



Araştırma Makalesi • Research Article

**The Effect Of Technological Change In A Manufacturing Business On Raw Materials Cost
Bir Üretim İşletmesindeki Teknolojik Değişikliğin Hammadde Maliyetine Etkisi**

Haluk BENGÜ¹

Elif NAZLI KANAL²

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 18 April 2022

Received in revised: 1 June 2022

Accepted: 6 June 2022

Keywords:

Technological Change

Cost

Raw Material Cost

ABSTRACT

Technological improvements and developments are constantly evolving from past to date. Naturally, this technological enhancements such as robots, advanced machines replace human power in businesses. In this study, the effect of technological change on raw material cost was investigated. In this direction, the data of a production company operating in the textile sector were examined. The data were collected by conducting fieldwork by face-to-face interview method. In the study, the raw material costs of the production company before and after the technological change were compared. In this direction, the effect of technological change on raw material cost has been evaluated. In the study, it has been determined that the production with the new technology is compared with the production with the old technology, and the production is made using less raw material of the same quality. In this case, it has been concluded that technological change has a decreasing effect on raw material costs.

MAKALE BİLGİSİ

Makale geçmişi:

Başvuru tarihi: 18 Nisan 2022

Düzeltilme tarihi: 1 Haziran 2022

Kabul tarihi: 6 June 2022

Anahtar Kelimeler:

Teknolojik Değişim

Maliyet

Hammadde Maliyeti

ÖZ

Teknolojik değişimler ve gelişmeler geçmişten günümüze kadar büyük bir hızla ilerlemektedir. Doğal olarak bu değişimler ve gelişmelerle birlikte işletmelerde kas gücü yerini makine ve robotlara bırakmaktadır. Bu çalışmada teknolojik değişikliğin hammadde maliyetine etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir üretim işletmesinin verileri incelenmiştir. Veriler yüz yüze görüşme yöntemiyle saha çalışması yapılarak toplanmıştır. Çalışmada üretim işletmesinin teknolojik değişim öncesi ve sonrası hammadde maliyetleri karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda teknolojik değişimin hammadde maliyetine etkisinin ne yönde olduğu değerlendirilmiştir. Çalışmada yeni teknolojiyle yapılan üretim, eski teknolojiyle yapılan üretim ile karşılaştırıldığında aynı kalitede hammaddenin daha az kullanılarak üretim yapıldığı tespit edilmiştir. Bu durumda teknolojik değişikliğin hammadde maliyetlerini azaltıcı yönde etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

*Bu çalışma Elif NAZLI KANAL 'ın Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD Muhasebe ve Finansman Bilim Dalında Prof. Dr. Haluk BENGÜ yönetiminde hazırladığı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İİBF, Muhasebe ve Finansman ABD, hbengu@ohu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7751-0285

² Öğr. Gör., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Bahçe MYO, Dış Ticaret Bölümü, elifnazli@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4895-3973

GİRİŞ

Yaşadığımız dönemde mekanizasyon, otomasyon, dijitalleşme gibi ileri teknolojik gelişme ve değişimler giderek artmaktadır. Buhar ve elektrikli makinelerin üretim sürecinde kullanılması ile başlayan teknolojik güç, bilgisayarların üretim süreçlerine katılarak programlanabilir üretim sistemlerinin ortaya çıkması ile devam etmiştir. İşletmeler eski usul fiziksel güce dayalı teknolojinin daha arka planda olduğu üretimden vazgeçerek, teknolojinin önde olduğu üretim süreçlerine geçmeye başlamışlardır.

Teknolojik değişimlerin üretim sürecine olan bu yansıması ile birlikte işletmelerin üretim süreçlerini yerine getirirken maliyet odaklı bir hedef benimsemesi işletmelerin gelecekte başarılı olması ve sürdürülebilir olmasında en önemli işaretlerden birisidir. Çünkü işletmelerin temel prensibi mümkün olduğu kadar düşük maliyetlerle en yüksek karı elde etmektir. Bunu yaparken, güncel olarak geliştirilen teknolojiye yararlanarak müşterilerin isteklerini karşılamak ve sektörde güçlerini hissettirmek zorunlu bir hal almıştır.

