

Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi Perspektifinden Döngüsel Ekonomi Circular Economy From Product Lifecycle Management Perspective

Bilge ÜÇOK, Ege Üniversitesi, Türkiye, bilgeucok@gmail.com

Orcid No: 0000-0002-1666-9900

Rüstem Barış YEŞİLAY, Ege Üniversitesi, Türkiye, rbyesilay@gmail.com

Orcid No: 0000-0002-0830-8224

Öz: Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (Product Lifecycle Management - PLM) şirketlerin küresel pazarda rekabet edebilmeleri için bir ihtiyaç haline gelmiştir. PLM, en iyi kalitede üretim için en az zaman ve maliyetle işbirliği içinde çalışmanın bir gereğidir. Döngüsel ekonomi kaynak kullanımından sonraki imha sürecinin yerine, dönüşümü ve yeniden dönüşümü ifade eden bir anlayıştır. Döngüsel ekonomi kavramı hem sürdürülebilir olmak hem de kârlılığını artırmak isteyen şirketler için giderek daha popüler hale gelmektedir. PLM sistemleri, döngüsel bir modele geçmek isteyen şirketler için önemli ölçüde yardım sağlayabilir. Bir PLM sistemi, bir ürünün yaşam döngüsünü döngüsel bir şekilde yönetmek için en iyi çözüm olabilir. Geniş bir işletme konsepti olarak PLM, ürün ve bilgi akışları gibi yaşam döngüsü aşamalarında ürün hakkında bilgi sağlayabilir. Günümüzde PLM şirketlerin yaşam döngüsü süreçlerini kolaylaştırma potansiyeline sahiptir. PLM'nin bu süreçler döngüsel olanlara dönüştüğünde kullanılacak kritik bir araç olabileceği iddia edilebilir. Örneğin, şirketlerin imalat sürecinin daha erken bir aşamasında daha iyi kararlar almalarına yardımcı olmak için hangi malzemelerin tekrar kullanılabilir olduğu hakkında genel bir bakış içerebilir. Bu çalışmada ilkin PLM ve döngüsel ekonomi hakkında literatür araştırması yapılmış, sonrasında mevcut uygulamalar incelenip son aşamada ise şirket çalışanlarına yönelik olarak PLM ve döngüsel ekonomi konuları hakkında anket uygulanmıştır. Anketlerden elde edilen veriler analiz edilmiş ve veriler yorumlanarak öneriler sunulmuştur. Çalışma PLM ve döngüsel ekonomi uygulayan firmaların az sayıda olduğunu, her iki olguya dair farkındalığın yetersiz olduğunu ve çoğu anket yanıtlayıcısına göre gerekli görülmediklerini ortaya koymuştur. Firmalarca PLM'nin önemi anlaşılmanmış olmasından hareketle bilimsel yayınlar, sektöre yönelik eğitimler ve seminerlerle farkındalık yaratılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel Ekonomi, Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi, Geri Dönüşüm

JEL Sınıflandırması: D29, Q50, Q53

Abstract: Product Lifecycle Management (PLM) has become a necessity for companies to be competitive in the global market. PLM is a requirement of working collaboratively for the best quality production with the least time and cost. The circular economy is an understanding that expresses transformation and re-transformation instead of the destruction process after resource use. The circular economy concept is becoming more and more popular for companies that want to be both sustainable and increase their profitability. PLM systems can provide significant assistance for companies looking to move to a circular model. A PLM system might be the best solution to cyclically manage a product's lifecycle. As a broad business concept, PLM can provide information about the product at lifecycle stages such as product and information flows. Today, PLM has the potential to streamline the lifecycle processes of companies. It could be argued that PLM could be a critical tool to use when these processes turn into cyclical ones. For example, it might include an overview of which materials are reusable to help companies make better decisions at an earlier stage of the manufacturing process. In this study, first, literature research on PLM and circular economy was conducted, then current practices were examined, and in the last stage, a questionnaire was applied to company employees about PLM and circular economy issues. The data obtained from the questionnaires were analyzed and the data were interpreted, and suggestions were presented. The study revealed that firms that implement PLM and circular economy are few in number, awareness of both phenomena is insufficient, and they are not considered necessary according to most survey respondents. Considering that the importance of PLM is not understood by the companies, it is evaluated that awareness can be created through scientific publications, seminars, and training for the sector.

Keywords: Circular Economy (CE), Product Lifecycle Management (PLM), Recycling

JEL Classification: D29, Q50, Q53

Makale Geçmişi / Article History

Başvuru Tarihi / Date of Application : 8 Ekim / October 2021

Kabul Tarihi / Acceptance Date : 20 Haziran / June 2022

© 2022 Journal of Yaşar University. Published by Yaşar University. Journal of Yaşar University is an open access journal.

1.Giriş

Küresel dünyada, üretilen ürünlerin çevre etkisine dikkat çekmek için birçok girişim başlatılmıştır. Bunlardan en önemlilerinden biri Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma planıdır.

Sürdürülebilir kalkınma, insan ile doğa arasında denge kurarak doğal kaynakları tüketmeden, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına imkân verecek şekilde bugünün ve geleceğin yaşamını ve kalkınmasını programlama olarak tanımlanmaktadır (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı-UNDP). Sürdürülebilir kalkınma dünya çapında önemli konulardan biri olmuştur.

17 hedef ve 169 alt hedeften oluşan 2030 UNDP Gündemi, küresel ihtiyaçları birbirleri ile ilişki içinde ve ortak kazanç anlayışı ile ele almaktadır. Küresel düzeydeki kalkınmanın 15 yıllık seyrini belirleyen Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini aşağıdaki beş madde oluşturmaktadır: (Peşkircioğlu, 2016:9)

- İnsanlık için açlık ve yoksullukla mücadele;
- Güçlü bir gezegen için doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi;
- İnsan haklarından ve sosyal adaletten temellerini alan bir refah anlayış;
- Küresel barış için korku ve şiddetten bağımsız bir yaşam;
- Tüm bunları gerçekleştirebilmek için küresel bir kararlılık ve çok paydaşlı bir işbirliği

Son yıllarda sürdürülebilir kalkınmanın hedeflerine ulaşabilmesi için yeni bir yaklaşım olan döngüsel ekonomi modeli dikkat çekmektedir.

Döngüsel ekonomi, hammadde, bileşen ve ürünlerin değerlerini minimum şekilde kaybettiği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı kapalı döngülerden oluşan ekonomik bir sistemdir. Malların üretilip kullanıldığı sonrasında bertaraf edildiği doğrusal ekonomiden köklü bir kopuştur. Sınırlı kaynaklarımızın önemine vurgu yapan döngüsel bir ekonomiye geçiş, gelecekteki kalkınma ve refah için yeterli gıda, su, barınak, ısınma ve diğer ihtiyaçlara sahip olmamızı sağlamaya yardımcı olacaktır.

Döngüsel ekonomi geri dönüşüm ve yeniden üretim için yeni pazarlar açmaktadır. Bu yeni pazarlar ve yeni gelir kanalları, mevcut firmaların kârını arttırmakta ve rakipleri arasında rekabet avantajı sağlamaktadır (Park vd., 2010; Geng vd. 2012; MacArthur, 2013). Şirketlere ek olarak, yerel yönetimlerde ve kamuda da maliyetlerini düşürebilir (Ellen MacArthur, 2013). Belediyeler, topladıkları ve geri dönüşüm işlerine sattıkları miktardan ilave karlar elde edebilirler. Atık bertarafı için ödemeleri gereken miktar asgariye indirildiği için halk döngüsel ekonomi'den yararlanabilir. Sonuç olarak, finansal olarak karşılıklı bir ilişki formüle edilebilir.

Ürünlerin ve bileşenlerinin yaşam döngüleri kısalmışken, aynı zamanda yeni ürünlerin piyasaya eskisinden daha hızlı bir şekilde teslim edilmesi gerekir. İmalat ve hizmet sektörü toplu tedarikçi rolünden ayrılarak büyümeye çalışmaktadır. Gelecekte bu şirketler yapılandırılabilir ve esnek çözümler sunacaklardır. Bu, şirketlerde her bir aktörün belirli bir alanda ürünlerin planlanması, üretimi veya entegrasyonunda uzmanlaştığı ağlar oluşturmalarına neden olur. Ortak ürünlerle ilgili bilgilerin hızlı ve hatasız bir şekilde iletilmesi ve otomatik olarak şirketler arasında uluslararası pazarlarda etkin bir şekilde rekabet edebilmeleri gerekir. Bu nedenle, günümüzün endüstriyel üretiminde PLM, küresel rekabetin ve ürün ve bileşen yaşam döngüsünün kısılması ve artan müşteri gereksinimlerinin zorluklarıyla baş etmek için önemli bir araçtır (Saaksvuori vd., 2008).

Ürün yaşam döngüsü yönetimi anlamına gelen PLM, bir ürünün fikir geliştirme, tasarım, üretim, satış ve hatta kullanım ömrünün sonuna kadar yaşam döngüsünü yönetmenin stratejik süreci olarak tanımlanmıştır. PLM, üretimi kolaylaştıran, hataları azaltan ve etkili ekip işbirliğini güçlendiren, sonuçta zamandan ve paradan tasarruf sağlayan çevre dostu ve etik bir iş modeli olarak benimsenmiştir.

Döngüsel ekonomi kavramı hem sürdürülebilirliklerini hem de karlılıklarını artırmak isteyen şirketler arasında giderek popüler hale gelmektedir. Şirketlerin tamamen döngüsel bir yaklaşıma geçmelerini sağlamanın PLM sistemleriyle mümkün olacağı değerlendirilmektedir. PLM sisteminin bir ürünün yaşam döngüsünü döngüsel ekonomi perspektifinden yönetmek için optimum bir çözüm olabileceğini belirtmek mümkündür.

