

İmalat İşletmelerinin Sürdürülebilir Süreç İnovasyon Performansının Ölçümü için Ölçek Geliştirme¹

Uğur EDEŞ*, Eyüp ÇALIK**

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, imalat işletmelerinin sürdürülebilir süreç inovasyon performanslarının ölçülebilmesi için bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Literatür tabanlı oluşturulan 17 maddelik ölçüm modeli üzerinde, web tabanlı anket yöntemi ile imalat işletmelerinden elde edilen toplamda 291 geçerli veri kullanılarak, açıklayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Analizler sonucunda, imalat işletmelerinin sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçülmesinde kullanılacak 15 maddeden oluşan bir ölçüm modeli ortaya çıkmıştır.

Sonuç ve Öneriler: Elde edilen 15 maddelik ölçek, sürdürülebilir süreç inovasyon performansını ölçmek isteyen imalat işletmelerinin ve bu alanda araştırma yapacak olan araştırmacıların kullanımına sunulmuştur.

Özgün Değer: Literatürde daha önce imalat işletmelerinde sürdürülebilir süreç inovasyon performansını ölçmek için yapılmış bir ölçek geliştirme çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışma ile bu alandaki boşluk doldurulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Süreç İnovasyonu, Ölçek Geliştirme, Ölçüm Modeli, AFA, DFA.

Jel Sınıflandırması: O30, O32.

Scale Development for Measurement of Sustainable Process Innovation Performance of Manufacturing Enterprises

ABSTRACT

Purpose: In this study, it is aimed a scale development to measure sustainable process innovation performances of manufacturing enterprises.

Methodology: In the 17-item measurement model created based on the literature, explanatory factor analysis and confirmatory factor analysis were conducted by using a total of 291 valid data obtained from the manufacturing enterprises via a web-based survey.

Findings: As a result of the analyses, a measurement model consisting of 15 items has emerged to use in measuring sustainable process innovation performance of manufacturing enterprises.

Practical Implications: The 15-item measurement scale obtained was introduced to use of manufacturing enterprises which want to measure sustainable process innovation performance and investigators who will conduct research in this field.

Originality: In the literature, there has not been any scale development study previously to measure sustainable process innovation performance of manufacturing enterprises. Hence, it is tried to fill the gap in this area via this study.

Keywords: Sustainable Process Innovation, Scale Development, Measurement Model, EFA, CFA.

Jel Codes: O30, O32.

1 Bu çalışma; Dr. Öğr. Üyesi Eyüp ÇALIK danışmanlığında Uğur EDEŞ tarafından hazırlanarak Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde tamamlanan, "Sürdürülebilir İnovasyon Performansı Ölçümü için Ölçek Geliştirme" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

* Endüstri Yüksek Mühendisi, Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova, Türkiye, edesugur@gmail.com, ORCID:0000-0001-7015-6674.

** Dr. Öğr. Üyesi, Yalova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye, ecalik@yalova.edu.tr, ORCID:0000-0002-1653-4598 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. Giriş

Günümüz koşullarında küreselleşmenin de etkisiyle işletmeler için zorlayıcı bir rekabet ortamı bulunmaktadır. İşletmeler bu rekabet ortamında, varlıklarını devam ettirebilmeleri için inovasyona yönelmeleri gerektiğinin farkında olduklarından, gün geçtikçe inovasyon için yaptıkları yatırımları arttırmaktadır. Literatürde inovasyon kavramı hakkında yapılan pek çok tanımlama bulunmakla beraber birçok çalışma, Oslo kılavuzunda yapılan tanımı dikkate almaktadır. Bu tanıma göre inovasyon, *“işletme içi uygulamalarda, işyeri organizasyonunda veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş bir ürün (mal veya hizmet), veya süreç, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir organizasyonel yöntemin gerçekleştirilmesi”* olarak ifade edilmektedir (OECD ve Eurostat, 2005, s.46). Geleneksel inovasyonların önemi ve rekabetçiliğe olan etkisi, firmalar tarafından bir derecede algılanmakla beraber, son yıllardaki çalışmalar (Klewitz ve Hansen, 2014; Calik ve Badurdeen, 2016), yeni bir ürün veya hizmet sunarken ya da yeni bir teknoloji veya süreç geliştirirken, sadece ekonomik fayda oluşturulmasının değil, çevreye ve topluma duyarlı olma hususunun da göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır. Doğal kaynakların etkin kullanımı ve topluma duyarlı yeniliklerin revaç bulduğu günümüzde, çevreye duyarlılık ve sürdürülebilirlik ön plana çıkmakta ve dolayısıyla çevresel ve sürdürülebilir inovasyon kavramlarının önemi de gittikçe artmaktadır.

Diğer yandan, işletmelerin yaptıkları inovasyonların ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutlarıyla detaylı olarak değerlendirilebilmesi için, bu boyutların ayrı ayrı yapılar altında incelenebilmesi gerekir. Bu yüzden, sadece ekonomik faydalar üreten geleneksel inovasyonların yanı sıra çevresel ve toplumsal boyutları da içerisinde barındıran inovasyon kavramları da işletmeler için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ekonomik faydanın yanı sıra çevresel fayda üreten inovasyonlara “çevresel inovasyon” denilmekte ve “eko”, “çevresel” ve “yeşil” inovasyon kavramları birbirinin yerine kullanılmaktadır (Ma vd., 2017; Liao, 2016). Bu çalışma boyunca kavram bütünlüğü sağlamak adına ekonomik boyutun yanı sıra çevresel boyutu da ele alan inovasyon için, literatürden atıf yapılan yazarların kullandıkları “yeşil inovasyon” (Chen vd., 2006), “eko-inovasyon” (Cheng ve Shiu, 2012) ve “çevresel inovasyon” (Liao, 2016) gibi kavramlara sadık kalmakla beraber, alıntıların dışında sadece “çevresel inovasyon” terimi kullanılacaktır. Bununla birlikte basit bir şekilde sürdürülebilir inovasyonu tanımlarken, ekonomik ve çevresel boyutların yanı sıra toplumsal boyutun eklenmesiyle sürdürülebilir inovasyon kavra-

mı ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle, çevresel inovasyon kavramı ekonomik ve çevresel yapıları bünyesinde barındırırken, sürdürülebilir inovasyon kavramı ekonomik, çevresel ve toplumsal yapıların üçünü birlikte bünyesinde barındırmaktadır (Schiederig vd., 2011; Calik ve Badurdeen, 2016). Bu çalışmada bu 3 boyutu da kapsayan sürdürülebilir inovasyon kavramı üzerinde durulmaktadır.

Diğer taraftan literatürde sürdürülebilirlik ile ilgili inovasyon kavramı ele alınırken, “sürdürülebilir inovasyon”, “çevresel olarak sürdürülebilir inovasyon”, “sürdürülebilirliği teşvik edici inovasyon”, “sürdürülebilir odaklı inovasyon” ve “sürdürülebilirliği arttırıcı inovasyon” gibi farklı terminolojilerin kullanıldığı görülmektedir (Varadarajan, 2017). Bu çalışmada sürdürülebilirlik ile ilgili kullanılan kavramlar arasından “sürdürülebilir inovasyon” kavramı tercih edilmiştir ve çalışma boyunca bu şekilde kullanılacaktır. Bunun yanı sıra, sürdürülebilir inovasyon konusunda literatürde birçok farklı tanımlamalar bulunmakla beraber bu çalışmada, “ekonomik fayda sağlamanın yanında, pozitif çevresel ve toplumsal etki üreten ticarileştirilmiş veya dâhili olarak başarılı bir şekilde uygulanmış yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş ürün, teknolojik veya örgütsel süreçler ve sistemler” şeklindeki tanımlama esas alınmıştır (Calik ve Badurdeen, 2016: 449). Bu tanımda sürdürülebilir inovasyon, doğası gereği 3 temel sürdürülebilirlik boyutunu içerirken, inovasyon türü açısından ürün, süreç ve sistem inovasyonu olarak ele alınmıştır. Öte yandan, sürdürülebilir inovasyon ölçümü için, bu çok boyutlu yapısının doğası gereği, geleneksel yaklaşım ile elde edilen ölçüklerin kullanılması yeterli olamayacağından yeni ölçüklerin kullanılmasının gerekliliğinden bahsedilmekte ve geleneksel inovasyonda olduğu gibi, sürdürülebilir inovasyonu da tanımlamanın ve ölçmenin oldukça zor olduğuna vurgu yapılmaktadır (Calik ve Badurdeen, 2016). Bunun yanı sıra, literatürde, çevresel inovasyonların değerlendirilmesi için ölçek geliştirme çalışmaları (Arundel ve Kemp, 2009; Cheng ve Shiu, 2012) yapılmakta iken, sürdürülebilir inovasyon performansının ölçülebilmesi için geliştirilmiş kapsamlı bir ölçeğe henüz rastlanılmamaktadır. Bu konuda Calik ve Badurdeen (2016) tarafından bir ölçüm modeli ve literatür temelli ölçüm maddeleri önerilmiştir ancak veriye dayalı herhangi bir analiz ve geçerleme çalışması yapılmamıştır. Dolayısıyla toplumsal boyutu ele almasıyla çevresel inovasyondan farklılaşan sürdürülebilir inovasyonun ölçülebilmesi, firmaların yapmış oldukları inovasyonların toplumsal açıdan da değerlendirilmesini sağlayacaktır. Bundan dolayı, yıllar içerisinde işletmelerin yaptıkları inovasyon yatırımlarının hangi sürdürülebilirlik boyutunda ne aşamada olduğu ve hangi inovasyon türlerine (ürün, süreç, pazarlama vb.) odaklanması gerektiğinin izlenmesi için doğrulanmış ölçek-