Çalışmada teknolojideki değişimlerin hammadde maliyetlerine etkisi ele alınacaktır. Bu bağlamda tekstil sektöründe faaliyet gösteren ve üretimde 2015 yılında teknolojik değişime giden bir işletmesinin üretim verileri incelenmiştir. Teknolojik değişime giden işletmenin üretim verileri yüz yüze görüşme yöntemiyle elde edilmiştir. İşletmenin teknolojik değişim öncesi hammadde maliyetleri, teknolojik değişim sonrası hammadde maliyetleri ile karşılaştırılmıştır. Böylece işletmenin teknolojik değişiminin hammadde maliyetlerini hangi miktar ve yönde etkilediği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1. ÜRETİM İŞLETMELERİNDE YAŞANAN TEKNOLOJİK DEĞİŞİMLER

Üretim işletmelerinde kullanılan teknolojinin günümüze kadar olan değişimi dört aşamada ele alındığında; ilk aşamada sanayi devrimi ile tarımdan sanayiye işçi akımının yaşandığı dönem olmaktadır. İkinci aşamada büyük üretim hatları kullanılarak daha önce insan odaklı olan üretim ve montaj işinin büyük oranda otomatik makine serilerine yaptırıldığı üretim hatlarında bilgisayarların kullanıldığı dönemdir. Bu aşamada teknoloji bir ya da birkaç mamulün büyük miktarlarda ve kütle üretimini gerçekleştirmeye yönelik kullanılmaktadır. Üçüncü aşamada birçok otomasyona bağlı Bilgisayar Destekli Üretim (Computer Aided Manufacturing – CAM), Robotlar, Bilgisayarla Bütünleşik Üretimleri (Computer Integrated Manufacturing- CIM) Esnek Üretim Sistemleri (Flexible Manufacturing Systems – FMS) ve Bilişim Teknolojisi gibi teknolojik değişimler gerçekleşmiştir. (Türker ve Diğerleri, 2005:43). Bilgisayarla Bütünleşik Üretimleri ile tüm üretim faaliyetleri, merkezi bir bilgisayar birimi tarafından yürütülmektedir. Bu üretim sisteminde kalite düzeyi çok yüksek mamuller üretilebilmektedir. Esnek Üretim Sistemleri ise, sayısal kontrollü birbirine benzer makine grubundan oluşan bir sistemdir. Bu sistemde aynı işlem farklı makinelerde yapılabilmektedir. Sistemin bu özelliği, makinelerden birinin arızalanması durumunda üretim akışının aksamasını önlemektedir (Gersil, 2007:109). Bilişim Teknolojisi, ana sistemlerden mikro bilgisayarlara kadar bilgisayar temelli tüm bilişim sistemleri veya bilgisayarlar aracılığıyla bilgilerin elde edilmesi, işlenmesi saklanması ve gerekli yerlere dağıtılması olarak tanımlanmaktadır (Mete ve Yalçınsoy, 2014:97).

Dördüncü aşamada ise internet, bilişim ve iletişim sistemlerinde yaşanan gelişmeler ile otomasyon teknolojileri bir araya gelmektedir. Bu bağlamda 21. yüzyılın ve geleceğin işletme maliyetlerini de etkileyecek teknolojik değişimler hızla gerçekleşmektedir. Bu teknolojik değişimlerin bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Siber Fiziksel Sistemler: Bu sistemler, fiziksel varlıkları ve hesaplama yetenekleri arasında birbirine bağlı sistemleri yönetmek için kullanılan transformasyon teknolojileri olarak tanımlanmaktadır(Ebso, 2015:18). Siber fiziksel sistemlerin hedefi; akıllı, esnek ve kendinden uyarlamalı makineler ile büyük verilerin birbirlerine bağlanarak üretimin gerçekleştirilmesini sağlamaktır (Lee vd., 2015: 18).

Dijital İkiz Teknolojisi: Dijital ikiz teknolojisi, herhangi bir nesnenin, cihazın, hizmetin fiziksel olarak yapılmadan dahi dijital ortamda bire bir kopyasının oluşturulmasıdır. Bu teknolojiyle verimliliği

artırmak, düşük maliyetli işlemleri sağlamak ve süreçleri kolaylaştırmak da mümkün olmaktadır (<https://thinktech.stm.com.tr>)

Arttırılmış Gerçeklik: Gerçek dünyanın bilgisayarlar tarafından üretilen; ses, video, grafik ya da GPS (Küresel Konumlama Sistemi) verileriyle zenginleştirilerek kullanıcıların hissiyatlarını etki edecek seviyede gerçekçi bir şekilde yansıtılması olarak tanımlanmaktadır (Yardımcıoğlu ve diğerleri, 2019: 39). Arttırılmış Gerçeklik teknolojisi ile gerçek dünya ile sanal dünyanın bir arada algılanmasını sağlayan ortamlar oluşturulmaktadır.

3D Baskı Teknolojisi: Dijital 3 boyutlu bilgisayar verisini, elle tutulabilecek gerçek nesnelere dönüştüren bir makine olarak tanımlanmaktadır (Ebso, 2015:10).