Çalışmamızda PLM ve döngüsel ekonomi kavramlarıyla ilgili 30 adet soru içeren anket 55 firma çalışanı tarafından yanıtlanmış ve anketlerden elde edilen veriler yorumlanmıştır. Çalışmamızın ilk kısmında döngüsel ekonomi ile ilgili yapılan literatür taraması neticesinde ulaşılan mevcut döngüsel ekonomi uygulamalarına yer verilmiştir. İkinci kısımda PLM tanımı, uygulamaları, yararları ve döngüsel ekonomi PLM ilişkisine yer verilip son kısımda ise firma çalışanları açısından PLM ve döngüsel ekonomiye yönelik bakış açıları içeren anketten elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Çalışma neticesinde firmalarda ve çalışanlarında döngüsel ekonomi ve PLM farkındalığının hala düşük seviyede olduğu ve döngüsel ekonomi ile PLM konseptine aşina olan firma sayısının az olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat tüm bunlara rağmen döngüsel ekonomi ve PLM felsefesine geçişin birçok faydasının aşılması gerekmektedir. Bu faydalar sonuçlar kısmında vurgulanmıştır.

2. Bilimsel Yazın Taraması

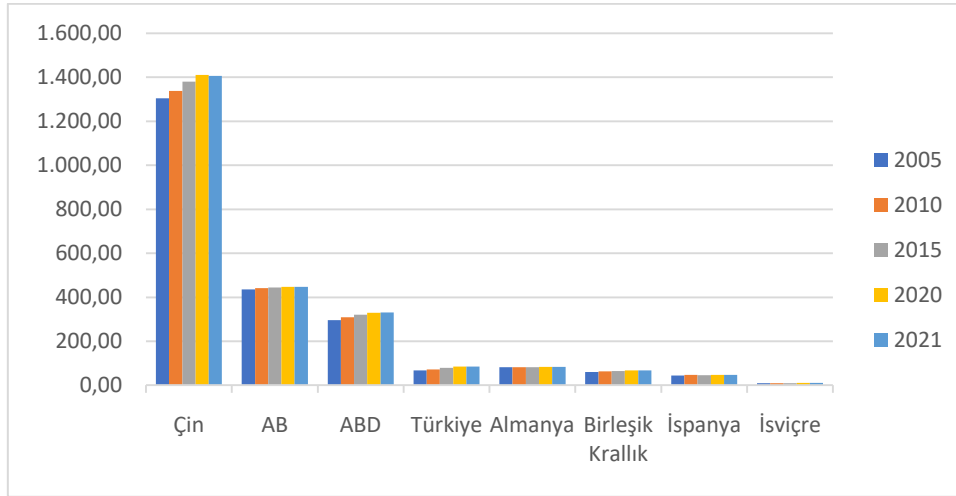
Döngüsel ekonomi ve ürün yaşam döngüsü yönetimiyle ilgili farklı şekillerde ve farklı yöntemlerle beraber çok sayıda çalışmalar yapılmış ve görüşler belirtilmiştir. Bu çalışmaların bazıları bu bölümde ele alınmıştır.

Kenniskaarten (2016)'da, döngüsel ekonomi, ürün ve hizmetlerin kapalı döngülerde işlem gördüğü ekonomik bir sistem olarak tanımlanmıştır. Döngüsel bir ekonomi, ürün, parça ve malzemelerin değerini korumak amacıyla tasarımıyla yenilenebilen bir ekonomi olarak nitelendirilir. Burada amacın, ürünlerin ve malzemelerin uzun ömürlü olmasını, optimum yeniden kullanımını, tadilatını, yeniden üretimini ve geri dönüşümünü sağlaması olarak belirtilmiştir.

Lindfred & Nordeld (2017)'ya göre, döngüsel bir ekonominin temel taşı, ürünlerin ömrünü uzatmaktır. Bunun iki şekilde yapılabileceği belirtilmiştir:

1. Ürünü daha uzun süre kullanmak
2. Ürüne yeni bir hayat vermek.

Dünya iklim değişikliği problemiyle karşı karşıyadır. Artan nüfus ve sınırlı kaynaklar insanlık için tehdit oluşturmaktadır.

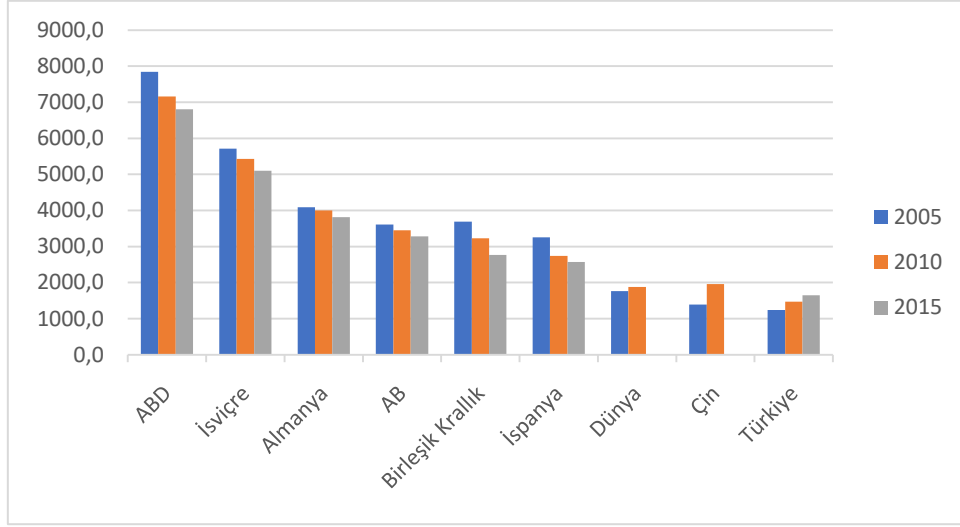


Şekil 1. 2005-2021 Yılları arası Bazı Ülkelerin Nüfus Miktarları

Kaynak: Dünya Bankası (Son erişim tarihi: 20.02.2022)

Dünya nüfusu giderek artmaktadır. Nüfus artışı enerji kullanımını ve kaynak tüketimindeki artışı beraberinde getirmektedir. Sanayi devrimi nedeniyle her geçen gün daha da gelişen teknoloji ile birlikte artan nüfus ve şehirleşme yaşam standartlarının ve tüketim alışkanlıklarının değişmesine yol açmış, sonuçta da geçmişten günümüze giderek artan atık oluşumuna neden olmuştur. Bu durum, başta doğal kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği

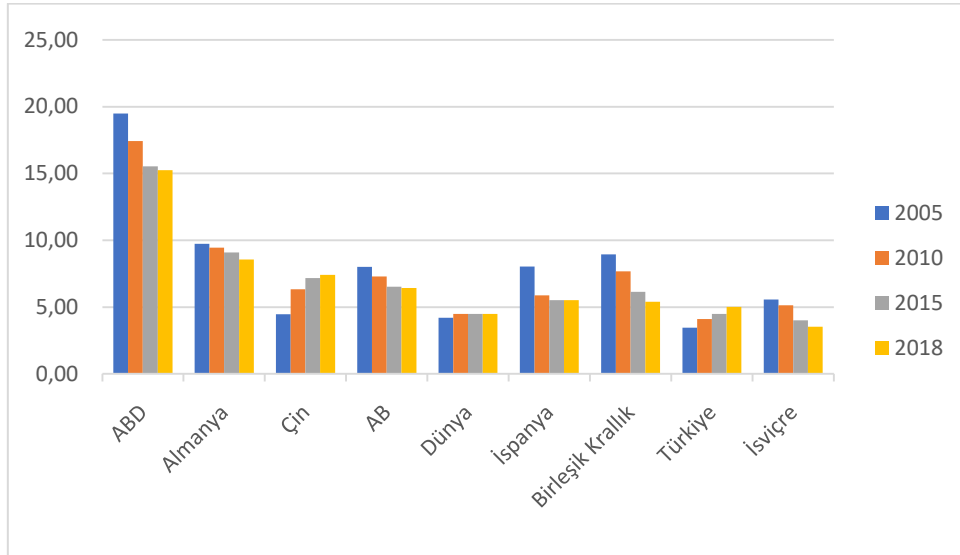
gibi konular başta olmak üzere birçok olumsuz çevresel etkilere neden olmuştur ve olmaya devam etmektedir.



Şekil 2. Enerji Tüketimi (kişi başına kg petrol eşdeğeri)

Kaynak: Dünya Bankası (Son Erişim Tarihi: 20.02.2022)

Artan nüfus ve kullanılan çok fazla kaynak ve dolayısıyla oluşan enerji miktarı beraberinde çevreye yayılan CO₂ miktarında artış oluşturmaktadır.



Şekil 3. CO₂ Emisyonu (Kişi başına metrik ton)

Kaynak: Dünya Bankası (Son Erişim Tarihi: 20.02.2022)

UN Climate Change News (2019), karbondioksit (CO₂) emisyon dünyanın iklimi için büyük bir sorun olarak belirtilmiştir. Dünyadaki büyük çöküşü engellemek için acil tedbirlere ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Weinhandl (2019), iklim değişikliğini yavaşlatmak için AB Paris Anlaşmasına göre 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerinin en az % 40 oranında azaltılmasının gerekli olacağı belirtilmiştir. Döngüsel bir ekonomi, enerji ve malzeme döngülerinin yavaşlatılması, kapatılması ve daraltılması yoluyla kaynak girdisi ve israfı, emisyonu ve enerji sızıntısının en aza indirildiği rejeneratif bir sistem olarak tanımlanmıştır. Bu, uzun ömürlü tasarım, bakım, onarım, yeniden kullanım, yeniden üretim, yenileme ve geri dönüşüm yoluyla sağlanabileceği görüşüne varmışlardır.

