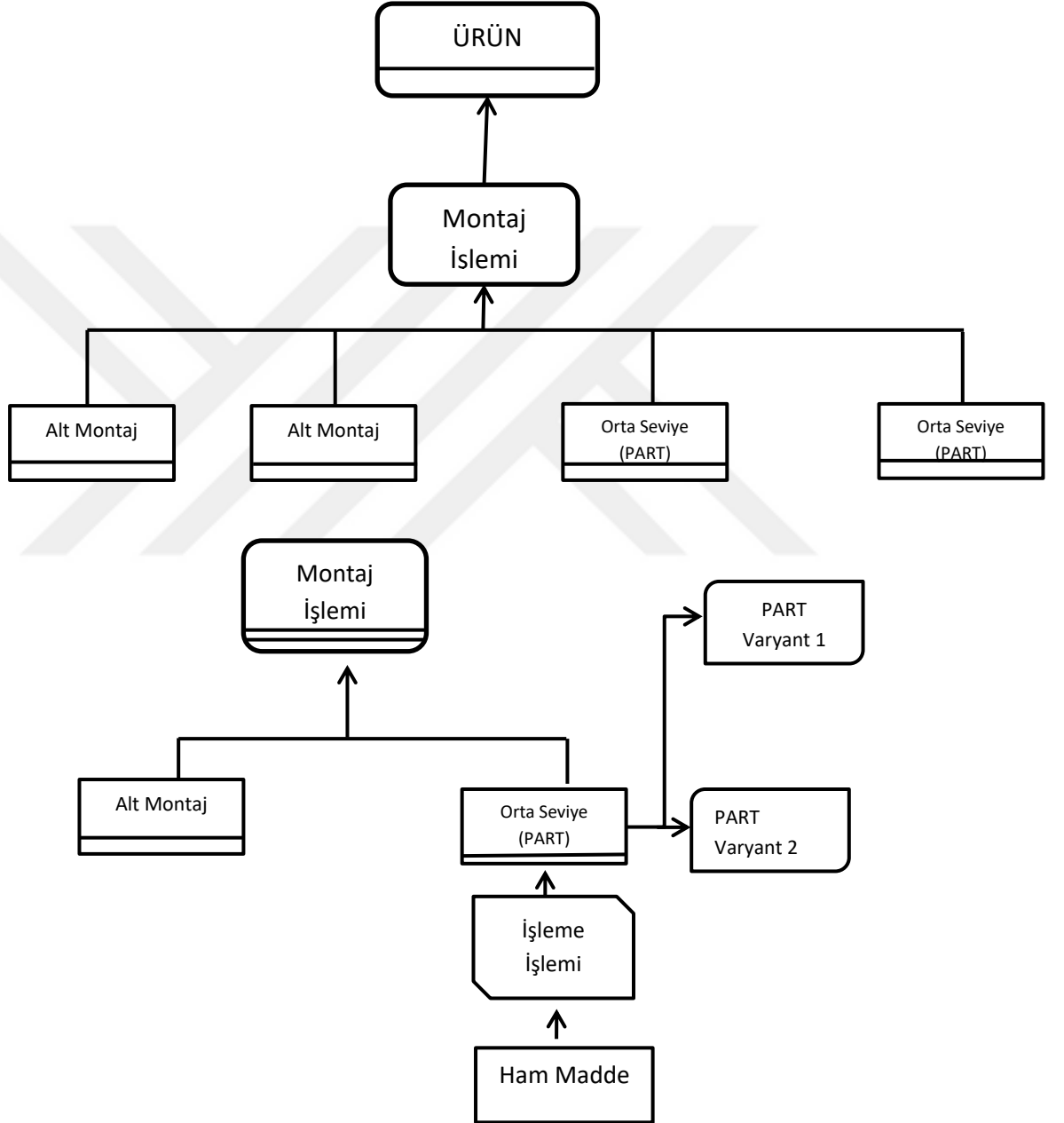
<u>Seviye No</u>	<u>Parça No</u>	<u>İsim</u>	<u>Birim</u>	<u>Miktar</u>	<u>Değişiklik Yayın</u>
<u>No</u>					
1	5301A2000	XXX	10	Adet	YYY
2					
3					

Şekil 3: Farklı ürün ağacı yapısı

Yükçü(2010)'a göre ürün ağacı oluşturulan bir mamülün planlama departmanı tarafından iş emirlerinin çıkartılması gerekmektedir. İş emri mamülün ne zaman üretileceği, o mamülün içerisindeki hammadde ve yarı mamülün hangi iş istasyonlarında ne tür süreçlerden, hangi sıra ile geçeceğini içeren yapılardır.Bunlar “ rota” olarak tanımlanır. Örneğin; bir otomobilin üst saçının pres makinesinde kesilip şekil verilerek çatı yarı mamulü haline dönüşmesi süreci rotada tanımlanır. Aslında bir mamulün oluşması için en önemli iki husus vardır.

Bunlardan biri “ürün ağacı”, diğeri de “rota”dır. Bir mamülün maliyetine hem ürün ağacından gelen hammadde maliyeti hem rotadan gelen makine, işçilik maliyeti hesaplanarak ulaşılır.

Üretim emri rotasındaki her operasyon ürün ağacına göre şekillenir. Şekil 4’te çok seviyeli ürün ağacı ve rota yapısı gösterilmiştir.



Şekil 4: Çok seviyeli BOM ve Rota yapısı

3.1.2 Ürün ağacı kurulumunda etkili olan faktörler

İşletmelerde ERP (Kurumsal Kaynak Planlaması) adı verilen programların üretim modülleri üzerinden ürün ağaçları yaratılır. Bu programlarda parçaların hangi

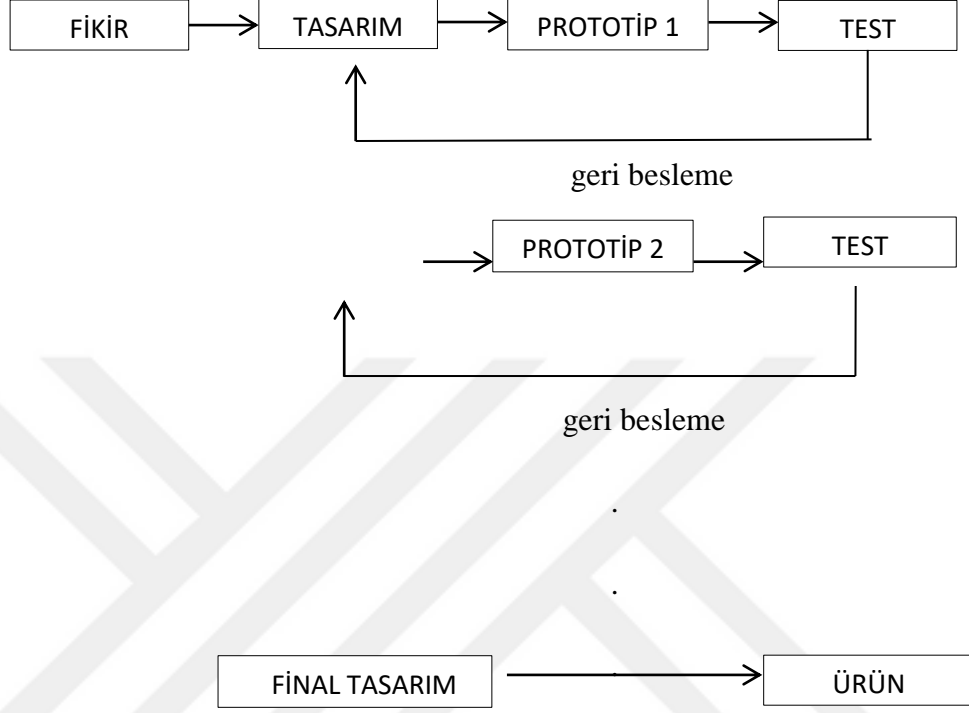
işlemlerden geçeceği ve ürün ağaçlarındaki malzeme miktarları belirtilir. Bu bilgiler farklı departmanlarda kullanılır. Örneğin; muhasebe departmanı bir mamülün sistemden çektiği ürün ağacı bilgisinden maliyetine ulaşır.

Ürün ağacına ilişkin veriler, firmalarda, tasarım mühendisliği departmanı tarafından hazırlanır. Ürün üzerinde zaman içinde meydana gelen değişiklikler, tasarım mühendisliği tarafından yapılır. Ardından ürün ağacı ekibi ve planlama departmanları olmak üzere diğer bölümlere iletilir. Ürün ağacı verilerinin sürekli olarak en güncel haliyle tutulması önemlidir. Güncel tutulmaması durumunda satın alma departmanının eski revizyonda malzeme tedarik etmesi atıl stoğa ve maliyet artışlarına neden olacaktır (Heizer and Render, 2001).

3.1.3 Ürün ağacı türleri

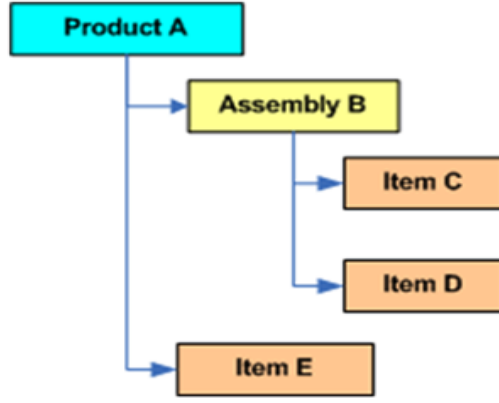
Günümüzde müşterilerden gelen talebe göre ürün çeşitliliği gittikçe artmıştır. Şirketlerde oluşan veri fazlalığı ve ürün yapısındaki değişiklikler ile ürün ağaçlarını farklılaştırma yoluna gitmişlerdir.

Prototip Ürün Ağacı: İmalatı yapılacak ürünün seriye geçilmeden önce yapılması gereken boyutlarda, malzeme ve performans testlerinin yapılması amacıyla oluşturulmuş ilk halidir. Şekil 5' te prototip ürün ağacı sürecinden görselleştirilmiştir. Prototip, tasarım aşamasından sonra gelir. Prototipleme ise malzeme seçilmeden önce yapılır. Bu şekilde seçilecek malzemeler daha doğru şekilde kararlaştırılmış olur. Prototipte yanlış görülen geometriler, tasarım aşamasına gidilerek tekrar revizyon yapılır ve ürün seriye geçmeden testleri tamamlanır. Prototip üretiminde amaç emek, zaman ve para tasarruf sağlamaktır.



Şekil 5: Prototip Süreci

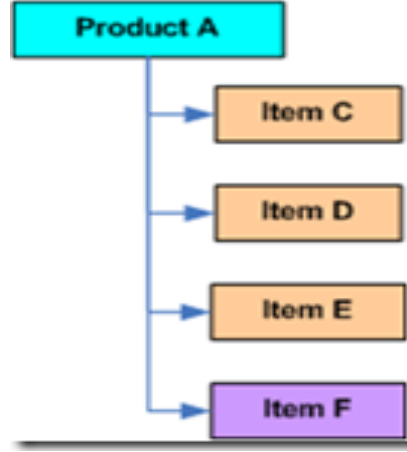
Mühendislik Ürün Ağacı: Tasarım bölümünde isteklere bağlı olarak ortaya çıkar ve ürünün nasıl tasarlandığına bağlı olarak düzenlenmiş olan mühendislik ürün ağacına (EBOM) dönüşür. Şekil 6’da EBOM yapısı gösterilmiştir. Mühendisler bir ürünü tanımladıklarında, montajları (modülleri) ve yeni parçalar tasarlar. Ardından tasarladıklarını yeniden kullanır. Şirketler, bu EBOM yapısını biraz değiştirerek, MBOM adı verilen ve üretime hazır bir yapıyı oluştururlar. EBOM kullanımı, mevcut ürünler için parça yapısını yönetebilme, yeni ürünler için tekrar kullanabilme olanağı sağlar.



