

ENDÜSTRİYEL MAL VE HİZMET ÜRETİMLERİNDE PDM, PLM UYGULAMALARI

Hüseyin Özden

Doç. Dr.,

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,

Makine Mühendisliği Bölümü,

Konstrüksiyon ve İmalat Ana Bilim Dalı

huseyin.ozden@ege.edu.tr

ÖZ

Sanayide mal ve hizmet üretiminde ortaya çıkan teknik ve ekonomik problemlerin çözümünde PDM ve PLM uygulamaları önerilmektedir. Ürün bilgi veri yönetimi PDM ile üründen kazanç sağlanırken, ürün yaşam döngü yönetimi PLM ile şirketin randımanı artırılmaktadır. Tüm mühendislik faaliyetlerinde geçerli olan bir husus şudur: Gereğinden fazla malzemeden, enerjiden, işçilikten ve zamandan kaçınmaktır ve faydalı yenilik, farklılık yaratmaktır, yani inovasyondur. Bu husus, endüstriyel mal ve hizmet üretiminde ürün yaşam döngü yönetimi, PLM uygulamalarının temelidir. Yurtdışında şirketlerde yıllar önce PDM, PLM uygulamaları yayılırken, Türkiye’de PDM, PLM uygulayan şirket sayısı yok denecek kadardır. Bunun nedeni, PDM, PLM ve uygulamaları hakkında gerekli tanıtımların yapılmamasıdır ve bilimsel çalışmaların, teknolojilerin gereği gibi takip edilmemesi, geliştirilmemesidir. Bu çalışma, Türkiye’de endüstriyel mal ve hizmet üretimlerinde PDM, PLM uygulamalarının faydasına odaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sanayi, üretim, yönetim, PDM, PLM

PDM AND PLM APPLICATIONS IN INDUSTRIAL PRODUCTIONS

ABSTRACT

In production of goods and services in the industry and solving of economic problems, for the solution of technical and economical PDM and PLM methodologies are suggested. An important valid issue in all engineering activities is to avoid unnecessarily excess material, energy, labor and time and to create useful innovation and difference. This is the basis of product lifecycle management, PLM in industrial good and service production. Thanks to PDM, PLM applications income of companies increase. While PDM, PLM applications became widespread in other countries years ago there are almost no companies applying these applications in Turkey. The reason is that necessary introduction is not being made about PDM, PLM and their applications and scientific studies and technologies are not being followed and developed. The main purpose of this study is to emphasise PDM and PLM studies in Turkey.

Keywords: Industry, production, management, PDM, PLM

Geliş tarihi : 11.05.2015

Kabul tarihi : 04.12.2015

Özden, H. 2016. "Endüstriyel Mal ve Hizmet Üretimlerinde PDM, PLM Uygulamaları," Mühendis ve Makina, cilt 57, sayı 672, s. 34-43.

1. GİRİŞ

Mal ve hizmet üretimlerinin bulunduğu endüstride, ürün, üretim, satış için kullanıma sunma, servis gibi faaliyetlerin bilgisayar destekli yazılımlarla iyi planlanması, yönetimi; üreticiler kadar hem tüketicilerin hem ülkenin yararına. Endüstriyel mühendislik ürünlerinin düşük maliyetli, zamanında hatasız olarak kullanıma hazır hale getirilmelerinde, işletme koşullarında, biçilen ömürde fonksiyonlarını aksaksız yerine getirmelerinde ve kazanç sağlanmasında gerekli konstrüksiyon hesapları ve planların yanında, çok sayıda kriter ve hususun, standartların ve mevcut teknolojilerin dikkate alınması gerekiyor [1, 2]. Mühendislik faaliyetlerinde, hatta günlük yaşamda da dikkat edilmesi gereken hususları şu şekilde özetleyebiliriz:

- Gereğinden fazla malzemeden, enerjiden, işçilikten, zamandan kaçınmak
- Ürünün işleme ve işletme süreçleri faaliyetlerinde orijinal, yani mekanik ve teknolojik özelliklerinde büyük değişimler yaratmamak
- Ürüne, üretimde yenilenme, farklılık, yenilik kazandırmak

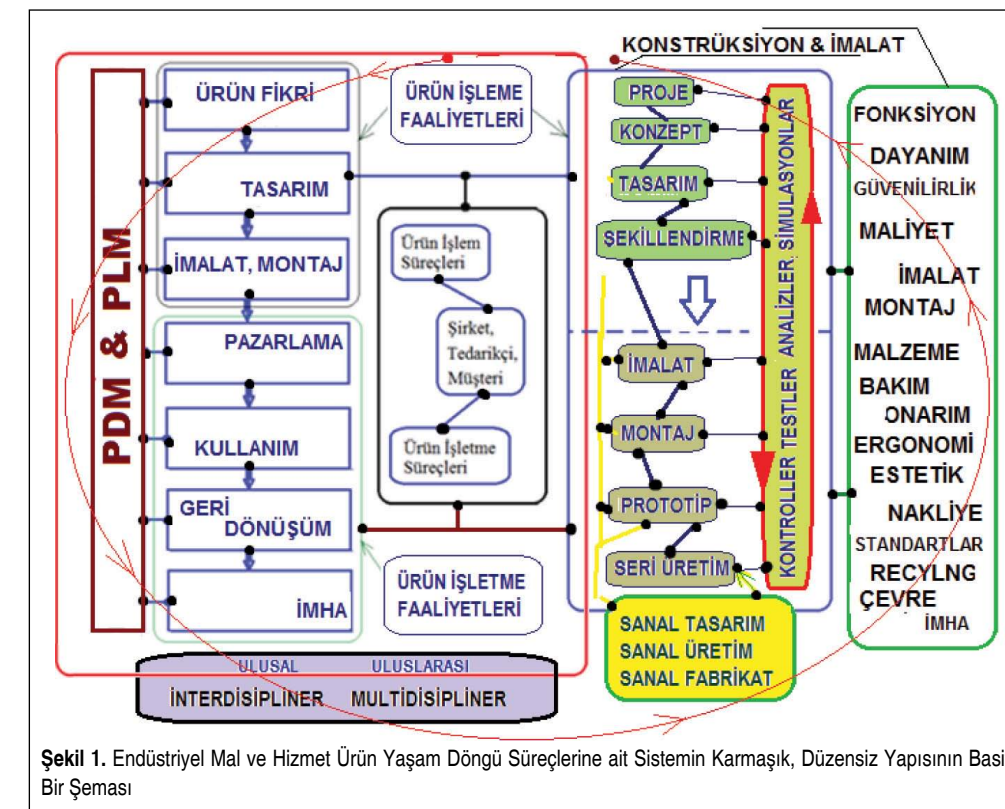
Bu hususların yanında, üretim süreçleri ve faaliyetlerinin organizasyonu en iyi şekilde yapılması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Endüstriyel teknik bir ürünün fikir aşamasından imha edilinceye kadar uzanan süreç; "Ürün Yaşam Döngü Süreci" ola-

