

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TÜRKİYAT ARAŞTIRMALARI ENSTİTÜSÜ
BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

MÜHENDİSLİK DOKÜMAN VE VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN
KURUMSAL HAFIZA BAĞLAMINDA MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEHRA ÖZCÖMERT

İSTANBUL 2020

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TÜRKİYAT ARAŞTIRMALARI ENSTİTÜSÜ
BİLGİ VE BELGE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

MÜHENDİSLİK DOKÜMAN VE VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN
KURUMSAL HAFIZA BAĞLAMINDA MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEHRA ÖZCÖMERT

TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ BAHATTİN YALÇINKAYA

İSTANBUL 2020

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖNSÖZ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ	1
2.BÖLÜM :	7
POST MODERN ÇAĞDA BİLGİ - BELGE YÖNETİMİ VE VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİ	7
2.1. Post Modern Çağın Getirdikleri	7
2.2 Arşivcilik Metotları	9
2.3. Bilgi ve Belge Yöneticilerinin Yeni Görevleri.....	9
2.4. VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİ.....	11
2.5. Büyük Veriler ve Arşivler	11
2.6. Veri Yaşam Döngüsü	14
2.7. Veri Yönetiminde Üstveri	17
2.8. Mühendislik Veri Yönetim Sistemi.....	18
2.9. Mühendislik Dokümanları ve İçerik Yönetimi (EDCM)	19
3. BÖLÜM	21
DİJİTAL DÖNÜŞÜM.....	21
3.1. Dijital Dönüşüm Bileşenleri	22
3.2. Dijital İkiz Nedir?	24
3.3. Dijital İkiz Aşamalar	27
3.4. Dijital İkizlerde Büyük Veri Yönetimi	28
3.5. Dijital İkiz Bileşenleri	30
3.6.Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi	32
3.7.Ürün Yaşam Döngüsü ve Blokz İncirteknolojisi.....	34
4.BÖLÜM:	36
MÜHENDİSLİK VERİ VE DOKÜMAN YÖNETİM SİSTEMLERİ (EDDMS)	36
4.1. EDDMS Nedir?	36
4.2. EDDMS Bileşenleri.....	37
4.3. Akıllı Dokümanlar	41

4.4. EDDMS’lerde Etiket (TAG) Yönetimi ve Provenans İlişkisi	43
4.5. EDDMS PROJE TASARIMI VE YÖNETİMİ	46
4.6. Proje Yol Haritası	49
4.6.1. Arşiv Dönüşümü	51
4.6.2. Doküman Akıllandırma.....	52
4.6.3. Dijital İkiz Yaratma	53
4.6.4. Değişiklik Yönetimi (MOC)	54
4.6.5. EDDMS’in Farkı.....	54
4.7. EDDMS’lerde “R” ve “O” Sistemler	56
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	58
KAYNAKÇA.....	61
ÖZGEÇMİŞ	65

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, mühendislik doküman ve veri yönetim sistemlerinin dijital dönüşüm projelerinde etkilediği kurumsal akıllı ve yarattığı katma değeri incelemektedir. Dijital dönüşüm uygulamalarındaki tecrübeler, literatür incelemeleri ile bir araya getirilerek bu alandaki araştırmacıların istifadesine sunulmuştur.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana destek vererek, tez yazımı sürecini tamamlamamda emeği geçen başta değerli tez danışmanım Marmara Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Dr. Öğretim Üyesi Bahattin Yalçınkaya olmak üzere tez izleme jürimde yer alarak bilgi birikimini benimle paylaşan Marmara Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölüm Başkanı Prof. Dr. Oğuz İcimsoy ve Dr. Öğr. Üyesi Kenan Yıldız'a şükranlarımı sunarım.

ÖZET

Bu çalışma, Endüstri 4.0 ve dijital dönüşüm kapsamında, mühendislik veri ve doküman yönetimi sistemleri üzerinde yapılan tasarımın üretim sürecinin yanı sıra işletmenin organizasyonel kararları ve dolayısıyla kurumsallaşmasına olan etkilerini incelemektedir.

Mühendislik veri ve doküman yönetimi tasarımında “arşiv yönetimi”, “arşiv ve belge analizi”, “dijital ikiz”, “veri yakalama ve veri yönetimi”nin yarattığı değer olarak “kurumsal akıl”ın (wisdom) işletme çıktılarına olan etkisi ve işletmenin sürdürülebilirliği ile ilişkisi incelenmiştir.

Bu tezde, bilgi ve belge yöneticilerinin dijital dönüşüm çağına ayak uydurabilmeleri için, işletmeler açısından mühendislik veri ve doküman yönetimi sistemlerinin hayati önemi vurgulanarak farkındalık oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Dijital İkiz, Mühendislik Doküman ve Veri Yönetim Sistemi, Veri Analizi, Arşiv Verileri, Provenans Metodu

ABSTRACT

This study explains the effects of engineering data and document management systems on the production process, organizational decisions and institutionalization of businesses at the digital transformation stage.

In engineering data and document management design, the effects of "corporate mind" (wisdom), "archive management", "archive and document analysis", "digital twin" and "data capture and data management" on outputs and sustainability of the businesses are examined.

In this thesis, awareness is tried to be raised by emphasizing the vital importance of engineering data and document management systems for businesses in order for information and document managers to keep up with the digital transformation era.

Keywords: Digital Twin, Engineering Document and Data Management System, Data Analysis, Archive Data, Provenans Method

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EDDMS	:	Engineering Data and Document Management System
EDCM:	:	Engineering Document Content Management
VUCA	:	Volatility Uncertainty Complexity Ambiguity
EDMS	:	Electronic Document Management System
ECM	:	Enterprise Content Management
PDM	:	Product Data Managemnt
CAD	:	Computer Aided Design
EDM	:	Engineering Data Management
IOT	:	Internet of Things
AI	:	Artificial Itelligence
P&ID	:	Piping and Instrumentation Diagram
PFD	:	Process Flow Diagram
OPEX	:	Operational Expenditure
CAPEX	:	Capital Expenditures
MOC	:	Management of Change
TAG	:	Etiket
PLM	:	Product Lifecylce Management
PBS	:	Plant Breakdown Structure
WBS	:	Work Breakdown Structure
VUCA	:	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity
CM	:	Content Management
ZB	:	Zettabayt
3D	:	Üç Boyutlu
EPC:	:	Engineering, Procurement, Construction
DCC	:	Document Control Center

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1 Kavramsal Teorik Çerçeve	3
Şekil 1. 2 Kavramsal Model.....	4
Şekil 1. 3 Kurumsal Hafıza Modeli	5
Şekil 2. 1. Veri yaşam döngüsünde veriler açısından provenansın yeri ve EDDMS sistemi içinde provenans bütünlüğünün korunması.....	15
Şekil 3. 1 Dijital dönüşümün veriden bilgiye giden süreci	23
Şekil 3.2 Dijital ikizlerde doküman ve data yönetim sistemlerinin konumlandırılması	29
Şekil 4.1 EDDMS içinde tag yönetimi ve dokümanlara tag merkezinden erişim görüntüsü	38
Şekil 4.2 3D içine gömülü belgelere erişim görüntüsü.....	39
Şekil 4. 3 3D içinde güncel ekipman verisinin görüntülenmesi	40
Şekil 4. 4 Akıllı doküman görüntüsü	42
Şekil 4.5 Hollandalı doktor Cornelis Hendrik à Roy'un kitapçığı. Lahey, Koninkijlke Bibliotheek, KW 171 D 17	45
Şekil 4.6 Ekipman üzerinde yapılan etikleme (tag'leme)	45
Şekil 4.7 Brownfield tesis dijital dönüşüm (EDDMS ve dijital ikiz) planı	47
Şekil 4. 8 Proje organizasyon şeması.....	48
Şekil 4.9 EDDMS'in verim haritası	50
Şekil 4.10 EDDMS yol haritası.....	51
Şekil 4.11 EDDMS ve Arşiv İlişkisi	52
Şekil 4.12 EDDMS ve ECM karşılaştırması ve ilişkisi	55
Şekil 4.13 Proje ve Operasyonda Veri-Bilgi-Malumat Modeli	56
Şekil 5.1 Üretimde/operasyon hattında veri bilgi yaşam döngüsü.....	59

1. GİRİŞ

Çağımızın en büyük özelliklerinden biri, çeşitli bilimsel disiplinlerin kaçınılmaz biçimde genellemelere gitmek zorunluluğu duymalarıdır. Bu tür bilimsel genellemelere dayanan düşünce sistemleri ancak ayakta kalabilmişlerdir. “Bilimsel araştırma sonuçları, bilimin kendi sınırlı alanının çok ötelere taşan problemlerle ilgili felsefi görüşte sık sık bir değişmeyi gerektirir. Bilimin gerçeği nedir? Doğayı tanımlamaya çalışan bir teoriden istenen nedir? Bu sorular fiziğin sınırlarını aşmakla birlikte, fizikle sıkı sıkıya ilişkilidir. Çünkü bilim, onların doğduğu gerekçelere (malzemeye) şekil verir. Felsefi genellemeler, bilimsel sonuçlara dayandırılmalıdır. Bununla birlikte bir defa şekillenip çoğunlukla benimsenen felsefi genellemeler, doğa olaylarını ele almanın düşünülebilen yollarından birini göstererek, bilimsel düşüncenin daha çok gelişimini sık sık etkiler. Başat görüşe başarıyla başkaldırmak, yeni felsefi görüşlerin bir kaynağı haline gelerek bambaşka girişimlere yol açar.”¹

Son yıllarda yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler bilgi felsefesinin, örgütler açısından yeniden ele alınmasına neden olmuştur. Farklı bir ekosistemde, yüzyıllar boyu süregelen geleneksel kurallar dışında bilgi aranmakta ve kullanılmaya devam etmektedir. Değişmeyen, hatta artarak süren ise bilgiye duyulan ihtiyaçtır.

Bilgi toplumundan, yenilenen bir teknoloji çağına ulaşılmasının temelinde bilgi kavramının doğruluğunun ve gerçekliğinin tam olarak anlaşılması yatmaktadır. Örgütler, bilgi üretimi ve yönetimi sürecini başarıyla sürdürebilmesi için örtülü bilgi ile açık bilgi arasındaki ilişkilere odaklanmalıdır. Örtülü bilginin ontolojik temellerinin baskın olması sonucu hem bu bilgiye ulaşması daha zor hem de daha değerlidir. Bundan dolayı bu bilgiye daha çok önem verilmektedir. Örgütler, bilgi temelli gelişen teknolojiyi kullanmaya adapte olabilmek, sürekli gelişerek yenilenen bilgi anlayışına uyum sağlayabilmek için olduğunca çaba harcamaktadır. Bundan dolayı örgütler için bilginin açığa çıkartılması ve faydaya dönüştürülmesi rekabet avantajı konusunda üstünlük sağlayacaktır. Örgütler için stratejik bir varlık olarak düşünülen örgütsel bilginin etkin ve verimli yönetilmesi, bilgiye doğru anlam kazandırılmasına bu anlam üzerinden örgütün strateji ve politikalarının geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.²

¹ Albert Einstein, İzafiyet Teorisi, Fakülteler Matbaası, 1965

² Hale Alan, Bilginin Epistemolojik ve Ontolojik Boyutları: Örtülü Bilginin Örgütler için Rolü ve Önemi, Araştırmalar Işığında Yönetimde Güncel Konular, Nobel Publishing, 2019.

Araştırmanın Amacı:

Bu tezde, örgütler için kritik öneme sahip bilgi kaynaklı bir teknoloji tasarımının, endüstriyel tesislerde veriden, malumat ve kurumsal akıl değerinin yaratılmasına etkilerini çeşitli modellerle amaçlar. Çalışmaya konu olan sistem, belirli bir akışa sahip ürün veya girdilerin, süreç boyunca, nesnelerin interneti teknolojisi kullanılarak dijital ikizlerinin oluşturulması ve böylece bu girdi/ürünlere ait tüm dokümantasyonun da akıllı hale dönüştürülerek modellenmesi ve erişimine yeni bir boyut getirilmesini amaçlar. Üretim ve operasyon hattında arşiv ve doküman yönetimi sistemlerinin dijital ikiz projelerinde kilit rolü sebebiyle mimarının önemli bir parçası olmasının gereklilikleri vurgulanmaktadır.

Mühendislik veri ve dokümantasyon sürecinin teknolojiye ayak uydurma zorunluluğu, sistemlere ilişkin çözümlerin geliştirilmesi tetiklemektedir. Sanayi 4.0 ile üretim hattı dijitalleşirken tesislere ilişkin dokümanların ve verilerinin de bütünleşik bir sistemde yönetilmesinin gerekliliği ortaya çıkarılmıştır.

Bunun yanında, endüstriyel işletmelerde mühendislik belge yönetiminden beklentilerin yüksek olması gözlemlenmiştir. Dijital ekonomi modelleri geliştirilirken ya da dijital ikizleme yapılırken dokümantasyon ve veri yapısının göz ardı edilmesi en büyük yanlışlardan biridir. Fiziksel belge ve arşiv yönetimi gibi önemli faaliyetlerin göz önünde bulundurulmaması ve proje planlarına dâhil edilmemesi bunların başında gelmektedir.

Veri, bilgi ve malumat yaşam döngüsünün kurgusu, örgütlerde sistemlerin amaçlarına göre farklılıklar göstermektedir. Üretim ve tasarım süreçlerinde veri ve malumat yönetiminin amaçları ve odakları değişmektedir. Tasarım sürecinde malumat en sık değişen kaynak ve yöneltmesi en çevik yapıyken, ürün/girdi operasyon bandında veri merkezli sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Tasarımdan operasyona kadar veri-malumat yaşam döngüsünün sistemlerde hangi amaca hizmet edeceğinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Araştırmanın kapsamı:

Çalışmanın kapsamı rafineri, petrokimya ve enerji alanındaki işletmelerin Endüstri 4.0 dijital dönüşüm sürecinde dijital ikiz mühendislik doküman ve veri yönetimi sistemleridir.

Araştırmanın teorisi:

Bu çalışmanın teorisi olarak, her nesnenin (ekipman, malzeme vb.) kendisi ile ilişkili olduğu veri ve belgelerin birbirileri ile ilişkili olarak ayın anda tutulabilir olması 3 temel olgu ile gerçekleşmektedir.

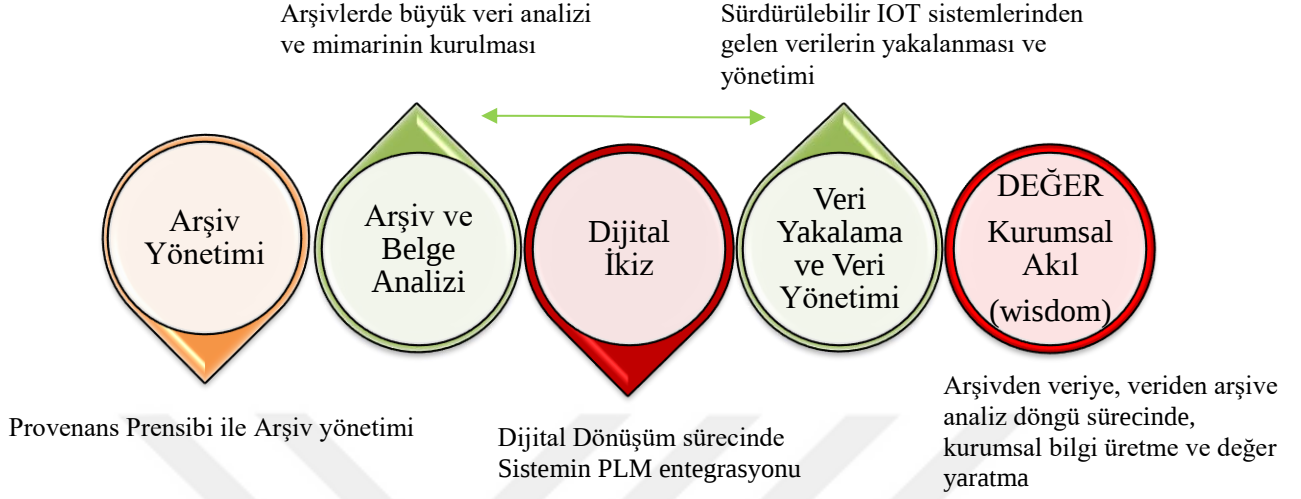
- 1) IoT aracılığı ile nesnelerin ağa bağlanması
- 2) Ağ tabanlı (bulut bilişim) dijital ikiz platformu
- 3) Bu platform temelli her bir nesne ile ilgili belge ve dokümanlara erişim ve saklanması



Şekil 1. 1 Kavramsal Teorik Çerçeve

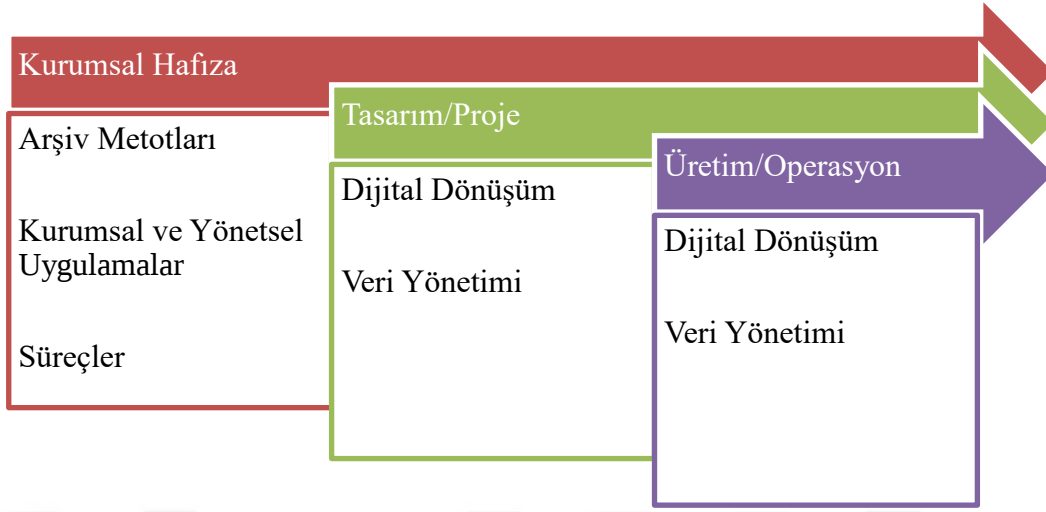
Kavramsal teorik çerçeve, yukarıda şematize edilen başlıklar ile açıklanmaya çalışılmıştır. Post modern çağda örgütlerin ihtiyaç duyduğu bilgi belge yönetimi gereksinimlerinden bahsedilmiştir. Teknoloji dönüşümü ile birlikte bilgi belge yönetimi mesleğinin yeni yetkinliklerle ele alınması gerektiğine vurgu yapılmıştır. İşletmelerde başlatılan Endüstri 4.0 projelerinde kurumsal hafızanın önemi belirtilmiştir. Kurumsal hafızanın sistemlerin sürdürülebilirliğine etkileri açıklanmıştır. Özellikle dijital dönüşüm projelerinde arşiv ve belge analitiğinin öne çıkan ihtiyaçlar olarak görülmeye başlandığı

belirtilmiştir İşletmelerde, veri yönetimi sürecinin provenans metodu ile uygulanmasının etkilerinden bahsedilmiştir. Veri, bilgi ve malumat yaşam döngüsünün işletmenin amacına uygun olarak hangi aşamalarda nasıl konumlandırılacağı açıklanmıştır.



Şekil 1.2 Kavramsal Model

Kavramsal model şekil 1.2 görüldüğü gibi şematize edilmiştir. İşletme arşivlerinin provenans metodu ile yönetilmesi veri analitiği sürecine doğrudan katkı sağlamaktadır. Arşiv ve belge analitiği sayesinde dijital ikizlere istenilen veri aktarımı sağlanmaktadır. Sanal ve fiziksel arşivde veri alışverişi karşılıklıdır. Veri, bilgi ve malumat yaşam döngüsü değer olarak kurumsal akılı ortaya çıkarmaktadır. Dijital ikizler bu değerlerle, işletmenin geleceği ile ilgili yatırım kararlarına, bakım, onarım ve satın alma süreçlerine, sektörel rekabetçi hamlelerine doğrudan girdi oluşturmaktadır.



Şekil 1.3 Kurumsal Hafıza Modeli

Üretim/operasyon katındaki bir dijital dönüşüm, kurumsal ve yönetimsel fonksiyonlardan bağımsız olarak düşünülemez. Zaman içinde diğer fonksiyonlarda da dönüşümün planlanması gerekir. Üretim hattında başlayan dijitalleşme yolculuğu, yönetimsel ve kurumsal süreçlere doğru akar, kurumsal yapı ile entegre olur, kurumsal hafıza modelinde arşiv ve verinin buluşması anlamına da gelir.

Araştırmanın Kısıtları:

Endüstri 4.0 dijital dönüşümünün parçası dijital ikizlerin, her işletme için uygulanabilir olmadığı gözlemlenmiştir. İşletmelerin birçoğunda üretim seviyesinin ikinci sanayi devrimi (2.0) veya üçüncü sanayi devriminde (3.0) olduğu gözlemlenmiştir. Dijital ikizler Endüstri 4.0'ın bir parçası olduğundan, işletmelerin üretim seviyesi kısıtları bulunmaktadır. Dijital ikizler için, tam akıllı tesis bileşenlerinin sağlanmış olması bir diğer kısıttır. Değişik araçlarla sistemdeki dokümanların akıllandırılması ve etiket yönetiminin sağlanması gerekmektedir. İşletmelerde arşivlerin, veriye dayalı yönetilmesi ve provenans yapısı ile düzenlenmiş olması gerekmektedir. Endüstri 4.0 alt bileşeni olan ürün yaşam döngüsü (PLM) sürecinde mühendislik tasarım verileri ve bilgileri yönetilmektedir. Ürün yaşam döngüsü içinde veri ve doküman merkezli oluşturulan dijital ikizler, çalışmanın bir diğer kısıtıdır. Yapılan araştırmada konu ile ilgili çok fazla literatür bilgisinin henüz oluşmadığı gözlemlenmiştir. Bu yönüyle tez çalışması literatüre yeni bir bakış açısı kazandırması açısından önemlidir. Her ne kadar mühendislik dokümantasyonu ve veri yönetimi ile ilgili kaynaklar mevcutsa da henüz dijital ikizleme,

nesnelerin interneti ve operasyonel veri yönetimi konusunu bir arada işleyen kaynakların sayısı oldukça azdır. Tez kapsamında YÖK tez merkezi, deepknowledge, scopus, web of sciences gibi veri tabanları taranmış, konu ile ilgili olan araştırmalara dair sonuçlar değerlendirilmiştir.

Ön görülen Sonuçlar:

1. Mühendislik verisi ve doküman yönetiminin özellikle endüstri 4.0 bağlamında büyük veri analitiği yapısına uyumlaştırılması ile ilgili önerilerde bulunmuştur.
2. Dijital dönüşümde fiziksel belgeler ve arşivlerin önemli bir veri yapısı sunması, projelerde göz önünde tutulmasının gerekliliği çeşitli modellerle ifade edilmiştir.
3. Dijital ikizleme vb. sanal gerçeklik içeren projelerde özellikle üretimi ilgilendiren teknik dokümantasyonun nesnelerin interneti vasıtasıyla ilgili nesnenin üzerinde ya tutulması ya da ilgili veri tabanına yönlendirici özellikte olması konusunda bir tasarım ve model önerisinde bulunulmuştur.
4. Veri, bilgi, malumat yaşam döngüsünün tasarım ve operasyon faaliyetlerinin amacına göre kurgulanmasının önemi anlatılmıştır.
5. Büyük işletmelerin arşiv provenans yapısının bozulmasının önüne geçilmesi ve buna bağlı olarak değişen organizasyonun daha verimli üretim yapabilmesi için kurumsal hafızasını etkin biçimde kullanması incelenmiştir.
6. Mühendislik veri ve dokümanlarının katma değer üretimi açısından büyük veri analitiğine çok uygun bir yapıda olduğu açıklanmıştır. Arşiv analitiğinin arşivcilik ve belge yönetimi ilkeleri bağlamında yapılması bir zorunluluk olarak görülmüştür.