lere ihtiyaç duyulacaktır. Bu amaçla farklı inovasyon çeşitlerini ve sürdürülebilirlik alanları hedefleyen ölçek geliştirme çalışmaları yapılabilecektir. Bu çalışmada inovasyon çeşitlerinden süreç inovasyonuna odaklanılmakta ve Türkiye’de imalat işletmelerinin sürdürülebilir süreç inovasyon performansının değerlendirilebilmesi için bir ölçek geliştirmesi hedeflenmektedir. Yapılan çalışma ile hem literatürdeki bu boşluk doldurulacak hem de imalat firmalarının sürdürülebilir süreç inovasyon performansının değerlendirilmesi için kullanılabilecek bir ölçek elde edilmiş olacaktır. Böylelikle, bu çalışma imalat işletmelerinde sürdürülebilir süreç inovasyon performansını ölçen, veriye dayalı ve doğrulanmış, bilinen ilk ölçek geliştirme çalışması olacaktır. Aynı zamanda geliştirilen bu ölçek, sürdürülebilir inovasyon konusunda çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından da çeşitli örgütsel kavramlar (örneğin, firma performansı, inovasyon belirleyicileri, dinamik yetenekler) ile sürdürülebilir inovasyon arasındaki ilişkilerin test edilmesinde de kullanılabilecektir.

Çalışmanın kalan kısmı beş bölümden oluşturulmuştur. Gelecek bölümde literatürde bulunan sürdürülebilir inovasyon ile ilgili ölçek geliştirme, teorik ölçüm modeli ve maddeleri sunan çalışmalara değinilmekte ve sürdürülebilir süreç inovasyon için model sınırlandırma ve geliştirme sürecinden bahsedilmektedir. Üçüncü bölümde ise ölçek geliştirme sürecinde izlenen adımlar detaylı olarak anlatılırken, dördüncü bölümde nihai ölçeği elde etmek için yapılan analizlere ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son olarak, beşinci bölümde tartışma ve sonuçların değerlendirilmesiyle birlikte gelecek çalışmalar üzerinde durulacaktır.

2. Literatür Taraması

2.1. Teorik Altyapı

Literatürde, çevresel ve sürdürülebilir inovasyon ile ilgili ölçek geliştirme dışında yapılan birçok çalışma (De Marchi, 2012; Klewitz ve Hansen, 2014; De Medeiros vd., 2014; Cai ve Li, 2018) bulunmakla beraber, bu çalışmanın kapsamının ölçek geliştirme olarak belirlenmesinden dolayı, araştırmanın bu bölümünde, çevresel ve sürdürülebilir inovasyon ile alakalı ölçek geliştirme, teorik olarak ölçüm modeli ve maddeleri sunan öne çıkmış bazı çalışmalara değinilecektir. Ayrıca literatür taraması yapılırken, süreç boyutunu içerisinde barındıran makalelere de özellikle dikkat edilmiştir. İlk olarak, Chen vd. (2006) yeşil inovasyon performansını, “yeşil ürün inovasyon performansı” ve “yeşil süreç inovasyon performansı” olarak ikiye ayırmış ve her bir inovasyon türünü 4 madde ile

ölçmüştür. Chen (2008) bu ölçüm maddelerini revize etmiş ve başka bir çalışmada kullanmıştır. Elde edilen bu ölçüm maddeleri daha sonraki birçok çalışmada gerek doğrudan gerekse o maddeleri kullanan başka çalışmalara atıf yapılarak kullanılmıştır (Leal-Rodríguez vd., 2018; Ar, 2012; Singh vd., 2016; Zhang vd., 2018). Diğer yandan, ölçek geliştirme amacıyla yapılan önemli araştırmalardan biri, Arundel ve Kemp (2009) tarafından eko-inovasyon kavramını ölçmek için yapılan çalışmadır ve söz konusu çalışmada eko-inovasyon kavramı 4 kategori altında toplanarak ölçülmektedir. Bu kategoriler, girdi (input), ara çıktı (intermediate output), doğrudan çıktı (direct output), dolaylı etki (indirect impact) olarak belirlenmiştir. Öne çıkan diğer bir çalışmada, eko-inovasyon kavramının ölçülmesi için güvenilirlik ve geçerlilik koşullarının sağlandığı 17 maddelik bir ölçüm modeli geliştirilmiştir (Cheng ve Shiu, 2012). Çevresel inovasyon için yapılan ölçek geliştirme çalışmalarından öne çıkan örnekler bu şekilde iken, sürdürülebilir inovasyonun ölçümü konusunda imalat işletmelerinde sürdürülebilir inovasyon performansını değerlendirmek için ilk ölçüm modelini ve maddelerini sunan bir çalışma, Calik ve Badurdeen (2016) tarafından yapılmıştır. Bahsi geçen çalışmada sürdürülebilir inovasyon, sürdürülebilir ürün ve süreç inovasyon olmak üzere iki kategoriye ayrılmış ve ölçüm modelinin toplamda literatür temelli 34 maddeyle oluşturulması önerilmiş ancak veriye dayalı herhangi bir analiz ve geçerleme çalışması yapılmamıştır. Bahsedilen çalışmanın dışında, literatürde sürdürülebilir inovasyon için başkaca ölçek geliştirme çalışmasına rastlanılmamıştır. Dolayısıyla çalışmanın kalan kısmında Calik ve Badurdeen (2016) tarafından önerilen ölçüm modeli temel alınarak hareket edilmiştir.

2.2. Ölçüm Modeli

Araştırmanın bu kısmında, model geliştirme sürecine başlamadan önce, geliştirilecek olan ölçeğin tam olarak neyi ölçtüğünü belirlemek amacıyla ölçüm modelinin sınırları belirlenmiştir. Ölçüm modelinin sınırlarının ne olacağı, yani ölçülmek istenen inovasyonun hangi boyutları ve düzeyleri içerdiği, hangi alana odaklandığının belirlenmesi, sonraki aşamalarda herhangi bir kavram veya ölçüm kargaşasına mahal verilmemesi açısından önem arz etmektedir. Ölçüm modeli sınırlandırma ve geliştirme sürecinde, Calik ve Badurdeen (2016) tarafından yapılan çalışmadan yararlanılmıştır. Şekil 1’de görüldüğü üzere ölçüm modeli sınırlandırma sürecinde, çalışmanın amacına yönelik olarak tercih edilebilecek alternatif seçenekler içerisinde, renklendirmiş seçimler bu çalışmanın inovasyon ölçümündeki model sınırlarını göstermektedir.