Şekil 6: EBOM-Ürün Ağacı Yapısı

Üretim Ürün Ağacı: Parçaların malzeme listesi, bir montajda yer alacak tüm parçaların reçetesidir. EBOM'dan farklı olarak MBOM (üretim ürün ağacı), bir ürün üretmek için gereken parçalara odaklanır. EBOM'daki parça listesine ek olarak, MBOM ayrıca ara parçalar hakkında bilgiler içerir. Şekil 7'de MBOM'un yapısı gösterilmiştir. Bir ürünün üretilme şeklini yansıtır. Üretim ürün ağacı yönetimi, şirketlere tasarımdan gelen verilerinin üretime uygun haliyle transfer edilmesini sağlar. Farklı lokasyonlarda üretim yapan şirketlerde MBOM çok önem arz etmektedir. MBOM (üretim ürün ağacı), bir ürünün tasarlandığı esnada kullanılan malzemeler ve ürünü üretmek için gerekli olan malzemelerin (Örnek: Boya, yapıştırıcı, fikstür-aparat vs...) bulunduğu listenin tamamına verilen addır.

EBOM'dan MBOM'a yapılan ana değişiklikler; fiziksel dünyada olmayan alt montajların kaldırılması şeklindedir. Örneğin, tasarımcı tarafından mantıksal olarak gruplandırılmış, ancak bir grup olarak iki parçadan oluşan bir gruplama, imalat için mantıklı değildir (assembly B). Ürünün üretimi için ihtiyaç duyulan tasarım dışı öğelere ek olarak boya veya gres örnek verilebilir.



Şekil 7: MBOM-Ürün Ağacı Yapısı

Konfigüre edilebilir Ürün Ağacı: Şirketin sattığı “son ürünleri” dinamik olarak oluşturmak içinde CBOM (yapılandırılabilir ürün ağacı) kullanılır. CBOM yapısını kullanmanın yararı, ürün yapılarını korumak için gereken iş çabasını azaltmasıdır. Yapılandırılabilir malzeme listesi, en sık "yapılandırıcı" yazılım tarafından ve manuel olarak yönlendirilebilir. CBOM'un gelişimi, modüler(baz) bir BOM yapısının yerinde olmasına bağlıdır. Modüler BOM yapısı, bir son ögeyi "yapılandırmak" için seçilebilecek montajları / alt sistemleri sunar. Konfigürasyon yapısının ürün ağacıyla ilgili uygulamalarda kullanımında eskiden sadece üst seviyedeki malzemelerde seçim yapılarak ilerlenebiliyordu. (Veen ve Wortmann, 1992). Ancak günümüzde teknolojinin gelişmesiyle stok izlenebilirliği daha sağlıklı şekilde yapılıyor ve müşterinin her seviyede seçim yaparak kapsamlı ve güvenilir bir ürün ağacı oluşturulmasına imkan tanınmıştır.

Hayalet Ürün Ağaçları: (Phantom Bill of Material) Bir ürün ağacında yer alan yarı mamullerin üretim ve stok takibinin yapılmak istendiğinde oluşturulur. Bu yeni ara montajlar için iş emri çıkmaz. Örneğin, mühendislik ve pazarlama departmanları, üretime üst kapaklarında farklı şirketlerin logoları bulunan ürün üretilmesi gerektiğini belirttiğinde, bu ürünlerin alt kısım ara montajlarına bir parça numarası verilir (Lunn, 1992). Genel olarak, günümüz bilgi teknolojileriyle BOM veya ürün bilgi modelleme çalışmaları çoğunlukla ürün tasarım alanını ve üretim alanını kapsamaktadır.

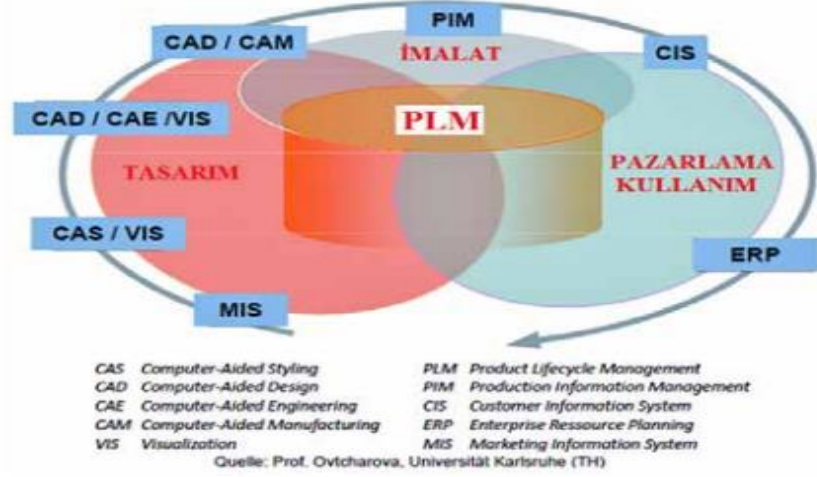
3.1.4 Ürün ağacı ile plm ilişkisi

Teknolojideki hızlı gelişmeler sonucu ürün veri hacmi olan, karmaşık ürünler içeren ve iyi bir veri temeli olmayan firmalarda verileri yönetme kontrolü zor, zaman alıcı ve maliyetli bir hal almaktadır. PLM 'de amaç, müşterilerin beklentilerini karşılayabilmesi, ürünün tasarım ve piyasaya sunulma süresinin azaltılması, satış sonrası maliyetlerin azaltılmasıdır. Ana üreticilerin PLM perspektifinden bir ürün reçetesi inşa etmeleri beklenmektedir. Yaşam döngüsü aşamalarından veri entegrasyonuna daha fazla önem verilmektedir. Bu sayede daha bütünlük bir ürüne sahip olunur. Daha iyi hizmet verebilmek için verileri doğru ve hatasız yönetmek gereklidir. Eksiksiz ürün ağacı yönetimi, PLM uygulamalarında bulunması gereken temel fonksiyonlardan bir tanesidir. Firmalarda tüm departmanlar tarafından anlaşılabilir, açık, net ve hatasız tek bir ürün ağacı yaratmak önemlidir. Veri yönetim uygulamalarından PLM uygulamalarında farklı BOM yönetim modülleri vardır. Bu uygulamalar sayesinde tasarım, üretim, mühendislik gibi farklı departmanlarda eş zamanlı olarak çalışmalarını yürütebilirler. Ürün geliştirme süreçlerinde pazar da rakiplerden ne kadar önce ve hızlı davranırsan kazancın ve Pazar payın o kadar büyük olacaktır. Bu nedenle ürünün tüm yaşam döngüsünü iyi bir şekilde yönetebilmek çok önemlidir. Sürecin erken safhalarında karşılaşılabileceğin tüm risk, performans, maliyet konularında çalışmalar yapıp seriye geçmeden çözümler almayı sağlar. EBOM (mühendislik), MBOM (üretim) arasında dönüşümler yapılabilmesi sağlanabilmektedir.

PLM, uygulama alanına bağlı olarak iki farklı anlama sahiptir. Pazarlamada, PLM (ürün yaşam döngüsü yönetimi), bir ürün dört yaşam döngüsü aşamasından (ürün tanıtımı, büyüme, olgunlaşma ve bekleme süresi) geçtikçe, işletme yönetiminin stratejilerini takip etmesini sağlar. Ürünle ilgili bilgilerin tüm ürün yaşam döngüsü boyunca entegre yönetimi olarak tanımlanmıştır. Bu bilgiler, pazarlama gereklilikleri, ürün özellikleri ve test talimatlarından, referanslarda öngörülen konfigürasyon verilerine kadar değişmektedir

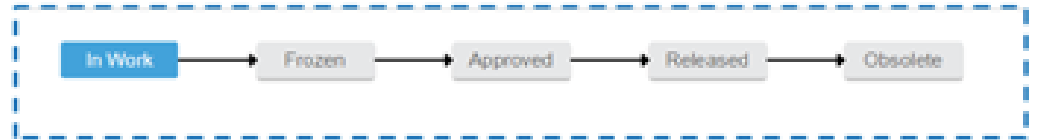
PLM, farklı ve tek bir ürün tanımı etrafında birlikte çalışmak için tüm bölümlerin bir uyarlamasını gerektirir. Şekil 8'de PLM'in kullanım alanları gösterilmektedir. Özellikle tüm ürün bilgilerini CAD verilerinde depolayan bir şirkette ürünün nasıl

üretileceği bilgisi ERP tarafından MBOM'da depolandığından, PLM ile SAP'nin entegre çalışmaması büyük bir sorundur. PLM tarafında, CAD datalarının önemi büyüktür. ve sipariş verme aşamasında şirketler için ürün bilgisinin ana kaynağıdır. Şirketler, ürünlerini geleceğe yönelik esnekliği koruyacak şekilde, CAD datalarının etrafında yapılandırarak yönetirler. (Zhou vd.,2018)



Şekil 8: PLM kullanım alanları

Enovia'da bulunan tüm veriler kullanım ömrü revizyonuna dayanır. İlk olarak "In work" statüsüyle sisteme giriş yapar, çalışma devam ettiği sürece "frozen" ve datanın tasarımı tamamlandığında "released" statüsüne gelir. Satın alma released data üzerinden parçanın tedarik etme sürecini başlatır. En son kullanımı bittiğinde "obsolete" statüsünde sistemde tutulmaya devam eder. Bu durum şekil 7 'de gösterilmiştir.



Şekil 9. PLM ' de verilerin statüleri

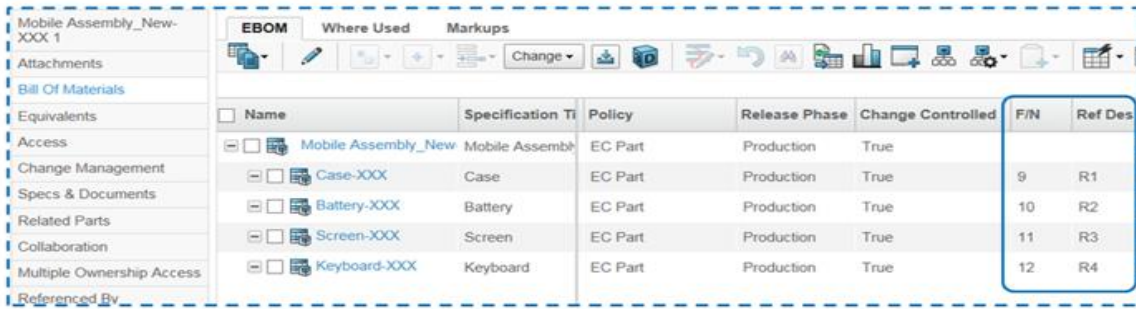
In work: Yaratıldığı zamanki ilk aşamadır.

Frozen: Hiçbir değişikliğin yapılamadığı durumdur.

Approved: Değişiklik yayını ile veriler yayınlanacağı zaman bu statüye gelir.