rak tanımlanmaktadır. Şekil 1’de, ürün yaşam döngü süreci, faaliyetleri bir şema dahilinde gösterilmiştir. İlk bakışta göze çarpan, ana sistemin karmaşıklığıdır ve isteklerin çokluğudur. Alt sistemlerin zincir halkaları gibi birbirine bağlılıklarıdır. Kademenin birinde gerekli kriterler sağlanıyorsa diğer kademeye geçilemiyor. Örneğin otomobil, uçak, gemi gibi sanayinin birçok sektöründe ürün yaşam döngü süreçleri ile ilgili işlevler çok boyutlu ve karmaşık bir yapıdadır. Pazar koşulları, rekabet şartları, çevresel etkenlerde aynı sistem bütünü içerisinde yer almaktadır. Ürün yaşam döngü süreçlerinde karşılaşılan bazı teknik ve ekonomik problemlerin çözümünde günümüzün klasik çözüm yöntemleri yetersiz kalmaktadır. Sanayi ürünü üretim sisteminde sorunların üstesinden gelmek için günümüzün teknolojilerinin, yeni tekniklerinin, yöntemlerinin, yazılımlarının kullanılması önerilmektedir. PDM ve PLM gibi yeni sayılan bilgisayar destekli yönetimsel uygulamalar, ürün ve üretim kalitesinin ve kazancın artırılmasında tercih edilmektedir.

Sanayisi gelişmiş zengin ülkelerde multidisipliner AR-GE faaliyetleri ile PLM ve laser, multimonitöring gibi yeni teknolojiler, yeni akıllı malzemeler geliştirilerek uzun yıllarda kullanılırken, Türkiye’de PLM’nin, laserin ne olduğunu daha bilmeyen; yurtdışına ürünlerini ihraç eden büyük şirketlerde üretimden sorumlu genç mühendislerimiz, AR-GE’de çalışan müdürlerimiz, uzman mühendislerimiz, üretim yöntemleri dersini veren akademisyenlerimizle de görüşmelerde, toplantılarda ve seminerlerde karşılaşılmaktadır. Bu durum,

Türkiye’de davetli olarak bulunan Alman Bilim Adamları ile birlikte gerçekleştirilen etkinliklerde, proje görüşmelerinde dile getirilmiştir. Ortak projelerin gerçekleştirilmesinden evvel, PDM, PLM konusunda uzmanların kursa katılanları bilgilendirmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ürün yaşam döngü süreçlerinde PDM, PLM gibi uygulamaların ve laser teknolojisinin ülkeye kazandırılmasına ve hızlı bir şekilde yayılmasına katkı sağlayacak PLM Merkezinin Ege Üniversitesi bünyesinde faaliyete geçmesine yönelik çalışmalar sürdürülmüştür. Almanya’daki seçkin üniversitelerin ve Fraunhofer enstitülerin, AR-GE merkezlerin PLM ve laser laboratuvarları ziyaret edilerek yerinde incelenmiş, uzmanlardan bilgi alınmıştır. Yurtdışından bilim



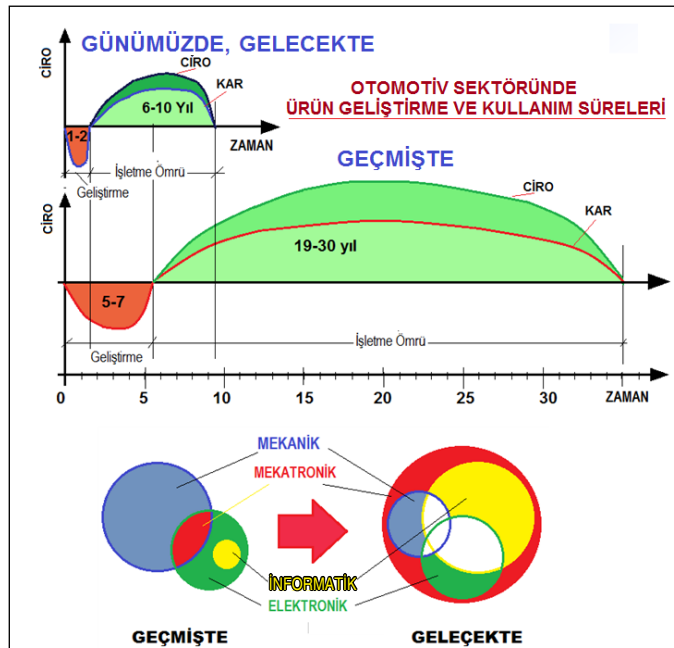
Şekil 1. Endüstriyel Mal ve Hizmet Ürün Yaşam Döngü Süreçlerine ait Sistemin Karmaşık, Düzensiz Yapısının Basit Bir Şeması



Şekil 2. PLM ile ilgili Yürütülen Etkinliklerden Fotoğraf Görüntüleri

insanların iade ziyaretleri ile PLM konusunda seminerler, workshop etkinlikleri düzenlenmiştir. Etkinlik görüntüleri Şekil 2'de verilmiştir.

Türkiye'de PLM uygulamalarının merkeze yerleştirildiği bu çalışmada, endüstriyel mal ve hizmet üretiminde PLM uygulamalarının faydaları üzerinde durulmuştur. Bir PLM yazılımı kullanılarak uygulamalı örneklerin ekran görüntüleri ile açıklanması, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.



Şekil 3. Ürün Geliştirme ve Kullanım Faaliyetlerinin Zamana Göre Değişimleri

2. ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜ SÜREÇİNDE TEKNİK EKONOMİK SORUNLAR

Şirketler gelişip büyüdükçe, farklı yerlerde birimler oluşturdukları, yurtdışında şirket temsilcileri açtıkça, yurtdışı işbirliklerini geliştirdikçe; şirket yönetimi ve üretim ile ilgili sorunlar değişmeye ve çoğalmaya başlar. Görev dağılımındaki sorunların yanında, zaman kaybı olmadan kontrollü bilgi verilerine ulaşmak, paylaşmak, fikir alışverişinde bulunmak, gerekli müdahaleleri gerçekleştirmek gibi yeni eylemler ortaya çıkmaktadır. Ürün geliştireme, tasarım ve kullanım ile ilgili sorunlardan biri, şirketlerde, kurumlarda AR-GE çalışmalarının önemi artarken, geliştirme ve kullanım, yani tüketim süreleri kısalmaktadır. Şekil 3'te, otomotiv sektöründe, özellikle beyaz eşyada ürün geliştirme ve kullanım sürelerinin zamanla değişimleri şematik olarak gösterilmektedir.