2.BÖLÜM :

POST MODERN ÇAĞDA BİLGİ - BELGE YÖNETİMİ VE VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

2.1. POST MODERN ÇAĞIN GETİRDİKLERİ

Arşivcilik mesleğinin geçmişten günümüze metodolojik gelişiminde disiplinler arası bir sinerji ile tarihçiler, arşivciler ve kütüphanecilerin ortak katkıları bulunmaktadır. Sınıflama ve kataloglama katkıları ile kütüphanecileri, malzemenin korunması ve hizmetlerin sunulması alanında ise tarihçilerin katkılarını görmek mümkündür. Arşivcilerin ise kendi metodolojilerine katkıları kolektif olarak belgeleri tasnif ve tanımlama metotlarıdır. Bu metotlar tasnif prensipleri, geliştirilmiş analiz teknikleri şeklinde izlerini bırakmıştır.³

20. yy'ın ikinci yarısından itibaren modern yönetim süreçleri beklenen atılımı gösterememiştir. Yaşanan teknolojik gelişmeler, değişen ihtiyaçlar, globalleşme bilgi çağı gibi kavramlar hayatlarımıza girerek yönetim anlayışlarını da değiştirmiştir. Bu süreçte modernizm olarak adlandırılan yönetim anlayışı da yerini post modern anlayışa bırakmıştır. Modernizm, hayatın anlamını anlamak için bilimi gerçekliğin merkezine koymuştur. Post modernizmde ise hiçbir şeyin gerçekliğin önüne konulmadığı hatta hayatın anlamına ilişkin tek bir açıklamanın olmadığını görmekteyiz.⁴ Post modern dünyada, küreselleşmenin açmazı, yaşanan ekonomik ve sosyal krizler, politik ve sosyolojik meseleler çağımızda yeni bir terminoloji ile bizi karşılamaktadır. Bunun adı VUCA (Volatility: değişken, Uncertainty: belirsiz, Complexity: karmaşık, Ambiguity: muğlak) olarak literatürde geçmektedir. Bulunduğumuz kaotik dünyanın yeni normali olarak kabul edilmektedir.

VUCA dünyasında ise sürdürülebilir sistemler yaratmak son derece önemlidir. Günümüzde teknolojinin iletişim kabiliyeti ile her türlü bilgiye ve belgeye ulaşım son derece kolaylaşmıştır. Bu erişim hem pozitif hem negatif bir sonuç yaratmaktadır. Arşivlerde ve büyük verilerde de VUCA kanunları bundan böyle geçerli olacak gibi görülmektedir. Bu noktada uzun ömürlü ve etkinliği sağlanmış sistemleri kurmak ciddi önem taşır. Buna “Kurumsal Mimari” (EA Enterprise Architecture) geliştirme sürecini örnek verebiliriz. İşletmelerde EA çoğu zaman çok karmaşık olabileceğinden ve birçok aktörü (paydaşlar, şirket yöneticileri ve orta yöneticiler, proje yöneticileri, tasarımcılar,

³ T.R. Schellenberg, Arşiv İdaresi, Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü, Yayın no: 17, Ankara, 1993, s. 56

⁴ Mehmet Ali Akkaya, Hüseyin Odabaş, Bilişim Teknolojilerinin Bilgi Merkezlerine ve Hizmetlerine Etkileri, Hyperlink, 2017, s. 299

vb.) içerebileceğinden, kurumsal mimarların bu karmaşıklığı anlamaları, kritik ayrıntıları tanımlamaları gerekir.⁵ Aynı şekilde bilgi belge yöneticileri de VUCA dünyasındaki karmaşıklıklar karşısında kendi arşiv, bilgi, belge ya da veri dünyasında daha da kaotikleşen süreçlerini yönetebilmek için kendi stratejilerini ortaya koymalıdır.

Bunun için bilgi belge yöneticileri EA yöneticileri gibi, bir araya gelip odaklanmak, pratik bir bakış açısı benimsemek ve amaca uygun (teorik değil) sistemler geliştirmek gibi yetkinliklerini geliştirmelidir. Bu nedenle, ilerleyen dönemlerde tūmdengelsel becerilerden ziyade tūmevarımcı becerilere ihtiyaç duyulabilir.⁶

Post-modern çağda arşivcilik mesleği disipliner olma özelliğini korumaktadır. Günümüzde arşiv yönetimi; dijital ortamda veri, belge ve malumatın içiçe geçmiş hibrid bir yapısıyla ortaya çıkmaktadır. Hizmetin sunulmasındaki malzemeyi çağırma ve talepleri karşılama konusunda yaşanan hız ise baş döndürücüdür. Bir yandan Arşiv malzemesi dolaşımdaki bilgi (information) için girdi olmakta, bir yandan yapay zeka ile bilgilerden anlamlı analizler sonucu malumat (knowledge) olarak ortaya çıkmaktadır. Arşivci kendi mesleğine tasnif, tanımla için katkılara devam ederken bir yandan da böylesi hibrid sistemler için proje yönetimi, sistem analizi, sistem tasarımı gibi alanlarda yetkinliklerini ortaya koymalıdır. Günümüz dünyasında iş ve üretim hayatı, her zamankinden daha fazla bilgi belge yöneticilerine ihtiyaç duymaktadır. Yaşanan teknolojik gelişmelerle bugün bilgi belge yöneticilerinin bu boşluğu doldurması beklenmektedir.

Geçmişte Arşivcilik mesleki metodolojisine katkıları olanlar tarihçiler ve kütüphaneciler olarak kabul edilirken, günümüzde ise iş ve üretim hattından; üretim, operasyon, finans, proje yönetimi gibi birçok disiplin kabul edilebilir. . Bunun yanında bilgi teknolojileri alanında inovatif buluşların mesleki gelişimdeki katkıları çok önemlidir. Bu buluşları etkin kılan sistem tasarımcıları, BT proje yöneticileri, donanım ve sunucu mimarisi için çalışan altyapı uzmanları da arşivcilik metodolojilerine doğrudan katkı sunmaktadır.

⁵ Eldar Sultanow, Ja-Nae Duane, Alina Chircu, Skills for Sustainable Enterprise Architectures in a VUCA World, Capgemini Deutschland GmbH, Nuremberg, Germany; Bentley University, Waltham, USA, Chapter · March 2020

⁶ Sultanow, a.g.e., s. 3 10.30844/wi_2020_x2-sultanow.Terzi, Sergio. (2010). Product Lifecycle Management From Its History to Its New Role. Int. J. Product Lifecycle Management, Vol. 4, No. 4.

2.2 ARŞİVCİLİK METOTLARI

Van Morrison'un dizelerinden "Beni geri götür, anlamama yardım et"⁷ ifadeleri ile geçmişe duyulan hasret dile getirilmiştir. Xenophanes'in sözlerine; "Başlangıçta Tanrılar insana istediği her şeyi göstermedi; ama onlar zamanla daha iyisini arayabilir ve bulabilir".

MÖ. 6. yy'dan bir düşünür olan Xenophanes'den, 21. Y.Y. söz yazarı şarkıcı Van Morrison'un dizelerine kadar dünyayı anlamaya, kendini tanımaya, gerçek bilgiyi bulmaya çalışan insanların gayretleri her dönemde dile getirilmiştir. Bu arayış içinde geçmişe yolculuk yapmak yüzyıllardır süregelen bir durumdur. Bu yolculukta ise elimize aldığımız adres bilgileri çok önemlidir. İyi tarif edilmiş bir adres bilgisi bizi gitmek istediğimiz yere götürebilir. Adres bilgisi doğru değilse denizde kaybolmamak elde değildir.

Yıllarca süregelen arşivcilik tecrübelerinden sonra iki prensip öne çıkmıştır. Bunlardan ilki kaynakları esas alan provenans prensibi, diğeri ise asli düzeni kabul eden asli düzen prensibidir.⁸ Bu prensipler bugün VUCA dünyasında bize ışık tutacak fenerler gibidir.

Provenans prensibi arşivcilik tasnifi açısından oldukça önemlidir. Belgeler belli faaliyetler sonucunda oluşur ve be sebeple bir arada bulunurlar. Arşiv malzemesi fiziksel ortamdan dijital ortama taşınınca, provenans sistemi eskisinden daha fazla ihtiyaç duyulan bir prensip haline gelmiştir. Arşivler birer büyük veri olarak kabul edilirse, veri bilimcilerinin veri analiz süreçlerinde provenans sistemi de başvurulacak önemli bir konudur.

2.3. BİLGİ VE BELGE YÖNETİCİLERİNİN YENİ GÖREVLERİ

Yıllardır yapılan gelecek tahminleri arasında teknolojinin yerini alacağı meslekler hep konuşulmuş ve yazılmıştır. Kimi tahminler zaman içinde gerçekleşmiş ama meslekler ölmeden işin icrasında yapılan devrimlerle hayatımızı kolaylaştırmıştır.

Bu yıllarda yapılan bir başka öngörü de bilgi belge yöneticileri ve arşivcilerin işlerini gelecekte %70 oranında robotik süreçlere ve uygulamalara bırakacak olmasıdır. Öte yandan şimdiden gelecekte de en ihtiyaç duyulan mesleklerin başında veri

⁷ Van Morrison , Take Me Back, Hymns to the Silence Album, 1991

⁸ Schellenberg, T.R. (1993). Arşiv İdaresi. Ankara: Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü Yayın no:17

bilimcisinin geleceğini tahmin etmek güç değildir. Veri bilimcisinin ürettiği veriyi anlayıp, uyarlayacak ve işleyecek kişilere ihtiyaç olacaktır. Arşivciler veri bilimcisi mi olacak? Yoksa üretilen veriyi anlayıp uyarlayacak ve işleyecek kişi mi olacak? Analitik bilgi yönetim sistemleri her geçen gün daha fazla önem kazanacak ve bu bağlamda arşivsel bilgi analizi bir değer olarak ortaya çıkacaktır. Arşivciler geleceğin bilgi analistleri olacaktır.⁹

Gelecekte ve günümüzde Bilgiyi ve veriyi saklamaktansa onu yorumlamak değer kazanacak bir süreç olarak kabul edilmektedir. . Bilgi belge yöneticileri bilginin değerlendirilmesi ve analizi konusunda yetkinlik kazanmalıdırlar. Bilgi ve belge yönetim sistemlerini yapay zekâya uyarlayacak kişiler tek başına mühendisler değil sistemlerin sahibi olan bilgi belge yöneticileridir.¹⁰

Malzemenin veri olduğunu ve ortamın da dijital dünya olması bilgi belge yöneticilerine hem ortamı hem de malzemeyi iyi tanımlamayı gerektirir. Bu anlamda ilerleyen dönemlerde sürdürülebilir stratejilerin ve politikaların geliştirmesi gerekecektir.

⁹ Mehmet Altay Ünal, Fahrettin Özdemirci, EBYS (e-BEYAS) ve e-Arşiv Sistemlerinde/ Uygulamalarında Yapay Zekâ Yaklaşımı, Bilgi Sistemleri ve Bilişim Yönetimi, Beklentiler ve Yeni Yaklaşımlar, s. 60

¹⁰ Ünal ve Özdemirci, a.g.e., s.61

2.4. VERİ YÖNETİM SİSTEMLERİ

Veri yönetimi, birçok disiplini kapsayan geniş bir ortamdır. Genel anlamda, veri yönetimi idari verilerin toplanması, depolanması, korunması, kataloglanması ve paylaşılması süreci ve doğal veri yaşam döngüsü boyunca verilerin arşivlenmesi veya silinmesini ifade eder.

Günümüzde kurumlar değer yaratmak için maddi olmayan varlıklara giderek daha fazla güvendiklerinden güçlü bir veri yönetimi stratejisine her zamankinden daha ihtiyaç duymaktadır. Dijital ekonomide veri bir sermaye türüdür ve dijital üretimde önemli ekonomik bir faktördür. Bir otomobil üreticisi gerekli finansal sermayeye sahip olmadan yeni bir modeli nasıl üretemezse, gömülü algoritmaları besleyecek veriye sahip olmadan kendi kendini süren araçları da üretemez. Verinin üstlendiği bu yeni rol, bilişimin geleceği kadar rekabetçi stratejileri de etkilemektedir.¹¹

2.5. BÜYÜK VERİLER VE ARŞİVLER

Büyük veri, verinin analiz edilip sınıflandırılmış, anlamlı ve işlenebilir hale dönüştürülmüş halidir. Verileri belirleme, toplama, depolama, yönetme ve analiz etme açısından mevcutta var olan veri tabanı yazılımları ile başarılmayacak büyüklüklere sahip veri kümeleri, büyük veri olarak ifade edilmektedir.¹²

Teknoloji iş yapış yöntemini değiştirdiği günden itibaren büyük veri için veri üretilmektedir. İşletmelerin doğru stratejik adımları atabilmeleri ve gelişim gösterebilmeleri için hem kendi verilerine hem de dış kaynaklardan sağlayacakları birçok veriye ihtiyaçları vardır. Bu doğrultuda işletmeler, süreçlerinde doğru kararları alabilmeleri ve geleceğe yönelik planlamaları yapabilmeleri için büyük miktarda veriye sahip olacaktır.¹³

Birçok iş yapış modeli yeni uyumalarla özellikle de yapay zekâ içeren yeni sistemlerle ortaya çıktıkça büyük verinin üzerine bir katman daha eklenmektedir. Eklenen bu yeni katmanların pozitif ve negatif sonuçları bulunmaktadır. Her veri bir kayıt, bir ipucu olarak görülebilir ki, manuel süreçlerde kayıt altına alınmayan birçok faaliyet için delil üretilmiş olur. Öte yandan bu veriler kişisel verilerden, ticari sırlara, rekabet unsurlarına kadar birçok konuda da güvenlik risklerini barındırmaktadır. Dijital dünya

¹¹ <https://www.oracle.com/tr/database/what-is-data-management/>

¹² G. Banger, Endüstri 4.0 ve akıllı işletme, Ankara, Dorlion, 2016

¹³ Damla Çevik, KOBİ'lerde Sanayi 4.0'ın Uygulanabilirliği ve Yönetici Bakış Açılarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, IBAD, 2019; 4(2): 277-291 s. 290

öncesi bu veriler arşiv kayıtları içinde; saklama ve tasnif metotları ile bir plan dâhilinde yönetilirken -ki geleceğe ulaştırma konusunda binlerce yıldan bahsedebiliriz- günümüzde ise güvenlik, doğruluk, erişilebilirlik, saklama ile ilgili konularda birtakım risklerle birlikte yönetilmesi gereken bir alan olarak ortaya çıkmaktadır.

Günümüz çağında büyük veri oluşumu veri patlaması şeklinde gerçekleşmektedir. Birbirine bağlanan ve birbirleriyle haberleşen cihazların artması, nesnelerin interneti ile birlikte veri patlamasına neden olmakta ve bunun sonucunda büyük veri oluşmaktadır. İşte bu noktada büyük veriyi depolamak ve erişime sunmak kadar, analizi içinde yeni yaklaşımlar ve yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin en başında veri madenciliği ve metin madenciliği gelmektedir.¹⁴

Arşiv malzemesi, Arşiv hizmetleri hakkındaki yönetmelikte hukuki, idari, askeri, iktisadi, dini, ilmi, edebi, estetik, kültürel, biyografik, jeneolojik ve teknik gibi değerlerle tanımlanmıştır.¹⁵ Arşiv malzemesinin taşıdığı değerler bakımından veri analizlerine konu olması çok muhtemeldir. Arşivler bir bakıma büyük veriler olarak da değerlendirilebilir. Büyük veri artı günümüz dünyasının en önemli bir parçasıdır. Veriler her alanda baş döndürücü şekilde üretilmeye devam etmektedir. Yeni buluşlar, yeni uygulamalar, s üretim, güvenlik, pazarlama, sağlık gibi birçok alanda veri yönetiminden bahsetmek söz konusudur. . Bir yandan veriler, sağlık alanında bir araştırmanın parçası olarak hayati önem taşıırken, bir yandan karlı bir satış sürecinde etken rol oynayabilmektedir. Bu durumda verilerin maddi ve hayati değerler taşıdığı söylenebilir. Büyük veri bu yönüyle arşiv malzemesi ile benzer özellikler taşımaktadır.

Büyük veriler, tolere edilebilir bir süre içinde düzenli veri araçlarıyla toplanamayan, saklanamayan, yönetilemeyen, paylaşılamayan, analiz edilemeyen ve hesaplanamayan devasa verilere karşılık gelir. Veriler üretilirken düzenlemeye analiz etmeye fırsat bulunamaz. Bu nedenle, büyük veriler, çeşitli ve büyük miktardaki verilerden gizli değeri ve bilgiyi hızlı bir şekilde elde etme yeteneği olarak yorumlanır. Kullanıcıların genel işleme yeteneklerinin ötesine geçer.¹⁶

Büyük veriler hacim, çeşitlilik, hız ve değer olarak dört bileşen şeklinde tanımlanabilir. Hacim ile ilgili olarak, veri ölçeğinin birkaç PB'den (1000 TB) ZB'ye

¹⁴Korcan Doğan, Sacit Arslantekin, Elektronik Belge Yönetimi, Dijital Arşivleme Sistemleri Ve Büyük Veri, Bilgi Sistemleri ve Bilişim Yönetimi, Beklentiler ve Yeni Yaklaşımlar, s. 70

¹⁵ Arşiv Hizmetleri Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 07.07.1993 Resmî Gazete Sayısı: 21630, s.1

¹⁶ Korcan ve Arslantekin, a.g.e. s.78

(milyar TB) kadar çok büyük olduğunu ifade eder. Çeşitlilik ise, verilerin boyutu, içeriği, biçimi ve uygulamalarının çeşitlendirildiği anlamına gelir. Örneğin, veriler yapılandırılmış (örneğin rakam, semboller ve tablolar) ve yarı yapılandırılmış veriler (örneğin ağaçlar, grafikler ve XML belgeleri) ve yapılandırılmamış veriler olarak çeşitlendirilebilir. (örneğin günlükler, ses dosyaları, videolar, belgeler ve görüntüler). Hız, veri üretiminin hızlı olduğu ve veri işlemenin yüksek zamanlama gerektirdiği anlamına gelir. Büyük veri karşısında, hız işletmelerde hayati öneme sahiptir. Değer, büyük verilerde büyük hacim değil, büyük değeri ifade eder. Güçlü algoritmalarla devasa verilerden nasıl değer elde edileceği ise rekabetçiliği arttırmanın anahtarıdır.¹⁷

Büyük veriler arşiv açısından sunulan hizmetlerin geliştirilmesi ve bir veri kaynağı olarak arşiv sisteminde yer alması şeklinde iki fonksiyona sahip olarak tanımlanabilir.¹⁸

Büyük veriler kütüphaneler ekseninde değerlendirdiğinde ise ortaya ciddi bir analiz konusu olarak çıkmaktadır. Yapılan bir araştırmada kütüphaneler tarafından hazırlanan koleksiyonlar birer büyük veri olarak işlenip büyük veri analiz yapılabileceği ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Koleksiyon içindeki ilişkileri ölçmek ve eğilimleri tanımlamak için istatistiksel yöntemlerle ve sosyal ağ analizleri ile birtakım sonuçlar elde edilmektedir. Kısaca, bir bibliyografya uygulaması ile aslında 3 milyondan fazla kayıt, 800.000 yazar adı ve 300.000 konu başlığından nasıl bilgi elde edileceğini ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.¹⁹

Veri yönetiminin güçlü olduğu bir alanda ECM (Kurumsal İçerik Yönetimi) sistemleridir. ECM içinde, belgeler ve belgelerde yer alan veriler sistemin bütününe ifade eder. Belgeleri dolduran veriler, büyük verinin bir parçası olan mikro veriler olarak tanımlanabilir. Büyük verinin üç boyutu göz önüne alındığında, ECM içinde yapılandırılmamış verilerin karmaşıklığı nedeniyle bu sistemleri büyük verinin bir parçası olarak tanımlamak mümkündür.²⁰ ECM içinde büyük veri analizine belge analitiği de diyebiliriz.

¹⁷ Qinglin Qi, Fei Tao, Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison, IEEE Access, VOLUME XX, February 2017, s. 2

¹⁸ Korcan ve Arslantekin, a.g.e. s.77

¹⁹ Luis Martinez-Urbe, Digital Archives as Big Data, Mathematical Population Studies, February 2018, s.3

²⁰ Mariagrazia Fugini, Jacopo Finocchi, Innovative Big Data Analytics: A System for Document Management, 2018, IEEE 27th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, s. 267

Belge analitiği, işlenecek belge türünü tanıyabilecek, içerdiği bilgileri çıkarabilecek ve daha sonra bilgileri diğer parametrelerle birlikte işleyebilecek bir yapıdır. Sistem analizleri ECM belge analitiği yenilikçi belge analizi alanına girmektedir. Belge analitiğinin amacı, büyük veri analiz sistemine entegre bir şekilde, belgelerden veri işleyerek yenilikçi bir ECM ortamı geliştirmektir.²¹

ECM üzerinde büyük veri yapısının kurulması; belge ve dolaylı olarak arşiv analizini önümüzdeki yıllarda büyük verinin bir konusu yapacaktır.