Released: Parça tanımı uygun bir şekilde tamamlandığında, üretime iletilen yükseltilmiş güncel revizyonudur.

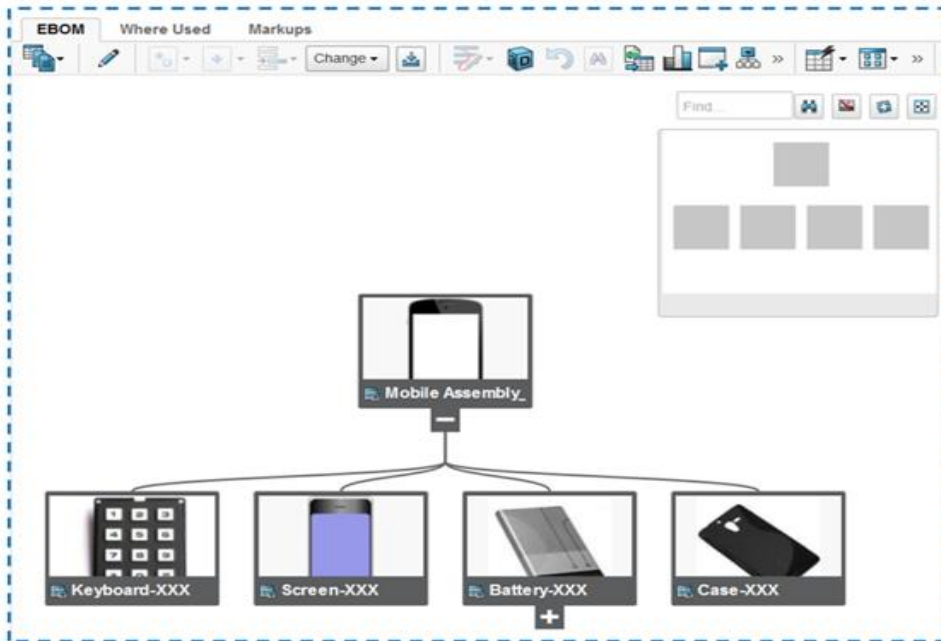
PLM’de daha çok mühendislik merkezli bilgiye ihtiyaç duyulur.(EBOM).Aynı zamanda gereksinimlere sahip bir çözüm paketidir. Tüm kullanıcıların erişebileceği CAD modellerinin görsel datalarını görebilmek, ölçü alabilmek için entegre CAD yönetimidir. Ayrıca ürün uyumluluğunu, işbirliğini ve gereksinim yönetimini de tek bir platformdan yapma imkanı sağlar. Şekil 10’bir montaj parçasının EBOM’u tablo olarak gösterilmektedir. Tabloda parçanın adı, bulunduğu statü, miktarı, tedarik yeri, raf ömrü gibi özellikler tutulur.



Name	Specification	Policy	Release Phase	Change Controlled	F/N	Ref Des
Mobile Assembly_New	Mobile Assemb	EC Part	Production	True		
Case-XXX	Case	EC Part	Production	True	9	R1
Battery-XXX	Battery	EC Part	Production	True	10	R2
Screen-XXX	Screen	EC Part	Production	True	11	R3
Keyboard-XXX	Keyboard	EC Part	Production	True	12	R4

Şekil 10. Mobil montaj EBOM görseli

Şekil 11’da bir ürünün mühendislik ürün ağacının farklı gösterimi bulunmaktadır.

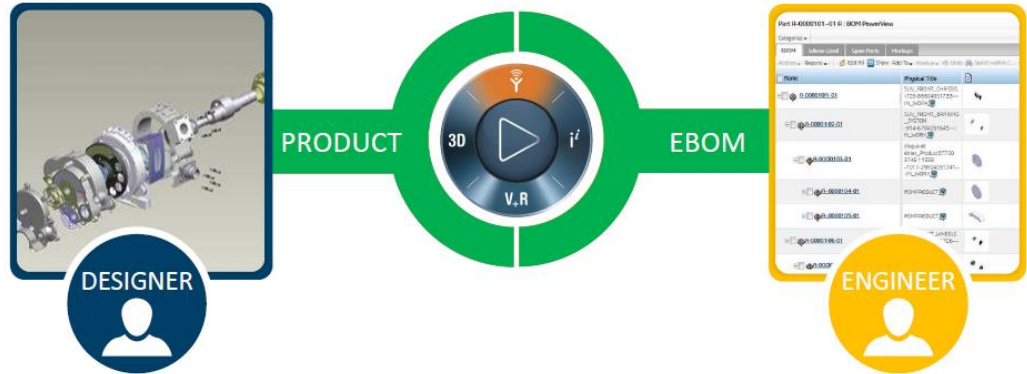


Şekil 11. Mobile montajının farklı EBOM gösterimi

PLM 'de BOM yönetiminin ana maddeleri:

- Fabrikaya özgü MBOM oluşturulup, sürdürülür.
- Mühendislik tarafından tanımlanan mevcut parçaları yönetir.
- Üretim değişim siparişleri (MCO) ve üretim mühendisliği değişim siparişleri için (MECO) Enovia'dan ERP programlarına MBOM verilerinin akmasını sağlar.
- Parçaların hangi ürün ağaçlarında kullanıldığını bulmada, MBOM/EBOM karşılaştırmasında işe yarar.

Tasarım ekibi datalar üzerinde çalışır, ardından mühendislik ekibi CAD ve BOM datalarını düzenlenir. Şekil 12 'de tasarımcılar tarafından tasarlanan ürünün mühendislik ekibi tarafından mühendislik bomunun oluşturulması gösterilmektedir.

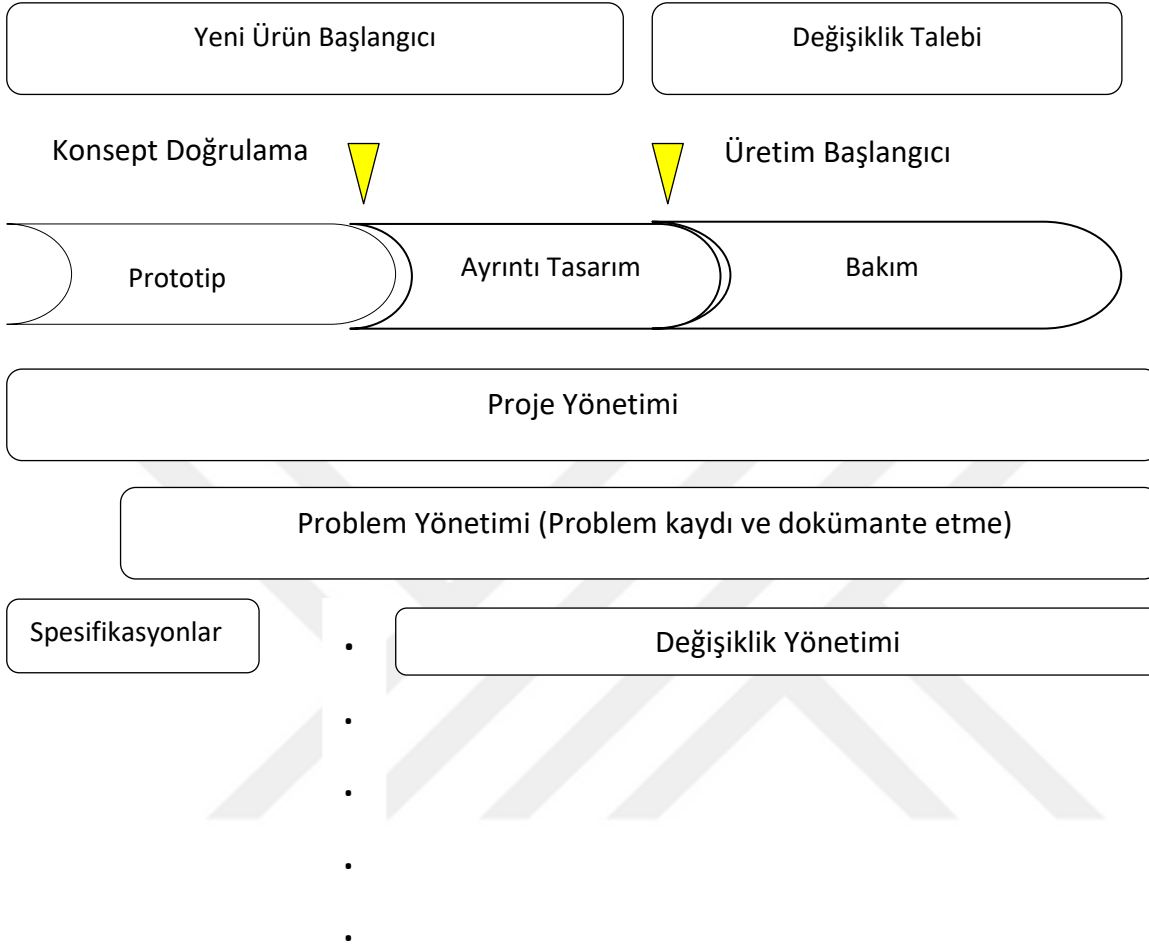


Şekil 12: CAD ve BOM düzenlemesi

Dijital yaşam ve sanal üretim planlamasının artmasıyla daha çok firma ürün yaşam döngüsünün ihtiyaç ve gereksinim yönetimini de aktif olarak kullanmaya başlamıştır. PLM, ürün geliştirme ve üretime odaklanmaktadır. Üretimde değişiklik aşağıdaki durumlarda ortaya çıkar:

- Bir ECO (engineering change order) tarafından piyasaya sürülen tasarım değişiklikleri olduğunda mühendislik tarafından başlatılan değişiklik otomatik olarak karşılık gelen MBOM'a dönüştürülür.
- Üretimine başlanan değişiklik imalat mühendislerinin MBOM'u tasarım mühendisliğinin amacını değiştirmeyecek şekilde gerçekleşir.

Şekil 13’de yeni ürün üretme aşamasında tasarım, proje ve değişiklik yönetimi süreçleri gösterilmiştir.



Şekil 13. PLM’de değişiklik yönetimi

PLM perspektifinden, ürün yaşam döngüsünün üç ana aşamadan oluştuğunu belirtmiştir. Bunlar, yaşam başlangıcı (tasarım ve üretim), yaşam ortası (lojistik (dağıtım), kullanım, servis ve bakım dahil olmak üzere ve son kullanım ömrüdür (yenileme, yeniden kullanma ve imha etme).PLM, her bir ürün hakkında yaşam döngüsü boyunca tüm bilgilerin izlenmesine, yönetilmesine ve geri bildirim alınmasına olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak tüm yaşam döngüsü aşamaları, fonksiyonelliğini artırır ve üretimi daha çevik hale gelir (Kiritsisetc vd.,2003).

3.2 Konfigürasyon Yönetimi

Tanım ve Özellikler

Varyant bir ürünün çeşitlendirilmesi olarak tanımlanabilir. Ürün verilerinin birleştirilmesi ve üretim bilgisi, tek bir varlık modelinde birden fazla malzeme listesinin uygunluğuna göre birbirine bağlanması yoluyla gerçekleşir. Bu konuyu ele almak için, iki araçtan oluşan değişken bir kullanım koordinasyon mekanizması geliştirilmiştir:

- Çeşitli işleyicilerin özellikleri
- Ürün-işlem çeşidi

Bir çeşit işleyicisi, bileşen sınıfını değişken parametreleri ile ilişkilendirir ve olası değerlere sahip özel bir tasarım parametresi türüdür. Örneğin, bir bisikletin rengi siyah, pembe, kırmızı veya gümüş olabilir. Çeşitli işleyici durumu, bileşen sınıfının bir varyantını, yani belirli bir öğeyi belirli bir değişken-parametresi değeriyle ilişkilendirir.