ICBIR (2018)'de, döngüsel ekonomi "3R: azalt, yeniden kullan, geri dönüştür" kavramına dayanmıştır. Malzemelerin ürünlere dönüştürülmesi sürecinde, çoğu malzemenin tüketilmediği ve paketlenme gibi süreçler boyunca malzemeler atık haline geldiği belirtilmiştir. Bu nedenle, malzemelerin kullanımını azaltmanın ilk adımı ürün tüketimini azaltmak olması görüşündelerdir. Ek olarak, bitmiş ürünlerin faydasını en üst düzeye çıkarmak için, gereksiz üretimden kaçınmak için ürünlerin yeniden kullanılması gerekmektedir. Son olarak, ürünler kullanılmadığında, hammadde tüketimini azaltmak için ürünlerin geri dönüştürülmesi fikri benimsenmiştir. Bu 3R konseptinin özellikleri nedeniyle, ekonomik büyümeyi teşvik etmek için çevresel ve kaynak kıtlığı sorununa bir çözüm olarak döngüsel bir ekonomi tavsiye edilmiştir. Bununla birlikte, ekonomik faydaların nispeten belirsiz olduğu söylenmiştir. Bu nedenle birçok bilim adamı, değere dayalı kaynak verimliliği gibi faktörleri kullanarak ekonomik görüşü içerecek şekilde döngüsel bir ekonominin temel performans göstergelerini önermiştir.

Szita (2017) döngüsel ekonominin en belirgin özellikleri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

- Daha az girdi ve doğal kaynak kullanımı,
- Küçük ve optimize edilmiş kaynak kullanımı,
- Daha az malzemenin daha fazla değer üretmek;
- Doğal kaynakların ithalat bağımlılığını azaltmak;
- Verimli doğal kaynak kullanımı,
- Minimum enerji ve su tüketimi

Sapmaz, Veral, E., (2018) döngüsel ekonominin faydalarına ilişkin literatürde farklı çalışmalar bulunmakta olduğunu belirtmiş; bu çalışmalar ışığında European Academies Science Advisory Council (EASAC)15 tarafından AB için aşağıdaki faydalar sıralanmıştır:

- Tasarruf sağlayarak ve kullanılan hammaddeleri ve enerji bağımlılığını azaltarak rekabet gücünün artırılması;
- Tedarik güvenliğinin artırılması ve artan maliyetlerin kontrol altında tutulması;

- Sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla iklim değişikliğiyle mücadele politikasına katkı;
- İstihdam fırsatları;
- Kaynak çıkarımı ve atık bertarafının çevresel etkilerinin azaltılması;
- Yeni işler için fırsatlar

Park vd., (2010)'e göre politik olarak, döngüsel ekonomi, şirketlerin düzenlemelere uygun olarak çalışmasını sağlamıştır. Kumar vd.'e göre döngüsel ekonomi, şirketlerin çevre bilincini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

Tecnopediada, ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM), bir ürünün yaşam döngüsünü başlangıcından imha edilmesine kadar geçen süreyi yöneten sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. PLM, veri ve iş süreçlerini, kurumsal kaynak planlaması (ERP) ve üretim yürütme sistemlerine (MES) entegre eden bir ürün omurgası görevi görülmüştür.

Saaksvuori vd., (2008) ürün ve bileşen yaşam döngüleri kısalmışken, aynı zamanda yeni ürünlerin piyasaya eskisinden daha hızlı bir şekilde teslim edilmesi gerektiği görüşünü belirtmiştir. Birçok imalatçı ve hizmet şirketi de toplu tedarikçi rolünden büyümeye çalışmakta oldukları belirtilmiş, gelecekte, sadece bireysel ürünlerden ziyade yapılandırılabilir ve esnek çözümler sunacağı görüşü sunulmuştur. Bu, şirketleri, her bir aktörün belirli bir alanda ürünlerin planlanması, üretimi veya entegrasyonunda uzmanlaştığı ağlar oluşturmalarına neden olabilir. Ortak ürünlerle ilgili bilgilerin hızlı ve hatasız bir şekilde iletilmesi ve otomatik olarak şirketler arasında uluslararası pazarlarda etkin bir şekilde rekabet edebilmeleri gerekir. Bu nedenle, günümüzün endüstriyel üretiminde PLM, daha talepkar küresel rekabetin ve ürün ve bileşen yaşam döngüsünün kısılması ve artan müşteri gereksinimlerinin zorluklarıyla baş etmek için önemli bir araç olarak görülmüştür.

Minerva (2019) genellikle, mühendisliğin tüm yönlerini içeren bir şemsiye konsept olarak kullanılan PLM, bir ürünü etkileyen tüm kritik görev bilgilerini birleştirmemize, organize etmemize, kontrol etmemize, izlememize, birleştirmemize ve merkezileştirmemize yardımcı olacak bir çerçeve olarak tanımlanmıştır. Aynı derecede önemli olan PLM, ürün paydaşları, mühendislik, tasarım, üretim, kalite ve diğer kilit disiplinler arasındaki işbirliğini ve iletişimi kolaylaştırmak için bir süreç sunacağı görüşü hâkimdir. PLM ile, özellikle havacılık, otomotiv, tıbbi cihazlar, askeri ve nükleer endüstrilerdeki bileşenlerin güvenliği ve kontrolü ile ilgili bilgilerin izlenmesine yardımcı olacağı belirtilmiştir. Ayrıca sağlam bir PLM çerçevesinin mühendislik malzeme listesi (EBOM), üretim malzemesi listesi (MBOM),

gereksinim yönetimi, kaynak kullanımı, belge depolama, işbirliği, iş akışı ve ürün geliştirme için gerekli diğer alanların geliştireceği ve yöneteceği görüşü savunulmuştur.

Litaratürde ortak olarak ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM), ürün ömrünün tipik aşamalarında ilerlerken bir malın ele alınmasını ifade eder: giriş, büyüme, olgunluk ve düşüş. Bu evreler malın hem üretim hem de pazarlanma aşamalarını içerir. Ürün yaşam döngüsü kavramı, fiyatlandırma ve maliyet düşürme gibi iş süreçlerinde karar vermeye yardımcı olur.

Çalışmalar doğru ürün yaşam döngüsü yönetimi (PLM) çözümünün seçilmesiyle, şirketlerin zorlukları çözmelerine yardımcı olarak, ürünler hakkında fikir alışverişinden ihtiyaç yönetimi, ürün tasarımı, pazarlanması ve ürün yaşamının sona ermesine kadarki süreçlerde tüm ürünlerin yaşam döngüsünü destekleyen bir çözüm sunacağı sonucuna varmışlardır. PLM ile gerçekten başarılı olmak için, bilginin akışını ve kontrolünü olabildiğince etkili hale getirmek ve tedarik zincirinde hem yukarı hem de aşağıya entegre edilebilen bir sistem gerekmektedir olduğu görüşüne varılmıştır.

Segal (2019) PLM'nin imalatla ilişkili olduğu ancak yönetim yapısı, yazılım geliştirme ve servis sağlama için de kullanılabileceği belirtilmiştir. PLM'yi aşağıdaki aşamalarla sıralamıştır:

- Yaşam başlangıcı: Yeni ürün geliştirme ve tasarım süreçlerini içerir.
- Yaşam ortası: Tedarikçiler, ürün bilgi yönetimi ve garanti yönetimi ile işbirliğini içerir.
- Yaşam sonu: Ürünlerin nasıl atılacağı, sonlandırılacağı veya geri dönüştürüleceği ile ilgili stratejiler içerir.

Rudeck (2012), tüm dünyada veri ve süreçleri yönetmek için, ürünlerin tasarlanması, temini, üretilmesi ve dağıtılması şirketler ve üreticiler açısından, tek bir kaynağa sahip olmanın önemli olacağı belirtmiştir. Bu görüşe göre bir PLM sistemine sahip olmak bunu başarmanın yoludur. PLM , ürünün ilk gelişiminden ürün ömrü sonuna kadar tüm süreçleri yönetmek için tek bir gerçek kaynak olarak önem kazanmıştır. Ancak, yalnızca PLM'yi uygulamak başlı başına bir ticari fayda değildir. PLM'nin faydaları aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

- Uyumluluk Risklerini Azaltma
- Pazara Daha Kısa Sürede Sunuş
- Maliyetlerde Azalma
- Verimliliği Artırma
- Gelir Büyümesini Hızlandırma

- Yenilik Oluşturma
- Ürün Kalitesini Arttırma.

Arena Solutions (2019) PLM yazılımlarının sunduğu çözümler aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

- Ürün Ağacı (BOM-Bill of Material) Yönetimi
- İş Birliği Çözümleri
- Doküman Yönetimi
- Değişim Yönetimi
- Öge Yönetimi
- Proje Yönetimi
- Talep Analizi
- Kurumsal Entegrasyon
- Ürün Analizi
- Kalite Yönetimi
- Eğitim Yönetimi
- Uyum Yönetimi
- Doğrulama Bakımı
- Gereksinim Yönetimi

Cornel Florica S., Draghici G., (2012) şirkete getirilen büyük faydaların yanında, aynı zamanda bir PLM platformu iyi uygulanmadığında, özellikle de şirket organizasyonundaki değişiklikler eşlik ettiği zaman, dezavantajlar avantajlardan daha büyük olabileceği görüşünü belirtmişlerdir.

Yine aynı çalışmaya göre PLM platformlarının ana dezavantajları şunlardır:

- PLM sistemlerinin / PDM'nin maliyeti önemli olabilir; birçok satıcı, uygulamanın 3-6 ay içinde gerçekleştirildiği bilgisine sahip olsa da, uygulama zor ve uzun olabilir, genellikle gerçek zamanlı ortalama 1-3 yıl olabilir.
- İlk adımlarda, şirket işini durdurabilir; çünkü çalışanlar eski sürece aşinalardır ve yeni entegre bilgisayar programları sadece yeni programlar tanıtmakla kalmaz, aynı zamanda işlerinde birçok değişiklik de yapabilir; uygulama, şirket departmanlarının çalışmasında birçok değişiklik içermektedir.