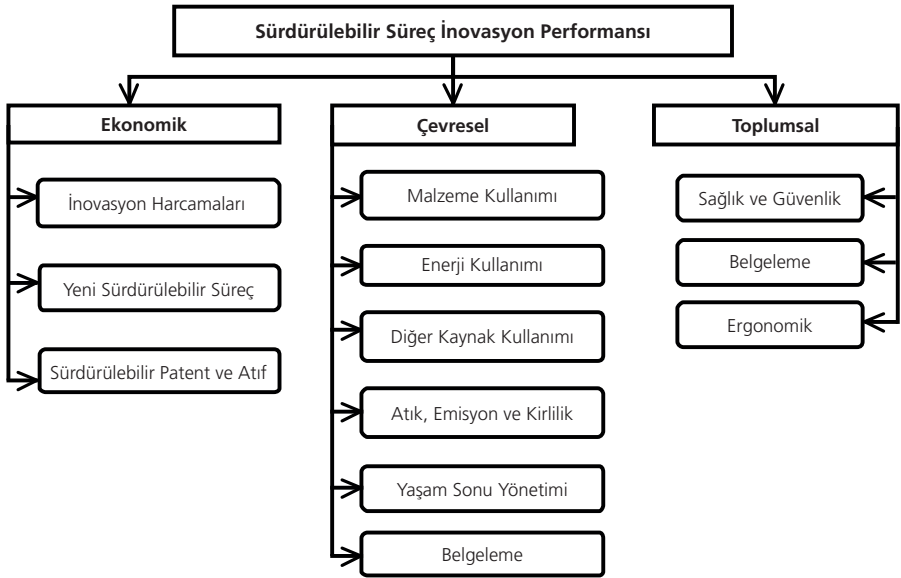


Şekil 1. Ölçüm modeli için sınırlar

İlk olarak, inovasyon ölçümünün odak noktası olarak performans ve yetenek seçenekleri arasında performans tercih edilmiştir. Bunun nedeni, bu çalışmada imalat işletmelerinde sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçülmesinin amaçlanmasıdır. Ardından, performans seçeneğinin tercih edilmesinden dolayı girdi, süreç ve çıktı seçenekleri arasında sadece süreç ve çıktı seçenekleri işaretlenmiştir. Çünkü inovasyon yetenek ölçümünde girdi ve sürece odaklanılırken, inovasyon performans ölçümünde daha çok süreç ve çıktı dikkate alınmaktadır. Bir sonraki adımda, çalışmanın amacına uygun olarak, işletmelerde süreç inovasyonunun ölçülmesi hedeflendiğinden dolayı inovasyon türü olarak süreç inovasyonu seçilmiştir. Diğer bir neden olarak, işletmelerde diğer inovasyon türlerine nazaran süreç inovasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların takip edilmesinin göreceli olarak kolay olması düşünülebilir. Daha sonra, sürdürülebilirlik açısından model sınırları belirlenirken, sürdürülebilir inovasyonun tanımı gereği, ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutların hepsi birlikte modele dâhil edilmiştir. Ardından bu çalışmada imalat işletmelerinde sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçülmesi istendiği için, seviye olarak işletme seviyesi tercih edilmiştir. Bunun yanı sıra etki süresine bakıldığında, inovasyonun uzun vadeli ve kısa vadeli etkileri bulunmaktadır. Burada salt süreç inovasyon performansına odaklanılmasından dolayı etki süresi olarak kısa vadeli sonuçlar tercih edilmektedir. Çünkü inovasyonun uzun vadeli etkilerine odaklanıldığında, şirketin pazarlama performansı gibi farklı

değişkenler işin içine dâhil olmaktadır. Son olarak ölçüm tipinin belirlenmesi konusunda, firmaların genelde gizlilik prosedürleri gereği sayısal verilerini paylaşmama sıcak bakmamasından ötürü ölçüm tipi olarak algısal sorular tercih edilmiştir.

Bu açıklamalar ışığında modelin sınırlandırılması ile birlikte ölçüm modelinin elde edilmesi sürecine geçilmektedir. Belirlenen model sınırlandırma seçimlerine bağlı kalınarak ölçüm modeli oluşturma aşamasında Calık ve Badurdeen (2016) tarafından önerilen model, süreç inovasyonuna göre sadeleştirilerek kullanılmıştır. Sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçülmesi için oluşturulmuş ölçüm modeli Şekil 2’de bulunmaktadır.



Şekil 2. Sürdürülebilir süreç inovasyonu ölçüm modeli

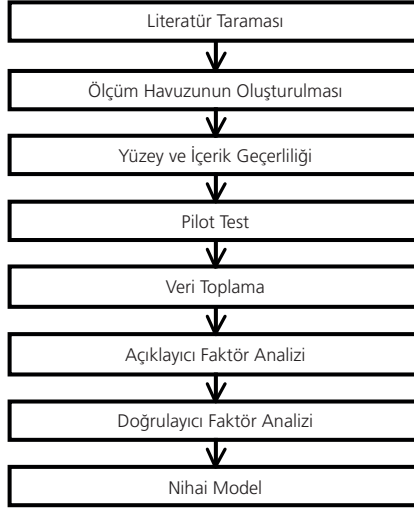
Modele bakıldığında; ilk olarak ekonomik boyut, üç alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar sırasıyla inovasyon harcamaları, yeni sürdürülebilir süreç ve sürdürülebilir patent/atıf alt boyutlarından oluşmaktadır. İnovasyon harcaması alt boyutu ile işletmelerde doğrudan inovasyon için yapılan Ar-Ge, teknolojik altyapı, eğitim vb. harcamaları kastedilmektedir. Daha sonra, yeni sürdürülebilir süreç alt boyutuna gelindiğinde ise, işletmelerde sürdürülebilirlik amacıyla geliştirilen süreçler ele alınmaktadır. Son alt boyut olarak geliştirilen süreçlerle ilgili alınan sürdürülebilirlik

temalı patent ve bu patentlere yapılan atıf miktarı, sürdürülebilir süreç inovasyonunun ekonomik boyutunu değerlendirmek için ortaya konmuş diğer bir kriter olarak belirlenmiştir.

İkinci ana boyut olarak ele alınan çevresel boyutu değerlendirmek için malzeme kullanımı, enerji kullanımı, diğer kaynak kullanımı, atık, emisyon ve kirlilik, yaşam sonu yönetimi, belgeleme olmak üzere 6 alt boyut belirlenmiştir. Başlangıçta malzeme, enerji ve diğer kaynak kullanımı alt boyutları ile imalat sürecinde kullanılan kaynakların azaltılması için uygulanan yöntemler ve geliştirilen süreçler ele alınmaktadır. Daha sonra, atık, emisyon ve kirlilik alt boyutunda ise çevreye yönelik zararlı etkileri olan madde miktarını azaltmak için yapılan işlemlere işaret edilmektedir. Diğer taraftan, yaşam sonu yönetimi alt boyutu, ürün bileşenlerinin yeniden kullanımı, yeniden imal edilmesi ve geri dönüşüm işlemlerini bünyesinde barındırmaktadır. Son bölüme gelindiğinde, belgeleme alt boyutu ile işletmelerin üretim süreçlerinde EMAS ve ISO 14001 gibi çevre prosedürlerinin varlığından ve kullanımından bahsedilmektedir. Son temel boyut olarak toplumsal boyut ise, sağlık ve güvenlik, ergonomi ve belgeleme olmak üzere 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Öncelikle sağlık ve güvenlik ile ergonomi alt boyutları, imalat esnasında çalışanların yaralanmasına ve meslek hastalıklarına vb. engel olmak ve ergonomik şartları (ekipman kullanımı, gürültü ve aydınlanma vb.) daha iyi hale getirmek adına yapılan işlemleri ifade etmektedir. Belgeleme alt boyutunda ise ISO 45001/OHSAS 18001 ve ISO 26000 gibi iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı toplumsal konuları içeren prosedürlerin varlığı ve kullanımı ele alınmaktadır.

3. Yöntem

Araştırmanın bu bölümünde, Şekil 3'te verilen ölçek geliştirme sürecindeki aşamalar gösterilecektir. İlk iki adımda, sürdürülebilir süreç inovasyonu kavramını ölçmemize yarayacak makaleler ile ilgili literatür taraması ve elde edilen ölçüm havuzu yer almaktadır. Üçüncü adımda, ölçüm modelinde bulunan her bir maddenin uygunluğunu değerlendirmek için yüzey ve içerik geçerliliği testinden bahsedilmekte ve ardından, dördüncü adımda, nihai anketin son hali verilmeden önce gerçekleştirilen pilot test uygulamasına yer verilmektedir. Beşinci adımda ise veri toplama süreci üzerinde durulmaktadır. Altıncı ve yedinci adımda, elde edilen verilerle ilk olarak açıklayıcı faktör analizi (AFA) uygulanırken, ardından doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmasıyla birlikte son adım olarak nihai modelin elde edilmesi ile süreç sonlanmaktadır.



Şekil 3. Nihai ölçek oluşturma aşamaları

3.1. Ölçüm Havuzu

Bu bölümünde, ölçüm modeli belirlenen sürdürülebilir süreç inovasyonu ölçümü ile ilgili çalışmaları incelemek ve bir ölçüm havuzu oluşturabilmek amacıyla literatür derinlemesine incelenmiştir. Literatür incelemesi sonucunda elde edilen makale havuzu sadece sürdürülebilir inovasyonu değil aynı zamanda çevresel inovasyonu da içerisinde barındırmaktadır. Bu tarama sonucunda, 30 makale ölçüm havuzuna alınmış ve yapılan incelemeler neticesinde, bu makalelerden toplamda 149 ölçüm maddesi elde edilmiştir. Daha sonra, bu maddeler arasında benzer amaçlı ve yakın anlamlı maddeler sürdürülebilir süreç inovasyonu ölçüm modeline uygun olarak, ekonomik, çevresel ve toplumsal boyutlarının ve her bir alt boyutun altında toplanmıştır. Böylece eldeki 149 maddenin değerlendirilmesi sonucunda, her bir alt boyutu içerecek şekilde literatür bazlı 17 maddelik bir başlangıç ölçeği oluşturulmuştur. Bu maddeler ekonomik boyut (3 Madde), çevresel boyut (11 Madde), toplumsal boyut (3 Madde) şeklinde dağılmaktadır. Sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçümü için oluşturulan modelin boyutları, alt boyut ile her bir maddenin kodu, açıklaması ve referansları Tablo 1’de gösterilmektedir.