Kurumlarda kullanımı giderek artan sayıda belge, formlar, arşivler ve IoT verileri diğer büyük veri türlerine eklenerek entegre mimariler ortaya çıkmaktadır. Büyük verilerdeki söz konusu yenilikçi bilgi analizi, gelecekte yeni hizmetlerin keşfedilmesini de olanak tanıyacaktır.²²

2.6. VERİ YAŞAM DÖNGÜSÜ

Ürün yaşam döngüsü boyunca akıllı teknolojiler vasıtası ile veri ve bilgi paylaşımı etkin bir şekilde sağlanabilir ve veri-bilgi yaşam döngüsü daha kararlı bir şekilde yönetilebilir. Büyük veriler ilerleyen zamanlarda, endüstrilerin temel taşları arasında yer alacaktır. Bilgiye dayalı akıllı karar verme üzerinde kurulan veri yaşam döngüsü farkındalığı ise daha da artacaktır.²³

Bir büyük veri hacminin ortasında, karar verme operasyonlarını bilgilendirmek için gereken doğru verileri tanımlamak çok zor olabilir. Bir organizasyonun aynı ürün üzerinde çok çeşitli koşullar altında benzer türde bir analiz yapabildiği endüstride, veri arama ve erişim ciddi bir iş hatta bir sorun haline gelebilir. Bir araştırmaya göre ise son yıllarda veri üretimindeki hızlı büyümenin bir sonucu olarak, mühendislerin işlerini yapmak için zamanlarının yüzde 50'sini veya daha fazlasını ihtiyaç duydukları bilgileri aramakla harcadıkları bildiriliyor. Bunu göz önünde bulundurarak, etkili veri yönetimi sistemleri, üretkenliği ve buna bağlı olarak maliyet tasarruflarını önemli ölçüde artırması şaşırtıcı değildir. Kurumsal veri yönetimi; veri yönetimi, süreç yönetimi ve bağlam yönetimini birbirine bağlayarak ve verinin ilişkili olduğu ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çeşitli disiplinlerde işbirliği içinde çalışarak bir sistem oluşturmayı amaçlar.²⁴

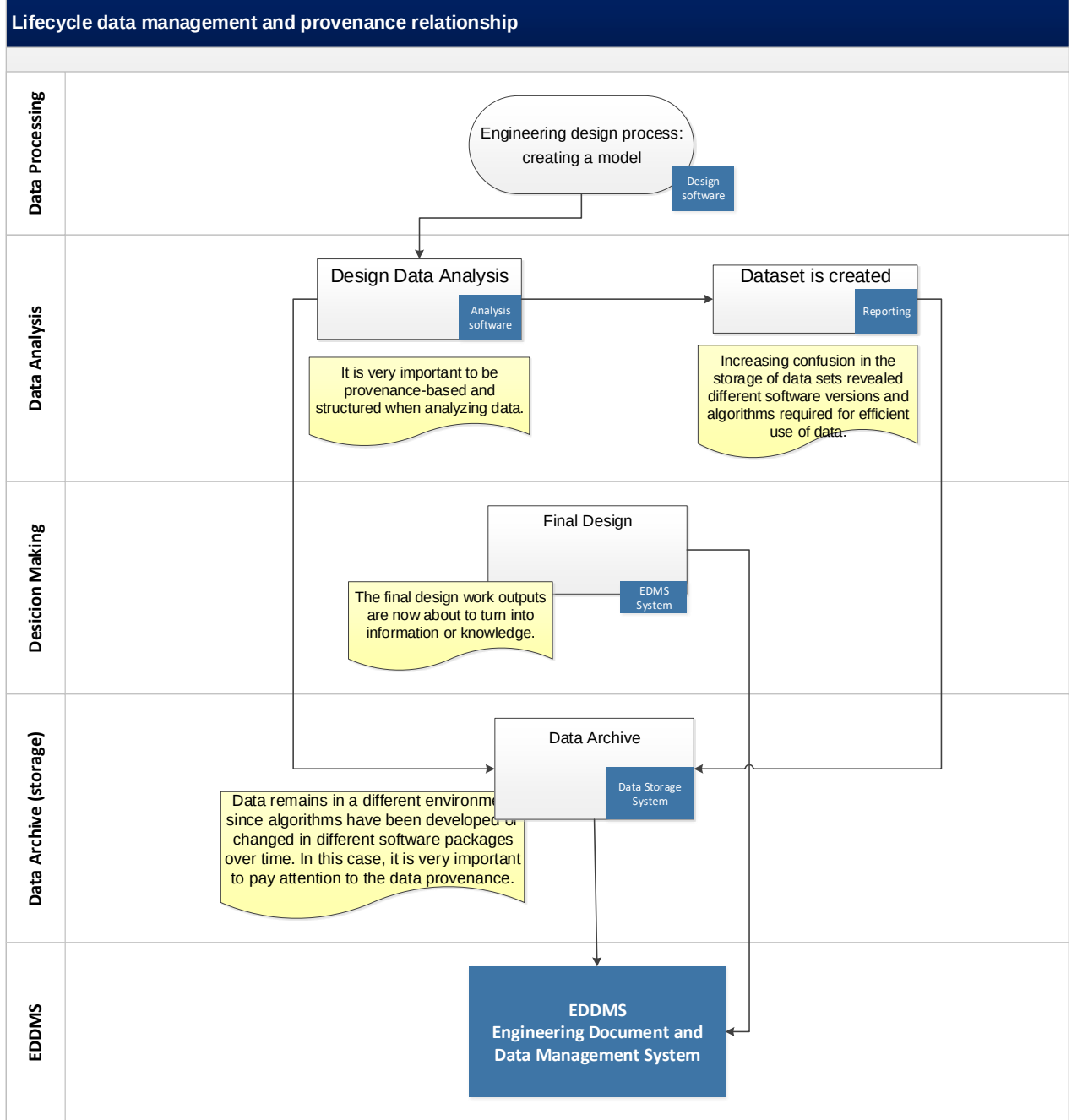
²¹ Fugini ve Finocchi, a.g.e., s.268.

²² Fugini ve Finocchi, a.g.e., s.268.

²³ Yang Liu, How can smart technologies contribute to sustainable product lifecycle management?, Journal of Cleaner Production 249 (2020) 119423, s.4

²⁴ Jonathan D. Owen, Data Management in Engineering Design, University of Southampton, Faculty of Engineering and the Environment, June 2015, s. 76

Veri arama ortamlarının başında ise Elektronik Belge Yönetim Sistemleri (EDMS / EDYS) ve Ürün Veri Yönetimi (PDM) sistemleri gelmektedir.



Şekil 2. 1. Veri yaşam döngüsünde veriler açısından provenansın yeri ve EDDMS sistemi içinde provenans bütünlüğünün korunması

Veri yaşam döngüsü, verilerin hareket ettiği çeşitli aşamalardan geçtiği döngüyü ifade eder. Veri yaşam döngüsüne mühendislik tasarım verilerinin provenans prensibini barındıran süreç Şekil 2.1’de açıklanmıştır. Bu bağlamda mühendislik veri yaşam

döngüsü tasarım süreci ile başlar. Mühendislik tasarım süreci CAD ya da benzeri bir sistemde yaratılır. Oluşturulan veriler veri analiz sistemleri içinde analizden geçer. Analiz sonucu yeni çıktılar, yeni modeller ortaya çıkar, veri kümeleri oluşturulmaya başlanır. Bu adımları n kere tekrarladıktan sonra verilerden çıktı almaya başlanır. Bu veri işleme prosesleri yüksek hacimli ve karmaşık yapılardır. Burada verileri analiz ederken provenans tabanlı veri analiz metodu çok önemlidir. Çünkü veri kümeleri oluşturuldukça ekipman ve araçlara referans vermesi beklenen veri kümeleri farklı birçok yazılım ve algorithmadan beslenmektedir. Veri kümelerinin depolanmasındaki artan karışıklık, verilerin verimli kullanımı için gerekli olan farklı yazılım sürümlerini ve algoritmalarını ortaya çıkarmıştır. Zaman içinde algoritmalar farklı yazılım paketleri içinde geliştirildiği veya değiştirildiği için veriler farklı ortamda kalmaktadır. Bu durumda veri provenansı korumak yüksek önem taşımaktadır. Zira veri provenansı doğrudan operasyonu etkileyebilecek önemli bir noktada karşımıza çıkabilir.

2.7. VERİ YÖNETİMİNDE ÜSTVERİ

Bir veri türü olarak üstveri; basitçe veri hakkında veri veya bilgi hakkında bilgi olarak tanımlanabilir. Bir bilgi kaynağının alınmasını, kullanılmasını veya yönetilmesini kolaylaştıran, açıklayan, konumlandıran veya başka bir şekilde kolaylaştıran\ yapılandırılmış bilgiler olarak da tanımlanabilir.

Üstveriler, veritabanları ve internet arama motorları da dâhil olmak üzere birçok bilgisayar uygulamasında hayati bir rol oynar. Üstverilerin kategorilere ayrılmasının birkaç yolu vardır. Basitçe ifade edilirse, üstveriler teknik için “teknik üstveri”, tipik bir son kullanıcı kullanımı için şekillenmiş ise “iş üstverisi” dir. Bunun yanında keşif ve tanımlama için “açıklayıcı üstveriler”, bileşik nesneler oluşturmak için “yapısal üstveriler” ve belirli bir kaynağı yönetmek için “yönetici üstveriler” de bulunmaktadır. Üstveriler ticari ve endüstriyel ortamlarda da kullanılır. Mühendislik gibi özünde çok teknik olan bağlamlarda, teknik ve iş üstverileri arasında ayrım yapmak biraz daha zor olabilir. Bu noktada mühendislik üstverilerinin provenansa dayalı yönetilmesi büyük önem taşır.²⁵

Provenans bilgileri, yazar, verilerin oluşturulduğu proje ve veri kümesinin geçerli olduğu bağlam veya koşulların ayrıntıları gibi üstveriler içerebilir. Petrokimya ya da rafineri endüstrisinde, herhangi ekipman verisi, ünite ya da ekipmanın tüm hizmet ömrü boyunca korunmalıdır, bu nedenle depolama gereksinimleri ve yedekleme prosedürleri, bu tür veriler için genellikle tasarım verilerinden çok daha kritiktir. Yani ekipman verisi tasarım aşması sırasında oluşan verilerden operasyona doğru bir yolculuğa çıkar. Tasarım aşamasında veriler yaşam döngüsü içinde provenansa uygun saklanır ise operasyon sürecine geçildiğinde verinin tüm tarihçesi de korunmuş olur. Ekipmanın ömrü boyunca arıza, bakım kaza vb. durumlarında bu provenans verileri hayati önem taşır. Bu ekipman özellikle uzay ve havacılık sanayisinin bir parçası ise, bu sistemler içinde provenansa dayalı veri saklama stratejileri özellikle geliştirilmelidir. Tüm bu işlemler düşünüldüğünde endüstri alanında özellikle petrokimya, rafineri, havacılık, uzay gibi kritik sektörlerde provenansa dayalı veri yönetimi politikaları hazırlanmalıdır, bu politikalar sürdürülebilirlik çerçevesinde işletilmelidir.

²⁵ Owen, a.g.e., s.10.

2.8. MÜHENDİSLİK VERİ YÖNETİM SİSTEMİ

Mühendislik Veri Yönetimi (EDM), bilgisayarlar ve elektronik depolama ortamları kullanılarak mühendislik uygulamaları ile ilgili belgelerin veya verilerin yönetimidir. Mühendislik veri yönetimi, belgelerin oluşturulması, revizyon kontrolü ve hızlı geri çağırılması gibi doküman yönetimi süreçleri ile de yakın ilişkilidir.

Bir mühendislik veri yönetim sisteminin (EDMS) temel rolü, teknik belgelerin ve ürünün tasarımı, üretimi, montajı, denetimi, testi ve bakımı, yani tüm ömrü ile ilgili çoklu süreçlerin depolanmasını desteklemektir. Küresel olarak dağıtılmış tasarım ve üretim süreçlerine sahip büyük ölçekli bir projede, ürünlerle ilgili tüm bilgileri yönetme görevi büyük önem taşımaktadır. Ortaya çıkan data ve doküman yönetim sistemi, iyi yapılandırılmış ürünün geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili tüm veri, doküman ve ilgili süreçleri muhafaza ve kontrol edebilen bir sistemden oluşmalıdır.²⁶

Küresel ölçekli büyük sermaye (yatırım) projelerinde, her şey mühendislik belgeleri (çizimler, hesaplamalar, sözleşmeler vb.) etrafında dönmektedir. Mühendislik belgelerinin zamanında kullanılabilirliği, projelerin başarısında önemli bir faktördür ve bu güvenilir bir belge kontrol süreci olmadan gerçekleştirilemez. Proje teknik doküman yönetimi, proje sırasında mühendislik bilgilerinin oluşturulması, gözden geçirilmesi, onaylanması ve işlenmesini ifade etmektedir. İnşa edilen tesisin işletme ve bakımı sırasında dokümantasyon ve veri yönetimi sistemleri entegre bir yaşam döngüsüne girmektedir. Üretim kuruluşlarında ise doküman yönetimi, üretim formları, envanterler, üretim belgeleri, ekipman dokümanları vb. birçok ek öğeye sahiptir. Dokümantasyon ve veri dosyalarının işlenmesindeki uyum entegre kalite yönetimi için de hayati önem taşımaktadır.

Veri ve belge yönetimi için entegre çözümler geliştirmektedir. Genel belge kontrol sistemleri, karmaşık olan mühendislik verilerinin yönetilmesi için uygun görülmemektedir. Aynı şekilde, Mühendislik Veri Yönetim Sistemleri (EDMS) onay süreçleri, şeffaflık, raporlama, denetim gibi konularda belge kontrol süreçlerini desteklemede çok etkili değildir. Özellikle mühendislik ortamlarında Her iki alanın da ihtiyaçlarını kapsayacak şekilde farklı sistemler tasarlamak etkin görünmektedir. Üretim yapan işletmelerin iş süreçlerini dijital dünyada yeniden yapılandırması ile üretimin

²⁶ Ari-Pekka Hameri, Josephine Schinzel, Reijo Sulonen, How Engineering Data Management and System Support the Main Process Functions of a Large-Scale Project, CERN MT/95-12 (DI), LHC Note 361, Geneva, 1995, s.2

operasyonel alanlarında ciddi dönüşümler yaşanmaktadır. Bir sonraki adım ise bilgi yönetim sistemleridir. Günümüzde doküman ve veri yönetimlerinin bu bağlamda artan bir değer olarak yükseldiği ortadadır.

“Cern Büyük Hadron Çarpıştırıcısı Makinesi” ile veri yönetiminin dünyada ilk örneği sayılabilir. Bu örnekte veri ve doküman yönetiminin projenin başarısına doğrudan katkısı yadsınamaz. LHC projesi, tanım gereği dünyanın her yerinden aktörlerin yer aldığı küresel bir projedir. CERN bu proje ile operasyonel harcamalarını azaltmak, aynı zamanda yeni bir hızlandırıcı inşa etmek ve Yüzyılın sonlarına doğru CERN’de 3000 ile yaklaşık 2000 personel optimizasyonu gerçekleştirme motivasyonu ile veri ve doküman yönetim sistemini hayata geçirmiştir²⁷

2.9. MÜHENDİSLİK DOKÜMANLARI VE İÇERİK YÖNETİMİ (EDCM)

Günümüz teknolojileri içinde doküman yönetim sistemlerini kapsayan içerik yönetimi olarak adlandırılan bir tanım ortaya çıkmaktadır. ECM teknolojileri, işletmeler içinde bir stratejinin merkezinde olan, içeriğin varoluşundan yok oluşuna kadar geçen bütün yaşamını yöneten araçlardır. . ECM’ler, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış, işletmenin kendi kurumsal ürettiği büyük verileri kapsamaktadır

Dijital içeriği kontrol etme ve yönetme ihtiyacı, Kurumsal İçerik Yönetimi (ECM) adı verilen yeni bilgi sistemleri alanının oluşmasına katkı sağlamaktadır. ECM, 2001 yılında Bilgi ve Görüntü Yönetimi Derneği (AIIM) tarafından ortaya atılan bir kavram olarak ilk defa tanımlanmıştır. Araştırmacılar, ECM'nin 1980'lerde belge görüntüleme veya belge yönetimi kavramıyla başladığını öne sürseler de nispeten yeni bir çalışma alanı olan ECM'de araştırma, henüz teorik temel ve ampirik verilerden yoksunluk aşamasındadır.²⁸

Doküman yönetimleri belgeleri tek dosya (metin veya resim) olarak yönetebilmektedir. İçerik yönetim sistemleri ise daha karmaşık belgeleri yönetmekte veya bir dizi içerik nesnesini kapsamaktadır. Web teknolojisinin ortaya çıkışıyla ve biçimlendirme teknolojilerinin popüleritesi ile birlikte, içerik yönetimi alanında bir çağ açmıştır. Web İçerik Yönetimi ise (WCM) içerik yönetiminin (CM) bir alt kümesi olarak kuruluşlar için gerekli hale gelmiştir ve içerik hacmi olarak önemli bir varlığa sahiptir. Öte yandan, çoğu orta ve büyük ölçekli organizasyonlar ihtiyaçlarını CM sistemlerinde

²⁷ Hameri, Schinzel ve Sulonen, a.g.e., s. 4.

²⁸ Mohamad Rahimi Mohamad Rosman, The 5Ws of Enterprise Content Management (ECM) Research: Is it Worth?, Open Journal of Science and Technology. Vol. 3(1), pp. 46-70, April 2020, s. 47

konumlandırmaktadırlar. Ancak, mühendislik belgeleri kapsamında CM'ye odaklanan çok az çalışma bulunmaktadır. Bir yandan da mühendislik tasarım çalışmalarında yer alan mühendisler zamanlarının yüzde yirmi ila otuz kadarını bilgi ve belgelerin araştırılması ve bunlara erişilmesinde harcamaktadırlar. Tasarımın başarısı ise mühendislerin daha kolay, hızlı ve güvenilir bilgi sistemlerini kullanmalarıyla doğru orantılıdır. Ancak, bilgi sistemlerinin başarılı olması için mühendislerin çalışma şekli, mühendislik belgelerinin özellikleri, kullandırma şekilleri, entegre olduğu yapılar gibi birçok alan düşünülerek inşa edilmelidir. Bu da yeni bir kavramı ortaya çıkarmaktadır; Mühendislik Belgesi İçerik Yönetim Sistemi (EDCMS).²⁹

Bilginin sınıflandırılması geleneksel ve hayati bir disiplindir. Modern belge sınıflandırma ilkelerinin temeli kütüphane bilimcileri tarafından geliştirilmiştir. Son yıllarda, internet ağlarının gelişmesi ile gelişen farklı sınıflandırma sistemleri ve gittikçe artan miktarda belge ile başa çıkmak için farklı sınıflandırma türleri ortaya çıkmıştır. Sentetik ve analitik sınıflandırmalar farklı kullanım amaçları için tasarlanmaktadır. Etkili bir kavram hiyerarşisinin tasarımı ve sınıflandırılması EDCMS'nin başarısı için çok önemlidir.³⁰

EDCM sistemlerdeki metodolojinin dayandığı bir nokta ise sınıflama sistemidir. Mühendislik içerik yönetimi sistemlerinde kütüphanecilik alanında kullanılan sınıflama sistemlerinin metodolojisi benzerlik göstermektedir. Bilginin sınıflanmasında da tasnif prensibinde olduğu bilgi belge yönetimi metodolojileri ile ilerlenmektedir.

²⁹ Shaofeng Liu, ... EDCMS: A Content Management System for Engineering Documents, International Journal of Automation and Computing, 04(1), January 2007, 56-70, s. 56

³⁰ Liu, a.g.e., s. 58

3. BÖLÜM

DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Geçen yüzyıl boyunca, üç sanayi devrimi ile üretim sistemi sürekli bir dönüşüm içinde yerini bulmaya çalışmıştır. Bunlar; makineleşme, seri üretim ve otomasyon olmuştur. 2011’de ise, yeni teknolojilere dayanan dördüncü bir endüstriyel evrim ortaya çıkmıştır. İnternet ve gömülü sistemler, siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti (IOT), bulut bilişim / üretim ve büyük veri, veri analitiği gibi birçok konuyu da içinde barındıran Endüstri 4.0 dijital dönüşüm ile hayata geçmeye başlamıştır.³¹

Endüstri 4.0 ilk olarak Almanya’da Hannover Fuarı’nda 2011 yılında yayınlanan devlet stratejisi olarak literatüre girmiştir. Böylelikle dijital dönüşümler Endüstri 4.0 ile planlanmaya başlamıştır. Dünyada dijital dönüşümün vücut bulduğu Endüstri 4.0 projeleri hayata geçerken, ülkeler “Made in China 2025”, “Toplum 5.0 Japonya”, “Dijital Türkiye Yol Haritası” gibi dijital dönüşüm stratejileri ile girişimlerde bulunmaya devam etmektedir.

2011 yılından bugüne kadar dünya, dijital dönüşümün ne olduğunu anlamaya çalışmaktadır. Dijital dönüşümü dünyada bir kesim bir BT projesi olarak algılamakta, bir kesim hiç kafa yormaya gerek duymamakta, bir kesim ise anlama konusunda sıkıntı çekmektedir. Dijital dönüşüm aslında, iş bilgisini teknoloji ile buluşturan bir değişimi ifade etmektedir. Değişim fiziksel iş gücünü zihinsel iş gücüne dönüştürürken, mekanik süreçleri de otomatikleştirmektedir. Olgular olarak dijital dönüşümü kavradıktan sonraki aşama nasıl yapılacağı ile ilgili sorulara cevap aramak olmalıdır.

Üreticiler, Endüstri 4.0 döneminde dijital kaymayı deneyimlemektedirler. Endüstri 4.0’ın keşfedilmemiş faydaları planlanmaya devam etmektedir. Yeşil farkındalığın ve üreticinin hesap verebilirliğinin artması ile dijital teknolojilerle desteklenen ekonomi, yenilenebilir ve sosyal açıdan sürdürülebilir iş yaklaşımları da yapılanmaya başlamıştır. Sürdürülebilir ilerleme sağlamak için üretim şirketleri hem çevre korumasını hem de son kullanıcıların tedarik zinciri yönetimindeki özelleştirilmiş taleplerini Endüstri 4.0’ın konusu olarak değerlendirmelidir. Gelişen teknolojiler ve yapılan araştırmalara göre birtakım öngörüler de ortaya çıkmaktadır. Önümüzdeki 3 yıl içinde teknolojik dönüşümde en fazla etkin olacak alanlar; %74, dijital, %72 veri ve

³¹ Márcio Arantes, at all, General Architecture for Data Analysis in Industry 4.0 using SysML and Model Based System Engineering, 2018, p.1

analiz, %69 gelişen teknolojiler, %56 siber, %52 eski / temel modernizasyon, %44 bulut olarak ortaya çıkmaktadır.³²

Akıllı altyapılarla sistemin toplam maliyetini önceden bilmek, üreticinin daha anlamlı, daha bilgili ve daha kârlı ürün edinme politikaları yürütmesine yardımcı olmaktadır. Bu akıllı mimari, gelecekteki dijital dönüşüm operasyonları vizyonunda hayati bir parça olarak benzersiz, güvenli, çevik, dinamik, duyarlı, bilgiye dayalı, müşteri odaklı, şeffaf bir tedarik zinciri anayasasını ortaya çıkarmaktadır.³³

Bu yönüyle de dijital dönüşüm müşteri odaklı bir yaklaşımdır.

3.1. DİJİTAL DÖNÜŞÜM BİLEŞENLERİ

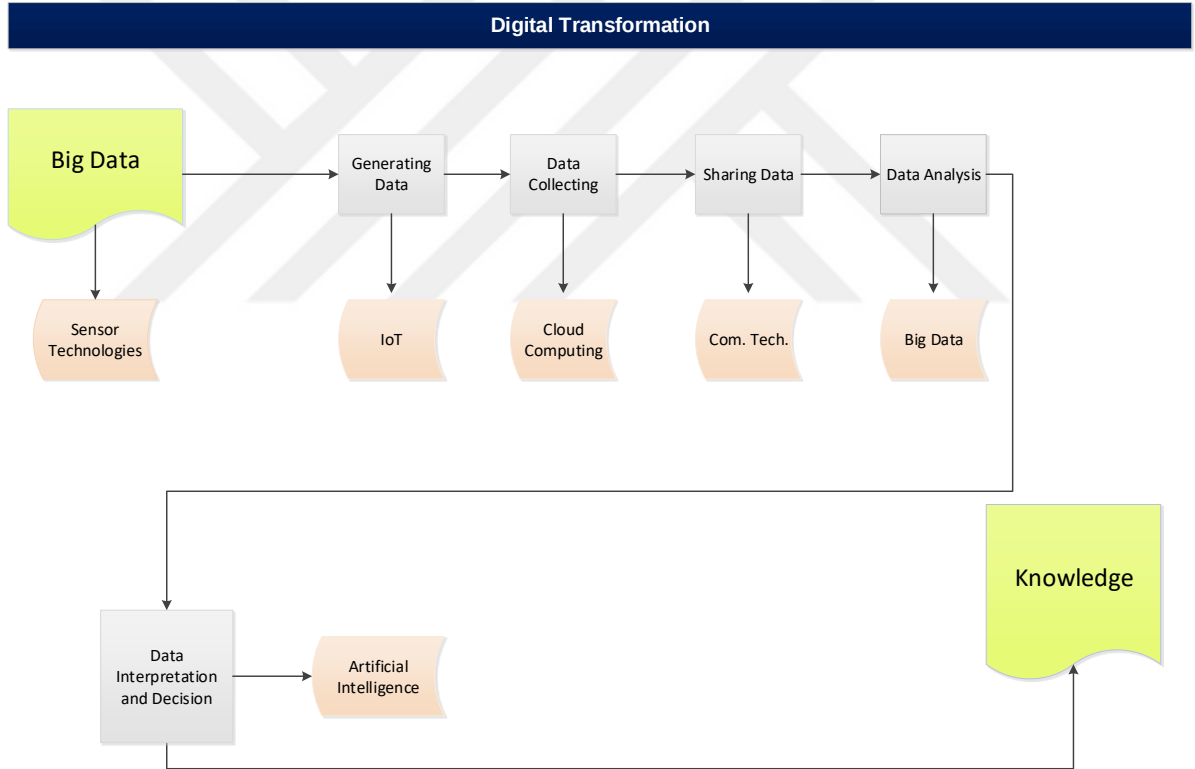
Dördüncü sanayi devriminin itici gücü dijitalleşme olup bunu mümkün kılacak teknolojiler uzun bir süreden beri var olan ve uygulama örnekleri bulunan, ayrıca yeni gelişmelerin de yaşandığı, ileri hedeflerin olduğu teknolojilerdir. Dijital dönüşüm bileşenleri olan bu teknolojiler;

- 1- Nesnelerin İnterneti (IOT-Internet of Things) ve Sensörler
- 2- Akıllı Robotlar
- 3- Akıllı Sistemler (Smart Systems)
- 4- Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu (Vertical and Horizontal System Integration)
- 5- Siber Güvenlik (Cyber Security)
- 6- Bulut Teknolojisi (Cloud Computing)
- 7- Eklemeli Üretim (Additive Manufacturing)
- 8- Artırılmış Gerçeklik (AG)
- 9- Büyük Veri - Veri Analitiği (Big Data - Data Analytics)
- 10- Simülasyon (Simulation)

³² Colleen Horick, Industry 4.0 Production Networks: Cyber-Physical System-based Smart Factories, Real-Time Big Data Analytics, and Sustainable Product Lifecycle Management, Journal of Self-Governance and Management Economics 8(1), 2020 pp. 107–113, s. 110

³³ Özden Tozanlı, Elif Kongar, and S. M. Gupta (2020). Trade-in-to-Upgrade as a Marketing Strategy in Disassembly-to-Order Systems at the Edge of Blockchain Technology, International Journal of Production Research, p. 6

“Günümüzde veri, çağımızın petrolü olarak değerlendirilmekte olup çok değerli olduğu artık bilinen bir gerçektir. Veri analizi ile algoritmalar yazılıp test etme ve doğrulama imkanı ortaya çıkmaktadır. Verilerle bilgi üretilmekte, sonrasında da bu bilgiler değere dönüşmektedir. Veriler üzerinde dönemsel davranış analizleri ile geleceğe yönelik tahminlerde yapılabilmektedir. Böylece yeni bir ürün fikri, yeni bir pazar olasılığı ya da yeni müşteri profili yakalanmaktadır. Dijital dönüşüm ile gelecek yeni dünyada ulaşılması hedeflenen son nokta, her türlü nesnenin gerçek dünyadaki yapısına birebir benzeyen bir “dijital ikiz”inin olmasıdır. Böylelikle birçok senaryo sanal dünyada simüle edilebilmekte, hatta sahaya gönderilen bir ürün, ekipman müşteri tarafından kullanılırken aynı zamanda sanal dünyada da benzer şekilde sahadan gelen gerçek verile yardımıyla deneyimlenmektedir. Gelecekte, her bir nesnenin sanal dünyada dijital bir veri bankasının olacağı öngörülmektedir.”³⁴



Şekil 3. 1 Dijital dönüşümün veriden bilgiye giden süreci

“Mühendislik Veri ve Doküman Yönetimi Sistem”leri ürün yaşam döngüsü yönetiminde (PLM) veri analizinden beslenmektedir ve sanal simüle sistemi ise beslemektedir. Dijital dönüşümde amaç verilerden yola çıkarak bilgi, birikim ve değer üretmektir. Bu döngünün işlerliği için veri toplama süreci manuel değil sensör teknolojileri ile yapılmaktadır. Toplanan veriler bulut sistemlerde tutulmaktadır.

