

SANAYİ 4.0 YAPILANMASINDA SOSYO-TEKNİK MODEL ÇERÇEVESİNDE YÖNETİMSEL YAKLAŞIM

Naci Atalay DAVUTOĞLU^{1*}

¹ Kayseri Üniversitesi, Sosyal Bilimler M.Y.O., İşletme

*Corresponding author: davuta@erciyes.edu.tr

⁺Speaker: davuta@erciyes.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet - Endüstri devrimleri, zamana ve yenilik trendlerine uyum sağlamak amacıyla geçmişten günümüze kadar insanoğlu için hep bir zorunluluk olmuş ve üretkenliği devam ettirmek adına yeni arayışlar içerisinde bırakmıştır. Hangi faaliyet dalının ya da sektörün geçmişine bakarsak bakalım tarihsel gelişimlerinde hep sanayi devrimi olgusu yatmaktadır. Çünkü insanoğlu ürettiklerini aynı zamanda duyurarak, göstermeli ki bu süreç devam edebilsin ve bunun sonucunda gelişmiş yeni fikirler, oluşumlar, devrimler ortaya çıkabilsin.

Bu açıdan bakıldığında Sanayi 4.0 şüphesiz yeni sektörlerin oluşmasını, insan gücüne gerek kalmaksızın akıllı fabrikalarda akıllı ürünlerin üretilmesini, robot teknolojisi ile emek yoğun çalışmanın zamanla sonlanmasını, yeni mesleklerin ortaya çıkması ile nitelikli insan gücünün oluşturması gibi birçok kavramı ele almaktadır. Günümüzde bir işletmenin, geleceğin sanayi devrimi olarak ifade edilen Sanayi 4.0'a ayak uydurabilmesi pazarlamasından Sosyo-Teknik iş modeline, otomasyonundan organizasyon yapısına, üretim yapısından yönetim yapısına, yenilenmiş eğitim sisteminden personelin niteliğine kadar uzanan tüm süreçlerin yeni konseptle uyumlaşarak değişim ve dönüşümüne uygun olarak şekillenmesi ile gerçekleşir.

Sonuç olarak çalışmada amaç; Sanayi 4.0 kavramını ikincil el veri olarak ifade edilen literatür taramasıyla teorik açıdan analiz etmek, işletmelerin vizyon ve bilgi birikimlerine farklı bir bakış açısı kazandırmak ve yeniden yapılandırılması için fırsatın kaçırılmamasını sağlamaktır. İşletmelerin güçlü olması ancak fırsatları yakalaması ve bunu iç dinamiklerinde kullanması ile mümkündür. Yani işletmeler faaliyetlerinde değer zinciri oluşturacaklarsa öncelikle geleceğin endüstri devrimi sayılan Sanayi 4.0 ile fırsatları yakalayıp bünyelerine uyumlaştırarak farkındalık yaratıp yeni nesil işletmeler olabilirler.

Anahtar Kelimeler - Sanayi 4.0, Siber-Fiziksel Sistem, Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti, Akıllı Fabrika, Dijital Çevre, Sosyo-Teknik Model.

The MANAGERIAL APPROACH in the FRAMEWORK of SOCIO-TECHNICAL MODELLING in the STRUCTURING of INDUSTRY 4.0

Abstract - Industrial revolutions have always been mandatory for humanity in order to adjust to the time and innovation trends, and obliged them to be in search of new pursuits to continue productivity. Regardless of branches of activity or sectors, their historical development is entirely based on industrial revolutions, since in order for the development of new ideas, formations and revolutions, humanity needs to announce and present what they produce. Hence, Industry 4.0 entails concepts, such as the emergence of new sectors and qualified labour along with new occupations, production of smart products in smart factories without the need for labour, and gradual disappearance of labour-intensive work with the initiation of robotic technologies. Harmonizing with Industry 4.0, which is considered the future industrial revolution, is carried out by means of adapting each and every process including the enterprise's marketing, Socio-Technical Modelling, automation, organisational, administrative, and production structures, renewed training system, and personnel specifications to the new concept.

Consequently, the study aims to analyze Socio-Technical Modelling in the framework of Industry 4.0 through literature review, also called second-hand data, to provide a different point of view to the knowledge and vision of enterprises subsequent to the adoption of the new concept, and to ensure that they do not miss the opportunity to restructure their business models. Being a strong enterprise is achieved only through seizing opportunities and utilizing them in internal dynamics. In other words, if enterprises are to form value chains in their activities, they need to seize opportunities by means of Socio-Technical Business models and create awareness in order to develop into next generation enterprises.

Keywords - Industry 4.0, Cyber-Physical Systems, Internet of Things, Internet of Services, Smart Factories, Digital Environment, Socio-Technical Modelling.

I. GİRİŞ

Buhar makinesinin keşfi ile makinelerin üretim sürecinde kullanılması sonucu Birinci sanayi devrimi elektrikli ve yanmalı motorlar, yenilikçi montaj hattı üretim sistemlerinin yaygın kullanımı sonucu ikinci sanayi devrimi, tek bir üretilen karmaşık donanım, veri merkezleri, yazılım bileşenleri, üretim süreçlerinin otomasyonu sonucu üçüncü sanayi devrimi gerçekleşmiştir.