3.2. Yüzey ve İçerik Geçerliliği

Literatür tabanlı oluşturulan ölçüm modelinde bulunan maddeler, bu alanda çalışan iki akademisyen ve tecrübeli iki üretim yöneticisine yüzey ve içerik geçerliliğini değerlendirilmek üzere gönderilmiştir.

Tablo 1. Alt boyutlar ve referansları

Boyut	Alt Boyut	Madde Kodu	Madde Açıklaması	Referans	
Ekonomik	İnovasyon Harcamaları	Madde1	Şirketimiz, son yıllarda çevresel ve toplumsal fayda sağlayan süreç inovasyonları için yaptığı harcamaları sürekli olarak artırmaktadır.	Arundel ve Kemp (2009), Basso vd. (2013), Garcia-Granero vd. (2018).	
	Yeni Sürdürülebilir Süreçler	Madde2	Şirketimiz, son yıllarda çevresel ve toplumsal fayda sağlayan yeni süreçlerini sürekli olarak geliştirmekte ve uygulamaktadır.	Arundel ve Kemp (2009).	
	Sürdürülebilir Patent ve Atıf	Madde3	Şirketimiz, son yıllarda yeni geliştirdiği süreçler için sürdürülebilirlik ile ilgili patent/faydalı model almaktadır.	Arundel ve Kemp (2009), Basso vd. (2013), Garcia-Granero vd. (2018).	
Çevresel	Malzeme Kullanımı	Madde4	Şirketimiz, son yıllarda hammadde ve/veya zararlı hammadde kullanımını azaltmak için üretim süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir.	Chen vd. (2006), Delmas ve Pekovic (2018), Wu (2017).	
	Enerji Kullanımı	Madde5	Şirketimiz, son yıllarda, enerji tüketimini azaltmak için imalat süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir.	Cheng ve Shiu (2012), Ketata vd. (2015), Delmas ve Pekovic (2018), Wu (2017), Garcia-Granero vd. (2018).	
		Madde6	Şirketimizin imalat süreçlerinde son yıllarda, temiz enerji ve yenilenebilir enerjiler kullanılmaktadır.	Garcia-Granero vd. (2018), Tumelero vd. (2019).	
	Diğer Kaynak Kullanımı	Madde7	Şirketimiz, son yıllarda, kullanılan diğer kaynakların (su, yağ vb.) miktarını azaltmak için imalat süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir.	Chen vd. (2006), Ketata vd., (2015), Delmas ve Pekovic, (2018), Garcia-Granero vd., (2018), Tumelero vd. (2019),	
		Madde8	Şirketimiz, son yıllarda doğal kaynakların sürdürülebilirliği için teknolojiler ve yeni ekipmanlar geliştirmektedir.	Lopez-Valeiras vd. (2015).	
	Atık, Emisyon ve Kirlilik	Madde9	Şirketimiz, son yıllarda, çevresel kirlenmeye karşı korumak için imalat süreçlerini inovatif bir şekilde yenilemektedir.	Cheng ve Shiu (2012), Tumelero vd. (2019).	
		Madde10	İmalat süreçlerimiz, rakiplerimizin süreçlerine göre, atık ve zararlı madde emisyonunu daha etkin bir şekilde azaltmaktadır.	Chen vd. (2006), Garcia-Granero vd. (2018).	
	Yaşam Sonu Yönetimi	Madde11	Şirketimiz, son yıllarda, bileşen ve malzemelerin tekrar kullanımı ve tekrar imal edilebilirliği konusunda imalat süreçlerini aktif olarak iyileştirmektedir.	Garcia-Granero vd. (2018), Tumelero vd. (2019).	
		Madde12	Şirketimiz, son yıllarda, malzemelerin, atıkların ve bileşenlerin geri dönüşümü için imalat süreçlerini aktif bir şekilde iyileştirmektedir.	Chen vd. (2006), Lopez-Valeiras vd. (2015), Delmas ve Pekovic (2018), Garcia-Granero vd. (2018), Tumelero vd. (2019).	
		Madde13	Son yıllarda imalat süreçlerimizde geri dönüşüm sistemleri yaygın olarak kurulmaktadır.	Cheng ve Shiu (2012).	
	Belgeleme	Madde14	Şirketimiz, son yıllarda, Çevre Yönetim Sistemleri/ISO 14001 gibi çevresel prosedürlerini benimseyebilmek için imalat süreçlerini iyileştirmektedir.	Cheng ve Shiu (2012), Tumelero vd. (2019).	
	Toplumsal	Sağlık ve Güvenlik	Madde15	Şirketimiz, son yıllarda yaralanma, meslek hastalıkları ve iş ile ilgili ölümcül vaka oranlarını azaltmak amacıyla imalat süreçlerini aktif bir şekilde tasarlamakta ve iyileştirmektedir.	Ketata vd. (2015).
		Belgeleme	Madde16	Şirketimiz, son yıllarda, güvenliğe ve sağlığa yönelik prosedürleri (ISO 45001 / OHSAS 18001 veya ISO 26000 gibi) benimseyebilmek için imalat süreçlerinde iyileştirmeler yapmaktadır.	Calik ve Badurdeen (2016).
		Ergonomik	Madde17	Şirketimiz, son yıllarda, çalışma koşullarını (gürültü, direnç, aydınlatma, ekipman kullanımı vb.) daha ergonomik hale getirebilmek için imalat süreçlerinde iyileştirmeler yapmaktadır.	Calik ve Badurdeen (2016).

Bu aşamada uzman ve araştırmacıların maddeler üzerinde yapmış oldukları eleştiri ve yorumlamalar kaydedilip, değerlendirilmeye alınmış ve maddeler hakkında nihai karar yazarlara bırakılmıştır. Bu kısımda yapılan eleştiri ve yorumlar değerlendirilerek ölçüm maddeleri olduğu gibi kalabilmekte, revize edilebilmekte veya modelden çıkarılabilmektedir. Bu amaçla sürdürülebilir süreç inovasyonu için oluşturulmuş başlangıç ölçeğindeki 17 madde, bu alanda bilgi sahibi 2 akademisyen ve 2 üretim yöneticisine gönderilip, incelenmesi istenmiş ve gelen yorumların değerlendirilmesiyle sonuç olarak 2 madde revize edilip, toplam madde sayısı korunmuştur.

3.3. Pilot Test

Yüzey ve içerik geçerliliği sonucunda revize edilen 2 maddeyi de içerisinde barındıran 17 maddelik başlangıç ölçeği, veri toplama sürecine başlamadan önce imalat sanayide seçilmiş olan bir örneklem grup üzerinde pilot test uygulaması yapılarak nihai hale getirilmiştir. Pilot test sürecinde, araştırmacılar tarafından oluşturulan web tabanlı anket, hedef ana kitle özelliklerini içeren toplamda 52 işletmeyi temsil eden 52 üretim yöneticisine, telefon görüşmesi sonrasında gönderilmiştir. Pilot test sonucunda 17 maddelik ölçüm modelinde bulunan tüm maddeler korunmuştur. Böylece sürdürülebilir süreç inovasyon performansını ölçmek amacıyla nihai veri toplama sürecinde kullanılacak 17 maddelik başlangıç ölçeği elde edilmiştir.

3.4. Anket Tasarımı

Sürdürülebilir süreç inovasyonu kavramını değerlendirmek amacıyla oluşturulmuş ölçüm modelindeki 17 maddeyi ölçmek için 5'li Likert ölçeği kullanılmış ve "google formlar" üzerinden web tabanlı bir anket oluşturulmuştur. Anket tasarımı 3 kısım olarak düzenlenmiştir. İlk kısımda, çalışmanın konusu ve amacı kısaca anlatılırken, ikinci kısımda ankete katılan firma hakkında demografik sorulara (firmanın faaliyete başladığı yıl, faaliyet gösterdiği sektör, çalışan sayısı ve anketi dolduran kişinin pozisyonu) yer verilmiştir. Son kısımda ise sürdürülebilir süreç inovasyonun ölçümü için oluşturulan, 17 maddeyi içeren sorular 5'li Likert ölçeği ile birlikte sunulmuştur.