Endüstriyel mal ve hizmet üretimi ile ilgili olarak PLM, ürün yaşam döngü yönetiminde karşılaşılan sorunlar şu şekilde sıralanabilir [1-12]:

- Kuralsız, acımasız serbest piyasadaki rekabet şartları
- Müşteri isteklerinde değişkenlik
- Girdi maliyetlerindeki artışlar
- Tedarik halkasında yaşanan sıkıntılar
- Dış kaynak kullanımının artması, finansal sorunlar, yüksek faizler
- İç ve dış disiplinlerarası işbirlikleri ile çoğalan yükümlülükler
- Kısa sürede yüksek kazanç hedeflerinin konulması

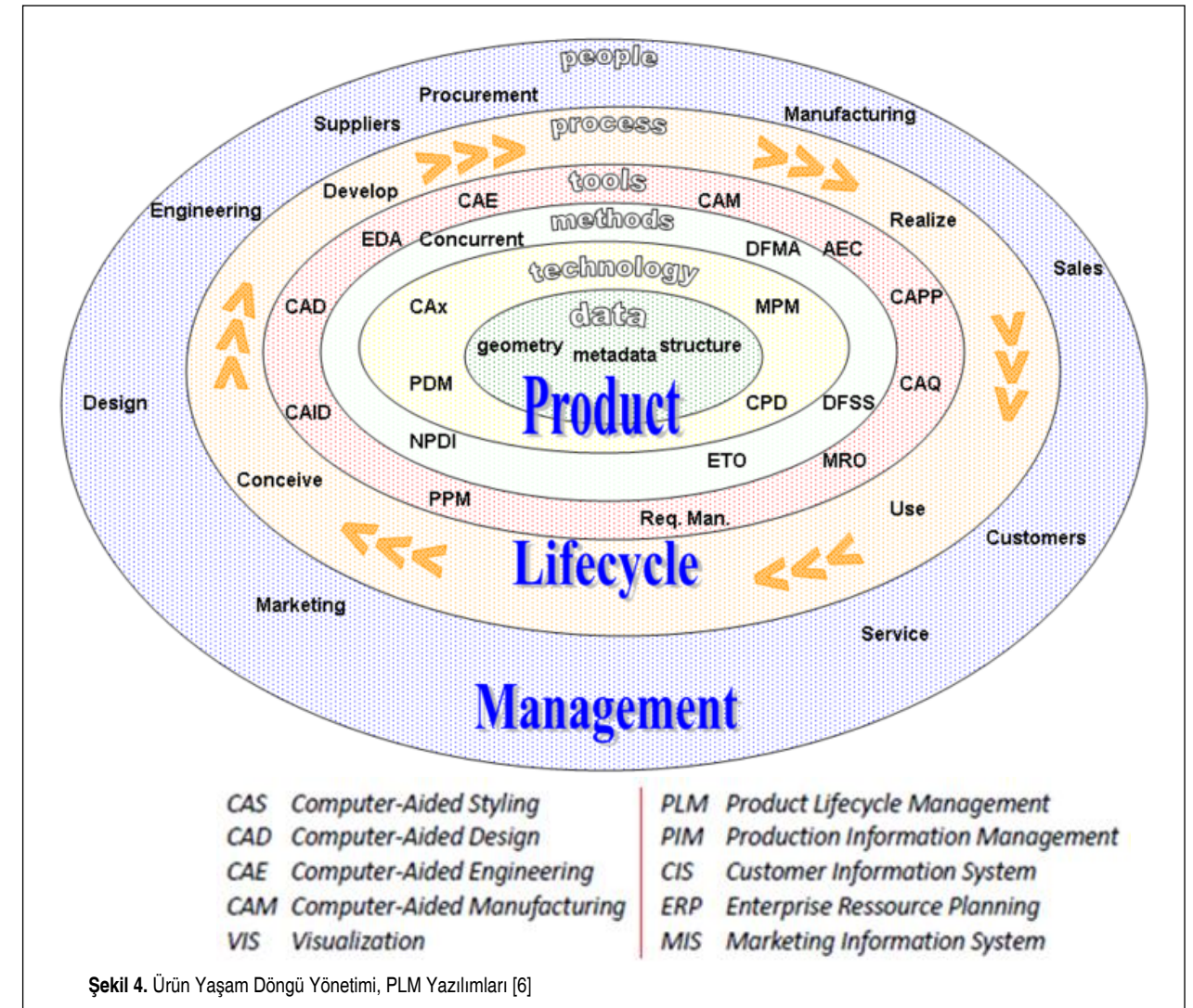
- Ürünlerdeki karmaşıklığın artması, hata olasılığı riskin artması
- Yüksek teknoloji endüstri ürün ve hizmetlerinde mekatronik mühendisliğinin belirleyici olması
- Akıllı malzemelerin kullanılmasında, işlenmesinde imalat sorunları
- Geleneksel makine sistemlerinin yerine, gelecekte disiplinlerarası sanal, cyber fiziksel sistemlerin öne çıkması
- Ürünlerin işleme süreleri ve ürün artarken işletme, yani kullanım sürelerinin (çalışma ömrün) kısalması
- Enerji ve malzeme girdilerinde yüksek artışlar, tasarruf talepleri
- Ülkede ve dünyada ekonomik ve siyasi krizlerin şirketlere olan olumsuz etkileri

Sorunların, ürüne ve üretim faaliyetlerine olan ağırlıkları, etkileri doğal olarak farklıdır. Ürün yaşam döngü süreçlerinde karşılaşılan sorunların üstesinden tamamen gelinmesi zorlaş-

maktadır. PLM, laser teknolojilerin uygulanması ile üretim faaliyetlerinde olumlu sonuçlar elde edilmektedir [6-9].

3. PDM, PLM YAZILIMLARI

PDM ve PLM uygulamaları bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmelere paralel olarak 1980'li yıllara kadar uzanmaktadır. Erişilebilen sanayi ürünlerin tasarım, imalat ile ilgili bilgi verilerinin 2D, 3D CAD çizimlerin dijital ortamda kaydedilmesi, depolanması, düzenlenmesi ile başlamıştır. Dijital ortamda arşivlenen bilgi verilerden tasarım ve imalat aşamalarında bilgisayardan yararlanılmıştır. Örneğin geçmişte yapılan gemi dizaynların bilgi verileri ve çizimleri; geliştirilen yazılımlar sayesinde yeni gemi tasarımlar için kullanılıyordu. Kısa sürede, gerekli gemi dizaynları, gemi imalat resimleri kolaylıkla elde edilebiliyordu. Gemi konstrüksiyon hesaplarında kolaylık sağlanmaktaydı. Günümüzde ise geliştirilen gemi tasarım konstrüksiyon yazılımları ile çok daha kaliteli, daha detaylı gemi hesapları ve çizimleri, ayrıntılı imalat resimleri yapılmaktadır.