Empringham, (2017) 'a göre modern ürünlerin tek kullanımlık doğasının gereği çevre ile ilgili ciddi zorluklar olduğu vurgulanmıştır. Tek kullanımlık gıda ambalajı ve tek kullanımlık tıbbi cihazlar gibi birçok ürünün, tüketicilerin 3-5 yıl içinde optimum kullanacağı şekilde

tasarlandığı, bunun sonucunda her zamankinden daha fazla insan yapımı atık bertaraf edilmekte olduğu belirtilmiştir.

Ungerma vd., (2019) çalışması döngüsel prensipleri süreçlerinde uygulayan firmaların deneyimleri, döngüsellikle önemli gelirler sağlayabileceğini göstermiştir. Mesela, Fransız otomobil üreticisi Renault'un, yeni arabalar üretmek yerine eski arabaları kullanmaya ve tamir etmeye başlayarak enerji ve su tüketimini %85 oranında azaltmayı başarmıştır. Malzeme ve enerji tasarrufu sayesinde, Renault müşterilerine aynı kalitede %30-50 daha ucuz bir ürün sunmayı başarmıştır.

Hızlı bir şekilde genişleyen depolama sahaları ve artan karbon emisyonlarının ardından, geri dönüştürülebilirlik ve yeniden kullanım için tasarım gittikçe önemli olmuştur. Yalnızca Avrupa'da, kullanım sonu malzemelerinin % 60'ının Ellen Macarthur Vakfı'na göre geri dönüştürülmediği, yeniden kullanılmadığı belirtilmiştir. Okyanustaki plastiklerin deniz yaşamı üzerinde kötü bir etkisi olduğu bilinmekte ve bunların da besin zincirini kirletmekte oldukları vurgulanmıştır. Bu sorunlardan nasıl kurtulanabileceği araştırılmıştır. Sonuç olarak döngüsel ekonomi ile bu sorunların çözülebileceği kanısına varmışlardır.

Aynı görüş döngüsel ekonomiyi, tasarlayıp üretme, kullanıp atık haline getirme ve atığı yeniden üretmeye kadar üretim süreçlerini yeniden düşünmek isteyen sürdürülebilir kalkınma için kavramsal bir çerçeve olarak görmüştür. Geleneksel üretim modeli çok israfıdır, çünkü sadece son kullanıcıya odaklanan “al, kullan ve elden çıkar” modelidir. Döngüsel ekonomi, “yeniden üretilebilecek” ürün ve sistemleri geliştirmek amacıyla mal ve hizmetleri oluşturan, inşa eden, tüketen ve elden çıkaran daha geniş yaşam döngülerini göz önüne almıştır. Amaç, sistemin etkinliğini artırmak, böylece hammadde, su ve enerji kaynaklarının tüketimini ve israfını azaltmaktır.

Empringham (2017) görüşü, döngüsel ekonomiyi ölçekte uygulamak için, çok sayıda tedarikçi, üretici, hizmet sağlayıcı, şehir ve hükümetin işbirlikçi bir şekilde çözümler geliştirme yeteneğine ihtiyacı vardır. Her projede olduğu gibi, gereklilikleri tanımlamak, sistem modelleri geliştirmek, fikir ve ürünleri test etmek ve simüle etmek ve bilgiye erişimin güvenli bir şekilde kontrol edilmesi ve yapılandırma ve değişikliklerin yönetilmesi için ortak bir yöntem ihtiyacı olacaktır. PLM şu anda imalat ve proses endüstrilerinde güçlü olmasına rağmen, yazılım ve metodoloji diğer birçok endüstri dikeyinde benimsenmeye başlamıştır.

PLM tüm imalat ve tedarik zincirinin görünürlük kazanmasına ve ürün geliştirme aşamaları hakkında geri bildirimde bulunmasına olanak tanıyan dijital üretim planlama teknikleriyle, sökme ve servis kolaylığı için tasarım yapmaya başlamıştır. PLM sistemleri,

ürün bileşenlerinin en az aksama süresiyle etkin bir şekilde tanımlanıp değiştirilebilmelerini sağlamak için ürün ağacı (BOM) yapılandırmalarını ve değişkenlerini kaydetmede kritik öneme sahiptir. Ancak, mühendislerin ve tasarımcıların, tasarımlarının daha geniş yaşam döngüleri üzerindeki etkisini anlamak için daha fazla bilgiye erişmeleri gerekir. PLM, geliştirme ve simülasyon ekiplerine doğru zamanda bağlamsal bilgilerin ulaşılmasını sağlayacak bir platform olmalıdır (Örneğin, sürdürülebilir malzemeler seçilecekse) (Empringham, 2017).

İncelemelerin ortak sonuçlarına göre bir PLM sisteminin bir ürünün yaşam döngüsünü döngüsel bir şekilde yönetmek için en iyi çözüm olabileceği kanısındır. Örneğin, bu, şirketlerin imalat sürecinin daha erken bir aşamasında daha iyi kararlar almalarına yardımcı olmak için hangi malzemelerin tekrar kullanılabilir olduğu hakkında genel bir bakış içerebileceği sonucu çıkmıştır.

Döngüsel bir model, bir şirketin çevre üzerindeki etkisini en aza indirmek için rejenere edildiği veya yeniden kullanıldığı, hiç bitmeyen bir döngü oluşturmayı amaçlamaktadır. Bugün, işletme liderleri, doğal kaynakların daha az olduğu bir zamanda uzun vadeli karlılığı sağlamanın en iyi yolu olarak döngüsel bir modeli görmektedirler.

PLM sistemleri, döngüsel bir modele geçmek isteyen şirketler için önemli bir yardım görevi görebilir. Şirketlerin döngüselleşmesi için çok fazla iş teşviki bulunmaktadır ve bu yeni iş modeline bütünsel bir yaklaşım sağlayan PLM güçlü bir araç olarak kabul edebilir. (Technia,2019)

Döngüsellğe geçiş sürecinde kritik öneme sahip olan ürün yaşam döngüsünün (örneğin tasarım, üretim, dağıtım, satış ve geri dönüşüm) farklı aşamalarını ve özellikle PLM ile ilgili olan bilgi teknolojileri sistemlerinin, döngüsel hedefleri olan firmaların karşılaştığı zorlukları daha kolay hale getirebileceği öngörülmektedir.

Literatürde kullanılan PLM ve döngüsel ekonomi tanımları, uygulamaları sonrasında Türkiye'deki bazı önde firmaların PLM ve döngüsel ekonomi görüşleri, uygulamalarını anlamak için anket çalışması yapılmış, anket soruları literatür görüşleri sonucu oluşturulmuş çalışma detayına yöntem kısmında değinilmiş çalışmadan alınan görüş neticesinde ortaya çıkan yorumlara sonuç kısmında değinilmiştir.

3.Yöntem

Bu bölümde PLM ve Döngüsel Ekonomi kavramlarıyla ilgili sorular kategorili ölçek, ikili ölçek çoklu ölçek gibi ölçek sorular kullanılarak araştırmacı tarafından 55 firma çalışanına 30

adet soru sorulmuş sonuçlar yorumlanmıştır. Anket 26 Ekim-9 Aralık 2019 tarih aralığında “<https://s.surveypplanet.com/7JL70kQG>” linki üzerinden online olarak yapılmıştır.

Ankete dayalı bir yol seçip hem erişime hem de genişlemeye olanak tanıyarak birincil verileri toplama olanağı elde edilmiştir. Araştırma süreci üç farklı aşamayı içermektedir: anket soru tasarımı, veri toplama ve veri analizi.

Anket soruları konuların özellikle yanıtlayanların yorumlarını saptamak için çeşitli ölçeklerle Bilge ÜÇOK tarafından hazırlanmıştır.

Sorular çeşitli metotlarla hazırlanmıştır. Bazı sorular dolaylı ölçme metoduyla hazırlanmıştır. Verilecek cevaplara göre çıkarım yapılmıştır. Bazı sorular önemlilik ölçütüne göre seçenekler verilmiş taraflarca cevap oranı alınarak yorumlanmıştır. Bazı sorular cevap vereni zorlayan “Evet” “Hayır” bazıları ise zorlanmayan “Fikrim yok” cevabı eklenerek oluşturulmuştur. Bazı sorular açık uçlu hazırlanmış olup öznel cevaplara ulaşmayı sağlamıştır. Amaca ve konuya göre değişen birçok ölçekleme yapılmıştır. Mukayeseli ölçek, cevaplayıcı merkezli ölçek, çoklu ölçek gibi ölçek türleri kullanılmıştır. “Guttman Ölçeği” kullanılarak verilen yorumlara katılma durumları “Evet” “Hayır” seçenekleriyle oluşturulmuştur. Sorular yanıtlayanların eğilim, tutum, memnuniyet ölçeği şeklinde hazırlanmıştır.

Anket üç bölüme ayrılmıştır: istatistik referansı için kişisel bilgiler, firmaların döngüsel ekonomi ve PLM uygulamaları ve firmaların döngüsel ekonomi ve PLM konusundaki farkındalıkları. Ayrıca çalışanların birbiri arasındaki iletişimi, verilere kolay ulaşım ulaşamama, ürün üretme amaçları sorulup firma prosedürleri genel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

Sorular sıradan veriler elde etmek için tasarlanmıştır. Anket, firma çalışanları arasında değişen uygulama derecelerini yakalamak için verilen cevaplar için kesin bir ölçek kullanılmıştır: 'Az Katılıyorum' 'Katılıyorum', 'Katılmıyorum', 'Fikrim yok'.