³⁴ Alper Gerçek, Haluk Gökşen, Endüstri 4.0 Kobiler İçin Dijital Dönüşüm Rehberi, 2019, s. 32

Verilerin paylaşımı için iletim teknolojileri kullanılmaktadır. Elde edilen büyük verilerden büyük veri analizi sonucu kurumsal bilgi ortaya çıkmaktadır.

3.2. DİJİTAL İKİZ NEDİR?

Dijital ikiz tanımları;

“Fiziksel bir ürüne dijital eşdeğer.”

“Fabrika durumunun gerçek zamanlı görselleştirilmesi. İstenen sonucu ve gerçek sonucu karşılaştırmak”

“Ürünün yaşam ömrü ile birlikte tanımlanması, simüle edilmesi, öngörülmesi, optimize edilmesi ve doğrulanması”

“Bulut platformunda çalışan ve sağlık durumunu hem veriye dayalı analitik algoritmalarından hem de diğer mevcut fiziksel bilgilerden entegre bir bilgi ile simüle eden gerçek makinenin “birleşik modeli”

“Sağlık koşullarının izlenmesine olanak tanımak için “makine yaşam döngüsünün farklı aşamalarında makine veya proses verilerini entegre edin, yönetin ve analiz edin”³⁵

Dijital İkizler", fiziksel verilerin dijital verilere dönüşümünün mükemmel bir örneği olup Endüstri 4.0 vizyonunun ve endüstriyel internetin anahtarıdır. Son yıllarda çoğu alanda 'dijital dönüşüm' gerçekleşmekte ve bu dönüşüm toplumlarda derin değişiklikler yaratmaktadır. Veriyi takip etme, yönetme ve iletişim kurma şekli dijital teknoloji ile değişmekte ve geliştirilmektedir. Daha önceki dijitalleştirme dalgaları; kayıtlar ve iletişim için sayısallaştırma sürecini, yazılı metinleri, ödeme çeklerini sayısal nesnelere dönüştürmekteydi. Bu da toplumsal hayatta kalıcı ürünler bırakan bir dijitalleşme sonucu değildi. Bir metni dijital cihazdan göndermek ya da okumak aslında daha fazla kayıtsızlık yaratmaktaydı. Günümüzde ise nesneler dijitalleştirilmeye başlandıktan sonra, dijitalleşen nesneler kaybolmamakta, var olmaya ve çalışmaya devam etmektedir. Bu nedenle, bu yeni dijital dalga dalında yeni nesil teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Dijital nesneleri fiziksel nesnelerle eşleştiren dinamik, öğrenen ve etkileşimli bir teknolojidir. Şirketler dijital ikiz teknolojileri, devam eden operasyonları iyileştirmek, çalışanları eğitmek, yeni ürün üretmek, gibi birçok nedenden dolayı kullanmaktadır.

³⁵ Riku, Ala-Laurinaho, Sensor Data Transmission from a Physical Twin to a Digital Twin, Aalto University, Mechanical Engineering, 2019, s. 21-22

NASA, sistemlerin fiziksel olarak yakınında olmadığı işletim, bakım ve onarım süreçleri için alan keşfinin ilk günlerinden itibaren dijital ikiz teknolojinin öncüsü olan eşleştirme teknolojilerini kullanmaktadır. NASA’da kullanılan dijital ikiz sistemi, operasyonları çalıştırmak, simüle etmek ve analiz etmek için kullanılabilen bir modeldir. Bu dijital ikiz teknolojisi, uzay araştırmalarının ilk günlerinden itibaren NASA araştırmaları tarafından kullanılmaktadır. NASA’da dijital ikiz, çok uzağa seyahat eden ürünleri tasarlamak için zorunluluk olarak doğmuştur. Dünyadaki mühendisler ve astronomlar, Apollo 13’ün görevini nasıl uygulayacağını bu eşleştirme teknolojisi ile belirlemişlerdir. Bugün, dijital ikizler yeni nesil araçları ve uçakları keşfetmek için NASA tarafından aktif olarak kullanılmaktadır.³⁶

Bir ürünün dijital ikizi, ürünün gerçek fiziksel dünyadaki davranışlarını sergileyen sanal bir kopyasıdır. Dijital ikizler sorunları daha iyi tespit etmeye, her türlü senaryoyu simüle etmeye, analizlere, aslında hemen hemen fiziksel dünyada yapılmasına ihtiyaç duyulan her şeyi sanal ürün üzerinde yapmaya olanak tanır. Dijital İkiz fikri IoT alanında geliştirilmekte ve fiziksel dünyanın sayısallaştırılması yeni bir teknoloji seçimi haline gelmektedir. Dijital ikizler esasen, herhangi bir fiziksel sistemin yapısını, bağlamını ve davranışını temsil eden veri ve bilginin kombinasyonu, geçmişi ve geleceğe yönelik öngörüler yapmayı sağlayan bir ara yüz sunar. Bunlar, fiziksel dünyayı optimize etmek için kullanılabilecek, operasyonel performansı ve iş süreçlerini önemli ölçüde geliştiren çok güçlü dijital nesnelerdir. Dijital ikiz bir anlamda fiziksel ve dijital dünya arasındaki köprüdür.

Belge yönetimi ise fiziksel dünyada yönetildiğinden çok farklı yöntemlerle, farklı araçlarla ve disiplinlerarası bir bakış ile dijital dünyada (dijital ikiz) yönetilmelidir. Fiziksel dünyada veri, bilgi, malumat primati dijital ikizlerde malumat, bilgi ve veri olacaktır.

Yeni bilgi teknolojilerinin yükselişi ile birlikte, siber üretim dünyasının fonksiyonları ile fiziksel dünya ve dijital dünya entegrasyonu güçlendirilmiştir. Dijital ikiz, siber-fiziksel entegrasyon için bir yol açmaktadır. Dijital ikizler, fiziksel dünya ile

³⁶ Bernard Marr, 7 Amazing Examples of Digital Twin Technology In Practice, Forbes, Apr 23, 2019, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/04/23/7-amazing-examples-of-digital-twin-technology-in-practice/#691017726443>

siber dünya arasında bir köprü görevi görerek, üretim şirketlerine akıllı üretimi ve stratejik yönetimi gerçekleştirmeleri için alternatif bir yol sunmaktadır.

Fiziksel nesnelerin sanal modelleri gerçek dünyadaki davranışlarını simüle etmek için dijital bir şekilde yaratılmaktadır. Bu nedenle dijital ikiz, fiziksel dünyadaki fiziksel varlıklar, sanal dünyadaki sanal modeller ve iki dünyayı birbirine bağlayan bağlı veriler olan üç bileşenden oluşmaktadır. Dijital ikiz, fiziksel nesnelerin ve sanal modellerin iki yönlü dinamik eşlemesini yansıtmaktadır. Bir diğer ifadeyle fiziksel varlıkların sanallaştırılmasıdır. Fiziksel operasyon süreci sanal yollarla değerlendirilmekte, analiz, tahmin, optimize edilmektedir. Sonuç olarak sanal sürecin gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Ürün tasarımı, üretim ve bakım sürecinin simülasyonu ve optimizasyonundan sonra, fiziksel prosesler optimize edilmiş çözümü gerçekleştirmek için yönlendirilmektedir. Sanal ve gerçeklik arasındaki etkileşim sürecinde verilerin entegrasyonu kaçınılmaz bir eğilimdir. Fiziksel dünyadan gelen veriler sensörler aracılığıyla sanal modellere iletilmektedir. Simülasyon verileri, değişikliklere yanıt vermek, işlemleri iyileştirmek ve değerleri artırmak için fiziksel dünyaya geri beslenmektedir.³⁷

Hem dijital ikiz hem de büyük veriler akıllı üretimi teşvik etmede önemli roller oynamaktadır. Dijital ikiz, üreticilerin fiziksel nesne ve dijital temsili arasındaki gerçek zamanlı ve iki yönlü eşlemeleri yönetmesini sağlamaktadır. Bu da siber-fiziksel entegrasyonun yolunu açmaktadır. Büyük verilerin doğru analizleri, tahmin yetenekleri ve dijital ikiz tetikli akıllı üretim ile birlikte sistemler ve dönüşümler daha duyarlı ve öngörülü hale gelebilecektir.³⁸

Akıllı üretimin geliştirilmesiyle üretim araçları artık geleneksel işleme operasyonlarını gerçekleştirmekle sınırlı değildir. Verimli üretim, üretim araçlarının optimizasyonunu gerektirir. Bu akıllı davranışlar, tüm üretim sürecindeki gerçek zamanlı verilere dayanmaktadır. Makine öğrenimi dijital ikiz sistemi, üretim süreci izleme ve optimizasyonu için kapsamlı bir platform sağlamaktadır. Çok sensörlü füzyon teknolojilerinin veri toplamada kullanılmasının ise oldukça avantajları bulunmaktadır. Veri iletimini işlemek için bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmiş düzeylerde kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle gerçek zamanlı veri işleme için, ağ sistemleri dijital ikiz uygulamalarının kilit faktörü olmuştur. 5G ağı gibi yeni nesil ağ

³⁷ Qi, a.g.e., s.3.

³⁸ Qi, a.g.e., s.3.

tekniklerinin uygulanması, dijital ikizi geliştirmek için kullanılabilecek yeni yaklaşımlardır.³⁹

3.3. DİJİTAL İKİZ AŞAMALAR

Önde gelen küresel araştırma ve danışmanlık şirketi olan Gartner, Dijital İkizi’i 2019’daki ilk on stratejik teknoloji trendinden biri olarak tanımlamıştır. Grand View Research, Dijital İkiz pazarının 2025 yılına kadar 27.06 milyar dolara ulaşacağını tahmin etmekte; bu rakam 2017’de 2.26 milyar dolardan yaklaşık on kat artış göstermiştir. Dijital İkiz teknolojileri yeni hizmetler ve yeni olanaklar sağlaması yeteneğiyle, Endüstri 4.0 için sadece “gelecek eğilimi” olarak değil, stratejik gündem merkezi haline gelmiştir.⁴⁰

Dijital ikiz bir anlamda, veri toplamak, veri iletişimi, simülasyon, öngörücü bakım faaliyetleri için fiziksel dünyadan dijital verilerin oluşturulmasıdır. Dijital ikizlerin üç ana boyutu vardır; fiziksel ürün, sanal ürün, veri bağlantıları. Dijital ikizin kavramsal mimarisi ise altı adımdan oluşmaktadır.

- 1- Verileri dijital sisteme bağlamak için cihazların tasarımı ve kurulumu; üretim ve planlama verileri ve iş yönetim sisteminde sensör kurulumunun tasarlanması, verilerin kurumsal sistemler aracılığı ile sürekli olarak güncellenmesi
- 2- Fiziksel süreç ile dijital platform arasında gerçek zamanlı olarak yaratılan iletişim süreci adımı
- 3- Bütünleştirme; veritabanında depolanan tüm verilerin hem çevrimiçi hem de çevrimdışı olarak toplanması.
- 4- Veri analistlerinden ve veri bilimcilerden bir analiz programı kullanılarak yapılan analiz adımları
- 5- Görselleştirme; analiz adımından elde edilen bilgilerin, gösterge tablolarında görselleştirilmesi
- 6- Eylem adım; dijital ikizin etkisini elde etmek için fiziksel ve dijital varlığa ilişkin veri geri bildirimlerinin kullanılması ⁴¹

³⁹ Xin Tong, Real-time machining data application and service based on IMT digital twin, Journal of Intelligent Manufacturing (2020) 31:1113–1132, s. 1131

⁴⁰ Kendrick Yan Hong Lim, A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives, Journal of Intelligent Manufacturing, 2019, s.2

⁴¹ Chaiwat Assawaarayakul ve ark., Integrate Digital Twin to Exist Production System for Industry 4.0, The 2019 Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-ICON2019), 2019 s.2

Dijital ikiz birkaç aşamadan oluşmaktadır:

- 1- Ön dijital ikiz: bir ürünü üretime sokmadan sanal ortamdaki davranışı ile geleceği tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Dijital ikiz öncesi ilk amaç gelecekteki sorunları tanımlamak ve riskleri ortadan kaldırmaktır.
- 2- Dijital İkiz: Verilerle sanal bir sistem oluşturulmaktadır. Sistem sanal ortamdaki bilgileri kullanmaktadır. Sanal sistemde tespit edilen problemler fiziksel sistemde düzeltilmekte ve gerekli önlemler alınmaktadır.
- 3- Uyarlanabilir Dijital ikiz: Bu aşamada uyarlanabilir bir arayüz kullanır.
- 4- Akıllı Dijital İkiz: Akıllı dijital ikiz nesneleri ve modelleri algılamakta, gözlem durumlarında sistemi incelemek için otomatik ayarları yapmaktadır.⁴²

3.4. DİJİTAL İKİZLERDE BÜYÜK VERİ YÖNETİMİ

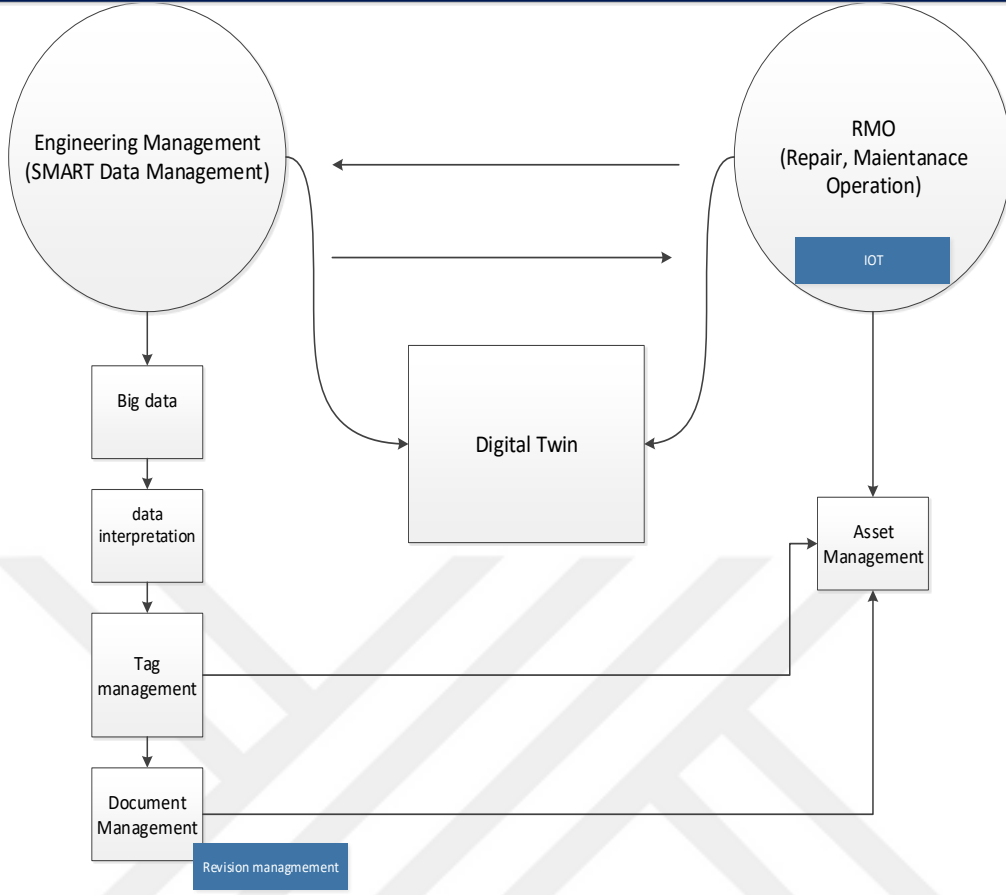
İnternet, nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, bulut bilişim, yapay zeka (AI) ve diğer yeni nesil bilgi teknolojilerinin ilerlemesiyle birçok sektörün verimini attırarak değerli fırsatları ortaya çıkarmıştır. Dünyada giderek daha fazla nesne internete bağlanmaktadır. Gartner, 2020'ye kadar IoT'ye 20 milyardan fazla cihazın (çoğu imalat sanayinden) bağlanacağını tahmin etmektedir. Sonuç olarak, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler de dahil olmak üzere 2020'ye kadar 40 zettabayttan (ZB) fazla verinin üretilmesi öngörülmüştür.⁴³

Büyük veri analitiğinin temel zorluklarından biri sonuçların görselleştirilmesidir. Bir işletmede farklı düzeylerde karar vermeyi yeterince desteklemek için içeriğe duyarlı görselleştirme konusunda yeni yaklaşımlar izlenmelidir. Üretimde IoT'nin yüksek düzeyde benimsenmesine rağmen, sistemlerin birlikte çalışabilirliğini sağlayacak düşük maliyetli ve tak ve çalıştır (plug-and-play) yaklaşımlar hala eksiktir. IoT sistemler imalatda daha fazla benimsendikçe, endüstriyel büyük veri artarak büyüyecektir.⁴⁴

⁴² Yeliz İleri, Murat Furat, A Roadmap for Digitalization of Industrial Processes Processes, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı, S. 349-357, Nisan 2020, s. 351

⁴³ Qi, a.g.e., s.2.

⁴⁴ D. Mourtzis, E. Vlachou, N. Milas, Industrial Big Data as a result of IoT adoption in Manufacturing, Procedia CIRP 55 (2016) 290 – 295, Greece, 2016



Şekil 3.2 Dijital ikizlerde doküman ve data yönetim sistemlerinin konumlandırılması

Üretim hattında büyük veriler yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler içermektedir. Endüstri verileri şekilde de görüldüğü gibi IOT sistemler ile toplanmaktadır. Bunun yanında mühendislik tasarım verileri akıllı dokümanlar ve dokümanlar üzerinde etiketlenmiş verileri içeren mühendislik araçlarında üretilmektedir. (akıllı boru akış çizimleri, akıllı elektrik ve çalgı aleti çizimleri vb.) .) Bu iki kümenin dijital bir simülasyonda birleşmesiyle doküman yönetimi tabanlı bir EDDMS (Mühendislik doküman ve veri yönetim sistemi) sistemin altyapısı ortaya çıkmaktadır. Akıllı sistemlerde ekipmanlar etiketlenirken, bir yandan fiziksel dünyanın da bir eşleneği yaratılmaktadır. Ekipmanların provenansa dayalı verileri ise dijital simüle yapıda arşivlenmektedir. Bir yandan da IOT aracılığı ile gerçek zamanlı doküman ve data yönetimi yapılmaktadır. Dijital ikizde katmanlar halinde arşivlenmiş verilerden, anlık üretilen gerçek zamanlı üretim operasyon verilerine tarihsel bir yolculuk çıkmak mümkün görünmektedir

Bunun yanında üretim tesislerinde dijitalleşen bir diğer alan da varlık yönetimi çalışmalarıdır. Dijital varlık yönetimi projeleri tasarlanırken gerçek zamanlı veriler her zaman planlarda varken, ekipmanların veya ünitelerin provenans verileri ve yine temel tasarım kayıtları hep gözden kaçmaktadır. Özellikle tesis veya ünite yıllar önce inşa edilmiş ise bu provenans verilerinin nerelerde olduğu ile ilgili hayal gücünün zorlanması gerekir. Bunlar içinde, arşive kaldırılmış aydınlar dosyaları çekmecelerde unutulmuş defterler, raporlar sayılabilir. Bu noktada arşivler birer büyük veri olarak nitelendirilirse veri analizine arşivlerden başlamak mümkün görünmektedir. Günümüzde yeni sayılan birçok tesis aslında tam anlamıyla “yeni yapılar” (greenfield) teknolojisi ile inşa edilmemiştir. Akıllı mühendislik araçlarını tesis inşasında ve ekipman imalatında kullanan tesislere tam anlamıyla greenfield tesis denilmektedir. Dijital ikizlerde, greenfield tesis olmak da tek başına yeterli değildir. Greenfield tesis inşası sırasında veri yönetiminde provenans kurgusu iyi yapılırsa eğer dijital ikiz istenilen düzeyde çalışabilmektedir. Günümüz tesislerinde provenans kurgusu çoğu zaman göz ardı edilen ve sonra geriye dönük çalışma gerektiren bir konudur. B metodoloji arşivcilik metodolojisi olarak bilinmekte ve kurguyu yapacak yetişmiş bilgi analistleri işletmelerde yeteri kadar bulunmamaktadır. Çok önemli teknik uzmanlıktan yoksun bir şekilde dijital ikiz projelerine başlanmakta, provenans veri kurgusunda proje tıkandığında ya da yıllar sonra çok ciddi bir arıza ya da kaza durumunda geçmişe dönük madenciliğine zorunlu olarak çıkılmaktadır. Kaybedilen zaman, iş gücü, maliyet ise bazen ünitenin ürettiği değer çok fazlası demek olabilir.

Arşivler büyük veriler olarak analiz yapılmayı bekleyen bakir büyük veriler olarak bir yanda beklemektedir. Gözden kaçan iki büyük konudan biri budur. Bir diğeri ise, hala veri üretiminden, analizine kadar provenans kurgusunun yapılmaması veri kümeleri içinde büyük açıklıkların oluşmasıdır. Bu dağınıklığın en büyük sebeplerinden biri veri analiz araçlarının çeşitliliği iken, bir diğeri provenans metodolojisinin bilinmemesidir. Gelecekte belki de bilgi analistleri olarak adlandırılacak arşivciler, bilgi belge yöneticileri bu metodolojileri bu sistemlerde uygulayabileceklerdir.