Şekil 4. Ürün Yaşam Döngü Yönetimi, PLM Yazılımları [6]

PLM, ürün yaşam döngü süreçleri ile ilgili tasarım, imalat, pazarlama (marketing), kullanım, bakım onarım, hurdalama faaliyetlerindeki bütün işlemleri optimize eden bir organizasyon yazılımıdır. Bu nedenle, genelde uygulamalarda PDM ve PLM yazılımlarına entegre edilebilen hesap, dizayn, analiz, simülasyon gibi çok sayıda programlar kullanılmaktadır. Yazılım programları endüstriyel mal ve hizmet üretiminde tek başlarına kullanımları yerine, PLM yazılımı içerisinde kullanımları daha uygundur. Ürün yaşam döngü süreçlerin faaliyetlerini optimal organize eden PLM yazılımların geliştirme süreçleri devam etmektedir. Günümüzde PDM ve PLM yazılımların ürüne göre geliştirilmiş versiyonları bulunmaktadır. PLM, bilgisayar programında kullanılan yazılımlar Şekil 4'te gösterilmektedir [6].

PDM: Product Data Management kelimesinin kısaltılması olup, Türkçe'ye Ürün Veribilgi (Data) Yönetimi biçiminde çevrilmiştir. Dijital ortamda en küçük detayına kadar ve her boyutta depolanan ürün ile ilgili bütün verileri, bilgileri, süreçleri ve iş akışlarını kontrol eden bir yazılım programıdır. Ürün veribilgi yönetiminde PDM; ürün ile ilgili tanımlanan bütün mevcut verilerin, teknik bilgilerin, sistemlerin, dokümanların dijital ortamda kaydedilerek düzenlenmeleri gerekiyor. PDM yazılım uygulamaları daha çok inşaat, üretim, tasarım faaliyetleri yoğun olan şirketler için önerilmektedir.

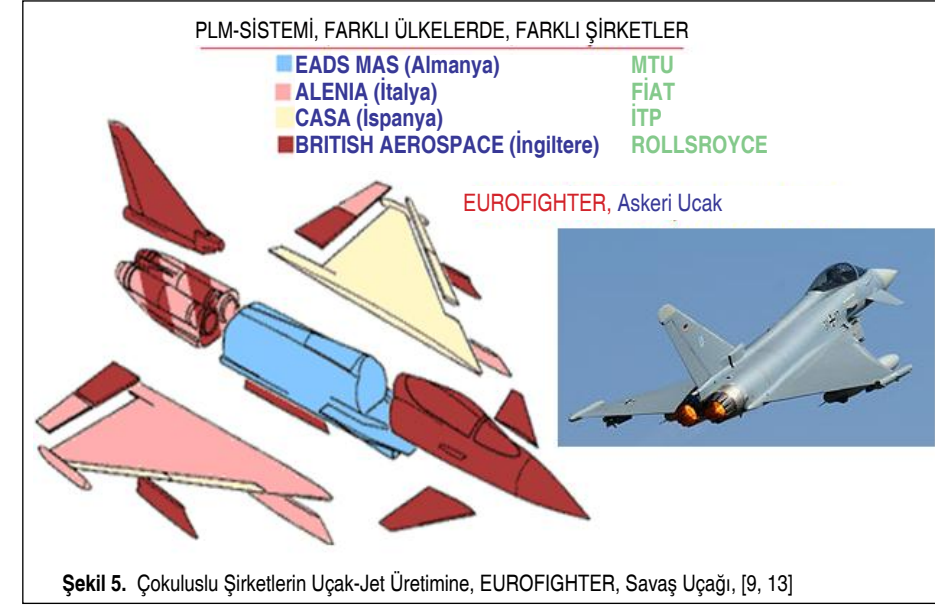
PLM: Product Lifecycle Management kelimesinin kısaltılması olup, Türkçe'ye Ürün Yaşam Döngü Yönetimi karşılığında kullanılmaktadır. Ürün Yaşam Döngü Yönetimi hakkında literatürde birbirinin benzeri tanımlar bulunmaktadır. Sanayinin ve hizmet sektörlerinin her iş dalında PLM uygulamaların geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Piyasada PLM, XML gibi üretim faaliyetlerine katılımı kolaylaştırılması için farklı firmalar tarafından geliştirilmiş PLM'nin çok sayıda versiyonları bulunmaktadır. PLM uygulamaları için sistemin kurulmasında mutlaka PLM hizmeti veren bir sunucuya ihtiyaç vardır. Örneğin dünyaca tanınan Siemens, Dassault Firmaların ilgili sektörlerinde PLM uygulamaları hizmetleri verilmektedir. CATIA, SOLIDWORKS (3D sanal ve mekanik tasarımları) DELMIA (Sanal üretim) SIMULIA (sanal testler), ENOVIA (global ürün yaşam döngü yönetimi) gibi otomotiv sektöründe kullanım alanı bulan çok sayıda yazılımlar piyasada sunulmaktadır. Küçük ve orta ölçekli firmaların, PLM kullanımları sayesinde büyük şirketler karşısında serbest piyasada rekabet güçlerini artırma şansları bulunmaktadır. Kısaca, PLM yazılım uygulamaları şirket performansının artırılmasında tercih edilmektedir.

ENDÜSTRİ 4.0: 4. Sanayi Devrimi, 21. yüzyılın akıllı üretimi ile ilgili henüz geliştirilme safhasında bulunan yazılım programları olarak tanımlanabilir. Global olarak, üretim ile ilgili tüm süreçlere ait ana makine sistemlerinin ve alt, kısmi sistemlerin internet ağı içerisinde bir entegrasyonudur. Üretim sensörlerle bilgisayar programlarıyla otomatik olarak