Bulut Sistemi: Bulut ifadesi, donanım, ağ, depolama, hizmet ve bilişim hizmetine ulaşılabilmesi için arayüzleri içine alan bir bütünü göstermektedir. Bir yapının bulut olabilmesi için bulut sisteminde bir yapının kullanıcının ihtiyaç duyduğu her an bulut hizmetine ulaşabilmesi, geniş ağ erişimi, ölçülebilir hizmet ve hızlı esneklik sağlaması gerekmektedir (Rasgen ve Gönen, 2019: 2095).

Big Data(Büyük Veri): Çeşitli sistemlerde büyük veri teknolojisi ile karşılıklı olarak uyumlu olmayan veri tabanlarında ve web sitelerinde toplanan veriler, duruma göre en net halini alabilmesi için bir araya getirilip işlem görmektedir (Witkowski, 2017: 769).

Nesnelerin İnterneti: Kol saatinden başlayıp, birçok elektrikli cihazın birbiriyle iletişime geçmesi olarak ifade edilmektedir. İki cihazın arasındaki iletişimin en temel özelliği, Nesnelerin İnternetini oluşturur(Yardımcıoğlu ve diğerleri, 2019:39).

Sanayi 4.0: Makine ve cihazların karmaşık bir hal alması ile birlikte, ticari ve toplumsal sonuçları daha iyi tahmin edip gerekli kontrol ve planları yapmak için kullanılan ağa bağlı sensörler ve yazılımlarla entegrasyonu veya mamullerin yaşam döngüsü boyunca yeni bir değer zinciri organizasyonu ve yönetim seviyesi olarak ifade edilmektedir(Kablan, 2018: 1563).

Robot Teknolojisi(Otonom Robotlar): İçermiş olduğu bilişim donanımı ve yazımı sayesinde yapay zeka uygulamalarını kullanarak üretim sürecinde karar alabilen, eyleme dönüştürebilen, diğer robotlarla haberleşebilen ve veri alışverişi yapabilen makineler otonom robotlar olarak ifade edilmektedir (Rasgen ve Gönen, 2019:2095).

Akıllı İşletmeler: Akıllı fabrikalar ve akıllı üretim sistemleri, sistemlerin çeşitli arayüzler üzerinden çeşitli ağlara bağlanarak farklı servislerle iletişim kurmasına ve veri analizine dayanmaktadır. Örneğin, üretimin herhangi bir aşamasında kaynak sıkıntısı olması durumunda, gerekli kaynak siparişi otomatik olarak verilmektedir (Erturan ve Ergin, 2018:157).

2. HAMMADDE MALİYETLERİ VE TEKNOLOJİK DEĞİŞİMLERİN HAMMADDE MALİYETİNE ETKİSİ

Bir işletmenin üretim faaliyetini gerçekleştirmek için tükettiği varlık ve hizmetlerin parasal karşılığı, üretim maliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Üretim maliyeti unsurları mamullere yüklenme açısından direkt hammadde ve malzeme(ile doğrudan ilişkisinin kurulabildiği ilk madde ve malzeme tüketimleri), direkt işçilik (ile doğrudan ilişkisi kurulabilen işçilikler) ve genel üretim giderlerinden(direkt ilk madde ve malzeme giderleri ile direkt işçilik dışında ve üretim ile ilişkilendirilebilen tüm giderler) oluşmaktadır. Hammadde maliyeti doğrudan ve dolaylı yüklenme durumuna göre direkt ve endirekt olarak iki gruba ayrılmaktadır (Karakaya, 2014:57-59).

Direkt hammadde ve malzeme; ün veya hizmetin temel yapısını oluşturan, üretilen mamulün veya hizmetin bünyesine giren, hangi /hizmet veya grubu için ne kadar kullanıldığı izlenebilen ve ekonomik nitelikteki hammaddeler olarak tanımlanmaktadır. Bir hammadde ve malzemenin, direkt hammadde ve malzeme olarak değerlendirilebilmesi için (Mete ve Yalçınsoy, 2014:101);

- Üretilen mamulün veya hizmetin bünyesine girip, mamulün temel yapısını oluşturması,
- Hangi /hizmet veya grubu için ne kadar kullanıldığının doğrudan doğruya bilinebilmesi,

- Ekonomik yönden anlamlı olması gerekmektedir.