Belirli bir müşteri siparişi için istenen ürün, detaylı tasarım bilgileri yerine, bir ürün-işlem çeşitliliği listesine girer. Daha sonra, bu listeler spesifik parametre değerleri ile birlikte ilgili parametre setine dönüştürülür. Parametre seti, özellikle çeşitli parametre ve değer çiftleridir, sadece bir ürün değişkenleri ailesini değil, aynı zamanda ilgili ürün ailesi ile proses değişkenleri ailesini ilişkilendirir (Jiao vd.,2007).

Konfigürasyon kelimesi yabancı kökenli bir kelime olduğundan çeşitli konfigürasyon ve konfigürasyon yönetimi tanımları vardır. Konfigürasyon yönetiminin bazı tanımları şöyledir:

Konfigürasyon kelimesinin anlamı yapılandırmadır. Konfigüre edilecek ürüne kısıtlamalar getirerek kaynakların kullanılabilirliğini ve müşterinin isteklerine uygunluğunu artırır. ürünü yönetmeye imkân sağlar. Terimsel anlamı; ürünü oluşturan bileşenlerin nasıl birleştirilebileceği üzerine bir takım kısıtlamalar dikkate alınarak, önceden tanımlanmış bileşenler kullanılarak bir ürünün tasarlanmasıdır. Kısıtlamalar, bileşenlerin özellik değerlerinin izin verilen veya hariç tutulan kombinasyonunu temsil eder.

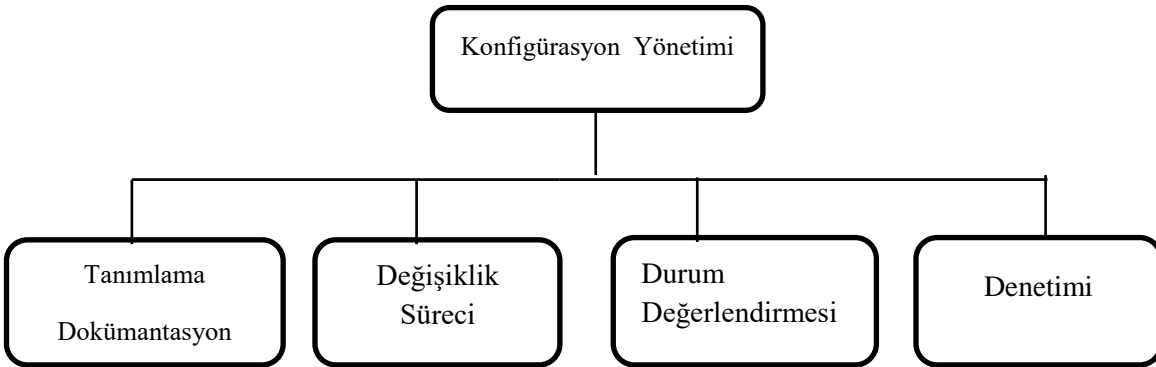
Standartlara (ISO 10007:2003) göre tanımı şöyledir: “Konfigürasyon yönetimi ürünün kullanım ömrü boyunca teknik ve idari yönden, ürünün konfigürasyon öğeleri ve ilgili ürün konfigürasyon bilgileri üzerinde yapılan yönetim faaliyetidir.” RSSB (RSSB, 2007) tanımı şöyledir: “Konfigürasyon ilgili şeylerin oluşturduğu grup ve bunların arasındaki ilişkilerdir. Konfigürasyon yönetimi ise bu şeylerin ve aralarındaki ilişkilerin takip edilmesi ile ilgilidir.”(Kandemir,2008)

Konfigürasyon tanımları aşağıdaki şekillerde de olabileceği ortaya çıkmaktadır. (Soininen vd.,1998).Ürün bir dizi bileşendir.

- Müşteri gereksinimi göz önüne alındığında konfigürasyon , tüm kısıtlamaları en az bir bileşen seti ile etki alanlarını ilişkilendiren ve özellikleri işlevler alanına uyan bir açıklaması da mevcuttur.
- Tüm kısıtlamaları ve müşteri gereksinimlerini karşılayan bir dizi set olarak tanımlanabilir.

3.2.1 Konfigürasyon yönetimi temel ilkeleri

Bir ürünü yaşam döngüsü boyunca tüm aşamalarını izlemek ve kontrol etmek önemlidir. Bu konfigürasyon yönetiminin izlenmesi ve kontrol edilme sürecidir. Ürünün istenen fonksiyonel ve fiziksel özelliğe sahip, ürün konfigürasyonun tekrar üretilmesine uygun olduğunu belirten, tamir –bakım ve değişim durumlarında ihtiyacı ayrıntılı bir şekilde karşılayabilecek dokümantasyonun yapılması önemlidir. Şekil 14’te konfigürasyon yönetiminin süreçleri gösterilmiştir.



Şekil 14 konfigürasyon yönetimi

Ürün konfigürasyonu mühendislik faaliyetlerini satış, sipariş ve teslimat süreçlerini iyi bir şekilde ifade etmek için kullanılır. Ürün konfigürasyonu çalışmalarında ürünün bazı özellikleri fiziksel ve işlevsel olarak sınıflandırılır. Hem ürünün son kullanıcıyı desteklemek amacıyla hem de müşteri ile diyalogu geliştirerek ve ürün spesifikasyonlarının oluşturulmasını otomatikleştirerek verimliliği artırmak için dahili bir araç olarak bir konfigürasyon yönetim süreci uygulanabilir. Yapılandırma görevi doğrultusunda, şirketlerin yalnızca izin verilen kombinasyonların seçilebilmesini sağlayan parça / modüller ve kısıtlamalar tanımlamaları gerekir (Kristjansdottir vd.,2018).

En yüksek modülerlik derecesi, her bir işlevsel gereksinimin doğrudan bir modüle bağlanabilmesi ve modüller arasında az sayıda etkileşimin olması durumunda ortaya çıkar, bu da tasarımın diğer bölümlerini etkilemeden belirli modülleri değiştirmeyi mümkün kılar Konfigürasyon yönetimi disiplini imalat, tasarım mühendisliği ve şirketin geri kalanının(satış- lojistik- planlama) olumsuz bir ilişki içerisinde olmasını engelleyecek şekilde işler. Üretim ile mühendislik ekipleri arasında köprü şeklindedir. Düzgün bir şekilde yönetilen konfigürasyon ve varyant yönetimi sayesinde üretim ve mühendislik arasındaki iletişim boşluğu kapanır.

Üretim tarafı MRP/ERP üzerinden mühendislik tarafı CAD/PLM üzerinden çalışmalarını sürdürür. Ancak genel olarak bu yazılımlar birbiriyle konuşmaz. Konfigürasyon yönetiminin işlevi, tüm prosesleri uygun şekilde belgelenmesini, kontrol edilmesini, ne zaman hangi sistem kullanılabilir, üretimde ve mühendislikte ne zaman değişiklik yapılması gerekir.

Konfigürasyon, kullanıcılar için etkileşimli bir bakış açısı yaratır ve sonunda yeterli bir konfigürasyon yapma şansını en üst düzeye çıkarmak için öneriler sunar. Şekil 13teki iş akışı önerilen konfigürasyon işlemine genel bir bakıştır. Kullanıcılar, hangi özelliklerin dikkate alındığını ve nihai ürün için önemini bilerek tüm adımlarla ilgilenirler. Etkileşim, kullanıcıların yapılandırma alanını ve sınırlamalarını anlamalarını ve tüm süreç boyunca alınan kararlarla rahat olmalarını sağlar (Pereira vd.,2016).

Konfigürasyon yönetiminin planlanması ve yürütülmesi, ürün geliştirme ve yaşam döngüsü yönetimi sürecinin önemli bir parçasıdır. Konfigürasyon yönetiminin

genel hedefi, amaçlanan tasarımı tamamen ve doğru bir şekilde tanımlayan belgeler ile asıl ürünün belgeleriyle eşleştğinde, yerinde olan işlemlerin ürünün ömrü boyunca devam etmesini sağlamaktır. Tanımlanması için ihtiyaç duyulan teknik resmi ve dağıtım yapılacak teknik dokümanına ihtiyaç duyulur. Dokümanların içerisinde ürünün, proses, malzeme şartnameleri, ilgili alt ve detay parçalarını gösteren teknik resmi, akış şemaları ve teknik el kitapları bulunur. Anahat dokümanları oluşturulduktan sonra konfigürasyona tabi parça ile ilgili istenen değişiklikler teklif edilir, koordinasyonu ve onaylanması sonucu Konfigürasyon Kontrol Kurulu'nda (KKK) değerlendirilir.

Konfigürasyon ana hat dokümanları: Tasarım ve geliştirme aşamalarında konfigürasyon dokümantasyonundan oluşur.

Fonksiyonel Konfigürasyon Ana hat Dokümanı: Gerekli tüm fonksiyonel özelliklerinin test gereklerini, konfigürasyona tabi parçaları ve tasarım sınırlamalarının dokümante edildiği bölümdür.

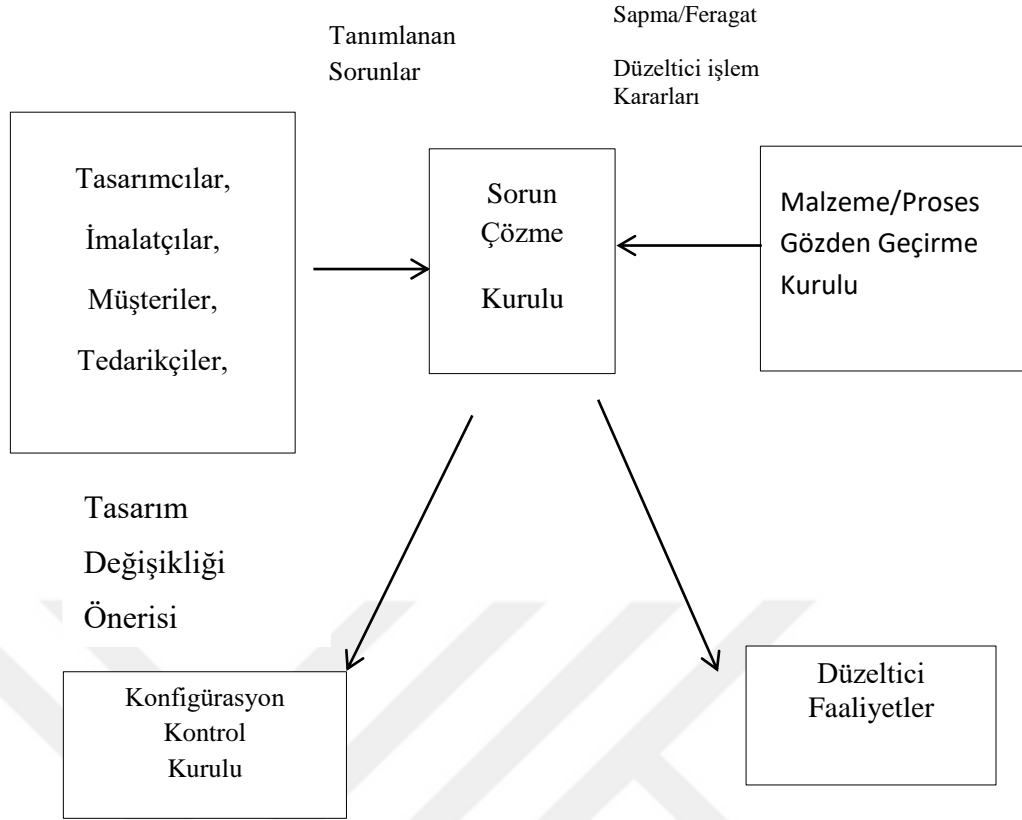
Tahsis edilmiş Konfigürasyon Anahat Dokümanı : Kontrol edilen alan sistem tasarımı kısmıdır. Tüm parçaların ayrılmış fonksiyonel özellikler ve bunların istenilen fonksiyonel özelliklere ulaşıp ulaşılmadığının kontrolünün sağlanıp gösterildiği bölümdür.