akıllı yönetilmesini sağlayan bir yazılımdır. SANAYİ 4.0, geleceğin üretim teknolojisi diye tanımlanmaktadır. Aynı üretim bantlarından farklı ürünlerin hızlı ve esnek, akıllı ve otomatik üretime imkan sağlayan bir üretim teknolojisidir [7]. Şematik ana sistemine ait ve üzerinde çalışılan ENDÜSTRİ 4.0 yazılımı, global olarak kullanılan navigasyon yazılımına benzerdir. Dünyadaki yer, yol, adres bilgileri, verileri, firma, bina, kapı bilgilerin sürekli yenilenmesi, geliştirilmesi ve bu bilgilerden faydalanarak kısa sürede hedefe ve istenilen bilgilere, çıktılara ulaşılması gibi düşünülmektedir. Ürün ve üretime ait tüm bilgiler bir global internet ağı üzerinden dünyanın her hangi bir yerinden kullanıcılara sunulacaktır. Daha da ileriye gidilerek sensörlerle, yani akıllı algılayıcılarla bu veriler değerlendirilerek üretimin kısmi otomasyonu söz konusu olabilecektir. Almanya'da bulunan şirketlerin SANAYİ 4.0 teknolojik uygulamaları için projeler yürütülmektedir. Siemens, Bosch gibi Alman firmaların Türkiye'deki üretim fabrikalarında bu teknolojiyi uygulamaları söz konusudur. Benzeri ilgi Türk otomotiv firmalarında da gözlenmektedir. Şekil 1'de, Endüstriyel mal ve hizmet üretiminin karmaşıklığını sembolize eden şemanın alt kısmında, sistemde, ulusal ve uluslararası şirketler, kuruluşlar, internet ağı üzerinden aralarındaki üretim bağı gösterilmiştir. Bu bağlantı ile yurtiçi ve yurtdışı katılımcılar, paydaşlar, tedarikçiler ilgili üretim safhalarını yerinde ve anında ekrandan izleyebildikleri gibi, müdahale etme, fikir alışverişinde bulunma imkânına sahip olmaktadır. Türkiye'deki küçük büyük firmaların yakın gelecekte bu teknolojiye entegre olmaları kaçınılmazdır. Ege Üniversitesi'nde kurulan PLM merkezi, firmalara bu süreçlerde gerekli destekte ve uzman elemanlarının yetiştirilmesinde katkısı büyük olacağı kesindir.

4. PDM, PLM UYGULAMALARIN ŞİRKETLERE SAĞLADIĞI KAZANÇLAR

PDM, PLM ve Endüstri 4.0 uygulamaların amaçları farklı olan, pozitif getirileri üzerinde duran çok sayıda yayıma rastlanılmaktadır. Bazı yayımların PDM, PLM ürünlerin pazarlama, yani reklam yönü abartılı şekilde öne çıkartılmaktadır. Şüphesiz PLM uygulamaların ürün ve üretim, satışa sunma, kullanma, servis, hurdalama süreçlerinde olumlu özelliği bulunmaktadır; fakat derde deva olduğu, tüm sorunların ortadan kaldırdığı da doğru değildir. Uçak, gemi, uzay araçları, ağır sanayi ürünlerin, makinaların, tesislerin üretimlerinde ve işlemlerinde çok ulusluluk, özellikle finansal ve siyasal, pazarlama açısından kaçınılmazdır. Bu gibi durumlarda PDM, PLM, Endüstri 4.0 uygulamaları olursa, çok daha iyi olur. Şekil 5'te, Avrupa ülkelerinin uçak yapımında, farklı ülkelerde hazırlanan uçakların, Airbus'ın ve NATO askeri jetlerinin yapımında olduğu gibi, parçalarının bir merkezde birleştirildiği gösterilmektedir. Çokuluslu şirketlerin ürettikleri bu uçaklar ve jetler PLM uygulamaları doğrultusunda gerçekleştirilmektedir.



Sanayide PLM uygulamalarının olumlu özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir [1-12]:

- Üretim aşamalarının belirlenmesi, bu süreçte olası aksaklıkları, getirisi olmayan aşamaların tespit edilerek kaldırılması
- Organizasyonda öngörülen, çeşitli nedenlerden dolayı fonksiyonu bulunmayan ya da kârlı olmayan üretim birimlerinin sonradan ortaya çıkmasını önlemek
- Ürün ile ilgili değişikliklerin, yeniliklerin tarihleri ve işlemci ile belgelenmesi
- Ürüne ait çizimlerin dijital ortamda detayına kadar 2 ve 3 boyutlu kaydedilmesi
- Mal ve hizmet üretimi ile ilgili firma haklarının korunması
- Mal ve hizmet üretiminde iş aşamalarında ilgili birimlerin suistimallere yer vermeyecek şekilde yönetilebilmesidir.
- Mal ve hizmet üretiminde ilgili iç ve dış birimlerin doğrudan işbirliğinin sağlanması
- Ürün ile bilgilerin dijital ortamda kaydedilmesi ve bu sayede gerekli bilgilere kısa sürede kolay ulaşılması, iç ve dış birimlerle paylaşılması
- Geçmişte zaman alıcı, külfetli ve hata olasılığı yüksek, kontrolleri zorlaşan üretim ile ilgili birçok uygulama, günümüzde PLM sayesinde süratli bir şekilde, kolaylıkla ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmektedir.
- Diğer bir önemli gelişme; geçmişte sanayi ürünlerin üretimlerinde ağırlıklı olan mekanik, elektrik, elektronik, inforomatik gibi mühendislik bilimlerin yerini, günümüz üretim faaliyetlerinde mekatronik, bilişim, akıllı malzemeler,

akıllı üretim gibi mühendislik bilimle-ri ön plana çıkmaktadır. PLM, bu gibi yeniliklerin üretimde kullanılmalarına hızlı bir şekilde olanak vermektedir.

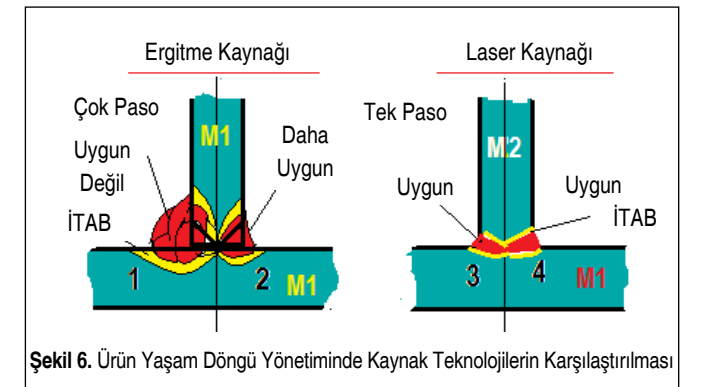
- Çokuluslu ortak üretim faaliyet-lerin yerinde, anında ve aksaksız sürdürülmesi PLM uygulamaları ile mümkün olmaktadır.
- Serbest piyasada satılabilir iyileş-tirilmiş ve/veya yeni ürün tasarımlarının piyasaya yüksek kazançlı, kârlı bir şekilde sürülmesine olanak vermektedir.
- Mal ve hizmet üretimlerinde ürün yaşam döngü yönetiminde, PLM faaliyetlerin sanal uygulama ve simü-lasyonların testleri yapılarak gerçek üründe, üretim aşamalarında ortaya çıkabilecek aksaklıklar ve hatların önüne geçilmektedir.