Endirekt hammadde ve malzeme ise; üretimde kullanılıp, direkt hammadde ve malzemelerin dışında kalan hammadde ve malzemeler olarak açıklanmaktadır. Endirekt hammadde ve malzemeler ile direkt hammadde ve malzemeler arasındaki farklar ise, aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir (Elitaş ve diğerleri, 2006:330);

- Endirekt hammadde ve malzemelerin değer ve miktar olarak daha az önemli olması,
- Endirekt hammadde ve malzemelerin mamul veya hizmetin temel yapısını oluşturmaması,
- Endirekt hammadde ve malzemelerin hangi /hizmet veya grubu için ne kadar kullanıldığının doğrudan doğruya belirlenememesi veya ekonomik yönden anlamlı olmamasıdır.

Hammadde maliyetlerini etkileyen önemli etkenlerden birisi de geçmişten günümüze sürekli yaşanan teknolojik değişimlerdir. İşletmelerin bu teknolojik değişimleri takip edip çağa uygun üretime geçilmesi, hammadde maliyetlerini azaltmak için hayati bir öneme sahiptir. Özellikle üçüncü ve dördüncü aşamadaki teknolojik değişimlerin yaşadığımız döneme etkileri çok fazladır. Bu nedenle çalışmada bahsedilen teknolojik değişimlerden üçüncü aşamada ve dördüncü aşamada gerçekleşen teknolojik değişimlerin hammadde maliyetine etkisi açıklanmaya çalışılmıştır.

Üçüncü aşamadaki teknolojik değişimlerin hammadde maliyetlerine etkisi, aşağıdaki gibi açıklanabilir (Türker ve diğerleri, 2005: 43 - 44; Mete ve Yalçınsoy, 2014: 99; Aydın, 2014: 5; Elitaş ve diğerleri 2006: 334; Uyar, 2018: 110):

- Yeni teknolojiler direkt hammadde kullanımında işletmelerin daha verimli olmasını sağlamakta, bu bağlamda araştırma geliştirme faaliyetleri sonucunda oluşan teknolojik değişikliklerin artışı, işletmenin hammadde maliyetlerini olumlu etkilemektedir.
- İleri teknolojinin kullanımı ile işletmeler daha az hammadde kullanarak daha çok mamul üretebilmektedir.
- Teknolojik değişimler ile birlikte hammadde fire oranı azalmaktadır.
- İşletmeler bilişim sistemlerini etkin bir biçimde kullanarak; verimlilik artışı sağlayabilmekte, bu sayede hammadde maliyetlerini azaltabilmektedir.

Dördüncü aşamadaki teknolojik değişimlerin hammadde maliyetlerine etkisi ise aşağıdaki gibi açıklanabilir (Kablan, 2018: 1564; Erturan ve Ergin, 2018: 157; Yardımcıoğlu ve diğerleri, 2019: 38 - 41; Rasgen ve Gönen, 2019: 2912; <https://thinktech.stm.com.tr>);

- Endüstri 4.0 teknolojisi ile üretim süresi ve hammadde maliyetleri azaltılmakta, üretim miktarı ve kalitesi artmaktadır.
- Bir üretim işletmesinde üretimin, siber katmanda uygulanan simülasyona göre üretilmesi üretimin sıfır hata ile yapılmasını sağlanmaktadır. Bu durum sayesinde hammaddenin boşa kullanımının önüne geçilmektedir.
- Nesnelerin İnterneti sayesinde işgücüne bağlı hataların yok olması, otomatik olarak kendini yöneten makineler ve yine hataları kendi içlerinde yok edebilen sistemler oluşturmak mümkün hale gelmektedir. Böylece hammaddenin verimli bir şekilde kullanılması gerçekleşmektedir.
- Fabrikalarda gerçekleşen üretim ve yönetim süreci akıllı robotlar sayesinde üretimde istenmeyen durumlar söz konusu olduğunda üretim otomatik olarak durmaktadır. Bu şekilde istenmeyen hatalı üretiminin önüne geçilmekte, bu durum da hammadde maliyetine olumlu yansımaktadır.

• Akıllı robotlar, esnek üretim ortamlarında diğer makinelerle, hammadde ve malzemelerle etkileşime geçerek üretkenliğin artışı sağlamaktadır.

• Big data, servis-bakım sürecinde kolaylık sağlayarak hammadde maliyetlerinin düşmesine etki etmektedir.

• Enflasyonun olmadığı dönemlerde üç boyutlu yazıcı teknolojisi ile sıfır stoklu üretim yaklaşımı biraz daha mümkün hale gelmekte, istenilen zamanda üretimin gerçekleştirilmesi sayesinde stok bulundurma gerekliliği ortadan kalkmakta, bu durumda hammadde maliyetlerini azaltmaktadır.

• “Dijital İkiz Teknolojisi” ile gerçek hayatta test etmenin maliyetli ve zor olduğu kompleks mamullerden elde edilen verilerle testler yapmak, mamulü pazara sunmadan önce kolay yoldan denemek mümkün olacaktır. Böylece dijital ikiz hammadde maliyetini azaltabilmekte, ekipman ve varlıkların ömrünü uzatabilmektedir.