Üretim Konfigürasyon Ana Hat Dokümanı: Konfigürasyona tabi parçanın gerekli üretim kabul testlerinin yapıp detaylı/ kritik tasarımının gözden geçirilip dokümante edildiği bölümdür.

Konfigürasyon yönetim uzmanları konfigürasyon gerekliliklerini tanımlar ve bunları yazılı hale getirir. Dokümanlardaki değişimleri kontrol ederler, kaydederler ve raporların üründen beklenenlere uygun olup olmadığını incelerler.

Bu amaca ulaşmak için, konfigürasyon yönetimi aşağıdaki işlemlerden oluşur:

- a. Bir öğenin işlevsel gereksinimlerini ve fiziksel özelliklerini tanımlanması
- b. Bu gerekliliklerin ve niteliklerin belgelenmesi;
- c. Maddenin ve belgelerinin yapılandırmasının doğrulanması;
- d. Bir öğedeki değişikliklerin ve belgelerin yönetilmesi



Şekil 15. Konfigürasyon Yönetim Organizasyonu

Şekil 15’te konfigürasyon yönetiminin organizasyon şeması gösterilmiştir. Konfigürasyon yönetim sisteminin ilk amacı tasarım ve üretimdeki işlemlerin kontrollü bir şekilde ilerlemesini sağlamaktır. Bir diğer amacında müşterilerin taleplerine hızlı cevaplar verebilmek ve üretimdeki hatalarının azaltılıp verimliliğin artırılmasıdır.

Bu yaklaşımın avantajları şunlardır:

- Ürün yapı bilgisinin görselleştirilmesi,
- Farklı bileşenler arasındaki ilişkileri kurma
- Ürün yapı bilgisi ile 3 boyutlu modelin geometrik bilgisi arasındaki bağlantı,
- 3D modelin ürün tasarım bilgisinin bir parçası olarak yönetim tasarım parametreleri
- Mevcut bileşenlere dayalı yeni bir ürün çeşidi tasarlama imkanı sağlar.

Konfigürasyon değişiklikleri 3'e ayrılır.

1. Mühendislik Değişiklikleri
2. Sapma
3. Feragatlar

Mühendislik değişiklik teklif formu- MDT Formu ile yapılmaktadır. MDT, Sınıf 1 ve 2 olmak üzere 2'ye ayrılır. Sınıf 1 değişiklikler,ürünün şekil, uyum ve işlevinde değişikliğe yol açan ve lojistik desteği gerektiren değişikliklerdir.Sözleşmeyi ve ürün spesifikasyonlarını etkilemeyen değişikliklerde sınıf 2 kapsamına girmektedir.

Mühendislik değişikliği için belli işlemler vardır.Öncelikli olarak yapılacak değişikliğin ihtiyacı açık bir şekilde belirlenmelidir.Yapılacak değişiklikler kendi içlerinde gruplandırılmalıdır.Daha sonra değişiklikler incelenir ve değerlendirilmesi yapılır. Bazı değişiklikler red alırken onaylanan değişikliklerin sistem üzerinde dokümantasyonu tutulur.

Sapma ve mühendislik değişiklikleri arasındaki en temel fark; onaylanmış bir MDT dokümanında revizyonu gereklidir. Feragat ile sapma arasındaki temel fark; sapmanın değişikliğe uğramadan önce, feragatın ise oluştuktan sonra izin vermesidir (Özgeneci ,2010).

Konfigürasyon yönetim planında aşağıdaki husular belirlenir:

- Konfigürasyonun planı ve hedefleri,
- Konfigürasyonun organizasyonu,sorumlulukları ve yetkileri,
- Yönetim kaynakları ve kaynakların nasıl elde edileceği,
- Konfigürasyon kontrolünün nasıl olacağı
- Konfigürasyon denetimlerinin ne zaman yapılacağı,
- Konfigürasyon durum ve değerlemesinin ne zaman yapılacağı,
- Konfigürasyon yöneticilerinin müşteri ve alt yüklenicilerle nasıl koordine edileceği,

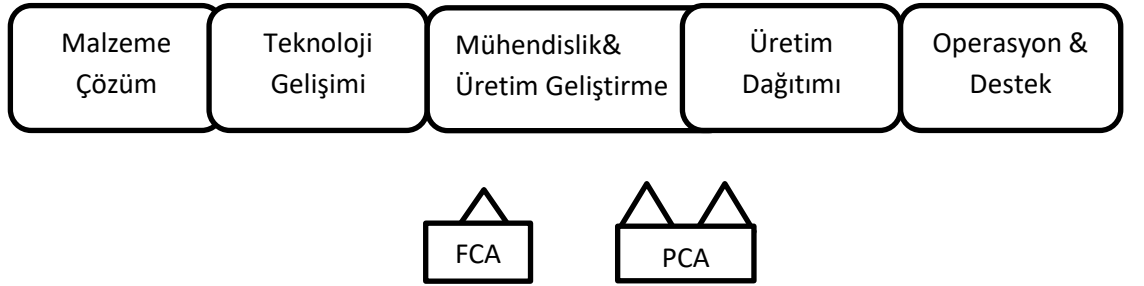
3.2.2. Konfigürasyon kurulumunda etkili olan faktörler

Günümüzde şirketler ürünler üzerinde çok büyük etkileri olan müşterilere odaklanmaktadır. Geleneksel olarak fazla üretilip stoklanarak müşteri isteklerinin

karşılanması fikri geçerliliğini yitirmektedir. Müşteri odaklı ürün tasarlanmaya ve üretilmeye başlanmıştır. Özelleştirilmiş ürünler, değişken bileşenleriyle beraber oluşturulmalıdır. Firmaları tek standart ürün oluşturup daha geniş çeşitlilikle bileşen kombinasyonlarına olanak sağlayan modüler çözümler üretmeye yönelmiştir. Buna kitlesel üretim denilmektedir.

Artan müşteri isteklerini en kısa zamanda doğru, tam ve minimum maliyetle kaynakları planlayıp yönetebilmek için konfigürasyon ve varyant yönetimi tercih edilmektedir. Ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca doğuştan hurda oluncaya kadarki sürecini yöneten bir süreçtir. Ürün üretimindeki tekrarlanan operasyonları önler, etkin olarak devam eden prosesleri kontrol altında tutar ve yönetime doğru bir veri aktarımı sağlar. PLM, ürün üretiminde ERP ,CRM ve bakım sistemleri gibi sistemlerle entegre bir şekilde çalışıyorsa ürün üretiminde maksimum verim alınabilecek noktaya ulaşılabilir.

Konfigürasyon yönetimindeki amaç ürünün yapısını konfigüre etmek ve ürünün ömür döngüsündeki doğru bilgilere ulaşmaktır. Konfigürasyon yönetimi sayesinde, ürünün izlenebilirliği, açık ve anlaşılır bir tanımlaması oluşur.



Şekil 16.Konfigürasyon Yönetiminin kavramsal ilişkisi

Konfigürasyona tabi parçaların öncelikle fonksiyonel (FCA) ve fiziksel(PCA) karakterlerine göre tanımlanması gerekir. Şekil 16'da konfigürasyon yönetiminin diğer departmanlarla kavramsal ilişkisi gösterilmiştir.Bu denetim seri üretim için onay verilecek konfigürasyonu temsil eden prototip üzerinde yapılır. Eğer prototip yoksa üretimden çıkan ilk parça üzerinde yapılır.Fiziksel konfigürasyon denetimi,üretimi yapılmış konfigürasyona tabi parçanın imalat konfigürasyonunun

tasarım dokümanlarındaki şartlara göre uygunluğunun denetlenmesini için yapılır.PCA tamamlandıktan sonra üretilecek ilk parça üzerinde uygulanır.Ürünle ilgili teknik resim,şartname, test gereksinimleri,tasarım dokümanları ve el kitabının detaylı bir şekilde kontrol edilir.

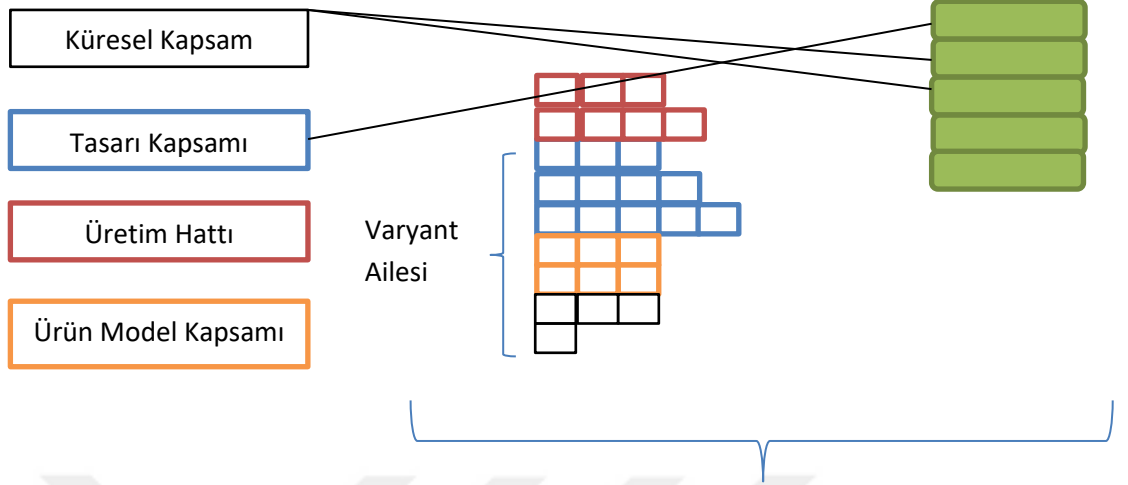
Konfigürasyon yönetimi; mühendisliğin yaptığı değişim süreçlerinde, satış faaliyetlerinin yönetiminide,müşterileri ve tedarikçileri gruplandırmada,araştırma ve geliştirme çalışmalarında ve müşteri isteklerinin değişmesiyle ürün ağaçlarının hatasız yönetilmesi amacıyla gerekli olmaya başlamıştır.

Konfigürasyon yönetimi organizasyonunda işletmelerde aktif olarak çalışan departmanlar ; proje,mühendislik,kalite, pazarlama ve muhasebedir.Bu idari ve teknik ekip birbiri ile iyi organize edilmiş olmalıdır.Konfigürasyon yönetim süreçleri hatasız bir şekilde ilerlemesini istiyorsak tanımlamalar,teknik anlamda açıklamalar ve uygulama şekli detaylı olarak belirtilmelidir.