Anketin geçerliliği ve güvenilirliğini sağlamak için anket çeşitli alanlarda akademik ve endüstriyel uzmanları içeren birçok uzmana dağıtılmıştır. Sonuç olarak, ankete konu ya da katılımcı hatası, konu ya da katılımcı yanlılığı, gözlemci hatası ve gözlemci yanlılığı gibi ortak tehditleri ortadan kaldırmak için değişiklik yapılmış ve geliştirilmiştir.

Bu bir araştırma çalışması olduğundan, anket Türkiye’deki çeşitli endüstriyel sektörlerde çalışanlara dağıtılmıştır. Ayrıca üniversitedeki akademisyenler, kamuda çalışan mühendisler tarafından da doldurulmuş görüş çeşitliliği sağlanmıştır. Ayrıca, ticari / profesyonel odaklı sosyal ağ sitesi LinkedIn de kullanılarak dağıtılmıştır. LinkedIn, hızla araştırma verilerinin toplanması için güvenilir bir platform halindedir. Ek olarak anket Ege Üniversitesi öğretim üyelerinin tanıdığı sektörde çalışanlara e-posta yoluyla iletilmiştir.

Ayrıca, anket formunu, katılımcıların havuzunu genişletmeye katkıda bulunan bir “kartopu örnekleme tekniği” yaratan kendi profesyonel ağları arasında anket dağıtması istenmiştir. Anket Survey Planette hazırlanmış olup cevaplar çevrimiçi olarak alınmıştır.

Toplamda, Türkiye’deki çeşitli katılımcılardan 55’i anketi yanıtlamıştır. Elde edilen toplam cevap sayısı, diğer araştırmalara göre yapılan çalışmalardan biraz daha düşük olarak düşünülebilse de döngüsel ekonomi ve PLM için uygulamalar ve engeller farkındalığının ilk ve genel keşif analizi için yeterli veri sağlamıştır.

4. Bulgular

Anket sonuçlarına göre 55 anket yanıtlayıcısı hakkındaki kişisel bilgi dağılımları Tablo.1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. Kişisel bilgi dağılımları

1.Ankete Katılanların Sektörlere göre Dağılımı	
Otomotiv	9
Kamu	6
Gıda	2
Elektrik-Elektronik	1
Havacılık ve Savunma	
Sanayi	7
Plastik	3
Enerji	1
Talaşlı İmalat	1
Dağıtım ve Pazarlama	2
Biyomedikal	1
Tekstil	1
Ambalaj	1
Yazılım&Danışmanlık	2
Demir&Çelik	3
Yapı Malzemeleri	2
Ev Araç Gereçleri	1
İlaç	1
İş Güvenliği	1

Boya&Kimya	2
Dayanıklı Tüketim Malları	2
Biyomedikal	1
Akademik	4
Gaz&Doğalgaz	1
2. Anket Katılanların Departman Dağılımları	
Kalite	5
Ar-ge & Ür-ge	5
Satış&Pazarlama	6
Teknik Servis	1
Yönetim	4
Planlama	2
Satın Alma	4
Muhasebe	1
Lojistik	5
Teknik Birim	2
Test ve Doğrulama	2
Finans	1
İş Geliştirme	2
İhracat	1
Bilgi Sistemleri&Yazılım	2
Üretim	5
Bakım&Onarım	4
Müşteri Hizmetleri&İlişkileri	3
3. Mezun Oldukları Bölümler	
Endüstri Mühendisliği	12
Makine Mühendisliği	15
Gıda Mühendisliği	1
Elektrik&Elektronik	
Mühendisliği	4
Metalurji & Malzeme	
Mühendisliği	4
Ekonomi	3

Bilgisayar Programcılığı	2
İşletme	3
Kimya Mühendisliği	2
Diğer	9
4. Anket Katılımcılarının Şirket Çalışanları Sayısı	
1 - 9 arası	3
10 - 49 arası	6
49 - 249 arası	15
250 ve üzeri	31
5. Cinsiyet	
Kadın	24
Erkek	31
6. Anket Yanıtlayanların Firmadaki Pozisyonları	
Mavi Yaka	4
Uzman Yardımcısı	1
Uzman	19
İdari Personel	9
Orta Düzey Yönetici	10
Üst Düzey Yönetici	7
İş Yeri Sahibi	3
Diğer	2
7. Katılımcıların Eğitim Durumu	
Önlisans	1
Lisans	36
Yüksek Lisans	14
Doktora	4
8. Ankete Katılım Yaş Aralıkları	
20 ve 29 yaş arası	27

30 ve 39 yaş arası	14
40 ve 49 yaş arası	8
50 yaş ve üzeri	6

4.1. Anket Yanıtlarının Analizi

Bu çalışmadaki anket ile uygulama ve sınıflandırma kullanarak döngüsel ekonomiye ve PLM'ye geçiş araştırılmıştır. Sektörlerin konular hakkında uygulamaları, kişilerin uygulamalar hakkındaki görüşlerini öğrenmek, kavramlar hakkında farkındalık yaratmak ve kavramların önemlerinin anlaşılması için bilgi sahibi olmalarını sağlama adına önemli bir araştırma olmuştur.

Anket verileri, katılımcıların çoğunun mühendislerden oluştuğunu, kalite, üretim, süreç iyileştirme ve genel yönetim rollerinde çalıştığını göstermiştir. Bunlara danışmanlar, iş geliştiriciler, tedarik uzmanları gibi meslekler dâhildir. Yanıtların çoğunluğu aynı zamanda imalat sektöründen (%91) ve 250'den fazla çalışanı (%56) istihdam eden kuruluşlardandır. Katılımcıların sektördeki deneyimleri ile ilgili olarak, yaklaşık %51 10 yıl altı, %49'u 10 yıl ve üzeri deneyime sahiptir. Yanıtlayanların büyük bir kısmı (%56) büyük ölçekli firmalarda çalışmaktadır.

Anket yanıtlarıyla ortaya çıkan 23 ayrı sektör dağılımı bulunmaktadır. Yanıtlara göre araştırma yapılan sektörler, Otomotiv, Gıda, Elektrik-Elektronik, Havacılık ve Savunma Sanayi, Plastik, Enerji, Talaşlı imalat, Pazarlama, Biyomedikal, Tekstil, Ambalaj, Yazılım & Danışmanlık, Demir & Çelik, Yapı Malzemeleri, Ev araç ve gereçleri, İlaç, İş Güvenliği, Boya & Kimya, Dayanıklı tüketim malları, Gaz & Doğalgaz, Kamu'dur.

18 adet departmanın dağılımında en yüksek yüzdelik oran %11 ile Satış & Pazarlama olurken diğer dağılımlar; Lojistik (%9), Kalite (%9), Ar-ge, Ür-ge (%9), Üretim (%9), Yönetim (%7), Bakım & Onarım (%7), Müşteri hizmetleri & İlişkileri (%5), Bilgi sistemleri & Yazılım (%4), İş Geliştirme (%4), Teknik Birim (%4), Test ve Doğrulama (%4), Planlama (%4), İhracat (%2), Finans (%2), Muhasebe (%2), Teknik Servis (%2)'dir.

Yanıt verenlerin %35'i uzman, %16'sı idari personel, %18'i orta düzey yönetici, %13'ü üst düzey yönetici, %5 firma sahibi, %7'si mavi yaka, %4'ü diğer pozisyonlarda ve %2'si uzman yardımcısından oluşmaktadır.

Katılımcıların yüzde 56'sı erkek, yüzde 44'ü kadınlardan oluşmaktadır. Katılımcıların %66'lık kısmı Lisans mezunlarından oluşmaktadır. Anket yanıtlayıcıların büyük çoğunluğu (%49) 20-29 yaş aralığından oluşmaktadır.

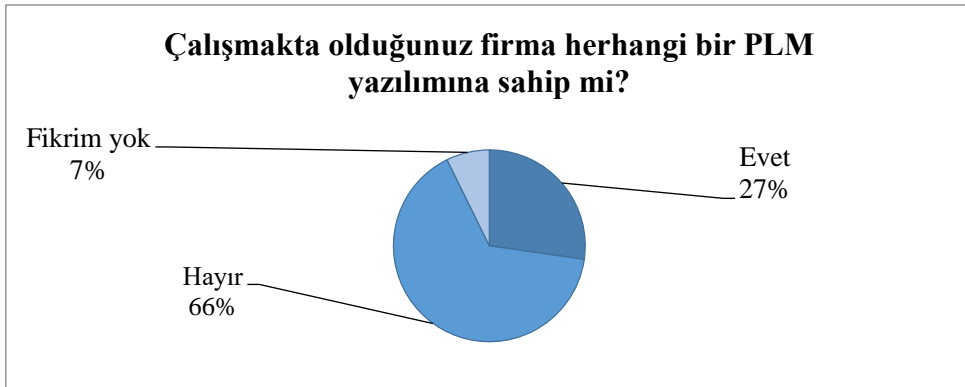
Anket soruları, anket yanıtlayıcılarının ilk olarak PLM ve Döngüsel Ekonomi kavramı bilgilerini ölçmektedir. Konular hakkında bilgi sahibi olan ve olmayanların iki konu hakkındaki sorun ve önerilerini içermektedir.

İlk aşama PLM bilgisi ve PLM görüşlerini içeren sorular ve cevapları Şekil 4.5.6.7.8'da gösterilmiştir.