Üçüncü seviyede yaşanan Otomasyon ve Bilgisayar Destekli Üretim Teknolojisi ve dördüncü seviyede yaşanan Siber Fiziksel Sistemler, Dijital İkiz Teknolojisi, Arttırılmış Gerçeklik, 3D Baskı, Bulut Sistemi, Big Data, Nesnelerin İnterneti, Robot Teknolojisi gibi teknolojik değişimler sonucunda maliyet ve giderlerde gerçekleşen azalma ile gelir ve kar düzeyinde artış yaşanması öngörülmektedir.

3. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada tekstil sektörüne ait 2015 yılında teknolojik değişikliğe giderek üretimde kullanılan makinelerini yenileyip en son teknoloji ile üretime geçen bir üretim işletmesine ait veriler incelenmiştir. 2006Q1¹ ve 2017Q1 dönemini kapsayan maliyet verileri esas alınarak, teknolojik değişikliğin hammadde maliyetlerine etkisi araştırılmıştır.

Çalışmada işletmenin teknolojik değişim yapılmadan önceki 2006Q1 dönemi maliyet verileri teknolojik değişim yapıldıktan sonraki 2017Q1 dönemi maliyet verileri karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda iplik işletmesine ait 30/1 iplik türü için teknolojik değişiklikten önceki yıl olarak 2006Q1 ve sonraki yıl olarak 2017Q1 dönemi maliyet verileri esas alınmıştır. Elde edilen veriler sonucunda ayrı ayrı üretim miktarı, hammadde miktarı ve hammadde tutarı hesaplamaları yapılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda birim hammadde maliyetleri ve birim üretim miktarı bulunmuş, yıllar itibari ile gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalarda 2006Q1 dönemi parasal maliyet verisini 2017Q1 dönemi parasal maliyet verisine eşitlemek için ÜFE, “Gelecekteki Değer ve Bugünkü Değer” hesaplanarak ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. Bu üç değer birlikte kullanılmasının nedeni 2006Q1 dönemi parasal değeri, 2017Q1 dönemi parasal değerine eşitlerken en sağlıklı ve gerçeğe en uygun verileri kullanarak eski ve yeni teknoloji arasındaki değişikliklerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

4. BULGULAR

30/1 iplik üretim miktarı hesaplaması için ring makinesi devir (d) değeri büküm (b) değerine bölünerek, dakikadaki üretim hızı bulunmaktadır. Daha sonra 25 ring makinesi ve her makinedeki iğ pamuktan iplik üretmek için kullanılan, pamuğu eğiren araç (iğ) sayısı verileri kullanılarak, günlük (g) kaç metre iplik üretildiğine ulaşılmaktadır. Eski teknoloji makinede toplam 25 ring makinesi vardır. Bu makinelerden 7 tanesi 1104 iğlik, 18 tanesi 1008 iğlidir. Yeni teknoloji makinede toplam 25 ring makinesi var ve her makine 1200 iğlidir. Günlük kaç metre iplik üretildiğini bulmak için anlık üretim hızı, saatteki(s) dakika (dk) sayısı, gündeki saat sayısı, makinedeki iğ sayısı ve makine randımanı (r) birbirleriyle çarpılmaktadır. Metreyi (m) kilograma (kg) çevirmek için İngiliz pamuk ipliği sistemine (Ne) göre 1693 m (1kg iplik=1693 m) değerine bölünmektedir. Gerekli işlemler yapılarak çeyrek

¹ Bir yıla ait Ocak, Şubat ve Mart ayı çeyrek dönemlik verileri ifade etmek için kullanılmaktadır. Quarter kelimesinin kısaltmasıdır.

dönemlik kilogram üretim miktarı hesaplanmaktadır. 2006Q1 ve 2017Q1 30/1 iplik üretimi için üretim miktarı hesaplamaları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo1: 30/1 İplik Üretim Miktarı Hesaplaması