3.5. Veri Toplama

Veri toplama işlemine geçmeden önce, anketin uygulanacağı imalat işletmelerin iletişim bilgilerine, buldukları ilin sanayi odalarından ve organize sanayi bölgesinin web sitesi üzerinden ulaşılmıştır. Buradaki web sitelerinden toplanan bilgiler kayıt altına alınmıştır. Daha sonra, veri tabanında bulunan işletmelerle yapılan telefon görüşmesi esnasında üretimden sorumlu yöneticilerden görüşme talep edilmiş ve onaylanan telefon görüşmeleri sonucunda, ankete katılacak olan imalat işletmelerine araştırmanın amacı hakkında kısa bir açıklama metniyle birlikte anket linki mail olarak gönderilmiştir. Araştırmanın ana kitlesini minimum 3 yıldır faaliyette bulunan, en az 10 kişi çalıştıran ve imalat yapan işletmeler oluşturduğu için, bu kapsama uymayan işletmelere telefon görüşmesi sırasında karşılaşıncı, anket gönderilmeden teşekkür edilerek görüşme sonlandırılmıştır. Haziran-Eylül 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu süreç sonucunda toplamda 347 veri toplanmış ve bir şekilde ana kitle sınırları dışında cevaplananlar ile veri ön işleme adımları sonucunda geçersiz olduğu düşünülen veriler çıkartılarak, analizlerde kullanılacak 291 geçerli veri elde edilmiştir.

3.6. Açıklayıcı ve Doğrulayıcı Faktör Analizleri

Bu çalışmada, ölçek geliştirme sürecinde veri analizi aşamasında, ilk olarak açıklayıcı faktör analizi (AFA) ardından doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanacaktır. Ölçek geliştirme amacıyla yapılan faktör analizi gözlenen değişkenlerden (maddeler), ölçüm modelinin faktör sayısını ve gizil değişkenleri (faktörleri) bulmak için kullanılan bir yaklaşımdır ve AFA ve DFA olmak üzere iki kategoride incelenmektedir (Worthington ve Whittaker, 2006). Faktör analizinin ilk aşamasında, AFA sürecinde toplanan verilerin analiz için uygunluğunun belirlenmesi için Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Barlett Küresellik testine (Barlett's Test of Sphericity) bakılmaktadır. Bunun yapılma nedeni, KMO değeriyle örneklem yeterlilik ölçütü değerlendirilirken, diğer taraftan, Barlett testiyle ölçüm modelinde bulunan maddeler arası ilişkilere bakılmaktadır. Aynı zamanda, KMO değeri için en düşük referans değeri 0.50 olması gerekirken, bu değer 0.50'den 1'e doğru yükseldikçe yeterlilik ölçütü, kabul edilebilir uyumdan iyi uyuma ve mükemmel uyuma doğru artmaktadır. Barlett'in küresellik testine bakıldığında, testin anlamlı çıkması maddeler arası korelasyonun bulunduğu işaret etmektedir. Daha açık söylemek gerekirse, faktör analizi sürecinde yer alan ölçüm maddelerinin, bir arada kullanılması için herhangi bir sakınca görülmemektedir. Ardından, modelde bulunan ölçüm maddelerinin her

biri için yapılar üzerinde oluşturdukları faktör yüklemeleri incelenmektedir. Eğer modelde bulunan bir maddenin faktör yükü 0.50 değerinin altında bulunuyorsa ve aynı zamanda diğer faktörlerden birine veya daha fazla faktör üzerinde yüksek oranda çapraz yüklemişse, bu madde modelden çıkarılmaktadır (Hair vd., 2014).

İkinci adımda DFA uygulanırken, öncelikler verilerin normal dağılıma uygunluğunun test edilmesi ve ona göre uygun tahmin yöntemlerinin seçilmesi gerekir. Çoklu normal dağılım varsayımı ile kullanılabilen maksimum olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi yanı sıra bu varsayımın yerine gelmediği durumlarda ağırlıklandırılmamış en küçük kareler (unweighted least squares) ve genelleştirilmiş en küçük kareler (generalized least squares) yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir (Hair vd., 2014). Daha sonra, uyum iyiliği değerleri, güvenilirlik analizi ve yapı geçerliliği başta olmak üzere üç aşamada sonuçlar incelenmektedir. Uyum iyiliği ölçütleri hakkında karar vermek için Calik ve Calisir (2019) tarafından ve bu alandaki literatürü özetleyerek yapılan sınıflandırma temel alınarak mükemmel uyum, iyi uyum ve kabul edilebilir uyum iyiliği ölçütlerine göre karar verilecektir. DFA uygulamasında, uyum iyiliği değerleri yorumlanırken, kullanılacak birçok uyum iyiliği değerleri içerisinde çoklukla χ^2/df , Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Root Mean Square Residual (RMR), Comparative Fit Index (CFI), Goodness of Fit Index (GFI) ve Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) değerleri rapor edilmektedir. Uyum iyiliği değerleri bakımından istenilen sonuçların sağlanmasının ardından güvenilirlik koşulu için birleşik güvenilirlik (CR) değeri yorumlanmaktadır. CR değerinin 0.60'dan daha yüksek olması beklenmektedir. Son kısma gelindiğinde ise, yapı geçerliliği için yakınsak ve ayırt edici geçerlilik şartlarının sağlanması gerekmektedir. Yakınsak geçerlilik koşulu için çıkarılan ortalama varyans (AVE) değerinin 0.50 sınır değerinden büyük olması istenirken, diğer taraftan ayırt edici geçerlilik koşulu için her bir yapının AVE değerinin maksimum paylaşılan varyans (MSV) değerinden daha yüksek olması ve aynı zamanda her bir yapı için AVE değerlerinin karekök değerinin yapılar arasında bulunan korelasyon değerinden daha yüksek olması istenmektedir (Hair vd., 2014).

4. Bulgular

4.1. Açıklayıcı İstatistikler

AFA ve DFA uygulama sürecine geçmeden önce, işletmelerden toplanan ve veri ön işleme adımları sonucunda elde edilen 291 veriye bağlı olarak, işletme

yaşı, faaliyet gösterdiği sektör ve çalışan personel sayısı açısından sırasıyla açıklayıcı istatistiklere yer verilecektir. İlk olarak, işletme yaşına bakıldığında, sırasıyla toplam 291 işletmenin %15'ini 51 ile 100 yaş arasında olan 44 işletme, %17'sini 3 ile 10 yaşın arasında olan 50 işletme, %21'ini 11 ile 20 yaş arasında olan 61 işletme ve geriye kalan %47'lik dilimi de 21 ile 50 yaş arasında olan 136 işletme oluşturmaktadır. Daha sonra, ankete katılım gösteren işletmelerin faaliyet gösterdiği sektörler değerlendirildiğinde ise, sırasıyla 291 işletmenin %17'sini tekstil sektöründe faaliyet gösteren 50 işletme, %14'ünü makine sektöründe faaliyet gösteren 42 işletme, %13'ünü gıda sektöründe faaliyet gösteren 37 işletme, %11'ini kimya sektöründe faaliyet gösteren 33 işletme, %9'unu otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 27 işletme, %7'sini metal sektöründe faaliyet gösteren 21 işletme, %7'sini elektrik-elektronik sektöründe faaliyet gösteren 19 işletme, %5'ini plastik sektöründe faaliyet gösteren 13 işletme oluştururken, geriye kalan %17'lik kısmını ise, diğer sektörlerde faaliyet gösteren 49 işletme oluşturmaktadır. Son olarak, işletmelerdeki çalışan sayısına bakıldığında ise, toplam verinin %24'ünü 10 ile 50 arasında çalışanı olan 70 işletme, %23'ünü 500 ve üzerinde çalışana sahip 67 işletme, %22'sini 101 ile 250 arasında çalışanı olan 65 işletme, %18'ini 51 ile 100 arasında çalışana sahip 52 işletme ve %13'ünü 251 ile 500 arasında çalışanı olan 37 işletme oluşturmaktadır.