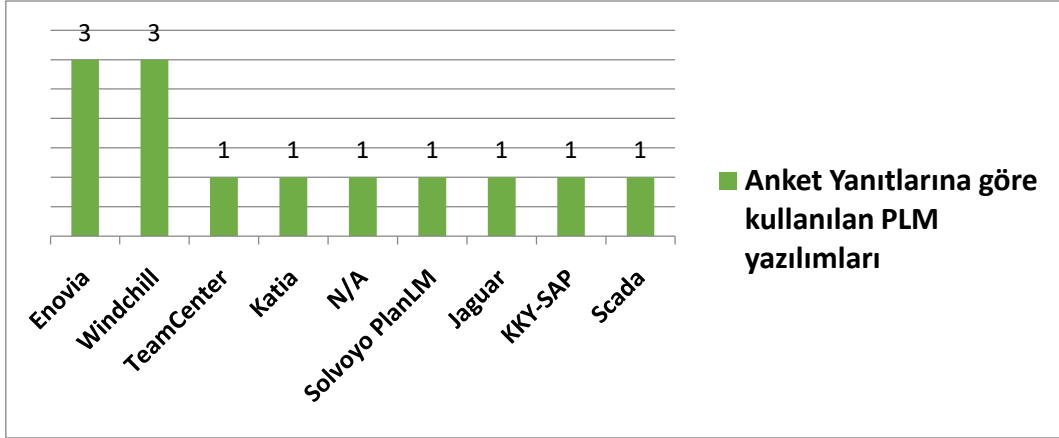
Şekil 4. PLM hakkında farkındalık yüzdesi

Uygulama kapsamındaki ankete katılanların yarısı PLM konusunda bilgi sahibidir ve PLM sistemlerini kullanmaktadır. PLM ve döngüsel ekonomi sistemi farkındalığını, bunun kullanımını ve bu sistemlerinin ne kadar iyi desteklendiğini değerlendirmişlerdir. Bundan da öte, PLM'nin işlerini kolaylaştırmaya yardımcı olup olmadığı sorulmuş ve elde edilen sonuçlar değişik seviyelerde de olsa PLM sistem memnuniyetini göstermektedir.



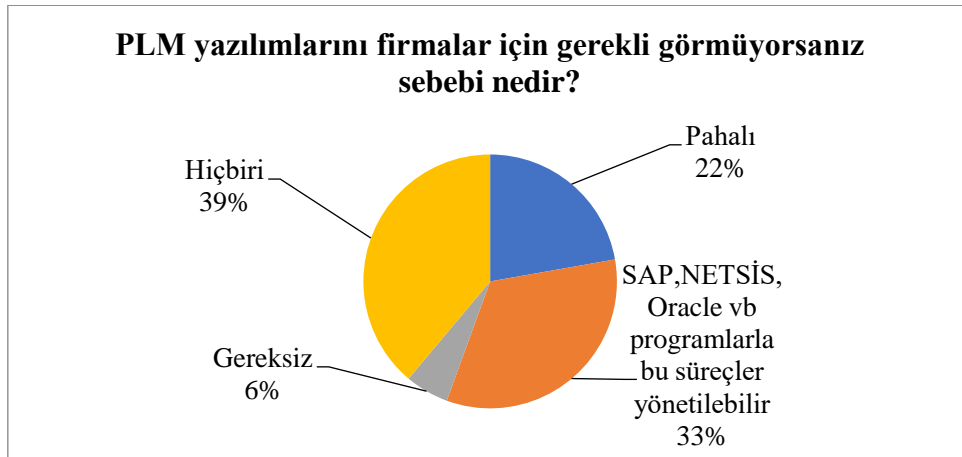
Şekil 5. Cevaplara göre şirketlerin PLM kullanım oranları

Ankete katılanların yarısından fazlası döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi değildir ve bilgisi olanların da firmalarının çoğunda döngüsel ekonominin uygulanmadığı görülmektedir.



Şekil 6. Yanıtlara göre şirketlerde kullanılan PLM programları

Verilen yanıtlar değerlendirildiğinde bazı cevapların PLM yazılımı olmadığı ve bazı yanıtlayıcılarında çizim programlarını da PLM olarak kullandıkları bilgisine ulaşılabılır. Yine bu sonuçta farkındalık olmadığı bilgisini vermektedir.



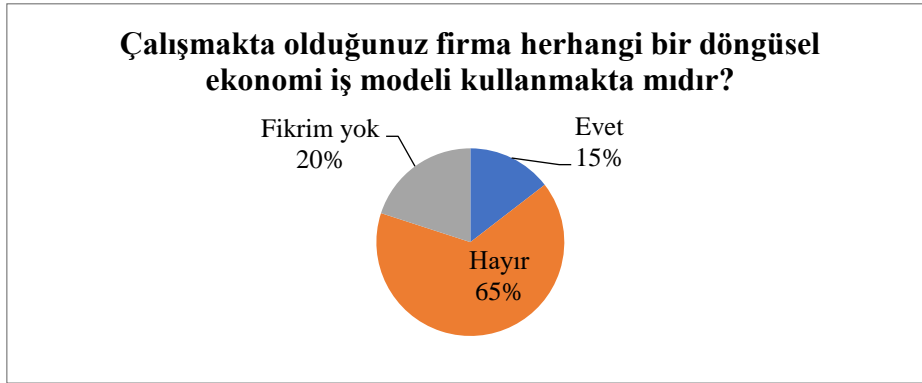
Şekil 7. PLM'yi kullanmak istememe sebepleri

Katılımcılar genel olarak ERP programlarını kullanarak PLM sistemlerini yönetebileceği görüşündedirler. “Hiçbiri” diyen yanıtlayıcılar tarafından diğer sebepler bildirilmemiştir.

Anket yanıtlayıcılarının döngüsel ekonomi hakkındaki farkındalığını ölçen sorular ve yanıtlar Şekil.8 ve 9’de belirtilmiştir.



Şekil 8. Döngüsel ekonomi farkındalık yüzdesi



Şekil 9. Döngüsel Ekonomi kullanım oranları

Anketteki diğer sorular 55 ayrı şirket çalışanına ait şirket sorunları ve kişilerin görüşlerini yorumlamamıza ve çözüm önerileri üretmemize yardımcı olacak soruları içermektedir. Anketteki diğer soru ve yanıtları Tablo.2’de belirtilmiştir.

Tablo 2. Bazı özelliklere göre karşılaştırmalı değerlendirme içeren yanıtlar

1.Sizce çalıştığınız firmadaki aşağıdaki problemlerden hangisi yada hangileri önceliklidir?	
Ürünlerin İzlenebilirliğinin Olmaması	15
Üretimindeki Fazla Maliyet	11
Ürün Ağaçlarına Hâkim Olamamak	13
Üretim Sırasında Çevreye Yaydığı CO2	
Miktarını Önemsememesi	5
Bir Departmandaki Bilgiye Diğer Departmanın	
Ulaşamaması	23
Yanlış Bilgi Akışları	15
Sanal Üretimi Yapamaması	6

Daha Az Malzemeden Daha Fazla Verim	
Alamamak	12
Müşteri Bağlılığı Sağlayamamak	4
Fikrim Yok	5
2. Sizce maliyet bakımından daha avantajlı olan hangisidir?	
Ürünün Hurdaya Çıkması	5
Ürünün Yeniden Değerlendirilip	
Kullanılması	50
Fikrim yok	0
3. Firmamda ürünümüzün tasarım aşamasından, üretilmesi, satılması ve hatta yıllar sonraki ürün durumu hakkında izlenebilirliğe sahibiz.	
Fikrim Yok	6
Katılmıyorum	15
Az Katılıyorum	17
Katılıyorum	17
4. Firmanız açısından aşağıdaki politikalardan hangisi kullanılmalıdır?	
Al-Kullan-At	5
Al-Kullan-Geri Dönüşüm-Yeniden Kullan	49
Fikrim yok	1
5. Bir ürünü satın alıp kullanmayı mı yoksa kiralayıp kullanmayı mı tercih edersiniz?	
Ürünü satın alıp	
kullanma	40
Ürünü kiralayıp	
kullanma	13
Fikrim yok	2
6. Sizce firmalarda (firmanızda) üretilip piyasaya sürülecek ürünler hangi amaç için tasarlanmalı?	
Kar elde etme	15
Uzun ömür için	1
Kiralama / hizmet için	5
Üretimde yeniden kullanım için	7
Malzeme geri kazanımı için	5
Hepsi	25

Hiçbiri	2
Fikrim yok	1
7.Sürekli yeni ürünle piyasaya çıkmak doğal kaynak tüketimini arttırır.	
Fikrim Yok	3
Katılmıyorum	14
Az Katılıyorum	17
Katılıyorum	20
8. Varsa çevre duyarlılığı hakkında firmanızın izlediği politika nedir?	
İş yerinde muhtelif geri dönüşüm kutularımız var.	1
Yeşil enerji geri dönüşümlü malzemeler kullanımı	1
Enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda çalışma yapma amacımız var.	1
Geri dönüşüm sağlayabiliyor olmamız	1
ISO 14001 kalite sistemi	1
Çevre güvenliği	1
Tüm atıkların ayrıştırılarak geri dönüşüme gönderilmesi	1
Standartlara bağlı üretim, depolama, satış, geri kazanım prosedürleri çerçevesinde çalışılıyor	1
Bilgim yok	1
9. Ürettiğiniz ürünlerin çevreyi ne kadar kirlettiğini düşünüyorsunuz?	
Çok Fazla	6
Fazla	11
Az	25
Hiç	9
Fikrim Yok	4
10.Ürünlerin geri dönüşümü için firmalara en kritik destek devlet tarafından verilmelidir.	
Katılmıyorum	6
Az Katılıyorum	5
Katılıyorum	44
11.Sizce ürünün tedarik aşamasından geri dönüşümüne kadarki süreçleri yöneten PLM yazılımları firmalar için gerekli midir?	
Evet	40

Hayır	13
Fikrim yok	2
12. PLM Yazılımı satın alır mısınız?	
Evet	32
Hayır	23

Anket cevapları yorumlandığında PLM yazılımı küçük işletmeler için uygun olmayabilir. Bu çıkarım anket sonuçlarından, çalışan sayıları belirtilen yanıtlara göre elde edilmiştir. Küçük çaplı işletmede çalışanlar PLM'yi gereksiz ve maliyetli görmektedir.