Günümüzde işletmeler için geleceğin vizyonu olan akıllı makineler, akıllı fabrikalar, akıllı ürün, akıllı üretim, akıllı şebekeler kavramlarının yavaş fakat emin şekilde benimsenmesi sonucu ile de, dördüncü sanayi devrimi gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Yani Dördüncü Sanayi Devrimi; Bulut Bilişim Sistemi, bilgi işlem, dijital süreçler, değer önermeleri, tedarik zincirindeki ürünlerin, süreçlerin, tesislerin modülerleşmesi ve ölçeklenebilirliği gibi kavramların genel bir özetini veren kavramlar bütünlüğü olarak adlandırılır.

Kısacası Sanayi 4.0, ürünlerin ve süreçlerin sayısallaştırma, otomatikleştirme, şeffaflık, mobilite, modülleştirme, ağ işbirliği ve sosyalleşme eğilimlerini ele almak üzere bir değer zincirinde türetilen ve uygulanan radikal yenilik toplamıdır. Bu çalışmanın amacı Sanayi 4.0 ile ilgili kavramların işletmeler açısından önemini üç kısma ayırarak vurgulamaktır.

İlk olarak; işletmelerin bir zihin haritası oluşturması için teknoloji ve yöntemlerin önceden belirlenen karakteristik özelliklerine göre yapısal literatür taraması yapılması gerekmektedir. Belirli bir teknolojinin veya yöntemin değerlendirilmesi sırasında bu zihin haritası diğer teknolojilerle olan ilişkiler için de kullanılabilir. Bu zihin haritası sıklıkla tartışılan teknolojileri ve kavramları geçerli literatürle özetlemekte ve Sanayi 4.0'ın temel özelliklerine uygun hareket edilmesini ele almaktadır.

İkinci olarak; Tüm teknolojiler ve kavramlar kavramsal olarak tedarik zinciri içerisinde süreçlerin ve ürünlerin sayısallaştırılması, özerkliği, şeffaflığı, hareketliliği, modülleştirme, ağ işbirliğini, toplumsallaşmayı etkinleştirerek, işletme faaliyetlerini destekleyip desteklemedikleri açıklanmalıdır. Böylece zihin haritasının tüm teknolojilerinin Sanayi 4.0'ın karakterize edici özelliklerine uyup uymadığının analizi yapılmaktadır. Bu analizde göz önüne alınan kavram; mekanik, optik ve elektronik ürünlerin ve cihazların imalatı anlamına gelen elektroniğin minyatürleşmesidir.

Bu kavramın oluşturulmasında tedarik zincirindeki taşıma süreçleri ile ilgili verilerin toplanması, yönetilmesi, analizi gibi kavramların otomatik tanımlama olarak bilinen gömülü sistemler olan Otomatik tanımlama ve veri toplama ve radyo frekans tanımlama teknolojileri ile yapılması gerekmektedir. Bu gömülü sistemler bir fonksiyonu veya ürünü kontrol etmek için fiziksel ürünlerle donatılmış mikroişlemci tabana sahip teknolojilerdir. Bunun yanı sıra robotların tasarımı, yapımı, çalışması, uygulaması gibi işlemler robotik alanda da elektroniğin minyatürleştirilmesi olarak bilinmektedir. Bu kavrama aynı zamanda makinenin makineyle (akıllı makine) iletişimi yani makinelerin özerk iletişimi olarak tanımlanmaktadır.

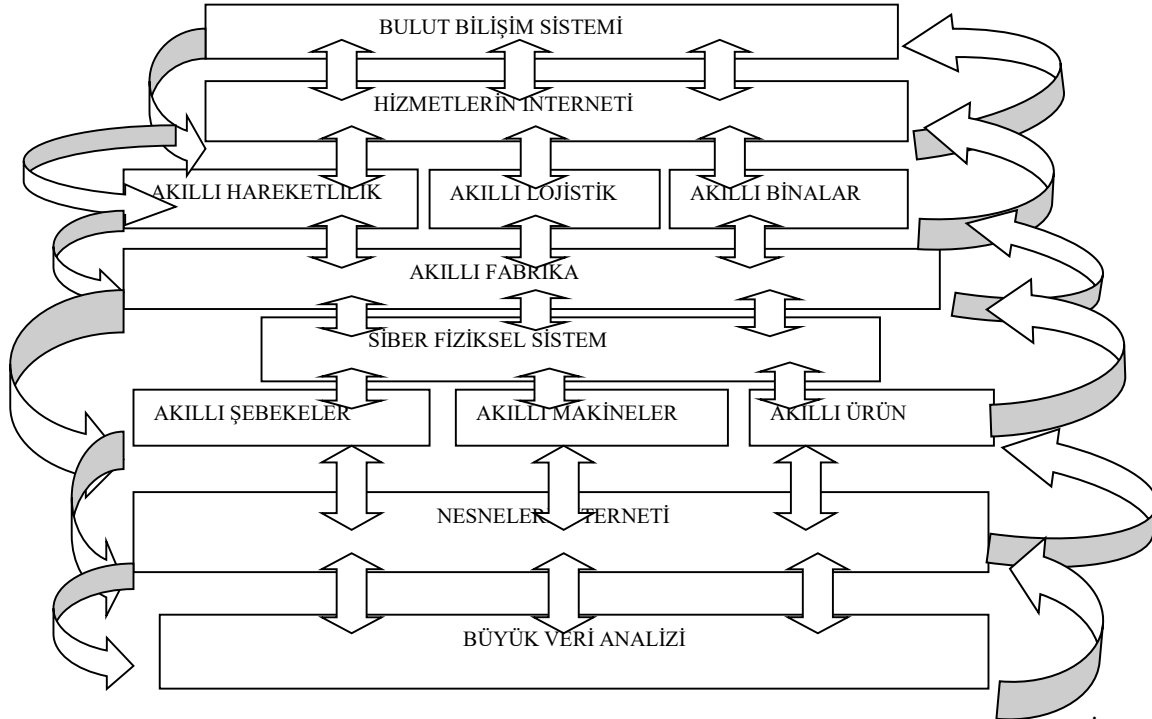
Üçüncü olarak; işletmenin işini ve pazarını daha iyi anlamasına ve zamanında iş kararları vermesine yardımcı olmak için kritik iş verilerini analiz eden teknikler, teknolojiler, sistemler, uygulamalar, yöntemler olarak bilinen *iş zekâsı* kavramını gerçekleştirmelidir. Bu kavram akıllı fabrika ve akıllı üretim olarak da bilinmektedir. Akıllı Fabrika kavramı aynı zamanda taşıma, depolama, depolama süreçlerindeki iyileştirmeler olarak bilinen Akıllı Lojistik kavramını da içermektedir. Akıllı Fabrikalarda toplanan Akıllı Veriler Büyük Verilerin gerçek zamanlı olarak toplanması ve saklanması yardımıyla verilerin yönetilmesi ve analiz edilmesinde kullanıcı birimi ve işlem sayısı gibi ölçülen değerler gerçek zamanlı ve gerçek ölçekli değerler göz önüne alınarak yapılmaktadır.