Ürün varyant yönetimi ise mümkün olduğunca satış, sipariş ve teslim süreçlerinde mühendislik faaliyetlerini etkili bir şekilde ve en kısa zamanda müşterinin beklentilerini karşılayabilecek şekilde yönetmektir. Ürün geliştirme süreçlerinde tasarım odaklı iyileştirmeler ve geliştirmeler yapılarak sıradan ürün listesi mantığından uzaklaşmış ve geniş çeşitlilikteki karmaşık ürün çeşitliliğiyle başa çıkmak için ürün varyant yönetim sistemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Şekil 17' de varyant yönetiminin süreç taslağı gösterilmiştir.Varyant yönetimde öncelikler kapsam belirlenir, varyant kılavuzu oluşturulur ve kurallar belirlenir. Müşteri belirli kurallara göre kılavuzundan ürününde olması istediği parçaları seçer.

Kapsam Şeması
Kurallar

Varyant Kılavuzu



Konfigüratör

Şekil 17.Varyant Yönetimi Süreç Taslağı

Otomotiv üreten bir firma üzerinden örnek vermemiz gerekirse bir ürünün temel ürün ağacı bulunur ve ürün bileşenleri temelinde konfigüre edilerek varyantlar ile yönetilir.

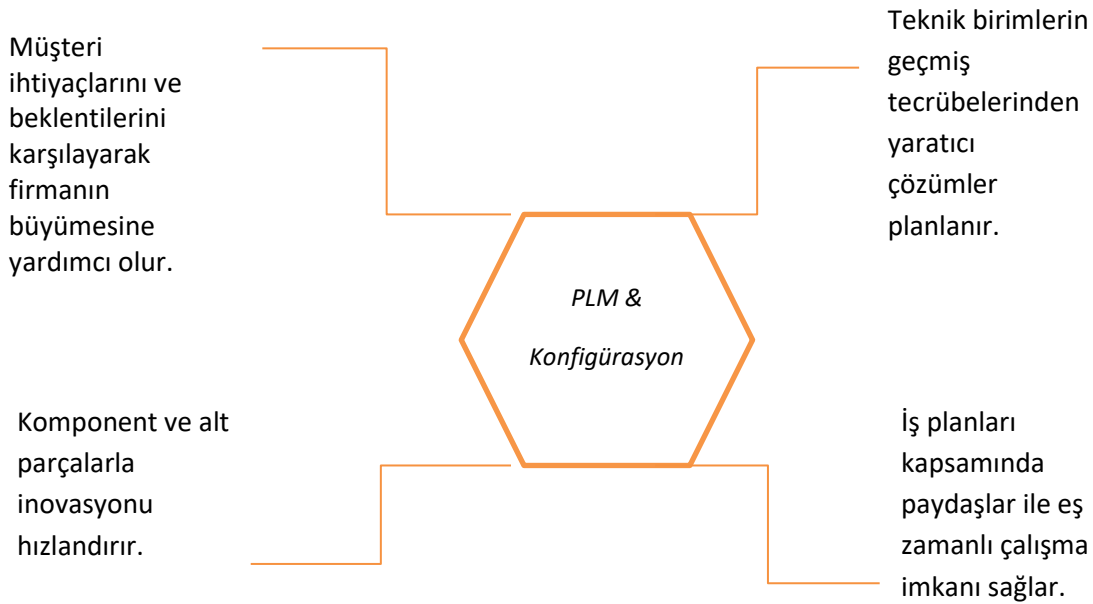


Şekil 18. Konfigürasyon yönetim çalışması

Bu yapılandırmalardaki bazı eylemler işlem boyunca gerçekleştirilir. Şekil 17’de konfigürasyon yönetim çalışmasındaki bazı işlemler gösterilmiştir. Bu işlemler, örneğin, ürünün modifikasyon taleplerini dokümanete etmeyi ve yönetmeyi sağlar. Ayrıca, ürüne getirilen değişikliklerle birlikte değişiklik taleplerini yönetmeyi ve belge şeklinde tutulmasını sağlar. Böylece, herhangi bir konfigürasyon değişikliği olduğunda önceki onayları gösteren prosedür işlemi izlenerek yapılır. Değişikliklerin bu kontrolü, otomobil endüstrisinde kalite yönetimi standardında belirtilmiştir (ISO / TS 16949, 2002).

3.2.3 PLM ile konfigürasyon yönetimi

Müşteriden gelen ihtiyaçlara yönelik cevap verebilecek teknolojiler geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemlerin ortak amacı, herhangi bir ürün geliştirme sürecinde; konunun kavram aşamasından, ömrünü tamamlamasına kadar geçen tüm süreçlerdeki faaliyetlerin tüm departmanlarla entegre, verimli, eş-güdümlü çalışma ortamının sağlanması ve hatasız, zamanında teslim edilmesidir. Ürün yaşam döngüsünün içerisinde yönetim, AR-GE, üretim, satın alma, SSH,(satış ve servis hizmetleri) bu birimlerin iletişim içerisinde oldukları kendi tedarikçileri veya alt yüklenicileriyle birlikte müşteriler bulunmaktadır. PLM ve konfigürasyon uygulamalarının sağladığı hususlar şekil 19’da gösterilmiştir.



Şekil 19. PLM & Konfigürasyon Uygulamalarının sağladıkları

PLM uygulamalarında bulunması gereken temel fonksiyonlardan diğeri değişiklik ve konfigürasyon-varyant yönetimidir. Ürün geliştirme süreçlerinde değişimin kaçınılmazdır. Ancak bu değişimi yönetmenin de büyük bir özveri ve dikkatli bir çalışma olduğunu kabul etmeliyiz. PLM uygulamasında “değişiklik ve konfigürasyon yönetiminden” beklenmesi gereken en önemli husus ürün ağaçlarında yapılan güncellemelerin tüm tasarım, üretim, satın alma ekiplerine bilgilendirme olarak anında iletilmesi gerekmektedir. Zamana göre değişimleri takip edilen ürün konfigürasyonlarının manuel olarak değil ,otomatik olarak güncellenebilen süreçleri olmalıdır. Bu süreçler, tekrarlanan hataların azaltılmasına, mühendislik, üretim ve servis ürün ağaçlarının senkronize çalışabilmesine, farklı mühendislik birimlerine ait içeriklerin koordine edilebilmesine imkan sağlamaktadır.

PLM, ürün geliştirme ve üretime odaklanmaktadır. PLM görüşlerin, kuralların ve ürün verilerinin sadece bazılarını kapsarken, CM (konfigürasyon yönetimi) tümünü kapsar. Konfigürasyon Yönetimi, PLM' in ötesindeki süreçlerin bir birleşimidir, Konfigürasyon yönetimi ve değişim kontrolünün önemli bir unsuru olan çok yönlü bir disiplindir.

Konfigürasyon Yönetiminin uzmanlık alanları:

- Ürün konfigürasyon görünümleri (Sözleşmeli, Tasarlanan, Yapılan...),
- Ürün tanımlama verileri (her ürün görünümünden girdiler / çıktılar) ve
- Ürün konfigürasyon kuralları (konfigürasyon verilerinin kim ve nasıl işleneceği)

4.MATERYAL VE METOT

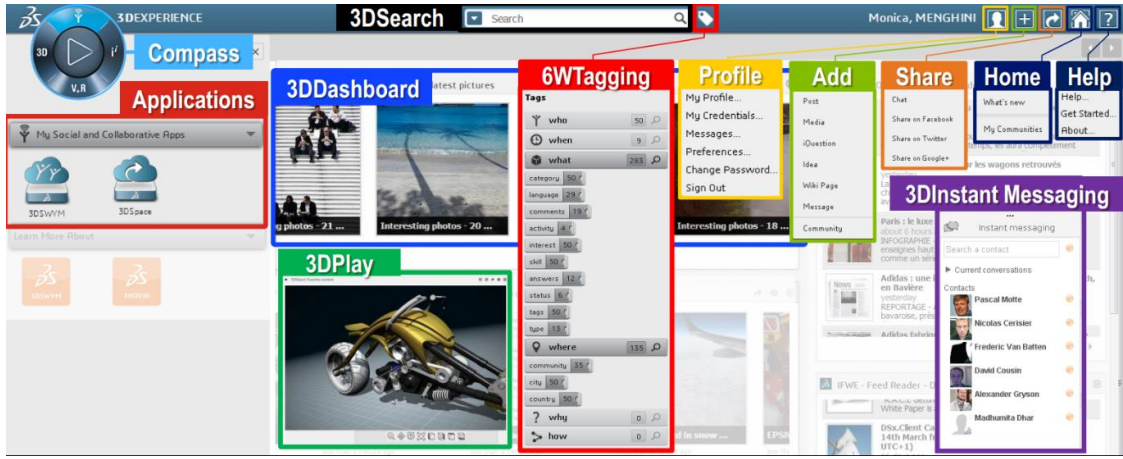
Bu bölümde karmaşık ürün ağacı yapısıyla gelen siparişleri öncelikle analiz edip PLM programı kullanılarak azaltılmış ürün ağaçlarıyla yönetmeyi kolaylaştıracak olan yeni yaratılan konfigüratör ekranı ve gerekli olan verilerden bahsedilecektir.

4.1 MATERYAL

4.1.1 PLM Programı

İnovatif ürün yaşam döngüsü yönetimi için Dassault firmasının geliştirdiği bir yazılımdır ENOVIA.İşletme içerisinde bulunan birçok farklı disiplini ortak bir platformda birleştirerek entegre bir şekilde iş süreçlerinin ilerlemesini sağlar.Tüm kullanıcıların en güncel veriye ulaşmasını sağlamaktır amaç. Sistem içerisinde bulunan tüm veriler yetkiler doğrultusunda erişilebilir, üzerinde değişiklik yapılabilir ve kaydedilebilir.Ürün geliştirme süreçlerinde; tasarımcılar, mühendisler, imalat, satış, pazarlama, finans,tedarik ve mevcutta olan müşterilerde proje içerisinde yer alma imkanı sağlar. Tasarlanan fikir ürünlerini, nihai bir ürüne dönüştürünceye kadar geçen süreçte erken karar almayı ve esnek olmayı sağlar.ENOVIA, CAD uygulamalarını CATIA,SOLIDWORKS gibi uygulamalar ilişki kurarak entegre bir şekilde çalışabilmektedir.

Rakiplerden önce en yenilikçi ürünü piyasaya sunmayı ve yeni hizmetler ile müşteriye memnun etmeye yarayan bir platformdur. İş Deneyimi Platformu, Saç Şekillendirme Simülasyonu, ürün tasarımı simülasyon ve analiz çözümleri, üretim ve montaj simülasyonu ve planlaması çözümleri, ürün yaşam döngüsü ve tedarik zinciri işbirlikleri çözümleri, dinamik 3d ürün dokümantasyonları çözümleri ve plastik enjeksiyon simülasyonu gibi farklı çözümler sunarak işletmenin yıl içerisindeki planlarını daha optimize bir şekilde yönetmesini sağlayana bir platformdur.