Ürün yaşam döngüsü yönetimi geniş bir konudur. Mühendislik bilgileri ile başlar ve insan kaynakları bilgisini, pazarlama bilgisini, müşteri hizmetleri bilgisini ve diğer pek çok bilgiyi yönetmek için çalışır. İmalat şirketleri büyüdükçe, PLM yazılımına gerçekten ihtiyaç duyacaklarına inanılmaktadır. Çünkü PLM'ye geçiş için şirketin diğer problemlerini minimuma indirmiş olması gerekmektedir.

Çalışanlar firmalara PLM'nin çok iyi tanıtılmadığı görüşündelerdir. Bazılarına göre tek eksiklik farkındalıktır. Bu farkındalık veya PLM bilinci, sanayiye yönelik eğitimler, ortak projeler vb. ile aşılmalıdır. Var olan projelerde iyileştirmeler ve farklılıklar gören firmaların PLM'ye geçiş yapabilecekleri düşünülmektedir.

Tüm sektörler için geri dönüşüm için en büyük zorluk malzeme geri kazanmanın zorluğudur. Firmalarda genel olarak geri dönüştürülebilir ürün üretme için henüz yoğun çalışmalar bulunmamaktadır.

Döngüsel ekonomiyi aynı PLM yazılımlarında olduğu gibi şirketler maliyetli olarak görmektedir. Klasik yap-üret-sat anlayışı firmalar için devam etmektedir. Büyük ölçekli firmalar kurumsal kimliğini kaybetmemek, farklılık yaratma adına döngüsel ekonomi kavramını uygulamaya geçişmişlerdir. Küçük ölçekli firmalar ile büyük ölçekli olup fakat döngüsel ekonomiyi maliyetli bulan firmalar henüz uygulamaya geçememiştir. Bu firmalar para kazandıran faaliyetlere yönelmiştir. Döngüsel ekonomiyi gereksiz olarak görmektedir. Ayrıca çevre için firmaların döngüsel ekonomiye geçmesi önemlidir. Bu firmalara farkındalıklar simülasyon maliyet eğitimleriyle sağlanmalı para kazanacakları gösterilmeli ve çevre bilinci aşılmalıdır.

Ayrıca katılımcılar döngüsel ekonomi amaçları doğrultusunda KOBİ'lerin de PLM yazılımlarını etkin kullanabilmeleri için PLM yazılım ve destek maliyetleri gibi destekleyici kamu politikalarına ihtiyaç olduğu görüşündelerdir.

Anket yanıtlayıcılarının bir kısmının çalıştıkları firmalar, enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda faaliyette bulunmaktadır. Bu firmaların bazıları yeşil enerji ve geri dönüşümlü malzemeler kullanıp döngüsel ekonomiyi uygulayabildiklerini, diğer bir kısmı ise tüm atıklarını ayrıştırabildiklerini belirtmişlerdir. Bu uygulamaları yapan firmalar Türkiye için güzel bir örnek teşkil etmektedir.

Sonuçlar, firmaların kaynak ve enerji kullanım verimliliği ile ilgili uygulamaları tercih ederken; yatırım geri kazanımı, yeşil satın alma ve müşteri işbirliğine ilişkin uygulamaların daha az yaygın olduğunu göstermektedir. Sonuçlar PLM ve döngüsel ekonomi farkındalığının az olduğunu ve şirketlerin bunlara yatırım için bütçe ayırmadığını ortaya koymaktadır.

5.Sonuç ve Öneriler

PLM ve döngüsel ekonomiye şirketlerin geçmesi gerektiği, geçtikleri takdirde ne gibi fayda kazanacakları, firmaların uygulamaları, uygulamadan kazançları ve ayrıca PLM ve döngüsel ekonomi'ye geçerken yaşayacakları zorluklar üzerinde durulmuştur.

55 firma çalışanından anket sonuçlarına göre çıkarılacak en net yorum “farkındalık eksikliği” olmuştur. Bu sonuç ile literatüre sağlanan katkı ile PLM ve döngüsel ekonomi kavramları hakkında gelecek çalışmalara olanak sağlanmıştır. Uygulamalar ve görüşler kavramlar hakkında fikir sahibi yapmıştır. Henüz bu sistemler çok fazla yaygınlaşmadığı için araştırma kısıtlı veriler olarak yansımıştır. PLM'yi kullanmaları ve döngüsel ekonomiyi uygulamalarıyla sektörlerde yaygınlaşması gelecek çalışmalarda önem arz edecektir.

Anket sonuçlarına ve uzman görüşlere göre firmalarda ve firma çalışanlarında hala döngüsel ekonomi farkındalığı azdır. Döngüsel ekonomi kullanan firma sayısı azdır. Fakat tüm bunlara rağmen döngüsel ekonomiye geçmenin literatür araştırması ve anket sonuçlara göre birçok faydasının aşılması gerekmektedir. Döngüsel ekonomiye geçmenin şirketlere sağlayacakları faydaları özetleyecek olursak aşağıdaki çıkarımlar sağlanabilir:

1. Şirketler döngüsel ekonomi uygulamalarıyla çevre bilinci oluşturup, diğer şirketlere farkındalık sağlayabilir.
2. Şirketlerin döngüsel ekonomiye geçmeleriyle karlılıkları artabilir, ürettiği ürünü kullanım sonrasında yeniden hayat vererek yeni ürün üretimi için harcayacakları maliyetlerinden kazanç sağlayabilirler.
3. Şirketler müşterilerle daha derin ve güçlü bir ilişki kazanabilirler.
4. Şirketler döngüsel ekonomi iş modellerini uygulayarak daha değişik yaklaşımlarla güçlü bir marka oluşturabilirler.

5. Sonuçlardan anlaşılan farkındalık eksikliği, şirketlerde uygulamaların artmasıyla kapanabilir. Hem kullanıcı hem üreticideki farkındalık hem daha az kaynak tüketilmesini sağlarken hem de çevre kirliliği konusunda çalışmaları arttırabilir.
6. Döngüsel ekonomi iş modellerinin uygulanmasıyla GSYİH artabilir, ekonomik büyüme sağlanabilir.
7. İnovasyon süreçleri ve yeni iş modelleri nedeniyle yeni işletmeler oluşup yeni istihdam kapıları açılabilir.
8. Geri dönüştürülebilir malzemeden üretimlerle daha uzun süre ürün kullanımı sağlanabilir.

PLM kullanımı şirketler için henüz yaygınlaşmamış olup hala ERP programlarıyla PLM süreçleri yönetilmeye çalışılmaktadır. Fakat ERP programlarıyla da hala şirketlerdeki bazı sorunlar çözülememiştir. Buda PLM'ye geçişin ne kadar önemli olabileceğini vurgulamaktadır. PLM'ye geçişle şirketlerin kazanacağı avantajlar aşağıda özetlenmiştir:

1. PLM'ye geçişle, son kullanıcının ve ürün yöneticisinin bir ürünün yaşam döngüsünün her aşamasının nerede olduğunu ve zaman ve para açısından maliyetinin ne olduğunu görmesi sağlanır. Böylece süreçler düzene sokulur. Buda maliyette azalma sağlayabilir.
2. PLM sistemleri ile üretim süreçlerinin nerede bozulduğunu ve gecikmelerin neden olduğunu görmek için üretim verilerinin izlenmesi sağlanır. Böylece PLM kaliteyi arttırmaya yardımcı olabilir.
3. Bir değişiklikten etkilenen verileri, kişileri ve süreçleri etkin bir şekilde planlamaya olanak tanıyan en iyi yoldur. Böylece firmalar için zor bir problem olan değişim yönetimi en etkili biçimde yönetilebilir.
4. PLM yazılımları servis odaklı çalıştığı için alt yapıda çok büyük maliyetli değişikliklere gitmeden mevcut sistemlerle entegre çalışılabilme imkânı sunar. PLM, ERP yazılımlarından farklı olarak toplam sahip olma maliyeti açısından karlı bir seçim olabilir.
5. Yalnızca maliyet azaltma girişimlere odaklanmış ERP'nin aksine; PLM hem maliyet azaltma hem de büyüme konularına yoğunlaşmaktadır. Buda ERP sistemlerini tercih eden şirketler için PLM'yi tercih etmeleri gerektiği bir başka nedeni olarak gösterilebilir.

Sonuç olarak, döngüsel ekonomideki PLM fırsatı, kullanım ömrünün sona ermesini, tadilatını ve yenilemeyi, tüm destekleyici yaşam döngüsü süreçleriyle birlikte yenilikçi yeni ürünler yaratma görevlerini gerçekleştirmektir. Bu gerçekleştiğinde, PLM yaşam döngüsü içinde nerede çalıştığından bağımsız olarak mühendislerin, iş liderlerinin ve bireylerin düşüncelerini değiştirebilecektir. Döngüsel ekonomideki başarının sırrı ancak gerçek, doğru ve eksiksiz PLM uygulaması ve bakış açısıyla anlaşılabilir. Ve bu başarı uygulamalar arttıkça daha net görülecektir.