II. SANAYİ 4.0 KAVRAMI VE KAPSAMI

Almanya üretim ekipmanları sektöründe küresel lider olarak, dünyadaki en rekabetçi imalat sanayilerinden birine sahiptir. Bu güç sayesinde yenilikçi üretim teknolojilerini geliştirmiş, karmaşık endüstriyel süreçlerin yönetimi gibi alanlarda sürekli uzmanlık sağlayarak liderliğini korumaktadır. Almanya'nın güçlü imalat endüstrisi teknolojisi, küresel olarak bilgi teknolojisindeki değişimler, Siber Fiziksel Sistemlerdeki teknolojik bilgi yapılanması, üretim ve otomasyon mühendisliği gibi konularda gelişimi ulusal strateji haline getirmesi sonucu lider konuma gelmiştir. Bu liderlik sonucu yeni bir sanayileşme vizyonu olan Sanayi 4.0 kavramı bu ülkede ortaya çıkmıştır (Moment;2014).

İlk üç sanayi devrimi mekanizasyon, elektrik ve bilgisayarlaşma sonucu oluşmuştur. Günümüzde Dördüncü Sanayi Devrimi Nesnelerin ve Hizmetlerin İnternetini üretime dönüştürmüştür. Gelecekte işletmeler Sanayi 4.0 ile değişime uğrayarak teknolojilerini, lojistik sistemlerini, üretim tesislerini, Siber Fiziksel Sistem şeklinde küresel ağlar kurarak geliştireceklerdir. İşletmeler üretim ortamı içerisinde birbirinden bağımsız olarak bilgi üretimini, kontrol işlevini, akıllı makineler ve depolama sistemini Siber Fiziksel Sistem sayesinde gerçekleştirecektir. Bu sistem sayesinde imalat, mühendislik, malzeme temini, endüstriyel süreçler, tedarik zinciri, yaşam döngü sistemi gibi kavramlar hızla gelişecektir (Acatech; 2013). Sanayi 4.0 kavramının işleyişi Şekil 1'de gösterilmiştir (Acatech; 2013).

Şekil 1. Sanayi 4.0'ın İşlevsel Yapısı



Kaynak; Acatech (2013); National Academy Of Science and Engineering Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0 Almanya Nisan 2013.

Sanayi 4.0 ile ortaya çıkan akıllı fabrikalarda; yapay zekaya sahip robotların üretimde kullanılması, kendilerini yöneten makineler, hayat hikayelerini ele alan bilgi kataloglarına sahip ürünler, müşteriye özel olarak üretilmiş akıllı olan şahsi ürünler gibi kavramlar üretime tamamen yeni bir boyut kazandıracaktır. Yine bu kavramla ortaya çıkan akıllı ürünler benzersiz bir şekilde tanımlanan, bulunabilir, her zaman hikâyelerini ve mevcut durumunu içinde taşıyan, arıza durumunda içerisindeki sensörle akıllı fabrikalara bilgi gönderen, hedefe ulaşabilmek amacıyla alternatif stratejilerle donatılan ürünlerdir (Bauerhans; Hompel; Vogel; Heuser; 2014).

Siber Fiziksel Sistemler dikey olarak fabrikalarda ve işletmelerde iş süreçleri ile bağlantılı iken yatay olarak da çevre, müşteri, dağıtım kanalı, lojistik gibi değer ağları ile birbirine bağlanmıştır. Bu değer zinciri bir uçtan diğerine mühendislik dehası ile oluşturulmuştur. Dolayısıyla Sanayi 4.0 büyük bir potansiyele sahiptir. Bu sistem sayesinde oluşturulan akıllı fabrikalar bireysel müşteri gereksinimlerinin karşılanmasına imkân vererek bireysel de olsa her bir ürün üretiminin karlılık potansiyelini artıracaktır (Brettel; et al.; 2014).