4.2. Açıklayıcı Faktör Analizi Bulguları

Araştırmanın bu kısmında, nihai anket ile elde edilen geçerli verilerle 17 maddelik ölçüm modeline SPSS paket programı üzerinde AFA uygulanmıştır. Analiz sonucunda, 0.899 olarak bulunan KMO değeri ile mükemmel uyumun sağlandığı ve Barlett testinin anlamlı çıkmasıyla maddeler arası korelasyonun varlığı ile AFA'nın yapılması için veri setinin uygun olduğu anlaşılmıştır. Tablo 2'de maddeler ve yapılar arasında bulunan yüklenme ve çapraz yüklenme değerleri bulunmaktadır ve görüldüğü üzere Madde13 ve Madde14 diğer yapılara yüksek çapraz yüklenme yaptığı için modelden çıkarılmıştır. Ardından, Madde13 ve Madde14'ün modelden çıkarılması ile birlikte, geriye kalan 15 madde ile model tekrar çalıştırılmış ve sadece Madde3'ün hem Yapı1 hem de Yapı3 üzerinde yüksek çapraz yüklenmeye sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, Madde3'ün çıkarılması tavsiye edilmektedir ancak ölçüm modelinin teorik arka plana göre her bir yapının en az 3 madde içermesi tavsiye edildiği (Kline, 2016) için Madde3 modelden çıkarılmamıştır. Böylece 15 maddeden oluşan bu üç yapı, DFA modeli

için ölçeğin gizil yapıları olarak oluşturulmuştur. Burada oluşan yapılardan, Yapı 1, Yapı 2 ve Yapı 3 sırasıyla Çevresel, Toplumsal ve Ekonomik boyutlar olarak adlandırılmıştır. AFA neticesinde kaç tane yapı olduğu ve hangi maddelerin hangi yapılar altında olduğu bulunmuştur.

Tablo 2. Faktör yükleri ve çapraz yüklenmeler

<i>Maddeler</i>	<i>Yapılar</i>			<i>Durum</i>
	<i>Yapı 1</i>	<i>Yapı 2</i>	<i>Yapı 3</i>	
Madde7	0.782			
Madde9	0.740			
Madde8	0.738			
Madde12	0.733	0.472		
Madde4	0.689			
Madde10	0.689		0.407	
Madde6	0.680			
Madde11	0.677	0.465		
Madde5	0.629	0.431		
Madde13	0.563	0.481		Yüksek çapraz yüklenme nedeniyle silindi
Madde15		0.841		
Madde17		0.788		
Madde16		0.749		
Madde14	0.540	0.576		Yüksek çapraz yüklenme nedeniyle silindi
Madde1			0.816	
Madde2		0.408	0.730	
Madde3	0.479		0.591	

4.3. Doğrulayıcı Faktör Analizi Bulguları

Bu kısımda, AFA sonucunda oluşan 15 maddelik ölçüm modelinin doğrulanması ve nihai ölçüm modelinin elde etmesi için AMOS 25 yazılımı yardımıyla DFA yapılmıştır. DFA uygulanmadan önce normallik varsayımı test edilmiştir. DFA için istenilen çoklu normal dağılım varsayımı test edilmeden evvel, öncelikle tek değişkenli normallik varsayımı gözden geçirilmiştir. Bu varsayımın sağlanması için, ilgili değişkene ait çarpıklık değerinin ± 3.0 , basıklık değerinin ± 8 değerini aşmaması yeterlidir (Kline, 2016). Bir başka yaklaşımda ise, tekil çarpıklık ve basık-

lık katsayılarının standart değerlerinin z kritik değerini aşmaması gerektiği ifade edilmekte ve bu kritik değer 0.01 anlamlılık düzeyi için ± 2.85 , 0.05 anlamlılık düzeyi için ± 1.96 olmaktadır (Hair vd., 2014). Veri ön işleme adımı sonucunda dışa düşen ve kayıp değerler ayıklandıktan sonra kalan 291 veri üzerinden modeldeki değişkenlere ait bu değerlere bakıldığında ise, çarpıklık değerinin -1.622 ile -0.381 arasında olduğu, basıklık değerlerinin ise -0.768 ile 2.950 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca tekil çarpıklık ve basıklık katsayılarının standart değerlerinin tümünün ± 1.96 aralığında olduğu gözükmektedir. Bu bulgular çerçevesinde, 17 değişkenin hepsinin de tek değişkenli normallik varsayımını sağladığı ifade edilebilir. Çoklu normal dağılım testi için ise (Kline, 2016) tarafından önerilen Mardia'nın normalleştirilmiş çok değişkenli basıklık katsayısı kullanılmış ve AMOS tarafından 'assessment of normality' ile raporlanan bu değer 118.905 olarak bulunmuş, anlamlılığına dair sınama yapıldığında ise katsayının anlamlı olduğu görülmüştür. Bu ise çoklu normal dağılım varsayımının yerine gelmediğine işaret etmektedir. Ancak Raykov ve Marcoulides'in (2008) önerdiği, p değişken sayısı olmak üzere, $p(p + 2)$ formülü kullanılarak hesaplanan 323 ($=17 \times 19$) kritik değer ile Mardia'nın katsayısı karşılaştırıldığında ise, normalleştirilmiş çok değişkenli basıklık katsayısının bu kritik değerden küçük olmasından dolayı ($119 < 323$) çoklu normal dağılım varsayımının yerine geldiğini söylenebilir. Dolayısıyla literatürde, çoklu normal dağılımın yorumlanması ile ilgili tekli normal dağılımda olduğu gibi, doğrudan basıklık katsayısı üzerinden ya da katsayının anlamlılığının test edilmesi şeklinde farklı yaklaşımların olduğu ve bu yaklaşımların yukarıda olduğu gibi farklı yorumlamalara sebep olabilmelerinden ötürü normallik ile ilgili endişeleri giderebilmek adına, çoklu normal dağılım varsayımını isteyen maksimum olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi yanı sıra bu varsayımın yerine gelmediği durumlarda kullanılması Hair vd. (2014) tarafından tavsiye edilen ağırlıklandırılmamış en küçük kareler (unweighted least squares) ve genelleştirilmiş en küçük kareler (generalized least squares) tahmin yöntemleri ile de model çalıştırılmıştır. Bu yöntemlerle elde edilen katsayı tahmin değerlerinin, maksimum olabilirlik yöntemi ile elde edilen değerler ile birbirlerine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir ve ölçeklerde kullanılacak normalize değerler açısından bu farklılık sonuçları değiştirebilecek nitelikte değildir. Sonuçları tek bir yöntem üzerinden raporlamak uygun olacağından maksimum olabilirlik yöntemi ile elde edilen değerler raporlanmıştır.

Normallik varsayımı ile ilgili açıklamalardan sonra uyum iyiliği değerlerine bakılmıştır. Burada elde edilen uyum iyiliği değerleri, Calik ve Calisir (2019) ta-

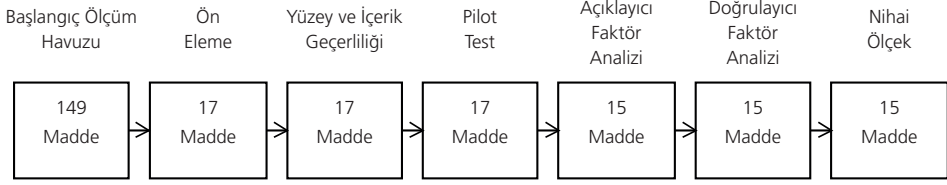
rafından belirtilen ölçütlere göre, ($\chi^2/df=2.955$, $RMR=0.053$) iyi uyuma işaret ederken, kalan uyum iyiliği değerleri ($RMSEA=0.099$, $CFI=0.913$, $GFI=0.861$, $AGFI = 0.809$) kabul edilebilir uyum göstermektedir. AMOS tarafından üretilen modifikasyon indislerini tablosuna bakılıp her bir maddenin diğer maddelerle ve yapılarla olan ilişkisi incelenerek, yüksek ilişki değeri gösteren maddeler modelden çıkarılıp, araştırmacılara modelin tekrardan çalıştırılmaları önerilir. Ancak eğer ölçüm modelinin geçerliliği sağlanmışsa ve uyum iyiliği değerleri kabul edilebilir seviyede ise işleme gerek duyulmayabilir. Modelin geçerliliği bakıldığında, eğer modelin geçerliliği sağlanmışsa, uyum iyiliği değerlerini yükseltmek için modelden madde çıkarılmayabilir. Böylelikle teorik modele uygun olarak olabildiğince az madde çıkarılarak ölçüm modeli doğrulanmış olur. Dolayısıyla bu aşamada güvenilirlik ve geçerlilik için yöntem kısmında bahsedilen değerlere bakılmıştır. Güvenilirlik ve geçerlilik için elde edilen değerler Tablo 3'te verilmektedir. Çevresel, ekonomik ve toplumsal yapıların her birinin CR değerlerinin 0.6'dan büyük olması ölçek güvenilirliğinin sağlandığını göstermektedir. Diğer yandan, her bir yapının AVE değerleri 0.50'den yüksek çıkmıştır ve yakınsak geçerliliği de sağlanmıştır. Ayırt edici geçerliliğe bakıldığında ise, her bir yapının AVE değerinin MSV değerlerinden büyük olduğu ve AVE değerlerinin karekök değeri yapılar arasında bulunan korelasyon değerlerinden büyük olduğu sonucu elde edilmiştir. Böylece ayırt edici geçerlilik de sağlanmıştır.