- Şirketin rekabet gücünü, geleceğini, piyasada varlığını ko-rumasını belirlemektedir.

PLM uygulamalarının başlıca olumsuz özellikleri; sistemin kurulmasının ve uygulamaya alınmasının zaman alıcı, paha-lı ve bir sunucuya ihtiyacın olması, özellikle bu teknolojiyi Türkiye'de kullanacak yetişmiş elemanların bulunmamasıdır.

5. PDM VE PLM UYGULAMALARININ FARKLI BİR DEĞERLENDİRMESİ

PDM, PLM ve Endüstri 4.0 yazılım programları ile sürdürülen üretim süreçlerine ait tüm faaliyetlerin organizasyonu sonucu, öngörülen çıktılar, beklenen başarıyı, hedeflenen kazancı vermeyebilir. Endüstriyel mal ve hizmet üretiminde ürün kalitesinin artırılmasında, maliyetin azaltılmasında, kazancın yükseltilmesinde, rekabet şansının sağlanmasında, yeni ürünlere dair fikirlerin oluşmasında PLM gibi yönetsel müdahaleler, mükemmelleştirmeler çoğu kez kâfi gelmeyebilir. Yönetim-



sel uygulamalarla mucize beklemek yerine, laser üretim yöntemleri gibi yeni teknolojilerin, akıllı malzemelerin, üretim sürecine dahil edilmesi ile üretimin teknik ekonomik değeri yükseltilebilir. Şirketlerin PDM ve PLM uygulama kararlarında bu gibi hususlarında dikkate alınmasında yarar vardır. PLM uygulamalarına geçilmesi, tam randıman alınması uzun zaman aldığı gibi, maliyeti de yüksek olabilmektedir. PLM yönetimine geçiş sürecinde şirketlerde kriz yaşanma olasılığı yüksektir. PDM, PLM uygulamaları hakkında sanayide beklentilerin ticari amaçlı olarak abartıldığı düşüncesi yaygındır. Bu nedenle olacak ki, sanayisi gelişmiş ülkelerdeki şirketler PLM uygulamalarında çekimser kalmışlardır.

Laserler, 21. yüzyılın çok amaçlı ve fonksiyonlu temassız takımı, aracı, silahı, ölçme, analiz enstrümanı, sensör, tanı ve tedavi yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Lazerli yöntemlerin, tekniklerin birçok üstünlüğü nedeniyle, endüstride konvansiyonel yöntem ve tekniklerin yerini almaktadır. İmalat sanayinde üretimin birçok kademesinde, malzemelerin işlenmesinde, ölçümlerde, analizlerde, kalite kontrollerde, üretim süreçlerinin kontrolünde, otomasyonunda lazerlerin kullanımı artmakta ve yaygınlaşmaktadır. Tıpta birçok hastalığın tanısında, tedavisinde kullanıldığı gibi, savunma sanayinde de lazerli silahlar üretilmektedir. Bilgisayar, elektronik, iletişim, bilişim eğlence sektörlerinde de lazerin uygulama alanları bulunmaktadır. Endüstriyel mal ve hizmet üretim süreçlerinde karşılaşılan birçok sorunun üstesinden laser teknolojisi uygulamaları ile gelinmeye çalışılmaktadır. Daha evvelden konvansiyonel yöntemlerle gerçekleştirilmesi mümkün olmayan ya da zaman alıcı külfetli tasarımlar, günümüzde laser teknolojisi uygulamaları ile mümkün olmaktadır. Ayrıca, yeni ürün tasarımların ortaya çıkmasına da vesile olmaktadır. Nano teknoloji gibi birçok yeni teknolojide, ölçüm analiz yöntemleri, savunma silahları, çift cidarlı tekne gemi yapıları, hafif ve yakıt tasarruflu uçaklar, yeni akıllı malzemeler laser teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak gelişmiştir.

Kısaca, günümüzde yeni laser üretim yöntemleri gibi yeni teknolojilerin kullanımı ile şirketler, üretim hızını, kolaylıkla çabuklaştırabilecekleri gibi, ürün kalitesini, ve üretimin randımanını, şirketin performansını ve kazancını yükseltebilir. Şekil 6'da, ergitme ve laser kaynak dikişlerinin bir karşılaştırması, basit bir örnekle gösterilmektedir. Yeni laser teknolojilerin, laser üretim yöntemlerinin uygulanması, yeni imkânlar, kolaylıklar, sağlamaktadır. Ergitme kaynağında her paso için hız yaklaşık 0.5 m/dak olarak gerçekleşirken, laser yönteminde bir pasoda ve 0.5 m/dak ile 15 m/dak arasında değişebilen işlem hızı ile aynı kaynak dikişi sağlanıyor. Laser kaynak yönteminde bütün malzemelerin kaynağı ve farklı özellikteki malzemelerin birbirine kaynağı da mümkündür. Diğer taraftan, yeni teknolojiler yeni imkânlar yeni tasarımların ortaya çıkmasına neden olurlar. Uzak ve havacılık sektöründe gelişme sürecini tamamlamış perçin, cıvata gibi

mekanik bağlayıcılar yerine, laser kaynağı geliştiriliyor. Şekil 6'daki basit örnekte olduğu gibi, PLM gibi yönetimsel uygulamalar paralelinde, mevcut yeni teknolojilerin uygulanması kaçınılmazdır. Her devrin teknolojik sorunları o devrin yeni teknolojik imkânları ile çözülür. Türkiye'deki şirketler iç ve dış pazarlarda var olmaları için yeni teknolojileri takip etmek, uygulamak ve geliştirmek mecburiyetindedir.

6. PDM, PLM UYGULAMALARI

PDM ve PLM, adından da anlaşılacağı gibi, bilgiveri, organizasyon, yönetim uygulamasıdır. PLM ve PDM, yazılımın bir üst sürümüdür. Kesin hedefi; sürece dahil olanlar arasında bilgiveri paylaşımı ve kazanımdır. PLM çözümleri, sanayide, imalat sektöründe makinelerin parçalarının, cihazların, tesislerin, karmaşık makine sistemlerin üretimleri ile sınırlı kalmayıp, endüstrinin birçok iş kolunda uygulama alanı bulunmaktadır. Örneğin otomotiv, gemi, uçak, inşaat, enerji, savunma sanayinde; gıda, tarım, ziraat, giyim, tekstil, taşıma, haberleşme, transport, lojistik sektöründe vb. olduğu gibi, sağlık, ilaç, turizm gibi hizmet sektörlerinde uygulamaları bulunmaktadır [4-12]. Devlet yönetiminde, devletin kurumlarında, belediye yönetimlerinde verilen hizmetlerin kalitesinin artırılmasında, kontrollerin daha etkili yapılmasında kullanım alanları söz konusudur.