Sanayi 4.0'da dinamik işletme ve mühendislik süreçleri, üretimde anlık değişimlere uyum sağlama, kesinti ve arızalara anında cevap verme, tedarik ve lojistik faaliyetler arasında koordinasyon kurma becerisini sağlamaktadır. Sanayi 4.0 ile üretim sürecinde uçtan uca şeffaflık sağlanmakta bu da karar verme kolaylığını, değer ağlarının önemini, yeni iş modelleri yaratmanın yollarını sunmaktadır. Sanayi 4.0 özellikle işletmeler için müşteri yönelimli hizmetler için yeni fırsatlar sağlamaktadır. Ayrıca Sanayi 4.0 kaynakların verimli ve etkin kullanımı, enerji verimliliği, kentsel üretim modeli, demografik değişim gibi günümüzde sık karşılaşılan zorlukların çözümüne de katkıda bulunacaktır (Porter; Heppelmann;2015). Sanayi 4.0 aynı zamanda üretim ve hizmette sürekli gelişimi sağlayarak kaynak verimliliğini, değer ağlarının etkinliğini sağlayacaktır. Bu etkinliğin sağlanmasında demografik değişimlerle birlikte sosyal faktörlerinde dikkatli şekilde ele alınarak düzenlenmesi gerekmektedir. Sanayi 4.0'da akıllı yardım sistemler, çalışanların yaratıcı ve katma değerli etkinliklere odaklanmasını sağlayarak rutin iş kavramını ortadan kaldırmaktadır. Bu sistem sayesinde çalışanlar kalifiye hale gelerek daha uzun süre üretken olabileceklerdir. Sanayi 4,0 ile işletmeler esnek çalışma organizasyonu sayesinde çalışanların işlerini, özel hayatlarını, mesleki gelişimlerini daha iyi geliştirerek iş yaşam dengesinin daha sağlam kurulması sağlanacaktır (Herman; Pentek; Otto;2015).

Sanayi 4.0 kavramının tam olarak benimsenmesi ve uygulanabilir olması yatay ve dikey entegrasyonun uyumlaşması ile oluşturulmaktadır. Dikey entegrasyonla tüm işletme içi sistemler, yatay entegrasyonla da işletme dışı sistemlerin birbiri ile uyumlu olması vurgulanmaktadır. Bunların yanı sıra her ikisinin de uyumlu çalışması için yeni sosyal çevre anlayışı benimsenerek esnek çalışma ve standardizasyon ve referans mimarisi, karmaşık sistemleri yönetme, endüstri için kapsamlı altyapı, emniyet ve güvenlik, iş organizasyonu ve tasarım, eğitim ve mesleki gelişim, düzenleyici alt yapı, kaynak verimliliği gibi kavramlar sonucu kilit uygulama alanları oluşturulmalıdır (Acatech; 2013).

Tüm bunların yan sıra Sanayi 4.0 kavramını karakterize eden özellikleri; ürün ve süreçleri sayısallaştırma, otomatikleştirme, şeffaflık, mobilite, modülleştirme, ağ işbirliği, sosyalleşme eğilimler olmak üzere yedi kavramla ifade edebiliriz (Pfohl; Yahşi; Kurnaz; 2015). Bu kavramlar sırasıyla;

-*Sayısallaştırma (Dijitalleştirme)*;İşletmelerin iç süreçlerini, ürün bileşenlerini, iletişim kanallarını, tedarik zincirini, diğer kilit yönlerini sayısallaştırma sürecine dâhil etmesini açıklamaktadır. Bu süreç sanayi 4.0 kavramının en önemli karakteristik özelliğidir ve diğer özelliklerin hepsini etkinleştirmektedir.

-*Otomatikleştirme*; Sanayi 4.0 teknolojileri ve kavramlarının işletmelerin geleceğindeki teknolojileri ve algoritmalarında etkin kararlar alması, bu teknolojilerin öğrenilmesinde otonomluk sağlamayı açıklamaktadır. Bu özerk karar verme ve öğrenme insan yapımı algoritmalara dayanır, tüm fabrikaların ve imalat tesislerinin en az insan-makine etkileşimi ile çalışmasını sağlamaktadır.

-*Şeffaflık*; Sanayi 4.0 teknolojileri bütün değer yaratma sürecinin şeffaf olmasını ele almaktadır. Bu kavram sayesinde işletmelerde işbirliğine dayalı karar verme daha etkin şekilde gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda sadece tedarik süreçleri değil aynı zamanda işletmelerin ve müşterilerin davranışlarını da şeffaflaştırır.

-*Hareketlilik(Mobilite)*; Mobil aygıtların yaygınlaştırılması, dünyanın her yerinden iletişim sağlanması, veri paylaşımı ve değer üretilmesini sağlamaktadır. Cihazların hareketliliği aynı zamanda müşterilerin etkileşime girme biçimini, işletmelerin üretim sürecinde makinelerin birbiri ile iletişimi ve etkileşimini de değiştirmektedir.

-*Modülleştirme*; Ürünlerin ve başta üretim tesisleri olmak üzere tüm değer yaratma sürecinin modüler hale getirilmesini ele almaktadır. Bu kavram ile modüler üretim tesisleri, üretim sürecinde esnekliğini sahip, üretim miktarını kendisinin ayarladığı özerklik ile çalışma düzenini oluşturmaktadır.

-*Ağ İşbirliği*; Tıpkı insanların sosyal ağlarla etkileşime girmesi gibi işletmelerin de süreçleri tanımlanan faaliyetlerinin, örgütsel sınırlar içerisinde dış dünyayla ilişkisini belirli ağlardaki makinelerin ve insanların etkileşimi yoluyla kararlaştırmasıdır.