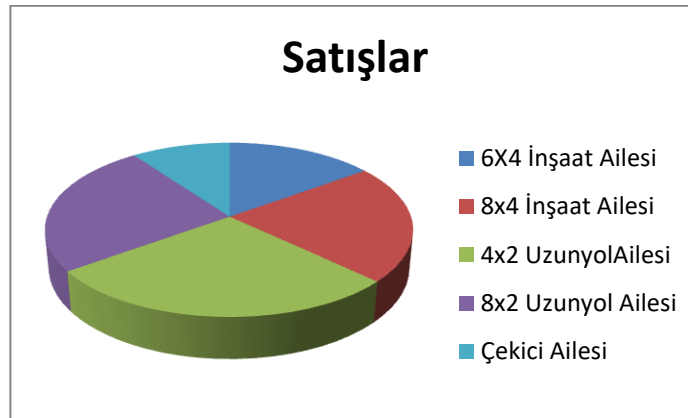
Şekil 20 : ENOVIA arayüz ekranı

Yukarıdaki compass içerisinde bulunan uygulamalara her kullanıcı kendi adına atanan roller ile erişebilmektedir. Compass içerisindeki uygulamalar ayrı kategorilere göre bölünmüştür.

4.2 METOT

4.2.1 Pazar Araştırması

Her araştırmanın en önemli unsuru insandır. Burada pazar araştırması yapılırken anket, yüz yüze görüşme ya da doğrudan müşteriye gözlemlene yöntemlerinden satış ekibinin yapmış olduğu yüz yüze görüşme ve doğrudan müşteriye gözlemlene metodu ile ilerlenilmiştir. Aşağıdaki şekil 21' de yapılan analiz sonucunda satışlar üzerine yoğunlaşılacak kamyon ailelerinin grafiği gösterilmiştir.



Şekil 21: Satış önceliği olan araçlar

5.ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

5.1 Firmadaki Uygulama

Otomotiv sektöründe gelişen teknolojiye hızlı bir şekilde ayak uydurmak ve aynı zamanda müşterilerin gereksinimlerindeki farklılıkları yakalayabilmek için rekabet gücü ile beraber karlılığın da yüksek tutulması önemlidir. Ürün geliştirme süreçlerinin karmaşık bir yapıya dönüşmemesi için en kaliteli, en güvenli ürünleri en çok varyant ile müşteriye en kısa sürede sunmak önem arz etmektedir. Ülkemizin en iyi ticari araç firması olan BMC 'de daha etkin proje, veri ,doküman ve süreç yönetimi için konfigürasyon ve varyant yönetimini devreye alma çalışmalarının bir kısmından bahsedilecektir.

Ürünün değişen fiziksel özelliklerine veya alt bölümlerine varyant denir. Çok sayıda varyantı mevcut olan ürünün ayrı ayrı ürün ağaçlarının tanımlanması zaman almakta, hatalara neden olmakta ve gereksiz maliyet çıkartmaktaydı. Firmada mevcutta bulunan varyant sayısı 55 tanedir. Yaklaşık 25-30 adet farklı ürün ağacı bulunmaktadır. Örneğin bir kamyonun üretimi intarderlı/ intardersiz, çelik jant/ alüminyum jant olmak üzere kendi içerisinde farklı kırılmalar yaratılarak ayrı ayrı ürün ağacı olarak yönetilmekteydi. Ancak bu ürün ağaçlarını yönetmek hem gereksiz iş yüküne hem sistematik yapılmadığı için hatalara neden olduğundan araç maliyetini arttırmaktaydı. Bunun da pazarda iyi bir konumda bulunan rakiplerle baş etme konusunda zamanla zorlanmamıza neden olacağı düşünülmekteydi. Yapılan Pazar araştırması sonucunda karar verilen yeni varyantlar; çekici,uzunyol ve inşaat araçları olmuştur.44 aktif , 11 inaktif olan varyant ailesinden 19 varyanta düşürülmesi hedeflenmiştir.

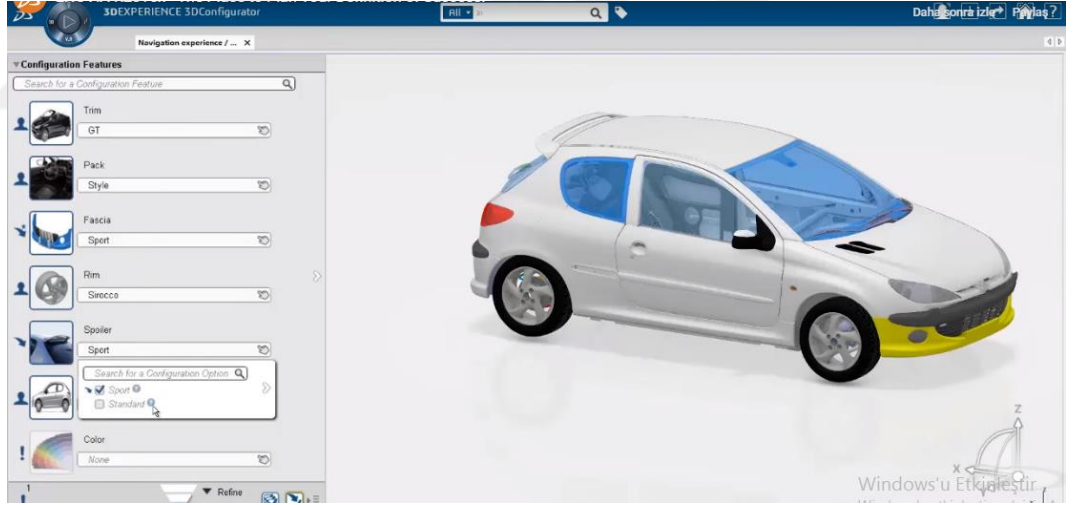
Bu nedenle araç kompleksindeki tüm sistemler ve içerisinde bulunan komponentleri parçalar düşünülerek varyant sayısı 55'ten 19 kırılıma indirgenmiştir. Araçlarda tüm varyantlar düşünülerek 50xxA.... şeklinde temel ürün ağacı oluşturulmuştur.

Müşterinin isteği baz alınarak ürün tasarlandığında yani özelleştirildiğinde, ürünün fiziksel özelliklerinin bazı varyasyonları oluşur. Bu aşamada ürünün farklı konfigürasyonları oluşur.Günümüzdeki farklılaşmış müşteri ihtiyacını yönetmek içinde öncelikle sistemde herhangi bir parça seçilmeden default olarak temel ürün ağacı gelecek şekilde bir araç tasarlanmıştır.Default olarak gelen temel ürün

ağacına müşterinin isterlerine göre komponentler eklenecek ve ona göre yeni ürün ağacı ile talepler yönetilecektir. Şekil 22’de temel araç kompleksi ve şekil 23 ‘te de araç kompleksinin ENOVIA konfigüratör ekranındaki görseli bulunmaktadır.

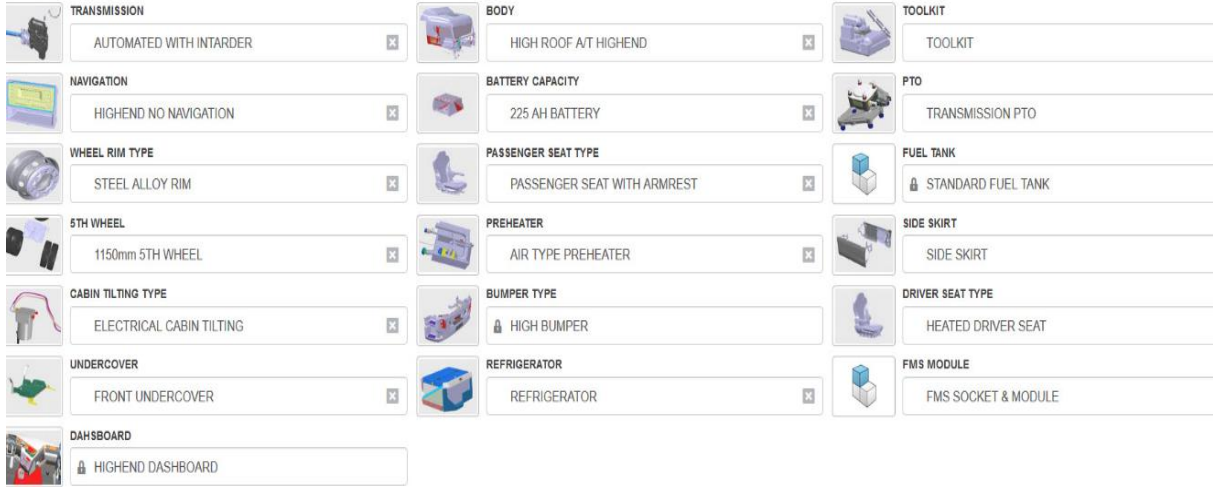


Şekil 22. Baz araç kompleksi



Şekil 23:ENOVIA araç kompleksi üzerinden konfigüratör görseli

Şekil 24’te görülen konfigüratör seçim ekranı satışa gelen müşteri taleplerine göre oluşturulmuştur Yeni oluşturulacak varyantlar en çok satışı yapılan araç türlerine göre belirlenmiştir.



Şekil 24 : Konfigüratör seçim ekranı

Konfigüratör ekranında iken örneğin etek istemiyorum seçeneği seçildiğinde onun yerine otomatik olarak basamak gelecek ya da buzdolabı isteyen bir müşteriye orada bulunan dolap kaldırılarak sadece buzdolabı olacak şekilde bir ürün ağacı gelecektir. Araç Kompleksi üzerinde değişebilecek tüm parçalar araç kompleksinden çıkartılıp opsiyon kompleksine çekilmiştir.

- Opsiyon kompleleri, opsiyon var olan ve olmayan şekilde kurgulanmıştır.
- Araç ürün ağacı oluşturulmak istendiğinde, konfigüratör ekranından opsiyonlar seçilerek sadece temel araç kompleksine “ADD –DELETE” komutu seçilerek komple tamamlanacaktır.
- Araç kompleksi oluşturulurken kesin seçilmesi gereken opsiyonlar ve birbiri ile kullanılmayan opsiyonlar ayrıca sistemselsel olarak ilerleyecektir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde karmaşıklaşan müşteri beklentileri karşısında otomotiv sanayisi gibi rekabetin fazla olduğu bir ortamda karlılığı yüksek tutabilmek ve aynı zamanda gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek için hızla artan maliyetler karşısında teknolojiye uyumlu sistemler geliştirerek ürünlerin pazarda bulunma sürelerinin en verimli şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu aşamada tüm süreçleri analiz ederek BOM yönetimi, varyant ve konfigürasyon yönetimi olmak üzere ihtiyaca en uygun teknolojileri içeren PLM sistemleri uygulamaları tercih edilmelidir

Tez çalışmasının ilk bölümünde BOM, varyant ve konfigürasyon yönetimi teorik olarak nasıl uygulanabileceği hakkında, ikinci bölümde işletme şartlarında nasıl uygulanabileceği hakkında bilgiler verilmiştir. BOM yönetimi için PLM sisteminin uygulama programlarından biri olan “ Enovia“ programı kullanılmıştır. Bu çalışmada işletmeler için verilerin yönetiminin ne kadar önemli olduğu ve nasıl yönetileceği anlaşılır bir biçimde ifade edilmiştir. Son bölümde ise BMC Otomotiv Sanayinde mevcutta kullanılan karmaşık ve zaman alan sürece göre yeni geliştirilen sistem nasıl kullanılacağı anlatılmıştır.