Yıllar	Dakikadaki Üretim Hızı	Günlük Metre Üretim Miktarı	Günlük Metre Üretim Kilogramı Çevrilmesi	Günlük Bir Makine Üretimi	Çeyrek Dönemlik (Üç Aylık) Üretim Miktarı
Eski Teknoloji	14.500 d / 797 b = 18,2 m/dk	18,2m/dk x 60dk x 24s x 1104 iğ x 0,60r= 17.360.179 m.g.	17.360.179 / 1693m = 10.254 kg/m	10.254 kg/m / 30 Ne = 342 kg	(342 kg x 7) + (312 kg x 18) =8.010 kg
		18,2m/dk x 60dk x 24s x 1008 iğ x 0,60r = 15.850.598 m.g.	15.850.598 / 1693m = 9.362 kg/m	9.362 kg/m / 30 Ne = 312 kg	8.010 kg x 90 g = 720.900 kg
Yeni Teknoloji	18.500 d / 787 b = 23,5 m/dk	23,5 m/dk x 60 dk x 24 s x 1200 iğ x 0,80 r = 32.486.400 m.g	32.486.400 / 1693 m = 19.189 kg/m	19.189 kg/m / 30 Ne = 640 kg	640 x 25 = 16.000 kg 16.000 kg x 90 g = 1.440.000 kg

Üretim miktarı fire miktarı ile toplanarak 30/1 iplik üretimi için hammadde miktarına ulaşılmaktadır. 1 kg 30/1 iplik üretmek için kaç kilogram hammadde kullanıldığını yani birim hammadde miktarını bulmak için hammadde miktarı üretim miktarına bölünerek hesaplanmaktadır. 2006Q1 ve 2017Q1 30/1 iplik üretimi için hammadde miktarı hesaplamaları Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: 30/1 İplik Hammadde Miktarı Hesaplaması

Yıllar	Hammadde Miktarı	Birim Hammadde Miktarı
Eski Teknoloji	Hammadde Miktarı = Üretim Miktarı + Fire Miktarı Hammadde Miktarı = 720.900 kg + 324.405 kg = 1.045.305 kg	Birim Hammadde Miktarı = Hammadde Miktarı / Üretim Miktarı Birim Hammadde Miktarı = 1.045.305 / 720.900 = 1,45 kg
Yeni Teknoloji	Hammadde Miktarı = Üretim Miktarı + Fire Miktarı Hammadde Miktarı = 1.440.000 kg + 576.000 kg = 2.016.000 kg	Birim Hammadde Miktarı = Hammadde Miktarı / Üretim Miktarı Birim Hammadde Miktarı = 2.016.000 / 1.440.000 = 1,40 kg

30/1 iplik hammadde tutarı hesaplanırken, eski ve yeni teknoloji karşılaştırmasında 2006 yılı parasal değeri 2017 yılının parasal değerine eşitlenirken Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE), Gelecekteki Değer (GD) ve Bugünkü Değer (BD) hesaplanarak ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmıştır. Hammadde tutarı toplam hammadde miktarının 1 kg hammadde fiyatı ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır. Birim hammadde maliyeti ise toplam hammadde fiyatının birim hammadde fiyatıyla çarpılması sonucu hesaplanmıştır.

ÜFE’ye göre hammadde tutarı hesaplaması yapılırken, endeks çarpanından yararlanılmış, 2017Q1 endeks değeri 2006Q1 endeks değerine bölünmüştür. Hammadde miktarı ile hammadde fiyatının çarpılması sonucu hammadde tutarına ulaşılmıştır. Birim hammadde maliyetini hesaplayabilmek için, hammadde fiyatı birim hammadde miktarı ile çarpılmıştır. ÜFE’ye göre 2006Q1 ve 2017Q1 30/1 iplik üretimi için hammadde tutarı hesaplamaları Tablo 3’te olduğu gibidir.

Tablo 3: ÜFE’ye göre 30/1 İplik Hammadde Tutarı Hesaplaması

Yıllar	1 kg Hammaddenin Fiyatı	ÜFE'ye Göre 1 kg Hammaddenin Fiyatı	Hammadde Tutarı	Birim Hammadde Maliyeti
Eski Teknoloji	1,99 TL	Endeks Çarpanı=2017 Endeks / 2006 Endeks Endeks Çarpanı =328 / 112 Endeks Çarpanı = 2,92 TL 1 kg Hammadde Miktarı = 1,99 TL x 2,92 TL = 5,81TL	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı Hammadde Tutarı = 1.045.305 x 5,81= 6.073.222 TL	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı Birim Hammadde Maliyeti =5,81 x 1,45 = 8,42 TL
Yeni Teknoloji	7,10 TL	-	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı Hammadde Tutarı = 2.016.000 x 7,10 = 14.313.600 TL	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı Birim Hammadde Maliyeti =7,10 x 1,40 = 9,90 TL

Aşağıda verilen Tablo 4 ve Tablo 5 incelendiğinde; işletmede kullanılan 2017 model makineler yerine 2006 model makineler ile üretime devam edilmesi durumunda, 1 kg 30/1 iplik 9,90 TL yerine 8,42 TL'ye üretilmiştir. Bu durumda mamulün üretiminde yeni teknolojinin kullanılması hammadde maliyet avantajı sağlamıştır.