-*Sosyalleşme*; Ağlardaki işbirliği, makinelerin diğer makine veya insanlarla iletişimi iletişimini açıklamaktadır. Bu kavrama aynı zamanda Dijital Çevre de denilmektedir.

III . SANAYİ 4.0 KAVRAMINI UYGULAMAK İÇİN YÖNETİMSEL YAKLAŞIM

Dördüncü Sanayi Devrimi işletmelerin kendi üretim ve tedarik zincirini oluşturması amacıyla örgütsel değişime uğraması fikri, yeni bir yönetsel yaklaşımın nasıl olması gerektiği konusunda işletmelerde yönetim değişikliğini zorunlu kılmaktadır. Bu değişim üç aşamalı olarak şu şekilde ele alınır;

Şekil.2 Sanayi 4.0 İle İlgili Uygulama Çerçevesi

	1. ADIM	2. ADIM	3. ADIM
YÖNETİM YAKLAŞIMI	İşletme içinde Sanayi 4.0 kavramının tanımı ve içeriğinin anlaşılması, çalışanlara iletilmesi	Gelecekte işletmenin değer zinciri içerisinde çok fazla uygulanan önemli teknolojileri kavramlarını belirlenmesi	Tedarik zincirindeki faaliyetlere yönelik her bir teknolojinin ve içeriğinin yönetim açısından etkisinin değerlendirilmesi
ARAŞTIRMA AMACI VE SONUÇLARI	Sanayi 4.0 kavramının tanımı ve karakteristik özelliklerinin bulunması	Karakteristik özelliklerine göre Sanayi 4.0 kavramıyla ilgili temel teknolojiler ve alt teknolojik kavramların tanımlanması	Tanımlanmış teknoloji ve konseptlerinden oluşan akıllı makine yönetiminin zorlukları ve potansiyellerini analiz etmek
ÖZEL ARAŞTIRMA METODLARI	Sanayi 4.0 ilgili karakteristikler öncelikle tanımlanması, işletmeye ait ayrıntılı özelliklerin açıklanması	Sanayi 4.0 ile ilgili teknolojik kavramlar ve bunların karakteristik özellikleri için işletmelerin zihin haritalarını oluşturması	İşletmelerin Sanayi 4.0'a uygun tedarik zincirinin teorik yönetimi için zihin haritasının oluşturulması
GENEL ARAŞTIRMA METODLARI	Uluslararası dergilerde ve diğer bilimsel veri tabanında Sanayi 4.0 ile ilgili yapısal bir literatür taraması yapmak. Sanayi 4.0 ile ilgili spesifik araştırma yöntemlerini desteklemek için yapılandırılmış bir literatür taraması yapmak.		

Kaynak; Pfohl .H.C.,Yahşi,B., Kurnaz,T. (2015) ; TheImpact Of Industry 4.0 On TheSupplyChain, Proceedings of The Hamburg International Conference of Logistics (HICL)-20, August 2015, Geermay-Hamburg

Değişimin ilk adımı için tüm ulusal ve uluslararası işletmeler Sanayi 4.0 kavramının içeriğini, özelliklerini, kilit uygulama alanlarını, bileşeklerini, teknolojik faktörlerini herkesin anlayabileceği hale getirerek ortak bir tanımlamayı yapması gerekmektedir. Bu aşamada işletmenin üst düzey yöneticileri organizasyonda ve tedarik zincirinde yenilik sürecini başlatabilmek için hangi faaliyetlerden başlayacağını bilmesi, Sanayi 4.0 ile ilgili kavramı bütün yönleriyle anlayıp, anlatacak yeteneğe sahip olması gerekmektedir.