3.5. DİJİTAL İKİZ BİLEŞENLERİ

Dijital ikiz bileşenleri birçok bileşenden bir araya gelmektedir.

1) Görselleştirme araçları Bu araçlar toplanan verilerin görüntülenmesini sağlamaktadır. Genellikle 3D modeli olarak tasarlanmaktadır.

2) Veri analiz araçları: Dijital bir ikiz, ürün yaşam döngüsü boyunca büyük miktarda veri toplamakta ve depolamaktadır. Bu veriler daha sonra optimize etmek için analiz edilmektedir.

3) Simülasyon modelleri: Ürünün gelecekteki durumlarını ve ürünün yapısal sağlığını tahmin etmek için kullanılmaktadır.

4) Ürün modelleri. Bu modeller simülasyon modelleri ve görselleştirme araçları tarafından kullanılmaktadır.

5) Veri depolama: Ürün yaşam döngüsü boyunca çok çeşitli ve yapılandırılmamış veri depolanmaktadır. Veri depolama sistemi, bu verilerin depolanmasından ve kullanılabilirliğinin ve dayanıklılığının sağlanmasından sorumludur.

6) Karar verme: Dijital bir ikiz kararları bağımsız olarak verebilmelidir. İşlemine kendi kendine optimize etmekte ve bir insan operatörden daha hızlı tepki vermektedir.

7) Entegrasyon: Dijital bir ikiz birden fazla sistemden oluştuğundan, işbirliğini sağlamak için bunları birbirine bağlanması gerekmektedir.

8) Kullanıcı arayüzü: Dijital ikiz, ürünün kolay yapılandırılması ve izlenmesi için bir kullanıcı arayüzü sağlamaktadır.⁴⁵

Dijital ikizlere yönelik beklentiler, ürün yaşam döngüsü boyunca çok sayıda fayda sunması beklendiği için oldukça yüksektir. Bu kavram son zamanlarda büyük popülerlik kazanmıştır. Bir dijital ikizin fiziksel ikiz durumunu tamamen yansıtmaya yeteneği gibi bazı özelliklerinin pratikte mümkün olmadığı açıktır. Bununla birlikte, dijital bir ikiz sürekli olarak geliştirilmektedir ve yayınlanan makale sayısı hızla artmaktadır. Buna ek olarak, dijital bir ikiz tamamen yeni bir kavram değildir ve 2000'li yılların başında sunulan kavramların üzerine inşa edilmiştir ve bu anlayışta gerçek bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Sürekli gelişmeye ve dijital ikizlere ihtiyaç duyulmasına rağmen, dijital ikizlerin gerçekleşme konularında da eksiklikleri bulunmaktadır. Gerçekleşmeyi zorlaştıran şey, dijital bir ikizin karmaşıklığı ve sunduğu işlevsel özelliklerdir. Dijital ikiz, bu işlevleri sunmak için harici sistemlerle birlikte çalışan bir dizi bağlantılı sistemden oluşmaktadır. Bu nedenle, dijital ikizlerin oluşturduğu sistemler ile harici sistemler arasındaki birlikte çalışabilirlik esastır. Bu birlikte çalışabilirliği sağlamak için, sistemler

⁴⁵ Riku a.g.e., s.21.

arasında iletişim için standart arayüzler ve protokoller gereklidir. Bununla birlikte, genel olarak IoT'nin yanı sıra dijital ikizlerle standartlaşma eksikliği vardır. ⁴⁶

3.6.ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ

Ürün yaşam döngüsü yönetimi (Production Lifecycle Management PLM), bir ürün için ilk tasarım fikirden yaşam döngüsü boyunca emekli oluncaya kadar “yaşam döngüleri boyunca ürünleri yönetmek” anlamına gelmektedir. Dijital ikizlerin ortaya çıkışı ürün yaşam döngüsü yönetiminin dijitalleştirilmesini daha yüksek bir seviyeye itmektedir, bu da tüm ürün yaşam döngüsünün tüm süreçlerini izlemeyi ve optimize etmeyi amaçlamaktadır. Dijital ikiz akıllı üretim için önemli bir teknolojidir. 2003 yılında sanal alanda ürün yaşam döngüsünü yönetmek için, gerçek alandaki fiziksel ürün, sanal alandaki sanal ürün ve bu iki alan arasındaki veri iletimini içeren üç bölüm olarak tanımlanmıştır ⁴⁷

PLM kavramını ürünün beşikten mezara yaşamı olarak ilk defa Grieves, tanımlamıştır. PLM, ürün verilerinin ürünün farklı aşamalarındaki paydaşları ile süreçler ve kuruluşlar arasında paylaşıldığı, bilgi teknolojileri tarafından desteklenen, ürün merkezli yaşam döngüsü odaklı bir iş modelidir. ⁴⁸

PLM'nin günümüzdeki en büyük sıkıntısı, üretim organizasyonlarında uygun şekilde kurumsallaştırılmamış olmasıdır. Günümüzde şirketler geleneksel yöntemle PLM veya sayısallaştırma yolu arasında bir geçiş aşamasındadır. Her ne kadar çeşitli araştırmacılar PLM için başarı faktörlerinden bahsetse de, kritik açmazlar ve bağımlılıklar nadiren incelenmektedir. PLM sürecinde, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması, eğitim, öğretim, liderlik, BT altyapısı, sistem çözüm sağlayıcısının seçimi, veri güvenliği ve risk yönetimi oldukça önemlidir. Bu faktörlerin iyileştirilmesi PLM sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. ⁴⁹

PLM süreçlerinde önemli bir konu da ürün veri depolamasıdır. Veriler bir şirket içinde ve dışında veritabanları, dokümanlar, dosyalar, çizimler, notlar gibi bir galaksiye

⁴⁶ Riku 2019, a.g.e., s.22.

⁴⁷ Sihan Huang, Blockchain-based Data Management for Digital Twin of Product, Journal of Manufacturing Systems 54 (2020) 361–371, s.361

⁴⁸ Sergio Terzi, Product Lifecycle Management From Its History to Its New Role, Int. J. Product Lifecycle Management, Vol. 4, No. 4, 2010, s.364

⁴⁹ Shikha Singh, Establishment of Critical Success Factors for Implementation of Product Lifecycle Management Systems, International Journal of Production Research, 2020, Vol. 58, No. 4, 997–1016, s. 1012

dağılmıştır. Buna bilgi siloları da denmektedir. Etkili bir PLM oluşturmak, bu galaksiyi tutarlı bir veri akışına indirgemek, fazlalıklardan ve boşluklardan kaçınmak anlamına gelmektedir. Bu bakış açısı ile PLM, işletmenin tüm bölümlerinin etkilendiği kurumsal düzeyde bir uygulamadır. Ayrıca PLM sadece bilgi teknolojilerinin konusu değildir, BT'nin temel bir rol oynadığı (araçlar, birlikte çalışabilirlik standartları, mimariler, vb.) ama aynı zamanda iş süreçleri ve metodolojileri ile iş birimlerinin de içinde olduğu bir dijital dönüşüm adımıdır. Metodolojiler, süreçler ve bilgi teknolojileri, PLM'nin üç temel aşamasıdır.⁵⁰

Genel olarak, bir mühendislik PLM'sinin 5 ardışık aşaması vardır.

- Tasarım aşaması: Entegrasyon, tanımlama, yenilik yapma, analiz etme, onaylama
- Üretim aşaması: Üretim, modelleme, optimizasyon, kişiselleştirme
- Dağıtım aşaması: İşbirliği, teslimat, konum izleme
- Kullanım aşaması: Değerlendirme, çalıştırma, yeniden yapılandırma, bakım, destek
- Kullanım ömrünün sona erme aşaması: Aşamalı olarak durma, geri kazanım, geri dönüşüm, bertaraf⁵¹

Dijital İkiz 2003 yılında ilk kez ortaya çıktığında, yaşam döngüsü boyunca ürün izleme için bir konsept olarak geliştirilmiştir. 2017'den itibaren model simülasyonları ile dinamik bir sanal varlığa dönüşerek gerçek zamanlı ve iki yönlü iletişim kuran bir yapı haline dönüşmüştür. Günümüzde ise, üretim ve üretimin performansını optimize etmek için karar verme desteği ile dijital işbirliği olarak tanımlanmaktadır. PLM sistemlerinde amaç, karlılığı en üst düzeye çıkarmaktır.⁵²

Ürün yaşam döngüsü yönetimi, dijitalleşme grupları, tasarımcılar, üreticiler, müşteriler gibi farklı paydaşlar arasında bütünsel bilgi alışverişini ifade etmekte ve bunlar arasında daha fazla etkileşim sağlamaktadır. PLM çok büyük miktarda verinin verimli bir şekilde ele alınmasını gerektirmektedir. PLM'nin farklı aşamaları boyunca ürünler sadece üretici firma içinde değil, aynı zamanda firmanın sınırlarının ötesinde dağıtılmış, mobil ve işbirlikçi ortamlarda da yer almaktadır. Öte yandan, dijitalleşme ile birlikte, ürünler süreçler ve BT ortamları karmaşılaşmakta, veri hacmi son derece büyümekte ve veri

⁵⁰ Terzi, a.g.e., s.22

⁵¹ Lim, a.g.e., s.19.

⁵² Lim, a.g.e., s.17.

biçimlerinde çeşitlilik giderek artmaktadır. Bu bileşenleri de yönetmek giderek zorlaşmaktadır. Dağıtılmış ve heterojen ürün verilerinin bütünsel yönetimini desteklemek için esnek bir sistem, tüm PLM'yi kapsayan bir bilgi platformu sağlaması açısından çok önemlidir. Birbiriyle bağlantılı veri analizini desteklemek ve farklı alanlardan gelen veriler arasındaki bağlantıları modellemek için standart ve endüstri çapında kabul edilmiş PLM veri modelleri sağlamak çok önemlidir.⁵³

Teknoloji ve PLM ne kadar gelişmiş olursa olsun, süreçler insanlar tarafından yönetildiği, kontrol edildiği, uygulandığı ve gerçekleştirildiği için insanlar her zaman vazgeçilmezdir. Dijitalleşme nedeniyle, karmaşıklık, soyutlama ve problem çözme becerilerine sahip yetkinlikler için gereksinim artacak ve çok disiplinli bilgiye sahip olanlara duyulan ihtiyaç da artacaktır. Gelecekte PLM'lerin ürün ve lojistikte daha iyi izlenebilirliği, malzeme geri dönüşümünde iyileştirmeleri ve kaynak kullanımı optimizasyonunu sağlaması beklenmektedir.⁵⁴

3.7.ÜRÜN YAŞAM DÖNGÜSÜ VE BLOKZ İNCİRTEKNOLOJİSİ

Veri yönetimi, ürün yaşam döngüsü yönetimi için dijital ikiz ürünün başarılı bir şekilde uygulanması için çok önemlidir. Ancak, veri yönetimi süreci karmaşık ve zordur. Bu nedenle, bu sorunu çözmek için blok zinciri teknolojisine başvurulmaktadır. Bir işleme kaydedilen veriler doğrulandıktan sonra, işlem artık değiştirilemez olarak kaydedilmektedir. Ürün yaşam döngüsü içinde sisteme bağlanan eşler arası bir ağ oluşturulmaktadır. Ürün dijital ikizinin tüm eylemleri işlem tarafından kaydedilmektedir. Fiziksel ürün ile sanal ürün arasındaki sensör verileri de işlemle birlikte kaydedilmektedir. Tüm işlemler, bir blok zinciri oluşturmak için kriptografi kullanılarak bağlanan bloklarda saklanmaktadır.⁵⁵

Dijital İkiz, otomasyon, erişilebilirlik ve şeffaflık sağlarken, kaynaklar ve çalışma saatleri gibi temel maliyetleri de azaltmaktadır. Büyük veri analitiğinin dijital ikize dâhil edilmesi daha fazla öngörü ve daha iyi karar verme desteği sağlarken dijital ikiz simülasyonlarındaki iyileştirmeler süreçler sırasında daha iyi izleme ve şeffaflık katmaktadır. Fakat görülmektedir ki çalışmaların çoğunluğunda dijital ikizin teknik

⁵³ Y. Xin, V. Ojanen, The Impact of Digitalization on Product Lifecycle Management: How to Deal with it?, Proceedings of the 2017 IEEE IEEM, s. 1101

⁵⁴ Xin ve Ojanen, s. 1101.

⁵⁵ Huang, a.g.e., s. 363.

yönleri diğer alanlarda başarıyı sağlayacak kadar iyi kurulmamıştır. Bunlardan biri de blok zinciri teknolojisidir.⁵⁶

Blok zinciri kısaca, şifreleme kullanılarak bağlanan blokların büyüyen bir listesidir. Her blok, önceki bloğun şifreleme karmasını, zaman damgasını ve işlem verilerini içermektedir. İlgili herhangi bir kaydın, sonraki tüm bloklarda değişiklik yapılmadan geriye dönük olarak değiştirilemeyeceği, merkezi olmayan, dağıtılmış ve halka açık bir dijital defterdir. Blok zinciri, ilk defa 2008 yılında kripto para birimi Bitcoin'in kamu işlem defteri olarak hizmet etmesi için icat edilmiştir.⁵⁷

Endüstriyel blok zinciri tabanlı PLM platformu kurgusu için açık, birbirine bağlı ve merkezi bilgi paylaşımı ve servis alışverişleri için geliştirilmiştir. Yalnızca işletme içindeki bilgileri yönetmek ve entegre etmekle kalmaz, aynı zamanda bilgi ve hizmet paylaşımını çapraz işletmeler arasında gerçekleştirmektedir. Özelleştirilmiş sistem sayesinde otomatik olarak işlenen ve yayın yapan çok kaynaklı ve heterojen veriler için de kullanılmaktadır. PLM sistemlerde standart bir blok veri yapılabilmesi için ürün yaşam döngüsü boyunca çeşitli veriler işlenmektedir. Bunun yanında, kılıklı sözleşmeli işlemlerin yürütülmesi ve uyarı hizmetleri, ürün yaşam döngülerindeki ürün akışlarını kolaylaştırır. İşletmenin ürün ve hizmetlerinin kalitesini artırmak için anında karar verme ve destek sağlamasına yardımcı olur.⁵⁸

⁵⁶ Lim, a.g.e., s. 18.

⁵⁷ Huang, a.g.e., s.362

⁵⁸ X., L. Lui, Industrial blockchain based framework for product lifecycle management in industry 4.0, Robotics and Computer Integrated Manufacturing 63 (2020), s. 13

4.BÖLÜM:

MÜHENDİSLİK VERİ VE DOKÜMAN YÖNETİM SİSTEMLERİ (EDDMS)

4.1. EDDMS NEDİR?

EDDMS, yapılandırılmamış bilgileri akıllı bir dijital varlığa dönüştürerek, tesisin tüm karmaşık yapılarını görselleştirme, inşa etme ve yönetmek üzere kurgulanan, tüm yaşam döngüsü boyunca güvenli ve verimli çalışma imkanı yaratan sistemlerdir.⁵⁹

Üç boyutlu (3D) platform üzerinde tesisin dijital ikizinin yaratılarak, sanal dijital ikiz üzerinde etiketleme, haritalama, indeksleme, arşivleme, dağıtma, yönetme gibi belge yönetim kabiliyetlerinin entegre edilmesi ve gelişmiş belge analiz tekniklerinden yararlanan, mühendislik güncel verisi ve belgelerini birlikte yöneten, eşzamanlı mühendislik yönetimi yapılabilen “Mühendislik Veri ve Belge Yönetim Sistemi” dir.

Sistem felsefesi etiket tabanlı sorgularla her bir veriye ve belgeye ulaşım sağlamaktır. Etiket yönetimi provenans sistemi gözetilerek yapılmaktadır. Sistemde ekipman bilgileri provenans prensibi ile biraraya getirilmektedir. (3D modeller, belgeler, işlem verileri ve etiket dizinleri vb.). Mühendislik belge ve veri yönetimi açısından sistem bir dijital ikiz olarak da tanımlanabilir. Sistemin olmazsa olmaz bir parçası da akıllı dokümanlardır. Akıllı dokümanlar üzerinde ekipmanlar, hatlar, borulara vb. ilişkin veriler etiketlenmektedir. Akıllı dokümanların değişik mühendislik araçları kullanılarak 3D yapıya dönüşümü sağlanmaktadır. Tesis özelinde akıllı dokümanlar mecbur değilse akıllandırmak için tesis lazer tarama ile taranarak 3D yapısı çıkarılmaktadır. 3D yapı üzerinde fiziksel ekipmanlar, borular, hatlar vb. etiketlenerek, 3D içinden akıllı dokümanlar parça parça üretilebilmektedir. EDDMS “tamam akıllı (full smart) bir sistemdir. Full smart yapı kurulmadan dijital ikizi kurgusunda yapılamaz. Bundan dolayı tesis özelinde manuel toplanan verilerin sistematik hale getirilmesi, belgelerin tamamen dijital ve akıllı olması, veri ve belgelerin provenans prensibine göre tasnifi çok önemlidir. Sonrasında BT çalışmaları dâhilinde kurumsal mimari ile entegrasyonu için bir plan hazırlanmalıdır. Entegre edileceği harici sistemler, (ERP vb.), bilgi güvenliği risklerinin yönetilmesi ve sistem veritabanı altyapısının kurgusu (bulut sunucu veya gerçek sunucu sunu gibi) gibi çalışmalar da sistemin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. EDDMS, ERP sistemleri ile entegre olarak tesis bakım bildirimleri ve iş emirleri

⁵⁹ Hyundai Engineering Chooses Intergraph Smart® Enterprise Portal for Design Communication and Collaboration

ekranları üzerinden ekipman ile ilgili belgelere ulaşmak için ortak bir web portalı de yaratmaktadır.

Böylece, tesis özelinde, tüm mühendislik verilerinin görüntülenmesini ve dijital tesis varlığı veya “dijital ikiz” için tek bir erişim kaynağı yaratılmış olur.

EDDMS sistemi kurmaya başlarken yine düşünülmesi gereken bir konuda tesis ayrışım yapısıdır (Plant breakdown structure PBS). PBS tesis içinde herhangi bir alan, birim, sistem, disiplin vb. ayrışım yapısıdır. Tıpkı arşiv dosya planı hazırlar gibi bir PBS hazırlaması gerekmektedir. PBS, bir tesisin tasarım temelini yönetmek için gerekli önemli bir dayanaktır. İş ayrışım yapısını (Work breakdown structure WBS) ise iş paketleri tanımıyla yönetmek gerekmektedir. WBS bir anlamda süreç yönetimidir. WBS’in doküman yönetimi sitemleri ile benzeştiği alan ise form yönetimi ifade edilebilir. WBS ile oluşturulan iş süreçleri, hem kapital sermaye projeleri (CAPEX) hem de operasyon gider projeleri (OPEX) projeleri için mühendislik, inşaat ve satın alma gibi faaliyetleri yönetmenin kritik bir parçasıdır.⁶⁰

4.2. EDDMS BİLEŞENLERİ

Günümüzde bilgi ve veri yönetimi oldukça kritiktir ve rekabet için bu yönetim yapısına sahip olmak olmazsa olmazdır. Tedarik zincirinin böylesi geniş ve dağınık olduğu bir dünyada İşletme sahibi (Owner Operator) şirketler birçok işlerini dış kaynaklardan sağlamaktadırlar. İşletmeler kimi zaman kurumsal veri ve bilgilerini bu dış kaynak sistemlerde tutmaktadır. Bu verilerin ve bilgilerin transferleri de düşünüldüğü gibi kolay olmamaktadır. Bu noktada veri ve bilginin paylaşıldığı paydaşlarla birlikte yönetilecek sistemler kurgulanmalıdır. Yani işletme sahibi firma hangi sistemlerle çalışacağına ve nasıl bir sistem kurgulayacağına karar vermelidir. Burada önemli olan “işletme sahibinin ihtiyaçlarıdır. Bu ihtiyaçlar da dijital ikiz sisteminin ana bileşenlerini oluşturmaktadır.

- Zero footprint ⁶¹özelligi: 3D modelde dâhil olmak üzere her şeyi herhangi bir yazılım yüklemesi olmadan ve web tarayıcısını kullanarak bir donanıma ihtiyaç duymadan görüntülenebilme özelliği

⁶⁰ Hexagon PPM Solution Paper, Smartplant Enterprise for Owner Operators Core Solution https://bynder.hexagon.com/m/307bece5efd33efe/original/Hexagon_PPM_SPO_Core_Solution_Sheet_US_2019.pdf

⁶¹ * Sıfır yer kaplama tasarımı; istemciye hiçbir uygulamanın, eklentinin kurulmaması veya indirilmemesi anlamına gelir. Görüntüleme yetenekleri, makinedeki veya tarayıcıdaki yerel tarayıcılarla sağlanır.

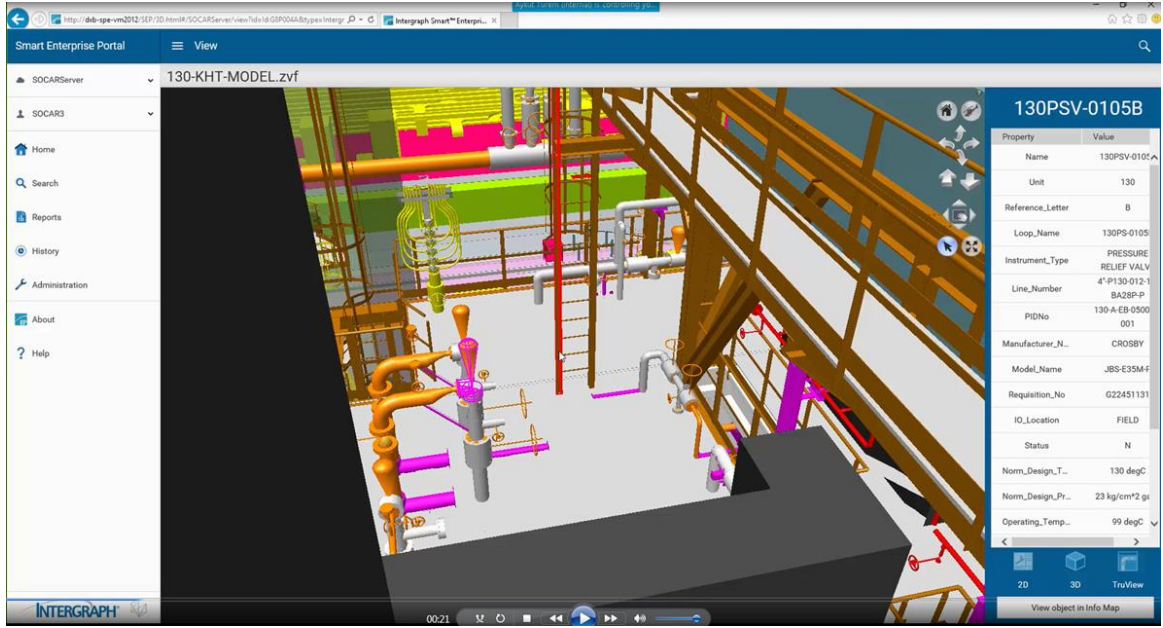
- Entegre belge yönetimi modülü: Hem belgeler hem de veriler birbirine entegre edilmiş, yüksek kalitede bir "dijital ikiz" tarafından yönetilmelidir. Belgelerin etkili ve tutarlı yönetimi, mevzuatlara uygunluğu sağlamak ve tesis karmaşık süreçlerinde tanımlanan birçok belgeyi yönetmek için gerekmektedir. Belge numaralarının ve iş akışlarının tanımlanması, tesis geliştirme ve yenileme projeleri sırasında, belgeleri ilgili paydaşlara gözden geçirmek üzere dağıtmak için kritik bir süreçtir. EDDMS belge yönetimi ve veri aktarımları için hem proje hem de operasyon ihtiyaçlarını tesiste birlikte yönetebilecek bir yapı sunarken, belge numaralandırmasının merkezi tahsisi de sağlamaktadır.