Tablo 3. Geçerlilik ölçütleri

<i>Boyut</i>	<i>CR</i>	<i>AVE</i>	<i>MSV</i>	<i>Çevresel</i>	<i>Toplumsal</i>	<i>Ekonomik</i>
<i>Çevresel</i>	0.917	0.552	0.539	0.743		
<i>Toplumsal</i>	0.863	0.679	0.539	0.734	0.824	
<i>Ekonomik</i>	0.855	0.672	0.483	0.695	0.528	0.819

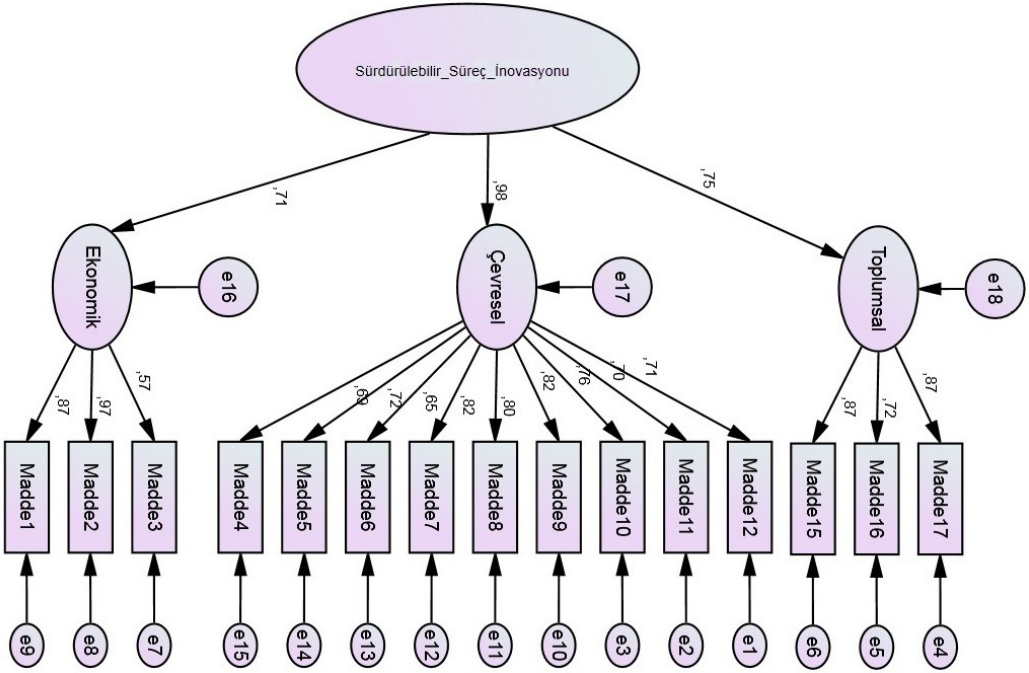
*Bu çizelgede bulunan değerler James Gaskin tarafından geliştirilen Excel StatTools kullanılarak hesaplanmıştır. Koyu siyah olan değerler AVE değerinin kareköküdür.

Bu sonuçların çıkması ile birlikte 15 maddeden oluşan ölçüm modeli doğrulanmıştır. Şekil 4'te ölçek geliştirme sürecinde, araştırmamanın başından sonuna kadar gerçekleştirilen aşamaların neticesinde elde edilen ölçüm modelindeki madde sayılarının değişimi verilmiştir.



Şekil 4. Araştırma Süreci

Bununla birlikte, işletmelerin sürdürülebilir süreç inovasyon performanslarının değerlendirilmesi için gerekli olan standardize edilmiş ağırlık değerlerine ve ölçüm modelinin nihai haline Şekil 5'te yer verilmiştir.



Şekil 5. Sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçüm modeli

Ayrıca, 15 maddeden oluşan ölçüm modelinin her bir maddesinin standartlaştırılmış ağırlık değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Standartlaştırılmış ağırlık değerleri

<i>Ekonomik Boyut</i>	0.707
<i>Çevresel Boyut</i>	0.983
<i>Toplumsal Boyut</i>	0.747
<i>Ekonomik</i>	Şirketimiz, son yıllarda çevresel ve toplumsal fayda sağlayan süreç inovasyonları için yaptığı harcamaları sürekli olarak artırmaktadır. 0.868
	Şirketimiz, son yıllarda çevresel ve toplumsal fayda sağlayan yeni süreçlerini sürekli olarak geliştirmekte ve uygulamaktadır. 0.967
	Şirketimiz, son yıllarda yeni geliştirdiği süreçler için sürdürülebilirlik ile ilgili patent/faydalı model almaktadır. 0.571
<i>Çevresel</i>	Şirketimiz, son yıllarda hammadde ve/veya zararlı hammadde kullanımını azaltmak için üretim süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir. 0.687
	Şirketimiz, son yıllarda, enerji tüketimini azaltmak için imalat süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir. 0.725
	Şirketimizin imalat süreçlerinde son yıllarda, temiz enerji ve yenilenebilir enerjiler kullanılmaktadır. 0.654
	Şirketimiz, son yıllarda, kullanılan diğer kaynakların (su, yağ vb.) miktarını azaltmak için imalat süreçlerini etkin bir şekilde geliştirmektedir. 0.818
	Şirketimiz, son yıllarda doğal kaynakların sürdürülebilirliği için teknolojiler ve yeni ekipmanlar geliştirmektedir. 0.802
	Şirketimiz, son yıllarda, çevresel kirlenmeye karşı korumak için imalat süreçlerini inovatif bir şekilde yenilemektedir. 0.820
	İmalat süreçlerimiz, rakiplerimizin süreçlerine göre, atık ve zararlı madde emisyonunu daha etkin bir şekilde azaltmaktadır. 0.756
	Şirketimiz, son yıllarda, bileşen ve malzemelerin tekrar kullanımı ve tekrar imal edilebilirliği konusunda imalat süreçlerini aktif olarak iyileştirmektedir. 0.696
	Şirketimiz, son yıllarda, malzemelerin, atıkların ve bileşenlerin geri dönüşümü için imalat süreçlerini aktif bir şekilde iyileştirmektedir. 0.707
<i>Toplumsal</i>	Şirketimiz, son yıllarda yaralanma, meslek hastalıkları ve iş ile ilgili ölümcül vaka oranlarını azaltmak amacıyla imalat süreçlerini aktif bir şekilde tasarlamakta ve iyileştirmektedir. 0.867
	Şirketimiz, son yıllarda, güvenliğe ve sağlığa yönelik prosedürleri (ISO 45001/ OHSAS 18001 veya ISO 26000 gibi) benimseyebilmek için imalat süreçlerinde iyileştirmeler yapmaktadır. 0.724
	Şirketimiz, son yıllarda, çalışma koşullarını (gürültü, direnç, aydınlatma, ekipman kullanımı vb.) daha ergonomik hale getirebilmek için imalat süreçlerinde iyileştirmeler yapmaktadır. 0.872

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, imalat işletmelerinin sürdürülebilir süreç inovasyon performansının değerlendirilmesi için bir ölçek geliştirilmesi amacı doğrultusunda, öncelikle literatür taraması yapılmış ve bir ölçüm modeli elde edilerek, konu ile yakından ilgili araştırmalar dikkate alınıp bir ölçüm havuzu oluşturulmuştur. Bu havuzdan ölçüm modeline uygun olarak seçilen 17 maddelik bir başlangıç ölçeği oluşturulmuştur. Daha sonra, bu başlangıç ölçeğindeki her bir madde tek tek değerlendirilip bir bütün olarak çalışmanın amacına ne derece hizmet ettiği konusunda uzman araştırmacılar tarafından incelenmiş ve 2 madde üzerinde revize işlemi yapılmıştır. Daha sonra 52 işletme üzerinde bir pilot test uygulaması yapılarak nihai ankette kullanılacak ölçek son haline getirilmiştir. İnternet tabanlı bir anket yardımıyla imalat işletmelerinden veriler toplanmış ve 291 geçerli veri ile ölçek geliştirme sürecinde yapılması gereken aşamalar takip edilerek, ilk olarak SPSS yazılımında AFA uygulaması ve daha sonra AMOS yazılımında DFA uygulaması gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, güvenilirlik ve geçerlilik koşullarının sağlandığı, sırasıyla 3, 9 ve 3 madde olarak ölçülen ekonomik, çevresel ve toplumsal yapılaraya sahip 15 maddeden oluşan sürdürülebilir süreç inovasyon ölçümü için nihai bir ölçek ortaya çıkmıştır. Böylelikle 15 maddeden oluşan ve veriye dayalı olarak doğrulanmış bu ölçek, sürdürülebilir süreç inovasyon performanslarını değerlendirmeleri için imalat işletmelerinin kullanımlarına sunulmuştur.