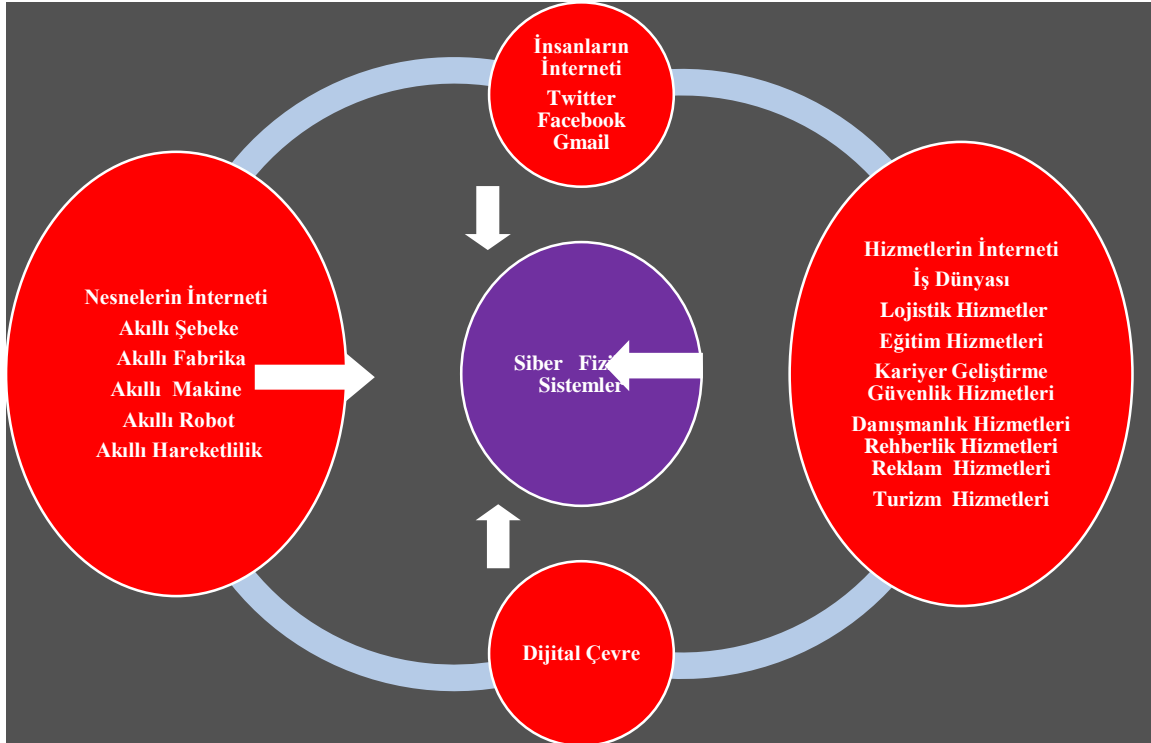
Değişimin ikinci adımı için işletmeler Sanayi 4.0 ile ilgili teknoloji ve kavramları tanımlamalı, kümelemeli, analiz etmelidir. Bunun için Sanayi 4.0 kavramının araştırma alanı ile ilgili tüm teknolojilerin zihin haritaları çıkarılmalı ve sahip olunan teknolojilerle karşılaştırılmalıdır. Bu analiz sonucu işletme Sanayi 4.0 terimini karakterize edici özelliklere göre tüm teknolojileri ve bununla ilgili kavramları değerlendirmek için kavramsal karar sürecini geliştirilerek, uygulamayı gerçekleştirmelidir. Bu analiz sonucu elde edilen veriler işletmenin stratejik amaçlarına uyarlanmalı, buradan stratejik kararlarına çevrilmeli, daha sonra stratejik planlar ile yazılı hale getirilip son olarak ta stratejik yönetimine yansıtılmalıdır.

Değişimin üçüncü adımı için işletmenin yönetim tedarik zincirinin nasıl olacağını değerlendirilmesidir. Sanayi 4.0 kavramına uygun teknolojilerin zorlukları ve potansiyelleri öncelik olarak belirlenmelidir. Bunun için Sanayi 4.0 kavramına ait her bir teknolojik unsur ele alınarak tedarik zincirine olan etkisi bütüncül açıdan değerlendirilerek Sanayi 4.0 ile ilgili uygulama çerçevesi Şekil 2'deki gibi oluşturulmalıdır (Pfohl; Yahşi; Kurnaz; 2015).

IV. SANAYİ 4.0 KAPSAMINDA SOSYO-TEKNİK MODELLEME KAVRAMININ UYGULANMASI

Sanayi 4.0 ile oluşturulan yeni *Sosyo-Teknik modelleme*; müşterilerin ve rakiplerin durumlarını, hizmet ortaklıklarını, iş ve hizmet kalite anlayışı ile birlikte ağ yapısını, iş ortakları arasındaki koordinasyonu, ürün ve hizmetin fiyatlandırılması gibi kavramları kapsamaktadır (Acatech; 2013). Sanayi 4.0 kavramı ile oluşturacak *Sosyo-Teknik Modelleme* Şekil 3'de gösterilmiştir.

Şekil 3. Sanayi 4.0'a göre Sosyo-Teknik Modelleme



Kaynak; Acatech (2013); National Academy Of Science and Engineering Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0 Almanya Nisan 2013.

Sosyo-Teknik Modelleme işletmeler için potansiyel ticari faydaları sağlayabileceği gibi değer zincirindeki tüm ortaklıkları da bu faydadan yararlanabilmesini sağlamaktadır. Sanayi 4.0 'un bileşkesi olan Hizmetlerin İnterneti yardımıyla Sanal Organizasyonlar oluşturarak kendi kendini düzenleyen uyarlanabilir ve müşteri entegreli mühendislik sistemi gibi modeller oluşturarak işlerin ve hizmetlerin daha dinamik bir ağ yapısıyla yerine getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu model

oluşturulurken; işletmenin finansman yapısı, başarı hızı, güvenilirlik katsayısı, risk oluşumu, bilginin korunması gibi sorunların göz önüne alınması gerekmektedir.

Sanayi 4.0 kavramı ile oluşturulan *Sosyo-Teknik Modelleme* de sanal ağ organizasyonları iş ve hizmetlerin nitelikleri, işletmelerin sorumlulukları, yükümlülükleri bağlayıcı belgelerle desteklenmesi çok önemli olmaktadır. İşletmeler tarafından oluşturulan gerçek zamanlı *Sosyo-Teknik* modellemenin detaylı olarak izlenmesi, yükümlülüklerinin yerine getirildiğini gösteren işlem aşamalarının oluşturulması ve sanal ağ yapısının sistemleştirilmesi oluşturulan modelin çalışmasında önemli rol oynayacaktır (Mohanarajah;et al;2015).