Belge yönetimi özellikleri içinde standart nitelikler bulunmaktadır. Belge üstverilerinin düzenli yakalanması, belge revizyonu dosya arşivleme, belge dağıtımı ve inceleme, çevrimiçi onay süreçleri gibi birçok işlemin standartları oluşturulmaktadır. Bunun yanında belgeler fabrikalara (üretim hattı) veya ünitelere, etiketlere, referans belgelere, sözleşmelere, disiplinlere ve daha fazlasına bağlanabilmektedir. EDDMS'in standart belge yönetimi sistemlerinden ayrılan en önemli özelliği de bu ilişkidir. EDDMS, veri merkezli bir sistem olmasından dolayı bu ilişkiyi kolayca sağlayabilmektedir. Belge yönetimi merkezli sistemlerde bu ilişki sağlamak pek mümkün görünmemektedir. Belge yönetimi merkezli sistemlerin çok yakın gelecekte Sanayi 4.0'ın zoraki tetikleyeceği ile veri merkezli çözümlere de evrilmesiyle mümkündür.



Şekil 4.1 EDDMS içinde tag yönetimi ve dokümanlara tag merkezinden erişim görüntüsü

İşletmenin, alt yüklenicilerinin ve tedarikçilerinin, sistem kullanım kılavuzları, ekipman veri kitapları, imalat kayıt defterleri ve sistem tamamlama dosyaları gibi birçok karmaşık, derlenmiş belgenin de sistem içinde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Etiket yönetimi (tagleme) ile bu belgeler ekipman etrafında görselleştirilerek yönetilmektedir. Veri merkezli özelliği ile ekipman verisinin bulunduğu tüm dokümanlar birbiri ile ilişkilidir. Veri değişikliğinde ilişkili tüm dokümanlarda eş zamanlı değişiklik sağlanmış olur.



Şekil 4.2 3D içine gömülü belgelere erişim görüntüsü

Sistem ekipman verilerini 3D içinde gerçek zamanlı bir görüntüde sunmaktadır. 3D görüntüsünde tüm varlıklar etkilenmiştir. Varlıkların provenans verilerine ve belgelerine de aynı ekran üzerinden erişim sağlanmaktadır.



Şekil 4. 3 3D içinde güncel ekipman verisinin görüntülenmesi

Sistemde güncel ekipman verileri ise sensörlerden beslenmektedir. Ekipmanın geçmişi provenansa dayalı veri ve belge yönetimi ile sağlanırken, güncel veriler sensörler aracılığı ile sisteme entegre edilir. Hem provenans verileri hem de gerçek zamanlı veriler sistemde ekipmanın geleceğine ilişkin öngörülerini de geliştirmeye olanak tanımaktadır.

- Entegre bir MOC (Management of Change, Değişiklik Yönetimi) : MOC Sistemi EDDMS sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır. Zira tüm değişiklik süreçlerini yönetmek için manuel iş akışları kullanmak ve veriyi dokümanı harici sistemlere çıkararak parça parça çalıştırmak provenans bütünlüğünün korunamamasına sebep olmaktadır. Entegre bir MOC, tüm OPEX projelerinin (operasyon gider projeleri: tesisin yaşam döngüsü içinde sahada gerçekleştirilecek tüm mühendislik çalışmaları) mühendislik verilerini ve dokümanlarını güncel tutmak için sistemin ihtiyaç duyduğu en önemli bileşenlerdendir. Bu şekilde, mühendislik verileri ve belgeleri güncellenmeden değişiklikler sonlandırılmaz.
- Entegre süreç yönetimi işlevi: Tüm paydaşların yorum paylaşmasına ve satıcı, alt yüklenici, EPC (Engineering, Procurement, Construction, mühendislik, tedarik ve inşaat) yüklenicisi ve işletme dâhil belge revizyonlarının yönetilmesine imkan sağlayan altyapıdır.
- Entegrasyon: ERP sistemlerle zorunlu entegrasyon altyapısının kurgulanması gerekmektedir.

- EDDMS içinde ortak bir veritabanı altyapısı kullanılması gerekmektedir. Aksi takdirde gelecekte yapılacak olası veri paylaşım çalışmalarında birtakım zorluklarla karşılaşılabilir.
- Etiket Yönetimi: Tesis mühendislik numaralandırma sistemine uygun olarak ekipmanların numaraları tutarlı ve doğru bir şekilde tahsis edilmelidir. Etiket kaydında tasarım özelliklerinin belirtilmesi, tesis yaşam döngüsü içinde özellikle bakım işlemleri için oldukça önemlidir. Etiket numaralarının önceden tanımlanmış bir mühendislik numaralandırma sistemine göre tanımlanması doğru ve tutarlı numaralandırmayı sağlamaktadır. Numaralandırma sistemi ekipmanının provenans verilerinden biri olarak düşünülebilir.

4.3. AKILLI DOKÜMANLAR

Günümüzde, bilim insanları ve mühendisler deneylerden ve giderek artan bir şekilde yüksek performanslı bilgisayarlarda çalışan simülasyonlardan gelen bilgileri anlamaya yardımcı olmak için gelişmiş görselleştirme teknikleri kullanmaktadırlar. Ancak bu bilgileri raporlarda diğer mühendislere ve karar vericilere sunmak için mevcut olan teknikler çok yalın kalmaktaydı. İntranet ve internet tarafından dağıtılan elektronik belgelerin artan kullanımı ile bilimsel ve mühendislik raporlarında etkileşimli görselleştirme teknikleri sağlama fırsatı doğmuştur. Elektronik belgelerin artan kullanımı, bilimsel alanlarda ve mühendislik raporlarında gelişmiş görselleştirme teknikleri akıllı dokümanların yayınlaşmasına sebep olmaktadır.⁶²

⁶² Mikael Jern, "Smart" Documents with ActiveX 3D Data Visualization Components, Digital Media: The Future, Springer-Verlag London 2000, s.144-159, s. 145

kullanıldığı görülmektedir. Dijital dönüşümle kendimizi dijital ikiz sistemlerin içinde bulduğumuz şu günlerde, tesislerdeki dönüşümü de adım adım planlamalıyız. Geldiğimiz noktada EDDMS'den erişilen etkileşimli P&ID'ler ise artık bir zorunluluktur.⁶³

4.4. EDDMS'LERDE ETİKET (TAG) YÖNETİMİ VE PROVENANS İLİŞKİSİ

Eski dönem kitap sahiplerine ilişkin biyografik ve bibliyografik bilgiler “Exlibris”⁶⁴ lerle ilişkilendirerek günümüze kadar ulaşmıştır. Bugün birçok kütüphanede el yazmaları ve eski kitaplarda provenans veri analizi çalışmaları yapılmaktadır.

Mühendislik ve inşaat projeleri için Tag yönetimi (Etiket Yönetimi) hassas bir konudur. Etiket listesi eksiksiz, birleşik ve bağlantılı olmalıdır. İyi kurgulanmamış etiketler, veri yönetimini etkilediği gibi, mühendislik çalışmalarını da karışık bir açmaza sokmaktadır. Aynı zamanda tedarik, inşaat ve devreye alma çalışmaları için ciddi sorunlar doğurabilmektedir. Etiket yönetimi söz konusu en tipik problem etiket verilerinin nerede olduğudur. Etiket verileri, dosya sunucularındaki e-tablolarda, çalışanların masaüstünde veya flash sürücülerde bulunabilmektedir. Her şeyi merkezileştirmek zor olduğu gibi, buna tag yönetimi de dâhildir. Tutarlı bir etiket yönetimi stratejisini rayından çıkaran temel sorun, farklı grupların etiketler ve etiket verileri üzerinde çalışmalarıdır. Bu nedenle veriler farklı yerlerde yaratılmakta ve birbirinden bağımsız bir şekilde yaşamaktadır. Etiket verileri dağınık bir şekilde yönetilirse, mühendislik projesi içinde bir ekipman parçası için birden fazla tasarımı üretilmekte veya ticari gruplar nitelik ve niceliksel olarak yanlış satın alma yapabilmektedir. Ayrıca sistem devreye alma ekipleri (commissioning) bütüne hakimiyetini kaybetmekle birlikte, parçaların birlikte çalışılabilirliklerini, tesis kapanış ve durdurma faaliyetlerini doğru test etmeleri zorlaşmaktadır. . Sıklıkla karşılaşılan bir büyük sorun ise, etiket listelerinin belge yönetim, inşaat, tedarik ve devreye alma disiplinleri ile bağlantı kuramıyor olmasıdır. Bu büyük bir sorundur, çünkü bu disiplinlerin tümünün temel işleri etiket veri tabanındaki mühendislik verilerine dayanmaktadır ya da işlerini tamamlamak için etiket verilerini kullanmaktadırlar. Etiket verilerini merkezi olarak yönetmek, bir işletme için global etiket verilerini tek bir uygulamada merkezileştirmektir. İdeal bir sistem etiket verilerini numaralandırma ve tanımlama için bir iş akışını tetiklemeli ve bunu

⁶³ Star Refinery EDDMS Presentation, HXGN LIVE 2019 / Las Vegas

⁶⁴ Ekslibris (Latince: kitaplardan) genellikle kitap kapağının iç tarafında veya ilk sayfalardan birinin üstünde bulunan kitap etiketin veya iyelik yazısını tanımlamak için sıkça kullanılan Latince deyiştir, Wikipedia, https://tr.wikipedia.org/wiki/Ex_libris

otomatikleştirmelidir. Sistem içinde etiketlerde kimin hangi değişiklikleri yaptıklarının izlenmesi hesap verebilirliği ve görünürlüğü de sağlamaktadır. Etiket yönetimi, tedarik, belge yönetimi, inşaat ve devreye alma disiplinleri ve bunların kullandıkları teknolojik araçları ile bütünleşmelidir. Ana hedef, tüm etiket verilerini tek bir uygulamada merkezileştirmektir. Entegre olmayan bir yapının iş verimliliği ve sürdürülebilirlik yönünden katma değeri tartışılır bir durum yaratmaktadır. Kullanıcıların sisteme sadece internet bağlantısı erişebilmesi mümkün olmalıdır. Tek bir merkezde etiket verileri bulunmalı ve paydaşların çalıştığı ortak bir liste olmalıdır. Merkezi etiket yönetimi veritabanı ile projeler arası işbirliğini artırma da mülküdür. Örneğin, bir yenileme projesinde (rewamp) etiket listeleri çoğaltılabilir, üstverilerin aktarımı sağlanabilir. Etiket yönetimi, mühendislik adam saat ücretleri düşünüldüğünde, hem yönetim hem de veri girişi açısından büyük bir zaman tasarrufudur. Bunun yanında ortaya çıkan bir fayda ise optimize edilmiş iş akışlarıdır. Etiket numaralandırmasını standartlaştırmanın yanında, akıllı numaralandırmaya yönelmek veri yönetimi açısından oldukça efektif sonuçlar ortaya koymaktadır.⁶⁵

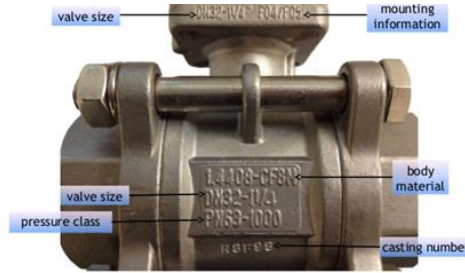
Hesap verebilirlik ve görünürlük açısından bir diğer önemli konu provenans bilgileridir. Mühendislik projeleri, iyi kurgulanmış etiket kaydı sağlayan bir sisteme her zaman ihtiyaç duymaktadır. İdeal sistem, hangi etiket bilgisini kimin düzenlediği, ne zaman yaptığı gibi provenansa bilgileri de tutmalıdır. Benzer şekilde, kritik bir etiket verisi değiştiğinde, bunun bir nedeni olması gerekir ki, daha sonra bu etikete ulaşan birisi için, bu veri parçasının neden değiştiği ile ilgili sorulara cevap bulabilir. 21. yüzyıldaki projelerin sahip olması gereken çok önemli bir kontrol düzeyi de provenanstır.



⁶⁵ The Art of TAG Data Management for Engineering and Construction Projects, ProjecTools, <https://projectools.com/the-art-of-tag-data-management-for-engineering-and-construction-projects/>

Şekil 4.5 Hollandalı doktor Cornelis Hendrik à Roy'un kitapçığı. Lahey, Koninkijlke Bibliotheek, KW 171 D 17

Bir kitabın üzerindeki exlibris verilerinde kitabın ait olduğu kitaplık belirtilmiştir. Bu verilerin yer aldığı exlibrisler birer etiket örneği olarak tanımlanmaktadır. Exlibrislerdeki verilerin analiz edilmesi ile birçok tahmin ve bilgiye de erişmek mümkündür.



Şekil 4.6 Ekipman üzerinde yapılan etikleme (tag'leme)

Kitap exlibris'leri gibi ekipman etiketleri üzerindeki veriler dijital ikiz projeleri için olmazsa olmaz bileşenlerdir. Bu veriler ekipmanın ve tesisin provenans bilgilerini koruduğu gibi gelecek ile ilgili tahmin ve öngörülerini de yine veri analizi ile sağlamak mümkün kılmaktadır.

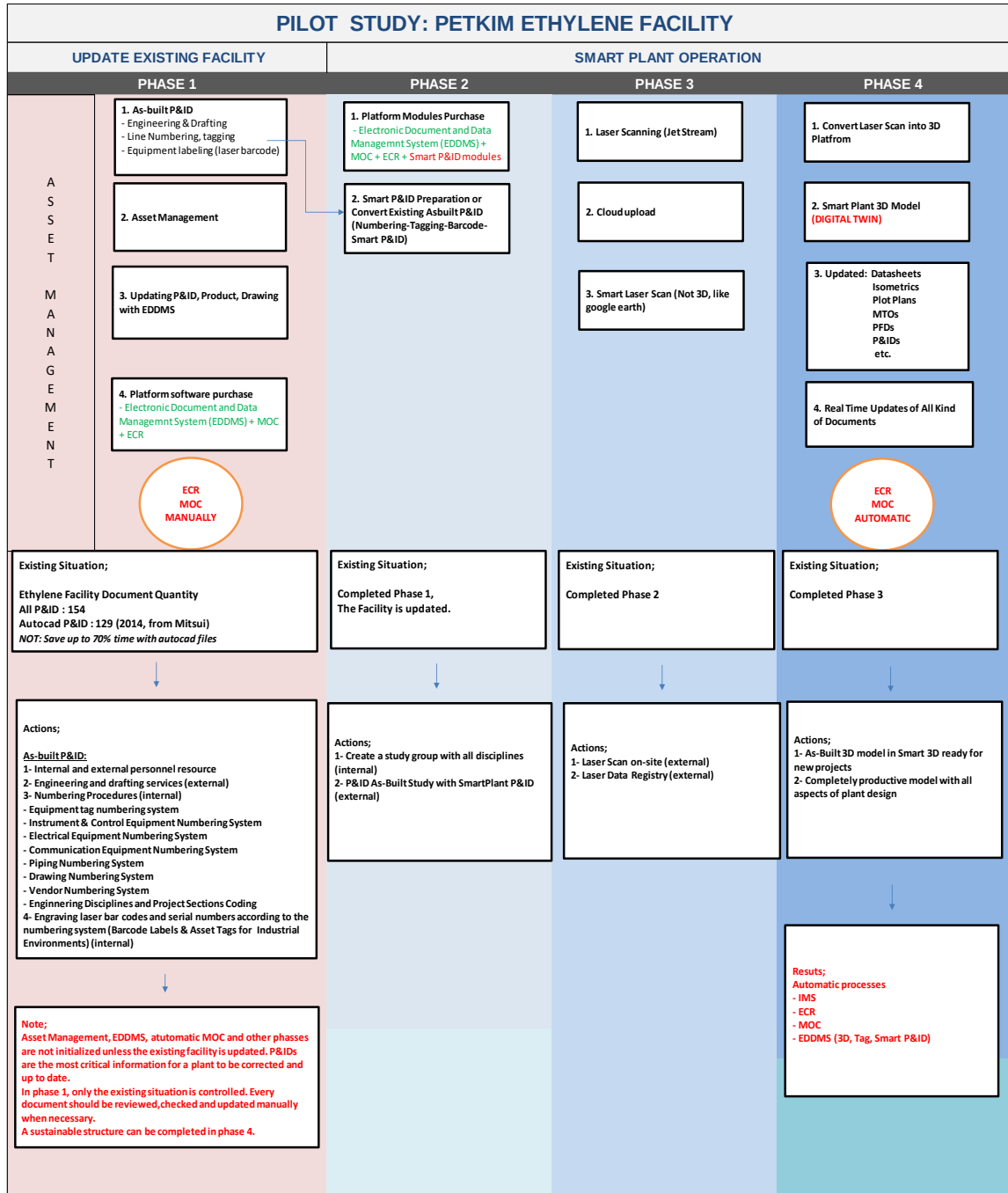
4.5. EDDMS PROJE TASARIMI VE YÖNETİMİ

EDDMS'ler etiket yönetimi, indeksleme, arşivleme, dağıtma, organize etme, yönetme gibi birçok gelişmiş belge analizi tekniklerinden yararlanmaktadır.

EDDMS sisteminin tesise faydaları:

- Etiket tabanlı (tag related) sorgularla her bir veriye ve belgeye erişimi kolaylaştırmaktadır. (akıllı dokümanlar, 3D modeller, işlem verileri ve etiket indeksleri, gibi)
- Tesisteki tüm iş birimlerine güncel bilgi sağlamak için mühendislik belgelerindeki revizyonları ve değişiklikleri takip etmeyi, tesisin dijital ikizini güncel tutmayı ve tesisteki tüm kullanıcılar için veri ve belgelere kolay erişim sağlamaktadır.

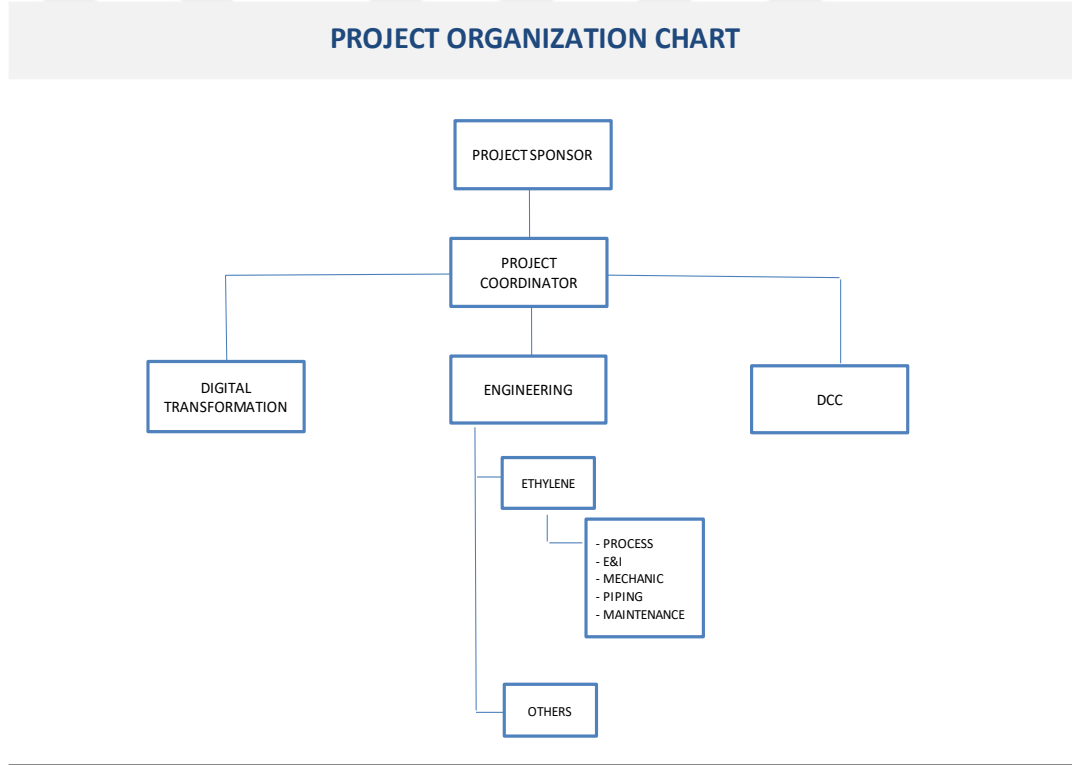




Şekil 4.7 Brownfield tesis dijital dönüşüm (EDDMS ve dijital ikiz) planı

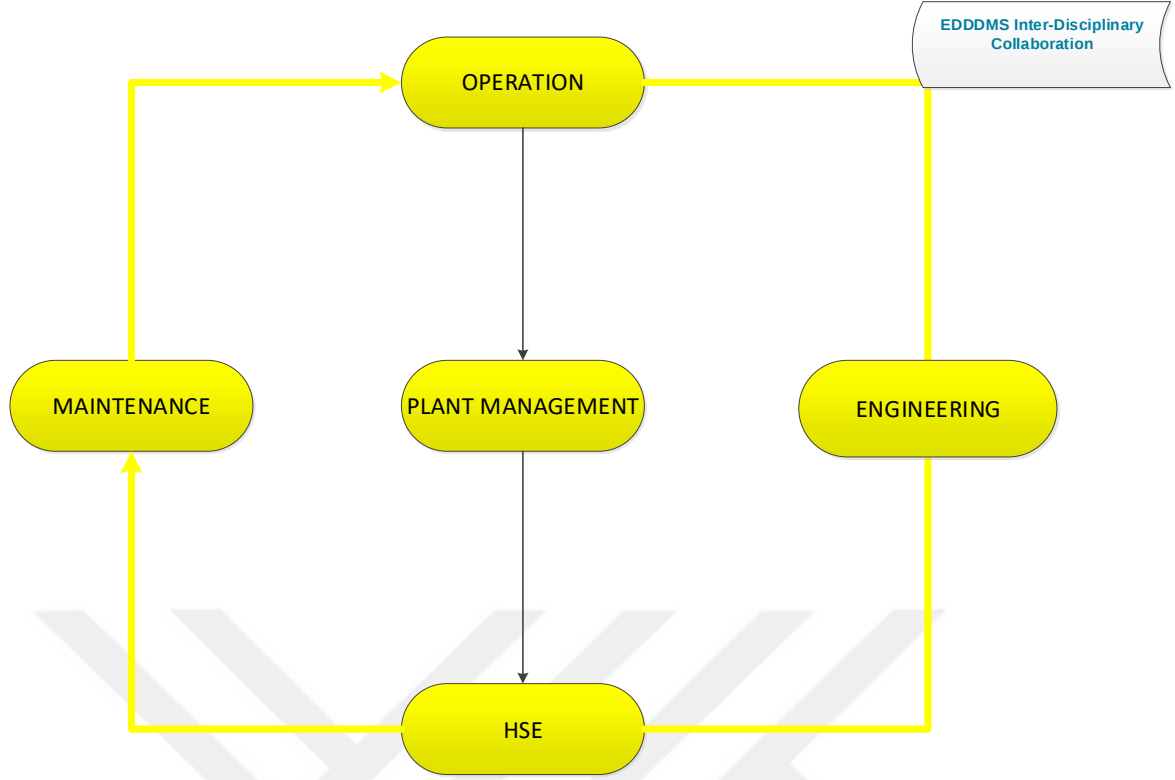
Petrol ve enerji sektöründe tesis inşaları son derece karmaşıktır. Tesis inşa süresince büyük miktarda veriyi yönetmenin yanı sıra, operasyondan önce bile binlerce belgenin toplanması ve harmanlanması gerekmektedir. Bu veriler, bir rafineri veya petrokimya tesisinin temel varlığıdır ve tesisi her açıdan verimli ve güvenli bir şekilde çalıştırmak için kullanılmaktadır. Zamanla, tarihsel kayıtlar ve değişiklikler birikmeye devam etmektedir. Başka bir deyişle, artan veri ve belge miktarı, faaliyete geçme günden itibaren bir zorluk oluşturmaktadır. Tüm bu veri ve belgeleri sınıflandırmak, arşivlemek ve güncellemek için merkezi bir sistem oluşturmak gerekmektedir. Bir sistem olmadan

rafineri gibi karmaşık ve tehlikeli bir tesisi çalıştırmak imkânsızdır. Eski usul inşa edilmiş (brownfield) rafinerilerinde veya petrokimya tesislerinde bu sistemler çoğunlukla bağımsız, basılı kopyalar, yarı veya otomatik olmayan sistemler tarafından yönetilmektedir. Bu tesislerde veri provenansında ilk başvurulması gereken büyük veriler de tesis arşivleridir. Çoğu zaman otomatik olmayan sistemlerde, verimsiz, zaman alıcı, birbiriyle ilişkili olmayan, tutarsız verilerle, belge ve arşivlerle karşılaşmaktadır. Tüm bu sistemleri bir araya getirmenin ve yapılandırılmamış veri ve belgeleri dijitalleştirilmiş ve yapılandırılmış bir forma dönüştürmenin dijital ikiz yaratma konusunda birtakım çözümleri bulunmaktadır. Brownfield tesislerde, lazer tarama ile 3D model yaratılarak tesisin dijital ikiz bileşenleri bir araya getirilmektedir. “Dijital İkiz” konsepti bir yandan rafinerinin ve petrokimya tesisinin güvenli ve verimli çalışmasına bir yandan da bakım ve projelerinin daha efektif yürütülmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 4. 8 Proje organizasyon şeması

EDDMS bir dijital dönüşüm projesidir. Dijital dönüşüm projeleri birçok disiplinin katkıları ve dijital dönüşüm liderlerinin öncülüğünde hayata geçmektedir. Projede kritik rollerden biri de bilgi ve belge yöneticilerinde (DCC Document Control Center) bulunmaktadır. Provenansa dayalı veri ve belge yönetiminin kuramını bilgi ve belge yöneticileri tasarlamaktadır.