Tablo 4: Teknolojik Değişimin Hammaddeye Etkisi

2006 Yılı Eski Teknoloji Üretimi			2017 Yılı Yeni Teknoloji Üretimi		
30/1 İplik	Hammadde Miktarı	1.045.305 kg	30/1 İplik	Hammadde Miktarı	2.016.000 kg
	Hammadde Tutarı	6.073.222 TL		Hammadde Tutarı	14.313.600 TL
	İplik Üretim Miktarı	720.900 kg		İplik Üretim Miktarı	1.440.000 kg
	Birim Hammadde Maliyeti	8,42 TL		Birim Hammadde Maliyeti	9,90 TL
	Birim Hammadde Miktarı	1,45		Birim Hammadde Miktarı	1,40

Tablo 5: Hammadde Maliyetlerinin Birim Maliyete Göre Dağılımı ve Maliyet Avantajı Tablosu

Gider Çeşidine Göre Mamul	Eski Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Yeni Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Birim Maliyet Farkı (TL)	Maliyet Avantajı (%)	Toplam Maliyet Avantajı (TL)
30/1 Hammadde Mali.	8,42	9,90	-1,48	-	-

Aşağıda verilen Tablo 6'da birim hammadde miktarı incelenmiştir. Aynı kalitede hammadde kullanılarak 1 kg 30/1 iplik üretiminde 2017 yılındaki yeni teknoloji makineler ile 1,40 kg hammadde kullanılırken 2006 yılında eski teknoloji makinelerle 1,45 kg hammadde kullanılmıştır. Bu durumda yeni teknoloji üretiminde eski teknolojiye göre 0,04 birim miktar avantajı söz konusudur. Toplam 3 aylık 30/1 iplik üretiminde ise yeni teknoloji kullanılarak 719.100 kg maliyet avantajı söz konusu olmuştur.

Tablo 6: Hammadde Maliyetlerinin Birim Miktarı Göre Dağılımı ve Miktar Avantajı Tablosu

Gider Çeşitlerine Göre Mamul	Eski Teknoloji Birim Miktar (kg)	Yeni Teknoloji Birim Miktar (kg)	Birim Miktar Farkı (kg)	Birim Miktar Avantajı (%)	Üretim Miktarı Avantajı (kg)
30/1 Hammadde Maliyeti	1,40	1,45	0,05	4	719.100

Gelecekteki Değere göre 2006Q1 ve 2017Q1 30/1 iplik üretimi için hammadde tutarı hesaplamaları Tablo 7’de olduğu gibidir.

Tablo 7: Gelecekteki Değere Göre 30/1 İplik Hammadde Miktarı Tutarı Hesaplaması

Yıllar	1 kg Hammadde Fiyatı	Gelecekteki Değere Göre 1 kg Hammadde Fiyatı	Hammadde Tutarı	Birim Hammadde Maliyeti
Eski Teknoloji	1,99 TL	$GD = BD * (1+i)^n$ $GD = 1,99 * (1+0,15)^{11}$ $GD = 9,26$	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı $HT = 1.045.305 \times 9,26 = 9.679.524 \text{ TL}$	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı $Birim Hammadde Maliyeti = 9,26 \times 1,45 = 13,43 \text{ TL}$
Yeni Teknoloji	7,10 TL	-	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı $Hammadde Tutarı = 2.016.000 \times 7,10 = 14.313.600 \text{ TL}$	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı $Birim Hammadde Maliyeti = 7,10 \times 1,40 = 9,90 \text{ TL}$

Aşağıdaki Tablo 8 ve Tablo 9 incelendiğinde; işletmede 2017 yılındaki yeni teknoloji makine yerine 2006 yılındaki eski teknoloji makineler ile üretime devam edilmesi durumunda, 1 kg 30/1 ipliği 9,90 TL yerine 13,43 TL’ye yani 3,53 TL daha yüksek hammadde maliyetiyle üretilmek zorunda kalınacaktır. Bu durumda mamulün üretiminde yeni teknoloji kullanılarak 0,36 oranında daha düşük hammadde maliyetiyle üretim yapma avantajı söz konusu olmuştur. Toplam 3 aylık 30/1 iplik üretiminde ise yeni teknoloji kullanılarak 2.538.423 TL hammadde üretim maliyeti avantajı söz konusudur.