İşletmeler tarafından oluşturulan *Sosyo-Teknik Model*'in uygulamasında; müşteriye özel hizmetlerin etkin bir şekilde sağlanması için müşteri ile ilgili tüm hizmetlerin yaşamsal döngüsü, hangi sözlerin gerçekleştirildiği, hangi lisans modellerinin oluşturulduğu, oluşturulan lisans modellerinin ne şekilde yerine getirildiği, yeni ortaklıkların iş ağlarına nasıl katılacağı gibi kavramlara yer verilmesi gerekmektedir. İşletmeler arasında oluşturulan bu model'in uygulamasında teknoloji ile ilgili veriler, sorumluluklar, veri koruma, ticari kısıtlamalar, kriptografi kullanımı gibi konularda yasal koruma sağlanmalıdır. Bu koruma sayesinde teknolojik uyumluluk sürekli şekilde test edilerek bilgilerin güncellenmesi sağlanacaktır (Angelov; 2013) .

Sosyo-Teknik Model uygulamasında işletmelerde oluşturulan sosyal alt yapı ile çalışanlar çok modlu, makineler akıllı, akıllı destek sistemleri ile işletmeler verimli ve etkin çalışacaktır. Aynı zamanda kapsamlı mesleki ve teknolojik eğitim, iş organizasyonlarının yarı ya da tam otomatik dengesi, yeni tasarım modelleri geliştirme gibi kavramlar sosyal alt yapının daha da gelişmesini sağlayacaktır. Sosyal alt yapı modelinde liderlik yönetim yaklaşımına yer verilmesi sonucu çalışanların kendi kendini değerlendirmesi, denetimi kendisinin yapması sonucu mesleki özerklik derecesi artacaktır. Bu özerklik ile çalışanlar iş ile ilgili inisiyatifte sahip olacak, bireysel kararlarını daha etkin verecek, esnek çalışma sistemi ile iş yükünden kurtulacaktır (Wang,;Heng; Chau; 2007).

Sanayi 4.0 kavramı ile oluşturulan bu modelin uygulanması sonucu sosyal alt yapı ile teknolojik gelişim, çalışanlarda yeni beceriler, yetenekler, stiller, iş yapma usulleri gerçekleştirecektir. Bu yapı ile gelecekte yeni mesleklerin oluşum yolları oluşacak, mesleki gelişim kariyer yolları farklılaşacak, mesleki eğitimlerin yapısı değişecek, üniversitelerdeki programlarda köklü değişimler yaşanacak, teknoloji yaşamın bir parçası olacak, Dijital Çevre, Bulut Bilişim Sistemi ve Büyük Veri Analizi yeni üretim faktörleri olarak benimsenebilecek kısaca hayatımızda çok boyutlu değişimler yaşanabilecektir. Yani bu kavram ile işletmelerde oluşturulan yeni sosyal alt yapılarda yenilik sürecine uygun olarak çok daha fazla çalışanın katılımı sağlanacaktır. Burada önemli olan nokta insan teknolojisi ile dijital çevrenin uyumlu olmasıdır.

Sanayi 4.0 ile oluşturulan *Sosyo-Teknik* model uygulamasında göz önüne alınması gereken önemli bir diğer faktörde emniyet ve koruma kavramı olmaktadır. Bu kavram işletmeler için hayati öneme sahiptir. Emniyet ve koruma sanal ortamda oluşturulan tasarıma göre güvenlik kavramı için yapılan programlardaki işlevsel bileşenlerin komplikasyonuna bağlı olduğunu bilerek kriptografilerin bilgisayar casusları tarafından kolayca çözümlenmesi için Siber Güvenlik Sisteminin yapılandırılmasına öncelik vermek amaçlanmalıdır (Oswald;2014).

V. SONUÇ VE DEĞERLEME

Yapısal literatür taramasına dayanarak Sanayi 4.0 kavramı ile ilgili mevcut araştırma ve teknolojilerin, işletmeler için niteliksel ve niceliksel analizinde, değer zinciri içerisindeki uygulamasında başlangıç aşamasında olduğu günümüz işletmecilik anlayışında bir gerçektir. Ulusal ya da uluslararası işletmeler Sanayi 4.0'ın yapıtaşları olan ürün ve süreçleri sayısallaştırma, otomatikleştirme, şeffaflaştırma, mobilite, modülleştirme, ağ işbirliği, sosyalleşme eğilimler gibi kavramların aslında Sanayi 4.0'ın karakteristik özelliklerini de oluşturduğunu bilmesi gerekmektedir.

Bu karakteristik özellikler aynı zamanda işletmelere radikal değişime gitmeleri için de zihin haritasını oluşturmaktadır. İşletmelerin oluşturdukları zihin haritası yalnızca kendi yapısına uygun yani öznel, donatımı, ürünleri, üretim süreçleri, tedarik zinciri, lojistik faaliyetleri gibi kavramların hepsi için uygulanabilir olması gerekmektedir. İşletmeler zihin haritasını oluştururken özellikle güncel teknolojik yapı ile gelecekteki Sanayi 4.0 kavramına uygun oluşturulan teknolojik yapı arasındaki tedarik zinciri, üretim, pazarlama, bilişim ve iletişim süreci gibi kavramların katkı düzeylerini göz önüne alması gerekmektedir.

Sanayi 4.0'a doğru yolculuk evrimsel bir süreç olacaktır. Bu süreçte işletmeler mevcut temel teknoloji ve deneyimlerini bu evrimsel sürecin içeriğine uygun olacak şekilde spesifik gereksinimlerine göre uyarlamalı, yeni araçlar, yöntemler, teknikler, modeller için yeni çözümler oluşturarak bu yeniliğe uygun yaratıcı pazarlar bulmalıdırlar. Bu evrimsel süreç işletmelere sürdürülebilir küresel rekabetin yanı sıra yöresel kalkınmaya öncülük ederek yerel üretim kaynaklarını ve sistemlerinin yapısal oluşumu için gerekli altyapı çalışmalarını da sağlamaktadır.