Araştırmacıların Katkısı

Bu çalışma Rüstem Barış YEŞİLAY'ın danışmanlığında Bilge ÜÇOK tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

- Arena Solutions. (2019), Product Lifecycle Management, Erişim Adresi:<https://www.arenasolutions.com/products/plm/> (Erişim Tarihi:10.11.2019)
- Brown J. (2015) PDM/PLM User Satisfaction Survey, Erişim Adresi: <https://tech-clarity.com/plm-satisfaction/4567> (Erişim Tarihi:25.02.2019)
- Cornel Florica S., Draghici G. (2012). Integrated Product Development in Multisite PLM Platform, Proceedings of the European Conference on Entrepreneurship & Innovation , Issue 1, p235-244, 10p
- Empringham, P. (2017) . Is PLM ready for the Circular Economy?, Erişim Adresi: <https://news.pi.tv/is-plm-ready-for-the-circular-economy/> (Erişim Tarihi: 22.09.2019)
- Eigner, M., Stelzer, R. (2009) Product Lifecycle Management - Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management, ISBN 3-540-66870-5, Springer-Verlag, Berlin, Deutschland, 418s
- Ellen MacArthur. (2013). Opportunities for the consumer goods sector, Towards the circular economy, United Kingdom, 112p
- Ellen MacArthur. (2015) Towards a circular economy: Business Rationale for an Accelerated Transition, United Kingdom, 20p
- Fukuda,S at all. (2014). Product Lifecycle Management for a Global Market , Springer, 11th IFIP WG 5.1 International Conference, Yokohama, Japan, 520p
- Geng,Y., Sarkis,J., Fu,J., Xue,B. (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis , Journal of Cleaner Production Volume 23, Issue 1, Pages 216-224
- ICBIR. (2018). 5th International Conference on Business and Industrial Research National economic benefits of circular economy policy, Bangkok, Thailand, 644p.
- Kumar,V at all. (2019). Circular economy in the manufacturing sector: benefits, opportunities and barriers, Management Decision, 57(4), 1067-1086 ,20p
- Lindfred, L., Nordeld, I. (2017). Investigating The Move Towards Circular Economy for Consumer and Retail Companies, How can PLM support circular business processes?, MSc Thesis, Chalmers University of Technology , Sweden, 121p (unpublished).
- Minerva. (2018). What is Product Lifecycle Management?,Erişim Adresi: <https://minerva-plm.com/what-is-plm/> (Erişim Tarihi:01.10.2018)
- Park,J., Sarkis,J., Zhaoui,W. (2010) Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization, Journal of Cleaner Production,Volume 18, Issue 15, Pages 1494-1501
- Peşkirioğlu,N. (2016), 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri: Küresel Verimlilik Hareketine Doğru, Anahtar Dergisi
- Rudeck,E. (2012). 7 PLM business benefits that every company needs to know, Erişim Adresi: <https://www.concurrent-engineering.co.uk/Blog/bid/89061/7-PLM-business-benefits-that-every-company-needs-to-know> (Erişim Tarihi: 10.10.2019)
- Saaksvuori,A., Immonen,A. (2008). Product Lifecycle Management, Springer, Germany, 257p
- Sapmaz,Veral,E. (2018). Döngüsel Ekonomiye Geçiş Doğrultusunda Yeni Tedbirler ve AB Üye Ülkelerinin Stratejileri, Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, Cilt:17, No: 2,s. 463-488
- Segal,T. (2019). Product Lifecycle Management (PLM), Erişim Adresi: <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp> (Erişim Tarihi:19.09.2019)
- Szita,K,T. (2017). The Application of life cycle assesment in circular economy”, Hungarian Agricultural Engineering 31/2017 5-9, Hungary, 6p.
- Techopedia (2019), Product Lifecycle Management (PLM), Erişim Adresi: <https://www.techopedia.com/definition/16593/product-lifecycle-management-plm,Tecnopedia>” (Erişim Tarihi:20.01.2019)
- Technia (2019) , Circular economy and PLM – enabling companies to make the switch, Erişim Adresi: <https://www.technia.com/blog/circular-economy-and-plm-enabling-companies-to-make-the-switch/> (Erişim Tarihi: 22.09.2019)
- UN Climate Change News. (2019). Circular Economy Crucial for Paris Climate Goals, Erişim Adresi: <https://unfccc.int/news/circular-economy-crucial-for-paris-climate-goals> (Erişim Tarihi:22.01.2019)
- Ungerman,O vd., (2019). Model of the circular economy and its application in business practice, Environment, Development and Sustainability, Springer, 27p
- World Bank. (2022) , Erişim Adresi:<https://www.worldbank.org/> , Erişim Tarihi (20.02.2022)
- UNDP Türkiye , Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Toplam Faktör Verimliliği (2018). Erişim Adresi: <file:///C:/Users/user/Downloads/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir-Kalk%C4%B1nma-Hedefleri-Uzun-Versiyon.pdf> (Erişim Tarihi:28.02.2022)
- UNDP Türkiye (2016), Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (2016).Erişim Adresi:<https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html>, (Erişim Tarihi:28.02.2022)

EK 1. Anket Soruları

Soru 1: Çalışmakta olduğunuz firma/sektör:

Soru 2: Çalışmakta olduğunuz departman:

Soru 3: Mezun olduğunuz bölüm:

Soru 4: Cinsiyetiniz:

Soru 5: Yaşınız:

- 19 yaş ve altı
- 20 ve 29 yaş arası
- 30 ve 39 yaş arası
- 40 ve 49 yaş arası
- 50 yaş ve üzeri

Soru 6: Eğitim durumunuz:

- İlköğretim
- Ortaöğretim
- Lise
- Ön Lisans
- Lisans
- Yüksek Lisans
- Doktora

Soru 7: Çalıştığınız firmadaki pozisyonunuz

- Mavi Yaka
- Uzman Yardımcısı
- Uzman
- İdari Personel
- Orta Düzey Yönetici
- Üst Düzey Yönetici
- İş Yeri Sahibi
- Diğer

Soru 8: Çalıştığınız firmadaki çalışan sayısı:

- 1-9
- 10-49
- 49-249
- 250 ve üzeri

Soru 9: PLM (Ürün Yaşam Döngüsü) hakkında bilgi sahibi misiniz?

- Evet
- Hayır

Soru 10: Çalışmakta olduğunuz firma herhangi bir PLM yazılımına sahip mi?

- Evet
- Hayır
- Fikrim yok

Soru 11: PLM yazılımına sahipse yazılımın adı:

Soru 12: Döngüsel ekonomi hakkında bilgi sahibi misiniz?

- Evet
- Hayır

Soru 13: Çalışmakta olduğunuz firma herhangi bir döngüsel ekonomi iş modeli kullanmakta mıdır?

- Evet
- Hayır
- Fikrim yok

Soru 14: Firmanız Döngüsel ekonomi iş modeli kullanıyorsa ne tür bir iş modeli uygulanmaktadır?

Soru 15: Sizce ürünün tedarik aşamasından geri dönüşümüne kadarki süreçleri yöneten PLM yazılımları firmalar için gerekli midir?

- Evet
- Hayır
- Fikrim yok

Soru 16: PLM yazılımlarını firmalar için gerekli görmüyorsanız sebebi nedir?

- Pahalı
- SAP,Netsis,Oracle vb. programlarla bu süreçler yönetilebilir.
- Gereksiz
- Hiçbiri
- Hepsi

Soru 17: Çalıştığınız firmadaki en önemli problem sizce nedir?

- Ürünlerin izlenebilirliğinin olmaması
- Üretimdeki fazla maliyet
- Ürün ağaçlarına hâkim olamamak
- Üretim sırasında çevreye yaydığı CO2 miktarını önemsememesi
- Bir departmandaki bilgiye diğer departmanın ulaşamaması

- Yanlış bilgi akışları
- Sanal üretim yapamaması
- Daha az malzemedan daha fazla verim alamamak
- Müşteri bağlılığı sağlayamamak
- Fikrim yok

Soru 18: Firmamda ürünümüzün tasarım aşamasından, üretilmesi, satılması ve hatta yıllar sonraki ürün durumu hakkında izlenebilirliğe sahibiz.

- Fikrim yok
- Katılmıyorum
- Az Katılıyorum
- Katılıyorum

Soru 19: Ürünlerin geri dönüşümü için firmalara en kritik destek devlet tarafından verilmelidir.

- Fikrim yok
- Katılmıyorum
- Az Katılıyorum
- Katılıyorum

Soru 20: Çevre kirliliği konusunda firmam duyarlıdır.

- Fikrim yok
- Katılmıyorum
- Az Katılıyorum
- Katılıyorum

Soru 21: Firmanız açısından aşağıdaki politikalardan hangisi kullanılmalıdır?

- Al-Kullan-At
- Al-Kullan-Geri dönüşüm-Yeniden kullan
- Fikrim yok

Soru 22: Sürekli yeni ürünle piyasaya çıkmak doğal kaynak tüketimini artırır.

- Fikrim yok
- Katılmıyorum
- Az Katılıyorum
- Katılıyorum

Soru 23: Çevre kirliliğini azaltmaya yönelik olarak firmanızın çalışması var mı?

- Evet
- Hayır

- Fikrim yok

Soru 24: Varsa çevre duyarlılığı hakkında firmanızın izlediği politika nedir?

Soru 25: Ürettiğiniz ürünlerin çevreyi ne kadar kirlettiğini düşünüyorsunuz?

- Çok fazla
- Fazla
- Az
- Hiç
- Fikrim yok

Soru 26: Sizce ürünler hangi amaç için tasarlanmalı?

- Kar elde etme
- Uzun ömür için
- Kiralama/Hizmet için
- Üretimde yeniden kullanmak için
- Malzeme geri kazanımı için
- Hepsi
- Hiçbiri
- Fikrim yok

Soru 27: Aşağıdakilerden hangisini tercih edersiniz?

- Ürünü satın alıp kullanma
- Ürünü kiralayıp kullanma
- Fikrim yok

Soru 28: Sizce maliyet bakımından daha avantajlı olan hangisidir?

- Ürünün hurdaya çıkması
- Ürünün yeniden değerlendirilip kullanılması
- Fikrim yok

Soru 29: Sağlam bir PLM çerçevesi, mühendislik ürün ağacı(ebom)(mbom), gereksinim yönetimi, kaynak kullanımı, belge muhafazası, seçenek, iş ortamı ve ürün geliştirmek için gerekli alanların yönetimini kolaylaştırır ve geliştirir. Eğer yoksa firmanızda kullanmak için PLM yazılımı satın almak ister misiniz?

- Evet
- Hayır

Soru 30: Önerileriniz?

Uygulama anketi Survey Planette hazırlanmış olup ankete

“<https://s.surveypplanet.com/7JL70kQG>” adresinden ulaşılabilir.