Sonuç olarak gelecekte müşteriler, sistem üzerinde karşılıklarına sunulan malzemeler arasından seçimlerini yapabilecektir. İsteklerine göre ürünün farklı parçalarını talep ettiği durumlarda konfigürasyon yönetim sayesinde sürecin işleyişi daha kolay ve firma açısından verimli olacaktır. Üretim gerçekleştirme esnasında, hazırlık zamanları göz önünde tutularak hedeflenen plana göre fazlaca üretilen ve stoklanan ara komplelerin, aynı zamanda gelecekteki müşteri talepleri sonucunda oluşacak ihtiyaçlarda kullanılabilirliği sağlanmış olacaktır. Böylece üreticilerin de gerekli veri yönetimi çabası olmadan son kullanıcılara doğru, güvenilir veri sağlamaları ile müşteri memnuniyeti artacaktır. Öneri olarak işletmelerde karlılığı arttırmanın ve verimliliği yüksek tutmanın yolu ürünlerin pazardaki konumunu ve müşteri ihtiyacını iyi anlayıp, eldeki toplanan veriyi iyi yönetebilmek gerekmektedir. Günümüzde artık müşterinin ihtiyaçlarına kolay cevap verebilmek için onların bu sürece entegre olarak ilerlemesi önem arz etmeye başlamıştır.

Şirketler, PLM sisteminin sadece veri depolamak için bir araç olmadığını, ancak farklı ve daha verimli çalışmayı sağlayan bir araç olduğunu anladığı sürece bu sistemden daha fazla yarar sağlayacaklardır.

Diğer yandan PLM uygulamaları sayesinde malzemelerin tasarımsal değişiklikler sonucunda aldığı revizyonların ürün ağaçlarının hatalı oluşması engellenmiştir. Manuel bir şekilde yapılan kayıtlar sonucunda ürün ağaçlarında mükerrer parçaların oluşmasını önlemiştir. Artık tek bir ürün ağaç modeli üzerinden gerektiğinde türetilen ve kullanılan, seçimli ürün ağaçlarıyla çalışmak, yaşanabilecek karışıklıkları engelleyecek, aynı zamanda iş yükünü hafifletecektir. Bu kolaylıklara ek olarak, farklı taleplerde oluşan aynı ara stoklar, sistemde aynı ad verilerek tespit edilebilecek; böylece işletme, PLM & ürün ağacı sistem sayesinde basit bir yöntem kullanarak ara stoklu çalışabilme yeteneği kazanacaktır.

Her sipariş için ayrı ürün ağacı oluşturularak yönetilmesinin meydana getirdiği karmaşık ürün ağacı yapısı mühendislik değişiklik yönetimini de olumsuz yönde etkilemesin, ve ürün ağacı hatalarını azaltmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ariano M and Dagnino M.(1996),” An intelligent order entry and dynamic bill of materials system for manufacturing customized furniture” ,Kanada,45-60p
- Bertrand, J.W.M.; Zuijderwijk M.; Hegge, H.M.H. (2000).“Using hierarchical pseudo bills of material for customer order acceptance and optimal material replenishment in assemble to order manufacturing of non-modular products”, International Journal of Production Economics, 171-184p
- Caddimensions;”5 Problems That Can Arise from an Inaccurate” BoM <https://www.cadimensions.com/blog/5-problems-can-arise-inaccurate-bom/>,Erişim tarihi:20 Aralık 2019)
- Chatras C., Giard V.ve Sali M. (2017) “,High variety impacts on Bill of Materials Structure: Carmakers case study,Fransa, Linking Product Variety to Order Fulfillment Strategies, Interfaces, Pil, F.K. et Holweg, M.(Eds) 394 – 403p
- Chatras C., Giard V.ve Sali M. (2017) “,High variety impacts on Bill of Materials Structure: Carmakers case study,Fransa, Agile product development for mass customization: how to develop and deliver products for mass customization, Anderson, D. M., Pine II, J.(Eds)
- Garwood D.(2000),” Bills of Material: Structured for Excellence, Dogwood Publishing Company, Incorporated”
- Kiritsis D,Bufardi A, Xirouchakis, (2003), “Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems, Adv. Eng. Inf. “,189-202p
- Fohn S.M.; Liau J.S.; Greef A.R.; Young R.E.; O'grady P.J. (1995). “Configuring computer systems through constraint-based modeling and interactive constraint satisfaction”, USA,3-21p

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Forza C. ve Salvador F.(2002). “Product configuration and interfirm coordination: an innovative solution from a small manufacturing enterprise”, 37-46p
- Gershenson J. K.; Prasad G. J.; Zhang Y. (2003). “Product modularity: Definitions and Benefits”,295-313 p
- Hong G.; Hu L.; Xue, D.; Tu Y. L.; Xiong Y. L. (2008). “Identification of the optimal product configuration and parameters based on individual customer requirements on performance and costs in one-of-a-kind production”, International Journal of Production Research, UK,3297-3326p
- Orlicky J.A, Plossl G.W., Wight O.W, (2003),” Structuring the bill of material for MRP, Oper”
- Jiao J., Tseng M.M., Ma Q, Zou, Y. (2000) “Generic bill-of-materials-and-operations for high-variety production management,” England,297–321.
- Jiao J.; Zhang L and Pokharel S.:(2007);“Coordinating product and process variety for mass customized order fulfilment;608-620p
- Lee J.H., Kim S.H.,Lee K., (2011) 253–273.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2011.07.009>. “Integration of evolutionary BOMs for design of shipoutfitting equipment”
- Jernigan J.M., (1993.),U.S. Patent No. 5,210,686. Patent and Trademark Office, Washington, DC
- ISO/TS 16949:2002, (2002) Management de la qualité dans l'industrie automobile et certification des fournisseurs et sous-traitants de l'industrie automobile.
- ISO 10007:2003, (2003). Quality management systems – Guidelines for configuration management.
- Kang K. , Cohen S. , Hess J. , Novak W. , Peterson A. ,(1990). Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study, Technical Report. Software Engineering Institute, South Korea

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kandemir M. (2008). “Düzgün Uygulanmış Konfigürasyon Yönetimi 2013 İspanya Hızlı Tren Kazasını Engelleyebilir miydi?”. Demiryolu Mühendisleri Derneği, 48-51.
- Kristjansdottir K.,Shafiee S. Ve AnnaMyrodia B.(2018) “Return on investment from the use of product configuration systems – A case study”,Danimarka,57-69p
- Liedholm U.(1998),Conceptual design of products and product families,Danimarka,91-112p
- Lunn T. With Neff S. A.:(1992) mrp –Integrating material requirements planning and modern business,120-139p
- Matias H.J.C.; Perez G.H.; Perez G.J.; Vızan I.A. (2007), “Automatic generation of a product structure based on attribute patterns with variant specifications in a customer-oriented environment”, Journal of Materials Processing Technology, 431–436p
- Million O., (1998). De l'intégration des métiers par les données techniques vers la maîtrise de la modélisation conceptuelle: la méthode V.I.M. (Viewpoints Information Modelling), Thèse de Doctorat : Production Automatisée : Nancy.
- MIL-HDBK-61,Military handbook <https://www.everyspec.com> Erişim Tarihi:12.01.2020
- Özgeneci Ö.:(2010);“Enerji üretim tesislerinde kalite ve konfigürasyon yönetimi. uygulama triga mark ıı nükleer reaktörü”;İstanbul
- Pereira J.;Matuszyk P.; Krieter S.; Spiliopoulou M. and Saake G.:(2016);“ Personalized recommender systems for product-line configuration processes;Almanya;451-477p
- Stonebraker P.W., (1996) ,” Restructuring the bill of material for productivity: a strategic evaluation of product configuration” Int. J. Prod. Econ. 251–260.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Simpson T. W., Maier, J. R. A. , Mistree, F., (2001), "Product platform design: method and application", ", Research in Engineering Design, 2-22p
- Soininen T., Tiihonen T., Männistö T. and Sulonen. R. (1998). Towards a General Ontology of Configuration. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing,, 357-372p
- Tichem M., Andreasen, M. M., Riitahuhta, A., (1999),Almanya, "Design of Product Families", Proceedings of the 12th International Conference on Engineering Design,1039 -1042p
- Tseng H.; Chang, C.; Chang, S. (2005), "Applying case-based reasoning for product configuration in mass customization environments", Expert Systems with Applications, Taiwan, 913-925p
- Trentin, A.; Perin E.; Forza, C. (2011), "Overcoming the customization-responsiveness squeeze by using product configurators: Beyond anecdotal evidence", Computers in Industry, 260-268p
- Veen V.,ve Wortmann, J.C. (1992), "New Developments in generative BOM processing systems", Production Planning & Control,327-335p
- Yang, D. ve Dong, M.(2012). "A constraint satisfaction approach to resolving product configuration conflicts", Advanced Engineering Informatics, 592-602.
- Yükçü S ve Atağan G.(2010)," Muhasebenin mühendislik boyutu: ürün ağacı ve rota uygulaması"
- Zhou C.; Liu X; Xue F; Bo H and Li K;;(2018)"Research on static service BOM transformation for complex products"China;146-162p
- Zhou C.; Lin Z.; Liu C. (2007). "Customer-driven product configuration optimization for assemble-to-order manufacturing enterprises", Int J Adv Manuf Technol., 185–194p.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sűresince gerekli Bu sűrete her tűrlű desteęini birikimini, deneyimini, gűler yűzűnű ve sabrını esirgemeyen űncelikli olarak kıymetli hocam Prof.Dr. Sűheyda Atalay' a ve Őę.Gör. Burcu Palas'a teŐekkűrű bir borç bilirim.

Son olarak sevgili annem Derya Tekkol ve sevgili babam Levent Tekkol'a herŐey için sonsuz minnetlerimi sunarım.



ÖZGEÇMİŞ

Nilüfer TEKKOL

(0505)333 67 27

E-mail: nillufer.tekkol@gmail.com.

Doğum Tarihi 22.09.1990

Medeni Durum Bekâr

Sürücü Belgesi B

İŞ-STAJ TECRÜBESİ

02/2018- ... BMC Otomotiv A.Ş., İzmir

Ürün Ağacı Mühendisi (PLM)

02/2017- 12/2017 Karaca Mekatronik Konveyör ve Otomasyon
Sistemleri, İzmir

AGV Ürün Uzman Yardımcısı

09/2016-12/2016 Sağlam Makina, İzmir

Satın Alma Sorumlusu

08/2014-09/2014 Özgörkey Otomotiv, İzmir

Muhasebe –Yönetim Stajı

06/2014-07/2014 LcWaikiki, İstanbul

Satın alma – Yönetim Stajı

07/2013-08/2013 Tukaş, İzmir

Üretim Planlama- Üretim Stajı

EĞİTİM BİLGİLERİ

2017-2020	Ege Üniversitesi Yüksek Lisans ,PLM (Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi)
2010-2015	İzmir Üniversitesi(Burslu),İzmir Lisans, Endüstri Mühendisliği

PROJELER

09/2014-05/2015	Sanem Plastik
06/2013-07/2013	Tukaş

SEMİNER ve KURSLAR

Satış ve Pazarlama Teknikleri, İstanbul İşletme Enstitüsü
Proje yönetimi,2015,İzmir, Kalder
Six Sigma Semineri, 2014, Manisa (Ümmehan Elginkan Vakfı)
Yalınlaşma ve Yalın Üretim,2014,Gemba

BİLGİSAYAR –DİL BİLGİSİ

Word, Excel, Sap(MM), Enovia, Catia
İngilizce okuma: iyi yazma: iyi konuşma: iyi