Sanayi 4.0 kavramı aslında gelecekteki işletmelerin vizyonunu oluşturmada Siber Fiziksel Sistem yardımı ile üretim ve lojistik kavramlarının entegrasyonu ile işlerin ve hizmetlerin endüstriyel süreçte nasıl uyumlu çalışacağı konusunda da rehberlik edecektir. Bu rehberlik; iş modelleri, ürün ve hizmet çeşitliliği, iş organizasyonları, gerçek zamanlı çalışma, esnek çalışma sistemleri gibi kavramlarla değer artışı sağlayacaktır.

Bu değer yaratımı sonucu işletmelerin dijitalleşmesi sonucu akıllı ürünlerle uyumlu akıllı dijital çevrenin yaratılması ancak yeni bilişim ve iletişim ağlarının oluşturulması ile mümkündür. Bu kavram Siber Fiziksel Sistemler, Bulut Bilişim Sistemi, Büyük Veri Analizi, Nesnelerin İnterneti, Hizmetlerin İnterneti gibi kavramlar yardımıyla gerçekleştirilir. Bu

kavramlar sonucu akıllı makineler, sanal lojistik sistemleri, ürün yapılandırma, akıllı ürün oluşturma gibi kavramlar için işletmelerin geniş bantlı veya tabanlı internet ağları oluşturması ile gerçekleştirilebilir.

Bu sistem yalnızca üretimin daha esnek yapılandırılmasına olanak sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha da farklılaşmış iş yapma ve yönetim yapılanması ile birlikte etkin dijital kontrolü de gerçekleştirir. Sanayi 4.0 kavramı aynı zamanda üretim faktörü olarak bilinen emek kavramı yerine Yapay Zeka, bilgi kavramı yerine Bulut Bilişim Sistemi ve yeni bir kavram olarak da Dijital Çevre kavramını yeni üretim faktörleri olarak sunabileceği gerçeği akıldan çıkarılmamalıdır.

Ayrıca Sanayi 4.0 teknolojisinin organizasyon içinde uygulamasından doğan zorluklar ve potansiyellerin riskini azaltmak için bütünsel *Sosyo-teknik* yönetim modeli geliştirilip, uygulayarak mevcut yapı ya yarı otomatik ya da tam otomatik dengeye ulaşması sağlanmalıdır. İşletmeler *Sosyo-teknik yönetim* modeli ile yapı, teknoloji ve insanlar arasındaki organik bağ oluşturulurken, tedarik, üretim, dağıtım faaliyetleri için de bir bakış açısı sunmaktadır. Dolayısıyla işletmeler *Sosyo-Teknik* yönetim modeli oluştururken *iş zekası*, akıllı iletişim, otomatik tanımlama ve veri toplama, radyo frekans tanımlama teknolojilerinin minyatürleştirilmesi gibi kavramlara öncelikle yer vermelidir.

Bununla birlikte asıl değişiklik akıllı fabrika, akıllı lojistik, akıllı makine gibi imalat süreçlerinde yapılmalıdır. Akıllı iletişim, akıllı veri uygulamaları ile tedarik zinciri sürecindeki kişi ya da işletmelerin etkileşimi ile pazarlama departmanlarına özel müşteri-müşteriler gibi yeni birimin entegre edilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Acatech (2013); National Academy Of Science and Engineering Recommendations For Implementing The Strategic Initiative Industrie 4.0 Almanya Nisan 2013.
- [2] Angelov, P.(2013);Autonomous Learning Systems: From Data StreamstoKnowledge in Real-time. John Wiley&Sons.
- [3] Bauerhans, T., ten Hompel, M., Vogel-Heuser, B.(2014);Industrie 4.0 in Produktion,
- [4] AutomatisierungundLogistik. Wiesbaden, Springer.
- [5] Brettel, M., et al. (2014); How Virtualization, Decentralizationand Network Building Change the ManufacturingLand scape: An Industry4.0 Perspective. International Journal of Mechanical, Aerospace, Industria land MechatronicsEngineering. 8(1).
- [6] Herman, M., Pentek, T., & Otto, B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0. Dortmund, TU.
- [7] Mohanarajah, G. et al.(2015) ;Rapyuta: A CloudRobotics Platform. IEEE Transactionson AutomationScienceandEngineering. 12(2).
- [8] Mommnet (2014); Almanya ve Endüstri 4.0Hacettepe Üniversitesi İletişim Fakültesi Kültürel Çalışmalar Dergisi Nisan 2014
- [9] Oswald, M.(2014);Seekand ye shall not findnecessarily: The Google SpainDecision,the Surveillant on the streetand Privacy Vigilantism. Digital EnlightenmentYearbook 2014.
- [10] Pfohl .H.C.,Yahşi,B., Kurnaz,T. (2015) ; TheImpact Of Industry 4.0 On TheSupplyChain, Proceedings of The Hamburg International Conference of Logistics (HICL)-20, August 2015, Geermany-Hamburg.
- [11] Porter, M.E.,Heppelmann, J.E. (2015);WiesmarteProdukte den Wettbewerbverändern.
- [12] Harvard Business Manager. 12/2014.
- [13] Wang, C.,Heng, M., Chau, P.(2007);SupplyChain Management – Issues in thenewera of Collaboration andCompetition. London, et al.:IdeaGroup Publishing.