İmalat işletmeleri elde edilen bu ölçek ile sürdürülebilir süreç inovasyon performanslarını değerlendirirken, Tablo 4'te gösterilen standartlaştırılmış ağırlık değerlerini, her bir maddenin ağırlık değeri olarak alınıp nihai performans puanlarını belirlemek için bütünleştirme yapmak amacıyla normalize değerlere çevirerek kullanılabilir. Böylelikle firmalar doğrudan sürdürülebilir süreç inovasyon performans skorlarını kullanabilecekleri gibi çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutlar açısından da yine bu değerleri normalize ederek performans skorlarını hesaplayıp değerlendirebilir veya yıllara göre gelişimlerini izlemek için kullanabilirler. Diğer taraftan, sürdürülebilir süreç inovasyon performansı değerlendirilirken bu maddelerin ölçülmesi için 5'li likert ölçeğinin de kullanılması şart değildir. Araştırmacılar bu noktada, 5'li likert ölçeği yerine kendi firmalarına özgü geliştirdikleri farklı bir ölçek kullanabilecekleri gibi, maddelerdeki algısal ifadeler yerine doğrudan sayısal ölçek de kullanabilirler. Diğer yandan bu çalışmada geliştirilen ölçek, imalat işletmelerinin sürdürülebilir süreç inovasyon performanslarını takip etmeleri için kullanılabilirliği gibi, bu alanda çalışma yapan araştırmacılar, sürdürülebilir süreç

inovasyon performansı ile diğer örgütsel kavramlar arasındaki ilişkileri test edecek çalışmaları içinde bu ölçüm maddelerinden yararlanabilecektir.

Son olarak, yapılan bu çalışma, araştırma kapsamında ölçüm modelinin sınırlandırılmasından ötürü, sadece imalat işletmelerin sürdürülebilir süreç inovasyon performansının ölçülmesine odaklanmıştır. Gelecek araştırmalarda, model sınırlandırma sürecinde farklı alternatif seçenekler için yeterli duyulan zaman ve maliyetlerin karşılanmasıyla, daha detaylı araştırmalar yapmak mümkündür. Örnek olarak, inovasyon türleri arasından süreç dışında ürün, organizasyonel ve pazarlama inovasyon türlerini de bünyesinde barındıracak biçimde araştırmaların kapsamı genişletilebilir. Diğer taraftan, imalat işletmelerinin yanı sıra hizmet sektörü için de benzer çalışmalar yapılabileceği gibi, otomotiv veya metal gibi imalatın alt sektörlerine de odaklanılarak araştırmalar farklılaştırılabilir.

Kaynakça

- Ar, I.M. (2012), "The impact of green product innovation on firm performance and competitive capability: the moderating role of managerial environmental concern", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62, 854-864.
- Arundel, A., René Kemp (2009), "*Measuring eco-innovation*", Maastricht, The Netherlands: UNI-MERIT Research Memorandum.
- Basso, L.F.C., David Ferreira Lopes Santos, Herbert Kimura, Ana Carolina Simões Braga (2013), "Eco-Innovation in Brazil. The Creation of an Index", *The Business & Management Review*, 4(1), 2-17.
- Cai, W., Guangpei Li (2018), "The drivers of eco-innovation and its impact on performance: Evidence from China", *Journal of Cleaner Production*, 176, 110-118.
- Calik, E., Fazleena Badurdeen (2016), "A measurement scale to evaluate sustainable innovation performance in manufacturing organizations", *Procedia CIRP*, 40, 449-454.
- Calik, E., Fethi Calisir (2019), "The mediating effect of the innovation process on the relationships among innovation components: an empirical study on Turkish companies", *International Journal of Technology, Policy and Management*, 19(1), 72-88.
- Chen, Y.-S., Shyh-Bao Lai, Chao-Tung Wen (2006), "The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan", *Journal of Business Ethics*, 67(4), 331-339.
- Chen, Y.-S. (2008), "The Driver of Green Innovation and Green Image: Green Core Competence", *Journal of Business Ethics*, 81(3), 531-543.
- Cheng, C.C., Eric Shiu (2012), "Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective", *Technovation*, 32(6), 329-344.
- Delmas, M.A., Sanja Pekovic (2018), "Corporate Sustainable Innovation and Employee Behavior", *Journal of Business Ethics*, 150(4), 1071-1088.
- De Marchi, V. (2012), "Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms", *Research Policy*, 41(3), 614-623. doi:10.1016/j.respol.2011.10.002
- De Medeiros, J.F., Jose Luis Duarte Ribeiro, Marcelo Nogueira Cortimiglia (2014), "Success factors for environmentally sustainable product innovation: a systematic literature review", *Journal of Cleaner Production*, 65, 76-86. doi:10.1016/j.jclepro.2013.08.035
- García-Granero, E.M., Laura Piedra-Muñoz, Emilio Galdeano-Gómez (2018), "Eco-innovation measurement: A review of firm performance indicators", *Journal of Cleaner Production*, 191, 304-317.

Gaskin, J. (2012), Validity master, Stats Tools Package. <http://statwiki.kolobkreations.com>. (Erişim:22.10.2019).

Hair, Joseph, William Black, Barry Babin, Rolph Anderson (2014), *Multivariate Data Analysis*, 7th ed., New Jersey: Pearson Prentice-Hall.

Ketata, I., Wolfgang Sofka, Christoph Grimpe (2015), "The role of internal capabilities and firms' environment for sustainable innovation: evidence for Germany", *R&D Management*, 45(1), 60–75.

Klewitz, J., Erik Hansen, (2014), "Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review", *Journal of Cleaner Production*, 65, 57–75. doi:10.1016/j.jclepro.2013.07.017

Kline, Rex (2016), *Principles and practice of structural equation modeling*, 4th ed., New York: The Guilford Press.

Leal-Rodríguez, A.L., Antonio Ariza-Montes, Emilio Morales-Fernández, Gema Alborn-Morant (2018), "Green innovation, indeed a cornerstone in linking market requests and business performance. Evidence from the Spanish automotive components industry", *Technological Forecasting & Social Change*, 129, 185-193.

Liao, Z. (2016), "Temporal cognition, environmental innovation, and the competitive advantage of enterprises", *Journal of Cleaner Production*, 135, 1045-1053.

Lopez-Valeiras, E., Jacobo Gomez-Conde, David Naranjo-Gil (2015), "Sustainable Innovation, Management Accounting and Control Systems, and International Performance", *Sustainability*, 7(3), 3479–3492.

Ma, Y., Guisheng Hou, Baogui Xin (2017), "Green Process Innovation and Innovation Benefit: The Mediating Effect of Firm Image", *Sustainability*, 9, 1778.

OECD ve Eurostat (2005), *Oslo manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*, 3rd Edition, The Measurement of Scientific and Technological Activities. Paris: OECD.

Raykov, Tenko ve George Marcoulides (2008), *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*, New York: Routledge.

Schiederig, T., Frank Tietze, Cornelius Herstatt (2011), "What is green Innovation? A quantitative literature review", Working Paper, No. 63, Hamburg University of Technology (TUHH), Hamburg: Institute for Technology and Innovation Management (TIM).

Singh, M.P., Arpita Chakraborty, Mousumi Roy (2016), "The link among innovation drivers, green innovation and business performance: empirical evidence from a developing economy", *World Review of Science, Technology and Sustainable Development*, 12(4), 316-334.

Tumelero, C., Roberto Sbragia, Steve Evans (2019), "Cooperation in R & D and eco-innovations: The role in companies' socioeconomic performance", *Journal of Cleaner Production*, 207, 1138–1149.

Varadarajan, R. (2017), "Innovating for sustainability: a framework for sustainable innovations and a model of sustainable innovations orientation", *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45, 14-36.

Worthington, R.L., Tiffany Whittaker (2006), "Scale Development Research: A Content Analysis and Recommendations for Best Practices", *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806–838.

Wu, G.-C. (2017), "Effects of Socially Responsible Supplier Development and Sustainability-Oriented Innovation on Sustainable Development: Empirical Evidence from SMEs", *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 24(6), 661–675.

Zhang, Y., Jun Sun, Zhaojun Yang, Shurong Li (2018), "Organizational Learning and Green Innovation: Does Environmental Proactivity Matter?", *Sustainability*, 10(10), 3737.