PLM yazılımlarına entegre edilen simülasyon programları ile ürün yaşam döngü süreçlerine ait işlevler, testler sanal olarak ekrandan üç boyutlu gösterilerek değerlendirilmektedir. Olası süreçler tespit edilerek gerekli düzeltmeler anında gerçekleştirilmektedir. Daha sonra, sanal modellerin gerçek modellerle karşılaştırılması yapılmaktadır. Şekil 7'de, sanayide ürün yaşam döngü yönetiminde sanal uygulamalara ait örnekler şematik olarak gösterilmektedir. Sanal tasarım, sanal üretim, sanal fabrikasyon yeni, kaliteli ürünlerin ve üretim tekniklerinin geliştirilmesinde olduğu kadar işleme ve işletme maliyetlerinin minimize edilmesinde, olası aksaklıkların giderilmesinde yararlı olmaktadır.

Ürün yaşam döngü yönetimi, uçak, inşaat ve gemi sanayinde, PLM'nin uygulamalarına ait örnekler, Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da gösterilmektedir. Havacılık ve uzay sanayinde, özellikle uçak yapımında kullanılan konstrüksiyon elemanlarının sayıca çok fazla olmaları, çok karmaşık bir yapıya sahip olmaları, farklı özellikteki malzemelerin, tekniklerin, mekatronik mühendisliğin, yazılımların yoğun kullanılması nedeniyle PLM uygulamaları olmazsa olmazdır. Boeing, Airbus gibi uçak şirketleri, PLM'nin ulusal ve uluslararası disiplinlerarası ekip çalışmasını öne çıkaran yazılımlarına ağırlık vermektedir. Uçak yapımında karşılaşılan önemli problemler arasında, tedarikte yaşanan sıkıntılar, gecikmeler yer almaktadır. Tedarikte yaşanan aksaklıklar, gecikmeler uçak şirketlerinde büyük zararlara neden olmaktadır. Bu gibi problemlerin



Şekil 7. Sanayide Ürün Yaşam Döngü Yönetiminde Sanal Uygulamalar [11, 12]



Şekil 8. Uçak sanayinde Ürün Yaşam Döngü Yönetimi, PLM Uygulamaları [10, 11, 12]

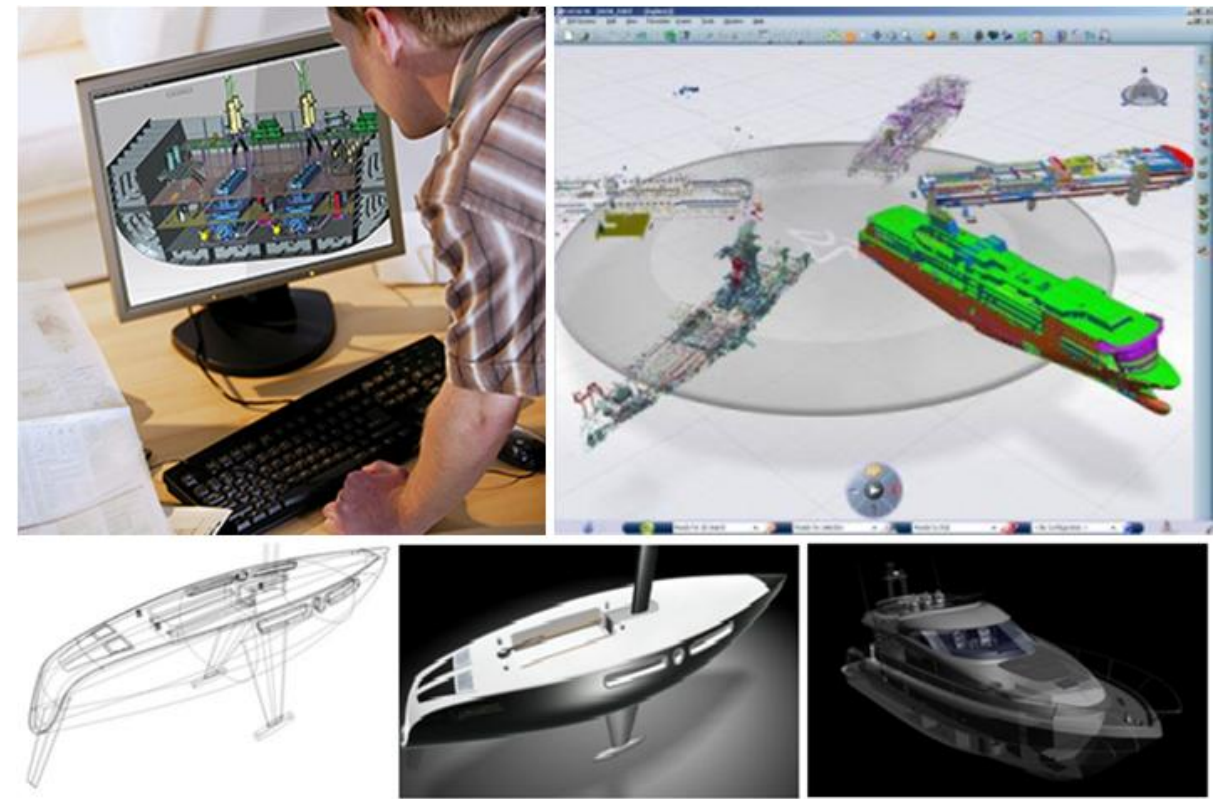
üstesinde gelmek için uçak şirketleri PLM yazılımlarına, kullanımlarına büyük yatırımlar yapmaktadır. Şekil 8'de, uçak, helikopter yapımında kullanılan PLM uygulamalarının temsili görüntüleri yer almaktadır. Uçak imalatında uygulanan her

yöntem, kullanılan her eleman, bilgisayar ekranından sanal olarak üç boyutlu takip edilmektedir [6, 8, 11, 12].

İnşaat sektöründe de PLM uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Uluslararası inşaat faaliyetleri yürüten firmalar,



Şekil 9. İnşaat Sektöründe PLM Uygulamaları [11, 12]



Şekil 10. Gemi Sanayiinde PLM Uygulamaları [11,12]

inşaatların maliyetini azaltmak, inşaatların zamanında bitirilmesi ve tedarikçiler ile taşeron işlerinin uyumlu yürütülmesi için PLM yazılımlarını tercih etmektedir. Bilgisayar ekranında sanal olarak hazırlanan inşaatlar, yerleşkeler, şantiyeler, yeni yerleşimler, hava limanları, stadyumlar, deniz limanları gibi mega yapılar üzerinde sürdürülen her faaliyet ayrıntısına kadar takip, kontrol edilebilmektedir. Şekil 9'da, PLM yazılımları

olarak kullanılarak bir Çin çanağından esinlenerek yapılan Pekin Olimpiyat Stadyumunun sanal ve gerçek görüntüleri yer almaktadır. Şeklin sağında ise bir semtte yer alan binaların sanal görüntüleri bulunmaktadır [11,12].