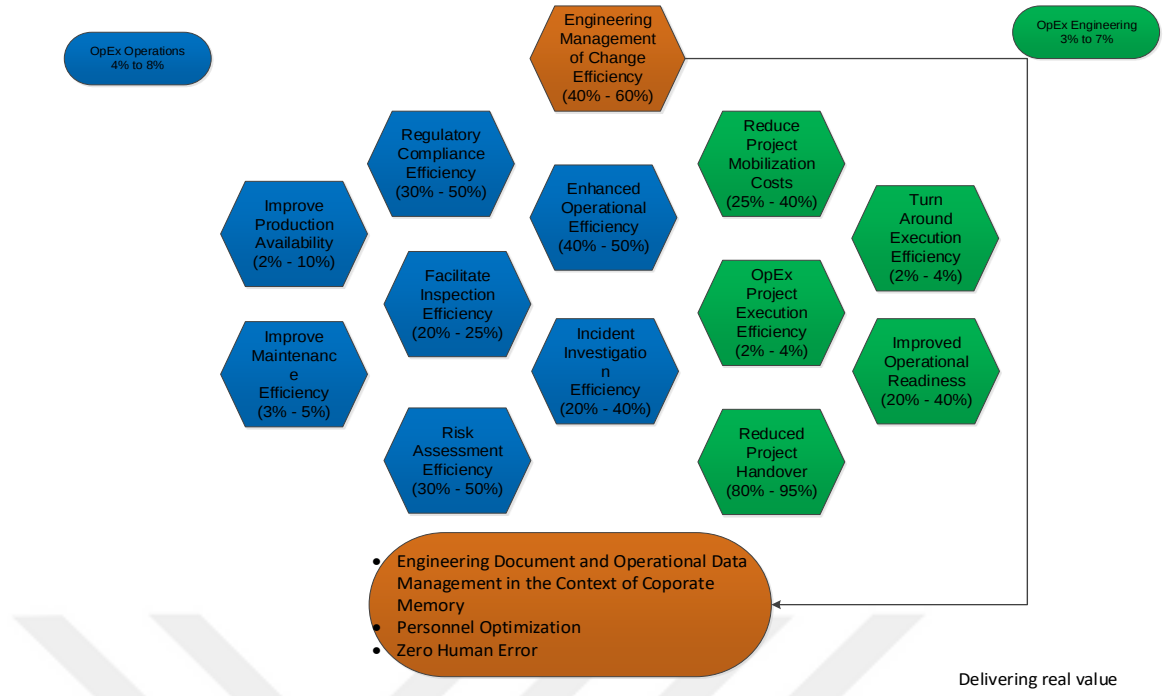
Şekil 4.9 Disiplinlerarası yaklaşım

EDDMS projeleri disiplinlerarasıdır ve iletişim çok önemlidir. Süreç güvenliği yönetimi, varlık bütünlüğü yönetimi ve değişim yönetimi gibi karmaşık iş süreçleri, çeşitli roller ve disiplinler arasında işbirliğini gerektirmektedir.

4.6. PROJE YOL HARİTASI

Günümüzde projeler, yeni bir fikir, ihtiyaç, üst yönetim direktifi ya da yasal zorunlulukla doğmaktadır. Proje öncesi analiz ve fizibilite aşaması ile yapılacak yatırımın geri dönüşümü de hesaplanmalıdır. Projelerin hazırlık aşamaları bazen proje kadar uzun sürebilmektedir. Bu aşamalarda proje hedeflerinin doğru tespiti, kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi, doğru kaynak ve paydaşların adreslenmesi ve üst yönetim desteği ve sponsorluğunun alınması başarı için kritik aksiyonlar arasında yer almaktadır. Zaman zaman büyük yatırımı olan bilgi teknolojileri projeleri başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Proje paydaşları arasında uyum, entegrasyon göz ardı edildikçe, projeleri yöneten birimler birbirlerinden bağımsız hareket ettikçe; proje program ve portföy yaklaşımının sağladığı avantajlardan mahrum kalmaktadırlar.⁶⁶

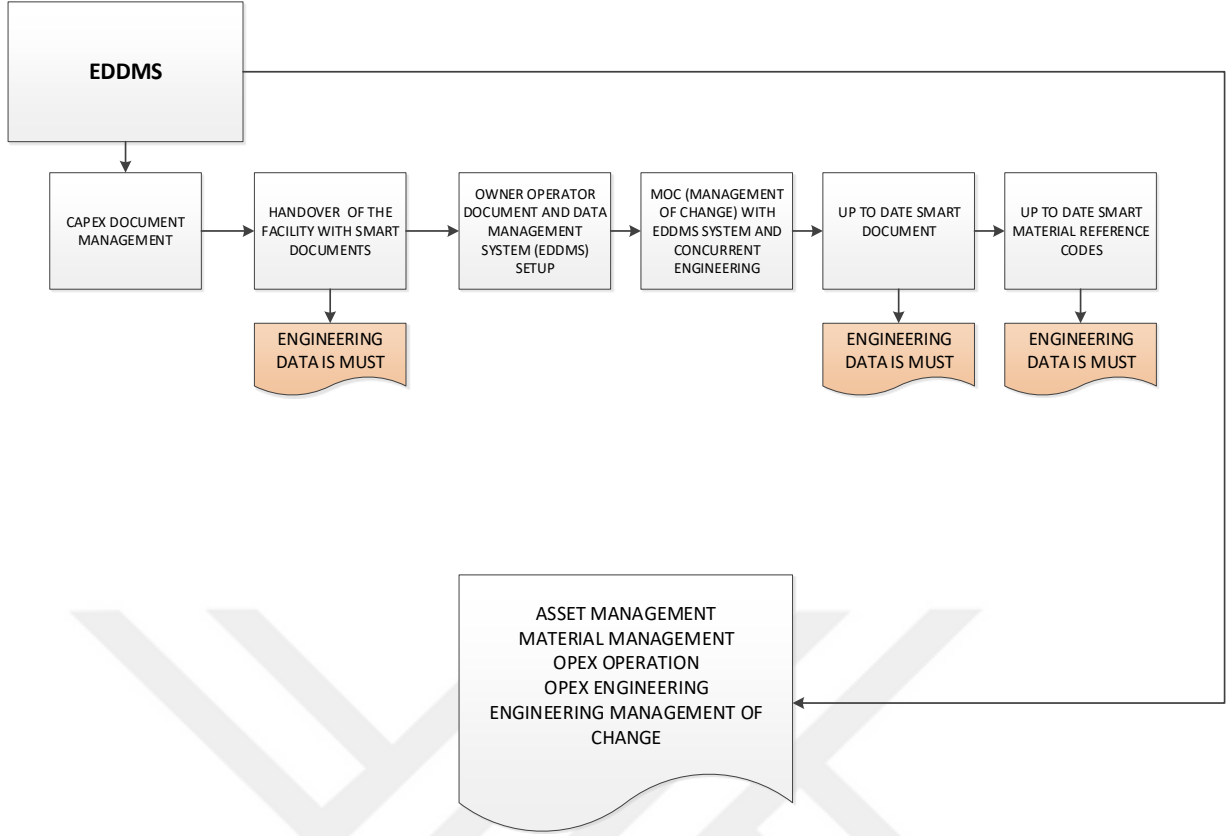
⁶⁶ Fahrettin Özdemirci, Sabri Alyatürk, Bilgi Yönetimi Projelerinde izlenmesi Gereken Yol Haritası için Öneriler, Bilgi Dünyası, 2012, 13 (2) 557-564



Şekil 4.9 EDDMS'in verim haritası⁶⁷

Proje fizibilite çalışmaları sırasında projenin kazanımları tek tek belirtilmektedir. EDDMS sistemlerinin verimliliği hem Capex hem de Opex alanındaki etkileri ile ölçülmektedir. Verimliliğin yanı sıra sistemin kurumsal ve yönetsel olarak da faydaları ortaya konulmalıdır. Mühendislik doküman ve veri yönetim sistemlerini kurumsal hafıza ile entegre etmek, personel optimizasyonu ve insan hatasını sıfıra indirmek de önemli çıktılar olarak görülmektedir.

⁶⁷ Hexagon PPM, Petkim EDDMS Project Stage Presentation, 6 Aralık 2019



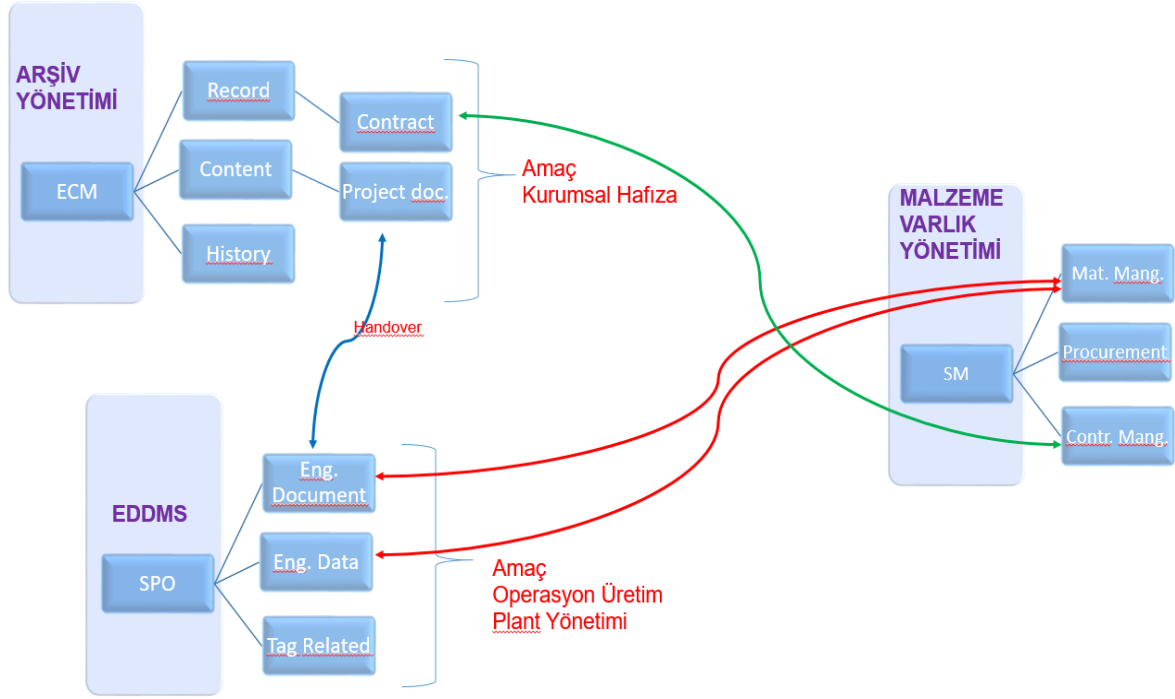
Şekil 4.10 EDDMS yol haritası

EDDMS, yapılandırılmamış bilgileri akıllı bir dijital varlığa dönüştürerek, tesisin tüm karmaşık yapılarını ve ünitelerini görselleştirme, inşa etme ve yönetme, tüm yaşam döngüsü boyunca güvenli ve verimli çalışma sağlama imkânı yaratan sistemlerdir. Süreç içinde tesis inşa sürecinde oluşturulmuş belgeler (capex belgeleri) dijital dönüşümün başladığı ilk noktadır. Capex belgeleri, etiketleme yönetimi ile akıllı dokümanlara dönüştürülerek ya da doğumunda akıllı doküman formunda yaratılarak süreç tetiklenmektedir. Bu yöntemle mühendislik verileri doküman üzerinde etiketlenmektedir. Veri yönetimi daha sonra varlık yönetimi, satın alma, malzeme yönetimi birçok disiplin için girdi oluşturmaktadır.

4.6.1. Arşiv Dönüşümü

Bir EDDMS projesinde adımlar iyi tasarlanmalıdır. İşlemenin CAPEX projeleri yatırım yaptıkları üniteler ve tasarım veri ve belgelerini ifade eder. Bu noktada bu veri ve belgelerin başından beri düzenli ve sistematik bir şekilde yönetilmiş olması çok önemlidir. Burada bir düzensizlik söz konusu ise proje başarılı olamaz. Öncelikle bu belge ve verilerin düzenlenmesi ve bir sistematığa kavuşturulması gerekebilir. Eğer bu veri ve belgeler arşivlerde bulunuyorsa önce arşiv düzenleme ve dijitalleştirme projesi

yapılmalıdır. Bu dijitalleşme ise belge taramanın ötesinde olmalıdır. Basılı formlar dijital formlara dönüşmelidir. Süreçlerde dijitalleşme sağlanmalıdır. Sonrasında EDDMS için kritik dokümanlar ise taranmak yerinde yeniden üretilmelidir. Burada yine tarama ile tiff elde edilebilir, tiff belgeleri mühendislik programlarına yeniden belge üretim veya revizyon için entegre edilmelidir. Artık dokümanlar kağıt ortamından çıkıp dijital ortamda mühendislik araçlarında yeniden revizyonlarla yönetilebilir hale gelebilir.



Şekil 4.11 EDDMS ve Arşiv İlişkisi

Üretim ve operasyon hattında kurumsal hafızanın mühendisliğe, varlık yönetimine kadar uzanan bir süreci bulunmaktadır. İstenilen dijital dönüşüm gerçekleşebilmesi için, kayıt ve belgeleri tesisin operasyondaki üretimine entegre etmek gerekmektedir. Buradaki sistemlerin amaçları birbirinden farklıdır. Amaç bir sistemin doğru kurgulanması için en önemli konularda biridir. Arşiv yönetiminde amaç kurumsal hafıza iken, EDDMS sisteminde amaç operasyonel verimlilik. Amaçları farklı iki sistemde de doküman ve veri yönetimi bulunabilir. Fakat amaçlar sistem içindeki araçları tayin etmektedir. Kurumsal hafıza yönetimi için en etkin aracı bir operasyon ve üretim hattındaki dijital ikiz modeline entegre edebilme yetkinliği dijital sürdürülebilirliğin en önemli konusudur.

4.6.2. Doküman Akıllandırma

Dijitalleşme süreci ile dokümanlar dijital kimlik kazanmaktadır. Bu süreçte akıllandırma da denilmektedir. Belge akıllandırma ile mühendislik araçları kullanılarak

dokümanlar üzerindeki tüm varlıklar, hatlar hareketli hale getirilmektedir. Bu akıllandırma salt bir görüntüden ibaret değildir. Akıllandırılan dokümanlar üzerinde güncel verilerin yönetimi yapılabilmektedir. Doküman üzerindeki veriler de veritabanında yönetilmektedir. Veri yönetimi sürecini önemli yapısı da etiketlerdir. Etiket numaralandırması, sınıflaması ayrıca bir politika olarak belirlenmeli ve yönetilmelidir. Tesis içindeki tüm varlıkların standart, izlenebilir, belgelere gömülü ve belge yönetim sistemi ile entegre olması son derece önemlidir. Etiketler tüm tarihçesi ile yönetilmelidir. EDMMS etiket tabanlı bir sistemde belgelerden, etiketlere ve verilere yolculuk, etiketlerden belgelere ve verilere de yolculuk mümkün olabilmektedir. Sistemdeki kurgunun iyi yapılabilmesi için tesisin faaliyetleri, varlıkları, dokümanları, formları bir arşivci gözüyle çok iyi analiz edilmelidir. BT yöneticileri, mühendisler, sistem uzmanları kendi uzmanlık alanlarındaki ihtiyaçları ortaya koyarken, projede bilgi belge yöneticilerinin yer almaması projenin sürdürülebilirliğini büyük oranda etkilemektedir.

Doküman akıllandırma işleminin alternatif bir yöntemi daha bulunmaktadır. Doküman akıllandırma işlemleri için gelişen görüntüleme teknolojileri de kullanılmaktadır. Lazer tarama araçları sayesinde brownfield tesisin “Google Earth” tabanlı görüntüleri ortaya çıkarılmaktadır. Lazer tarama görüntüleri, tesisin gerçek görüntüleri olduğundan zaman içerisinde tesiste yapılan değişikliklerin dokümanlara işlenmeme ihtimaline karşı tüm değişiklikleri içeren gerçek zamanlı görüntüler de denilebilir. (Doküman üzerinde güncellemeler zamanında yapılmadığı zaman biriken dokümantasyon işleri için dışarıdan hizmet alınarak mühendislik firmalarına güncelleme çalışmaları yaptırılmaktadır. Bu güncelleme çalışmaları hem maddi kaynak aktarımına sebep olmakta hem de bilgi ve dokümantasyonun işletme sahibi firma tarafından düzgün takip edilmemesi sebebiyle dış kaynak firmada kalmasına sebep olmaktadır. Lazer tarama görüntüleri sonrasında mühendislik araçları ile akıllandırılmaktadır. Bu işlem sonunda lazer tarama verileri ortaya çıkarılmış olur. Bu akıllı görüntülerden güncel dokümanlar yaratmak mümkündür. Bu aşamada yapılan iş verilerinden belge üretmektir.

4.6.3. Dijital İkiz Yaratma

Akıllı hale getirilen dokümanlarla ve eldeki lazer görüntüleri ile birlikte yine mühendislik araçları ile 3D dönüşüm yapılmaktadır. Tesisin bir 3D görüntüsü içinde artık tüm verilere, varlıklara, dokümanlara güncel bir şekilde erişim sağlanmaktadır. Burada önemli olan sistemde bir konuda her veri ve dokümanın ilişkili olduğu varlıklarla ile bir

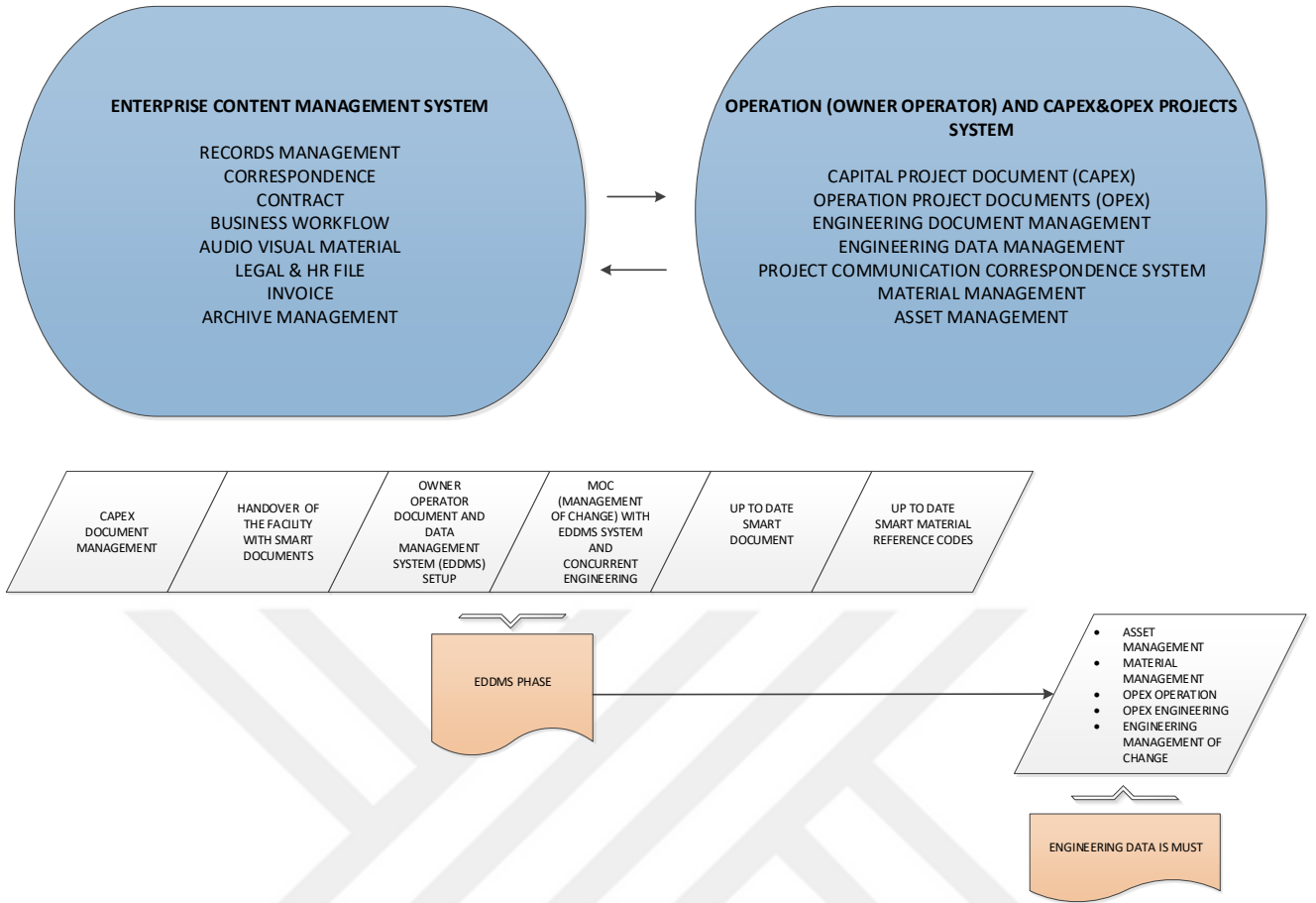
bağının olmasıdır. Doküman üzerindeki bir etiket verisi, dokümandan veya varlıktan bağımsız değildir. 3D yapı dijital ikizde simule sistemi tanımlamaktadır.

4.6.4. Değişiklik Yönetimi (MOC)

Birbiri ile bağlı olan veri ve dokümanlar, yapılan bir değişikliği de yönetmek için oldukça önemlidir. Bir veride veya dokümanda yapılan değişiklikler otomatik olarak tüm alanlarda değişmektedir. EDDMS sistemi 3D tabanlı bir dijital ikiz ekosisteminde çalışmaktadır. Sistem, canlı bir organizma gibi birbirini besleyen, birbirini tamamlayan, birbiri ile konuşan bir yapıdır. Değişiklik yönetimini sağlayan modül sistemin doküman yönetimi modülü gibi olmazsa olmaz bir parçasıdır. Operasyon ve üretim tesislerinde değişiklik yapılan bir dokümanın bağlı veya ilişkili olduğu, referans aldığı ya da verdiği yüzlerde doküman ve alan olabilmektedir. Manuel ve dokümana bağlanmayan değişiklik yönetimi kimi zaman aylarca süren bir işlem haline gelmektedir. Dijital ikizlerde bu süre dakikalara kadar düşebilmektedir.