Gemi sanayiinde de büyük gemi tersaneleri PLM yazılım programlarını uzun yıllardan beri uygulamaktadır. Gemi yapımlarında da sayıca çok fazla gemi elamanı, parçalar, farklı

üretim yöntemleri, çok fazla bilgileri paylaşımı ve tedarikçi bulunmaktadır. Bunun yanında, çok sayıda taşeron işlerinin yapıldığı ve rekabetin büyük olduğu sektörlerden biridir. Dünyanın ilk akıllı 18 katlı kruvazör yolcu gemisinde; yaklaşık 2090 kabini, 5000 yolcu kapasitesi, 3000 personeli bulunmaktadır. Devasa büyüklükteki bu gemide bütün konfor düşünülmüştür. Bu gibi teknoloji harikası gemilerin yapımlarında, kullanımlarında PLM uygulamaları kaçınılmazdır. İşçiliğin, ücretlerin yüksek olduğu Batılı sanayi ülkelerinde, PLM uygulamaları ile daha kaliteli, işleme ve işletme maliyetlerinin minimize edilmesine ve enerji tasarruflu gemi tasarımlarının geliştirilmesine gidilmektedir. Geçmişte, tersanelerdeki gemi imalatında, özellikle taşeron firmaların yaptığı işlerde yaşanan sıkıntılar, yüksek ve kontrol edilemeyen masraflar günümüzde PLM uygulamalarıyla ortadan kaldırılmıştır. Örneğin Almanya'daki büyük tersaneler PLM yazılımları, uygulamaları için milyonlarca Euro yatırım yapmaktadır. Şekil 10'da, Almanya'da PLM yazılımları yardımıyla geliştirilen gemi ve yat tasarımları örnek olarak gösterilmektedir [11, 12].

7. SONUÇ

Çalışmada, sanayide ürün yaşam döngü yönetiminde PDM ve PLM yazılımlarının tanımları ve PLM uygulamalarının faydaları anlatılmıştır. İnşaat, uçak, gemi sanayiinde PDM, PLM uygulamalarına örnekler verilmiştir. Bu çalışmayla, Türkiye'de PDM, PLM, Endüstri 4.0 uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

21. yüzyılda PLM uygulamaları, sanayisi gelişmiş ülkelerde şirketler için büyük stratejik öneme sahiptir. Günümüzde ve gelecekte sanayide mal ve hizmet üretiminde ve şirketlerin, teknik ve ekonomik değerlerin artırılmasında PDM, PLM, Endüstri 4.0 uygulamaları teşvik edilmektedir.

Türkiye'de küçük ve orta ölçekli firmaların konstrüksiyona, tasarım ağırlıklı faaliyetleri yürüten şirketlerin bir dizayn ve analiz yazılımı ile PDM sistemi uygulamaları ile başlamalarının, daha sonra, PLM aşamalarına geçmelerinin daha kazançlı olduğu söylenebilir.

PLM, PDM, Endüstri 4.0 gibi yönetsel uygulamalar, her derde deva misali diye sanayide pazarlanmaktadır. Türkiye'de öncelikli olan, dışa ürün bağımlılığı azaltacak ve dünya pazarlarında rekabet edebilecek, katma değeri yüksek endüstriyel ürünlerin üretimidir. Bunun içinde, günümüzün laser teknolojisi gibi imkânların değerlendirilmesi gerekmektedir. Örneğin laser teknolojinin Türkiye'ye kazandırılması, geliştirilmesi, desteklenmesi ve bu konuda devletin AR-GE teşvikleri, laser konulu projelere yönlendirilmesi Türkiye'de öncelikli olacaktır.

Yeni teknolojilerin uygulanmasının yeni imkânlar, kolaylıklar, özellikler sağladığı her kesim malumdur. Fakat yeni tek-

nolojiler, yazılım programları ile ülkelerin, şirketlerin dışa bağımlılıklarını artırdığı ve serbest rekabeti ortadan kaldırdığı, monopolleşmeye gidildiği, hatta şirketleri, ülkeleri ekonomik iflasa sürüklediği gerçeği de dikkate alınmalıdır. Bu olgu, PDM, PLM ve Endüstri 4.0 yazılımları uygulamaları için de geçerlidir.

KAYNAKÇA

1. Özden, H. 2013. "Makine Konstrüksiyonu, Ürün Geliştirme İşlemleri, Makine Tasarımı," Yayınlanmamış Ders Slaytları, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Müh. Bölümü, İzmir.
2. Özden, H. 2014. "Makine Tasarımında Optimizasyon Yöntemleri, Topoloji Optimizasyonu," Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
3. Börklü, H. R. 2010. Mühendislik Tasarımı, Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
4. Özden, H. 2013. "Ege Üniversitesinde PLM ve Laser Laboratuvarların Kurulma Faaliyetleri Bilgilendirme," Seminer Sunumu, Ege Üniversitesi, Makine Müh. Bölümü, İzmir.
5. Özden, H. 2015. "Savunma Sanayinde Ürün Yaşam Döngü Yönetimi, PLM," Yayınlanmamış Bir Çalışma, Ege Üniversitesi, Makine Müh. Bölümü, İzmir.
6. Eigner, M., Stelzer, R. 2009. Product Lifecycle Management Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management 2, neu bearbeitete Auflage Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Deutschland.
7. Sendler, U. 2013. Industrie 4.0, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Deutschland.
8. Sendler, U. 2009. Das PLM-Kompandium, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Deutschland.
9. Löbeck, F. 2014. "Product Engineering, PDM, PLM," Manuskript, Ders Notları, Universitaet Duisburg, Deutschland.
10. "Flugzeughersteller bauen PLM Backbones," www.computerwoche.de/a/print/Flugzeughersteller-bauen-PLM-Backbones, 18704, son erişim tarihi: 15.2.2015.
11. "Siemens PLM Software, PLM for Shipbuilding, PLM-Product Lifecycle Management PLM for Shipbuilding to Meet the Needs of the Future Fleet," www.plm.automation.siemens.com/de_de/ship-design/, son erişim tarihi: 30.4.2015.
12. "Dassault Systemes, PLM (Product Lifecycle Management) Solutions, Simulation and CAD Software from Empower Users to Create Products in 3D," <http://www.3ds.com/de/produkte-und-services>, son erişim tarihi: 6.12.2014.
13. McKay, K. 1999. "Eurofighter: Aerodynamics within a Multi-Disciplinary Design Environment," son erişim tarihi: 10.03.2015.