4.6.5. EDDMS'in Farkı

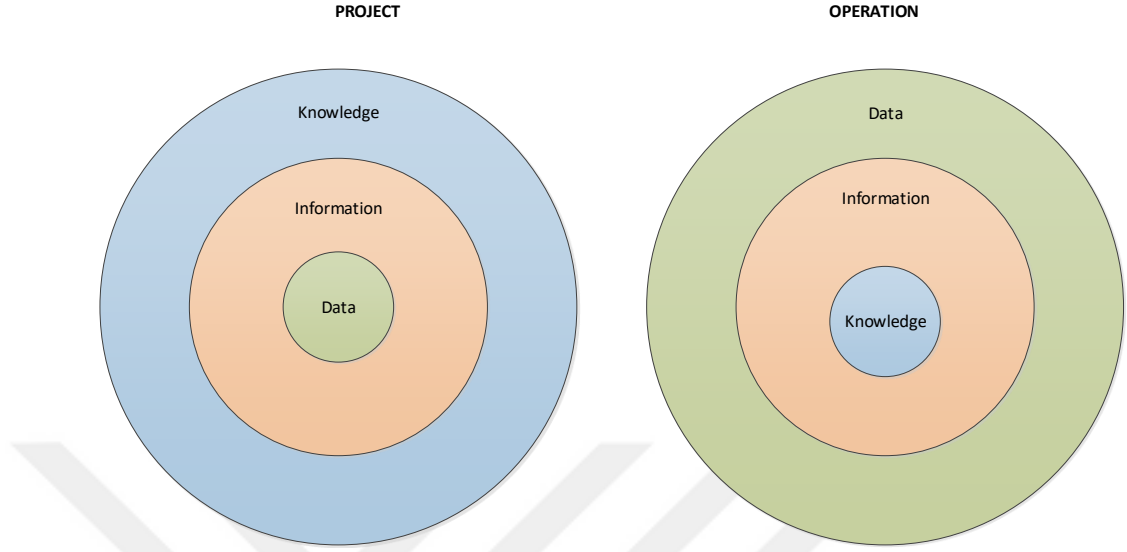
EDMMS operasyon ve üretim alanında güncel verileri ve tesis yaşam döngüsü içinde değişiklik yönetimini ve belge yönetimi birlikte çalıştırabilir bir yapıdır. Ayrıca tesislerde varlık yönetimi, mühendislik yönetimi, capex ve opex proje yönetimi yapılabilmesi için de ilk şarttır. Yani EDDMS günümüzde tesislerin ayakta kalabilmesi için artık zorunludur. Standart bir doküman yönetimi ya da ECM araçları ile EDMMS sistemlerinin farkları bulunmaktadır. ECM yani içerik yönetimi araçları işletmelerin kurumsal bilgi sistemleri için uygundur. Her ikisinde de belge bulunmaktadır. Farklı araçlar ile sistemlerin ayrılmasında sistemin amacı belirleyicidir. Belge yönetiminde amaç kurumsal hafıza iken, Üretim ve operasyon için tasarlanmış EDMMS'de amaç verimlilik ve operasyondur. Her sistem kendi dinamiği içinde sürdürülebilir olmalıdır.



Şekil 4.12 EDDMS ve ECM karşılaştırması ve ilişkisi

Kişilerden bağımsız, dijital süreçlerle beslenen ve tesisin ilk inşasından itibaren tüm tarihçesi ve değişikliklerin kaydedildiği bir arşiv ile entegre sistem ile EDDMS'in kurumsal bağlamda modellenmesini ortaya koymaktadır. Bu sistemlerde üretim hafızası ile yönetimsel hafızasının konuşması mümkündür. Üretimin ve kurumsal hafızanın amacı hep farklıdır. Ortaya çıkan değer, üretimi operasyonu kurumsal bağlamda bir araya getirmektir. Bu değer sistemlerin sürdürülebilirliğine, dijital dönüşümünü tüm katmanlarda planlanmasına sebep olmaktadır.

4.7. EDDMS'LERDE “R” VE “O” SİSTEMLER



Şekil 4.13 Proje ve Operasyonda Veri-Bilgi-Malumat Modeli

Bir tesis inşası süresince tesisin kurlumu, ekipman bilgileri, tüm çizimleri, tesis standartları ve spesifikasyonları “P” sistemlerde yönetilmektedir. “P” sistemlerde veri çok küçük bir yer kaplamaktadır. Bunun yanında P sistemlerde amaç “malumat (knowledge) yönetimidir. Tesisin inşa süreci içinde dolaşımda olan malumattır. Henüz verilerden anlamlı hale gelen bilgiler üretilmemiştir. “O” sistemlerde ise dolaşımda olan veridir. O sistemlerde malumat merkezde yer almakta ve zamanla arşiv olarak temel başvuru kaynağı haline dönüşmektedir. Dijital dönüşüm gerçekleştirmiş üretim/operasyon hattında, verilerden bilgi üretmek en değerli olanıdır. Bu süreç zaten dijital dönüşümün reçetesini sunmaktadır. “P” nin ve “O”nun merkezi her daim farklı olmakla birlikte, hep bir ilişki bulunmaktadır ve yerlerin değişimi söz konusudur. Böylesi grid bir ilişki içinde veri-bilgi-malumat yönetimi birlikte yapılmalıdır. Birbirinden kopuk sistemler tasarlamak, verileri atıl bir pozisyona iterken, bilgi ve değer üretimini ise azaltmaktadır.

Bunun yanında “P” sistemlerinin “O” sistemler mantığında yönetilmesi de oldukça zordur. Bu noktada yap tesis inşa sürecinde P sistem ile bilgi kaynakları yönetimi yapıp, operasyona geçmiş tesislerde” O” sisteme “göç ettirme” yapılarak entegrasyon sağlanmalıdır. “P” sistemdeki malumat “O” sistemin merkezi olacaktır. Genel yanlışlığı “P” sistemdeki yapının “O” sistemde de kullanılma eğilimidir. Bu iki sistem felsefe olarak

birbirinden farklıdır. Ve ikisi de birbirinin yerini tutamaz. Veri-bilgi-malumat yaşam döngüsü bir döngü için inovatif bir bakış açısı gerekmektedir.

İlerleyen teknolojilerle birlikte proje ve operasyon yönetimini tek sistemde buluşturmayı mümkün kılan ürünler ve sistemler ortaya çıkmaktadır. Burada önemli olan, sistemler içinde veri, bilgi, malumat eksenini konumlandırma yetkinliğidir. Kuşkusuz geleceğin sistemleri daha hibrid ve daha çevik olacaktır. Bu karmaşık yapılarda sistemlerde veri, bilgi, malumatın hangi noktada nasıl konumlandırılacağı, iş birimlerinin, projelerin, şirketlerin hangi tür veriyi kullandığı ve işlediği çok önemlidir. Bu sebeple hibrid sistemler veri analizinden bağımsız düşünülemez.



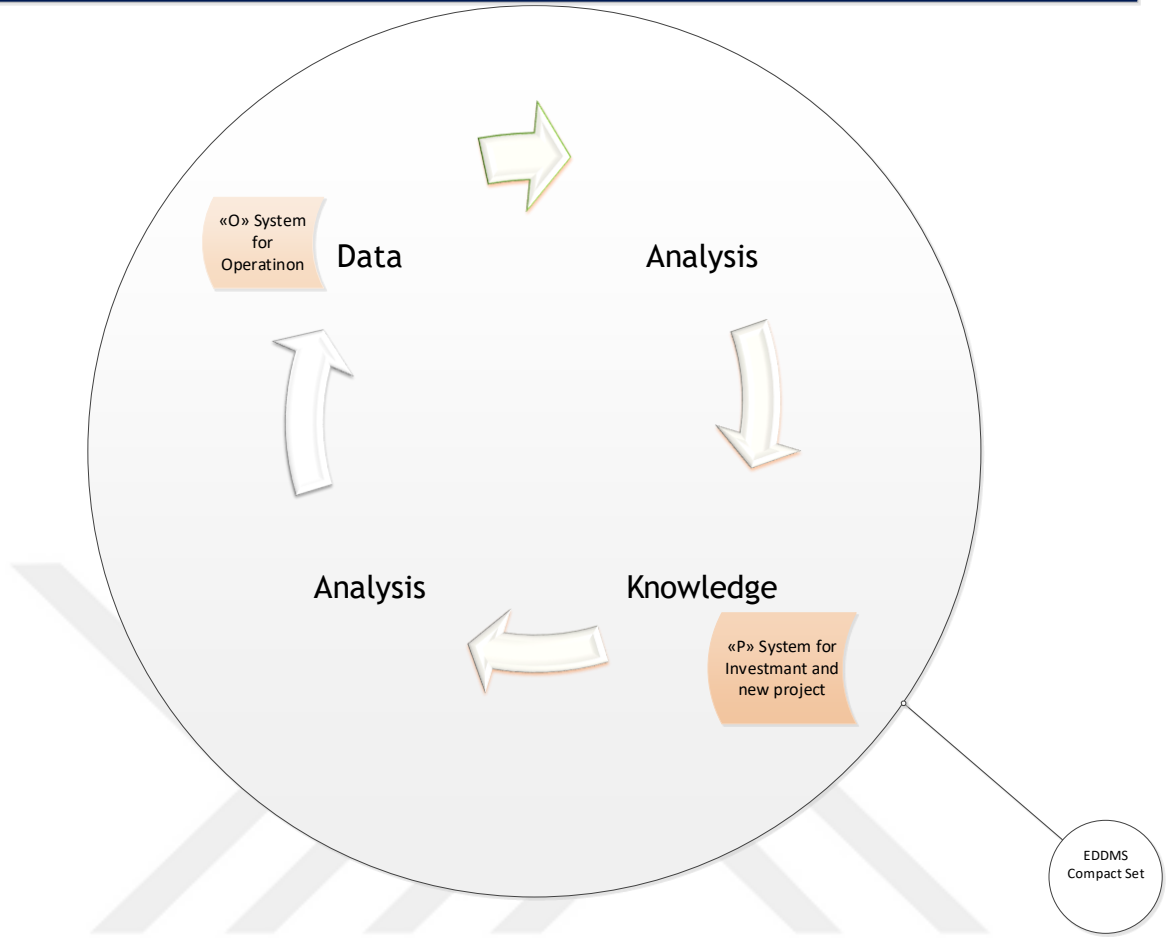
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzün modern rekabet ortamında, gerekli yetkinliklere sahip bilgi ve belge yöneticileri, işletmelerin kurumsal aklını inşa etmektedir. Geleneksel arşivcilik metotlarının yerini dijital dönüşüm projelerine bıraktığı bu çağda dijital arşivcilik yöntemlerini tasarlayacak insan kaynağı öne çıkmaktadır.

Rekabetçi bir işletmenin üretim fonksiyonundaki dijital dönüşüm hamleleri, yönetsel süreçlere olan katkısı nedeniyle işletmenin karlılığı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

Bir katma değer olarak veriye dayalı kurumsal akıl, dijital dönüşüm sürecinde mühendislik veri ve doküman yönetim sistemini etkin olarak kullanmak zorundadır. Dolayısıyla, EDDMS tasarımı için veri analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Provenans sistemine bağlı kalınarak yapılan veri analizleri dijital ikiz sürecini yönlendirmekte ve yapılacak yatırım kararlarını belirlemektedir. Kurumsal hafızası korunmamış kurumlarda, provenansa dayalı veri yönetimi ve analizi yapmak mümkün değildir. Bundan dolayı veri madenciliği için öncelikli başvurulacak disiplin arşiv yönetimidir. Arşivlerin provenans sisteminden kopuk olması veya arşivlerin hiç olmaması veri analizini ve dolaylı olarak kurumsal bilgi ve hafızayı doğrudan etkilemektedir.

Dijital dönüşümün kendisi kadar nasıl yapılacağı da bu alandaki literatürün henüz çok yeni olması sebebiyle önem arz etmektedir. Bir işletmedeki dijital dönüşüm aşamalı ve birbirine bağlı proseslerinin eksiksiz olarak tamamlaması, departmanlar arası koordinasyonu da gerektirmektedir.



Şekil 5.1 Üretimde/operasyon hattında veri bilgi yaşam döngüsü

Sanayi alanında kullanılan mühendislik veri ve doküman yönetim sistemine ilişkin veri döngüsü yukarıdaki şekilde şematize edilmektedir. Veri analizleri ile malumata dönüşüm sağlanan yapılarda veri yönetimi aktif, malumat yönetimi daha pasif olmalıdır. “Malumatın yoğun olduğu sistemlerde ise tam tersi bir durum oraya çıkmaktadır. Ürünün proje ve tasarım aşamasında içinde ve dışında malumatın aktif kullanılması gerekmektedir.. Bu sistemlerde yeni bir ürün, tasarım veya ünite yaratılması söz konusu olduğundan kesinliği kanıtlanmış bilgiler aktif olarak kullanılmaktadır.. Veri üretimi ise daha kısıtlıdır. İki taraflı bir ilişki ve birbirinden sürekli beslenen bir yapı söz konusudur. Üretim/operasyon hattında veri-bilgi-malumat yönetim sistemleri hibrid ve esnek olmalıdır. Bu grid yapının doğru tasarımı işletmenin veriden değer üretme, bilgiden veri analizi yapma döngüsü içinde sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

1. Mühendislik verisi ve doküman yönetiminin endüstri 4.0 kapsamında büyük veri analitiği ile yapısal olarak uyumlu hale getirilmesi, provenans sistemine dayalı veri yönetiminin yapılması gerekmektedir.
2. İşletmelerin dijital dönüşüm projelerinde mevcut fiziksel belge ve arşivlerin önemli bir veri yapısı sunması sebebiyle büyük verinin önemli bir bileşeni olarak projelerde göz önünde tutulması gerekmektedir.
3. Mühendislik verisi ve doküman yönetiminde nesnelerin interneti kullanılarak bir veri tabanı oluşturulması ve nesnelerin interneti ile uyumlu modellerin dijital ikiz projelerinde kullanılması gerekmektedir.
4. İşletmelerin üretim gibi operasyonel faaliyetlerinde, veri, bilgi, malumat döngüsü oluşturulması gerekmektedir.
5. Dijitalleşen işletmelerin daha verimli üretim yapabilmesi ve yönetimi için kurumsal hafızasının etkin biçimde kullanması incelenmiştir.
6. Mühendislik veri ve dokümanlarının büyük veri analitiği arşivcilik ve belge yönetimi ilkeleri çerçevesinde yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akkaya, Mehmet Ali & Odabaş, Hüseyin. (2017). Bilişim Teknolojilerinin Bilgi Merkezlerine ve Hizmetlerine Etkileri. Hyperlink: İstanbul.
- Ala-Laurinaho, Riku. (2019). Sensor Data Transmission from a Physical Twin to a Digital Twin (Yüksek Lisans Tezi), Aalto University, https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37926/master_Alalaurinaho_Riku_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alan, Hale. (2019). Bilginin Epistemolojik ve Ontolojik Boyutları: Örtülü Bilginin Örgütler için Rolü ve Önemi. Araştırmalar Işığında Yönetimde Güncel Konular, Nobel Publishing.
- Arantes , Márcio, Bonnard, Renan, Mattei André Pierre, de Saqui-Sannes, Pierre. (Nisan, 2018). General Architecture for Data Analysis in Industry 4.0 using SysML and Model Based System Engineering. The 12th Annual IEEE International Systems Conference, Vancouver.
- Arşiv Hizmetleri Hakkında Yönetmelik. (1993). Resmî Gazete Tarihi: 07.07.1993 Resmî Gazete Sayısı: 21630, s.1
- Assawaarayakul, Chaiwat...(2019). Integrate Digital Twin to Exist Production System for Industry 4.0. The 2019 Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON2019), Bangkok.
- Banger, G. (2016). Endüstri 4.0 ve Akıllı İşletme, Ankara: Dorlion.
- Çevik, Damla. (2019). KOBİ'lerde Sanayi 4.0'ın Uygulanabilirliği ve Yönetici Bakış Açılarının Değerlendirilmesi, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, IBAD, 4(2): 277-291.
- D. Mourtzis, E. Vlachou, N. Milas. (2016). Industrial Big Data as a result of IoT adoption in Manufacturing, Procedia CIRP 55 (2016) 290 – 295, Yunanistan.
- Doğan, Korcan, Arslantekin, Sacit. (2017). Elektronik Belge Yönetimi, Dijital Arşivleme Sistemleri Ve Büyük Veri. Bilgi Sistemleri ve Bilişim Yönetimi, Beklentiler ve Yeni Yaklaşımlar. Ankara: Ankara Üniversitesi Bilgi Yönetim Sistemleri Belgelendirme Merkezi (BİL-BEM)
- Einstein, Albert. (1965). İzafiyet Teorisi, Çev. A. Tonkay. İstanbul: Fakülteler Matbaası.

- Fugini, Mariagrazia, Finocchi, Jacopo. (2018). Innovative Big Data Analytics: A System for Document Management. IEEE 27th International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, Paris.
- Gerçek, Alper, Gökşen, Haluk. (2019). Endüstri 4.0 Kobiler İçin Dijital Dönüşüm Rehberi. Türkiye Bilişim Derneği Yayınları.
- Hexagon PPM. (2019) Smartplant Enterprise for Owner Operators Core Solution. https://bynder.hexagon.com/m/307bece5efd33efe/original/Hexagon_PPM_SPO_Core_Solution_Sheet_US_2019.pdf
- Horick, Colleen, ... (2020). Industry 4.0 Production Networks: Cyber-Physical System-based Smart Factories, Real-Time Big Data Analytics, and Sustainable Product Lifecycle Management. Journal of Self-Governance and Management Economics 8(1), ss. 107–113.
- Hyundai Engineering Chooses Intergraph Smart® Enterprise Portal for Design Communication and Collaboration. (2017, 12 Haziran). <https://www.epicos.com/article/130731/hyundai-engineering-chooses-intergraph-smartr-enterprise-portal-design-communication>
- İleri, Yeliz, Furat, Murat. (2020) A Roadmap for Digitalization of Industrial Processes Processes. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı, S. 349-357, Nisan.
- Jern, Mikael. (2000). Smart" Documents with ActiveX 3D Data Visualization Components. Digital Media: The Future. Springer-Verlag: London .ss.144-159
- Lim, Kendrik Yan Hong. (2019). A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives. Journal of Intelligent Manufacturing.
- Liu, Shaofeng, McMahon, Chris, Darlington, Mansur, Culley, Steve, Wild, Peter. (2007). EDCMS: A Content Management System for Engineering Documents. International Journal of Automation and Computing, 04(1), January,, 56-70.
- Liu, Yang,... (2020)..How can smart technologies contribute to sustainable product lifecycle management?, Journal of Cleaner Production 249,119423.
- Lui, X. L., Wang, W.M., Guo, Hangyang, Barenji, Ali Vatankehah, Li, Z., Huang, G.O. (2020). Industrial blockchain Based Framework for Product Lifecycle Management in Industry 4.0. Robotics and Computer Integrated Manufacturing Vol. 63.101897.

- Marr, Bernard. (2019, 23 Nisan). 7 Amazing Examples of Digital Twin Technology In Practice.. Forbes, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/04/23/7-amazing-examples-of-digital-twin-tecnology-in-practice/#691017726443>
- Martinez-Urib, Luis. (2018). Digital Archives as Big Data. Mathematical Population Studies, An International Journal of Mathematical Demography. Vol. 26, 2019. Issue 2: Methods for Big Data in Social Sciences February, ss.69-79. <https://doi.org/10.1080/08898480.2017.1418116>
- Mehmet Altay Ünal, Fahrettin Özdemirci. (2017). EBYS (e-BEYAS) ve e-Arşiv Sistemlerinde/ Uygulamalarında Yapay Zeka Yaklaşımı. Bilgi Sistemleri ve Bilişim Yönetimi, Beklentiler ve Yeni Yaklaşımlar. , Aralık 2017Ankara: Ankara Üniversitesi Bilgi Yönetim Sistemleri Belgelendirme Merkezi (BİL-BEM)
- Morrison, Van. (1991). Take Me Back. Hymns to the Silence Album. Oracle Türkiye/Veritabanı/Veri Yönetimi Nedir? <https://www.oracle.com/tr/database/what-is-data-management/>
- Qi, Qinglin, Tao, Fei. (2017). Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison. IEEE Access, VOLUME XX, February.
- Özdemirci, Fahrettin, Alyatürk, Sabri. (2012). Bilgi Yönetimi Projelerinde izlenmesi Gereken Yol Haritası için Öneriler. Bilgi dünyası, 2012, 13 (2) ss. 557-564.
- Petkim EDDMS Project Stage Presentation (2019 6 Aralık)., Hexagon PPM İstanbul.
- Rahimi, Mohamad, Rosman, Mohamad. (2020). The 5Ws of Enterprise Content Management (ECM) Research: Is it Worth?. Open Journal of Science and Technology. Vol. 3(1), ss. 46-70, April.
- Schellenberg, T.R. (1993). Arşiv İdaresi. Ankara: Devlet Arşivleri Genel Müdürlüğü Yayın no: 17.
- Singh, Shikha,... (2020). Establishment of Critical Success Factors for Implementation of Product Lifecycle Management Systems. International Journal of Production Research , Vol. 58, No. 4, ss. 997–1016.
- Star Refinery EDDMS Presentation (2019). HXGN LIVE 2019. Las Vegas.

- Sultanow, Eldar, Duane, Ja-Nae, Chircu, Alina. (2020). Skills for Sustainable Enterprise Architectures in a VUCA World. Capgemini Deutschland GmbH, Nuremberg, Germany; Bentley University, Waltham, USA, Chapter · March 2020, DOI: 10.30844/wi_2020_x2-sultanow.
- Terzi, Sergio. (2010). Product Lifecycle Management From Its History to Its New Role. Int. J. Product Lifecycle Management, Vol. 4, No. 4.
- The Art of TAG Data Management for Engineering and Construction Projects. ProjectTools, <https://projecttools.com/the-art-of-tag-data-management-for-engineering-and-construction-projects/>
- Tong, Xin. (2020). Real-time machining data application and service based on IMT digital twin. Journal of Intelligent Manufacturing. 31, ss. 1113–1132.
- Tozanlı, Özden, Kongar, Elif, S. M. Gupta. (2020). Trade-in-to-Upgrade as a Marketing Strategy in Disassembly-to-Order Systems at the Edge of Blockchain Technology, International Journal of Production Research.
- Xenophanes. https://www.ancient.eu/Xenophanes_of_Colophon/
- Xin, Y. Ojanen, V. (2017). The Impact of Digitalization on Product Lifecycle Management: How to Deal with it?. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). DOI: 10.1109/IEEM.2017.8290062. Corpus ID: 46828679.

ÖZGEÇMİŞ

Zehra ÖZCÖMERT, İstanbul Üniversitesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü (2003-2007), Anadolu Üniversitesi Sosyoloji Bölümü (2009-2012) lisans eğitimlerini tamamlamıştır.

2008-2013 yılları arasında Marmaray Projesi’nde “Doküman Kontrol Sorumlusu” olarak görev almıştır. Sonrasında 2013-2015 yıllarında Hollandalı Petrol Enerji firması Verwater Emea B.V.’de “Doküman Kontrol Yöneticisi” olarak çalışmıştır. 2016-2018 yılları arasında Eczacıbaşı Holding’de “Arşiv Dokümantasyon ve Koleksiyon Yöneticisi” olarak görev almıştır. Son olarak halen daha SOCAR Türkiye’de “Bilgi ve Belge Yönetimi Grup Müdürü” olarak çalışmalarına devam etmektedir. Bu zamana kadar farklı alanlarda birçok dijital dönüşüm projelerinde yer almıştır. Proje koordinatörü olarak bizzat yürüttüğü projeler; SOCAR Türkiye Kurumsal İçerik Yönetimi Projesi, STAR Rafineri EDDMS Projesi, PETKİM IZOD (Industrial Zone of Digitalization Project), Eczacıbaşı Holding Kurumsal Bellek Projesi, Bakü Ceyhan Petrol Boru Hattı Marpol Projesi Doküman Kontrol Sistemi, Marmaray Projesi İşveren Müşaviri Doküman Kontrol Sistemi.