Tablo 8: Teknolojik Değişimin Hammaddeye Etkisi

2006 Yılı Eski Teknoloji Üretimi			2017 Yılı Yeni Teknoloji Üretimi		
30/1 İplik	Hammadde Miktarı	1.045.305 kg	30/1 İplik	Hammadde Miktarı	2.016.000 kg
	Hammadde Tutarı	9.679.524 TL		Hammadde Tutarı	14.313.600 TL
	İplik Üretim Miktarı	720.900 kg		İplik Üretim Miktarı	1.440.000 kg
	Birim Hammadde Maliyeti	13,43 TL		Birim Hammadde Maliyeti	9,90 TL

Tablo 9: Hammadde Maliyetlerinin Birim Maliyetlere Göre Dağılımı ve Maliyet Avantajı Tablosu

Gider Çeşitlerine Göre Mamul	Eski Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Yeni Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Birim Maliyet Farkı (TL)	Maliyet Avantajı (%)	Toplam Maliyet Avantajı (TL)	Üretim Miktarı Avantajı (kg)

30/1 Hammadde Maliyeti	13,43	9,9	3,53	36	2.538.423	719.100
------------------------	-------	-----	------	----	-----------	---------

Bugünkü değere göre 2006Q1 ve 2017Q1 30/1 iplik üretimi için hammadde tutarı hesaplamaları Tablo 10'daki gibidir.

Tablo 10: Bugünkü Değere Göre 30/1 İplik Hammadde Miktarı Tutarı Hesaplaması

Yıllar	1 kg Hammadde Fiyatı	Bugünkü Değere Göre 1 kg Hammadde Fiyatı	Hammadde Tutarı	Birim Hammadde Maliyeti
Eski Teknoloji	1,99 TL	-	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı Hammadde Tutarı = 1.045.305 x 1,99 = 2.080.157 TL	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı Birim Hammadde Maliyeti = 1,99 x 1,45 = 2,89 TL
Yeni Teknoloji	7,10 TL	$BD = GD / (1+i)^n$ $BD = 7,10 / (1+0,18)^{11}$ $BD = 1,15$	Hammadde Tutarı = Hammadde Miktarı x Hammadde Fiyatı Hammadde Tutarı = 2.016.000 x 1,15 = 2.318.400 TL	Birim Hammadde Maliyeti = Hammadde Fiyatı x Birim Hammadde Miktarı Birim Hammadde Maliyeti = 1,15 x 1,45 = 1,67 TL

Aşağıda Tablo 11 ve Tablo 12 incelendiğinde; işletmede 2017 yılındaki yeni teknoloji makine yerine 2006 yılındaki eski teknoloji makineler ile üretime devam edilmesi durumunda 1 kg 30/1 ipliği 1,67 TL yerine 2,89 TL'ye yani 1,22 TL daha yüksek hammadde maliyetiyle üretmek zorunda kalınacaktır. Bu durumda mamulün üretiminde yeni teknoloji kullanılarak 0,42 oranında daha düşük hammadde maliyetiyle üretim yapma avantajı elde edilecektir. Toplam 3 aylık 30/1 iplik üretiminde ise, yeni teknoloji kullanılarak 877.302 TL hammadde üretim maliyeti avantajı söz konusudur.

Tablo 11: Teknolojik Değişimin Hammaddeye Etkisi

2006 Yılı Eski Teknoloji Üretimi			2017 Yılı Yeni Teknoloji Üretimi		
30/1 İplik	Hammadde Miktarı	1.045.305 kg	30/1 İplik	Hammadde Miktarı	2.016.000 kg
	Hammadde Tutarı	2.080.157 TL		Hammadde Tutarı	2.318.400 TL
	İplik Üretim Miktarı	720.900 kg		İplik Üretim Miktarı	1.440.000 kg
	Birim Hammadde Maliyeti	2,89 TL		Birim Hammadde Maliyeti	1,67 TL

Tablo 12: Hammadde Maliyetlerinin Gider Çeşitlerine Göre Dağılımı ve Maliyet Avantajı Tablosu

Gider Çeşitlerine Göre Mamul	Eski Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Yeni Teknoloji Birim Maliyet (TL)	Birim Maliyet Farkı (TL)	Maliyet Avantajı (%)	Toplam Maliyet Avantajı (TL)
30/1 Hammadde Maliyeti	2,89	1,67	1,22	42	877.302

SONUÇ

Teknolojinin büyüleyici bir hızda arttığı günümüzde işletmelerin güçlü bir şekilde ayakta kalabilmeleri, yeni teknolojik değişimlere hızla adapte olmaları ile doğrudan ilişkilidir. Bu ileri teknoloji geçiş sürecinde işletmelerin en çok karşılaştıkları endişe ve engel, kuşkusuz yüksek yatırım maliyetleridir. İleri teknolojik yatırım yapan işletmelerin üretim aşamasına geçtiklerinde üretim maliyetlerindeki düşüşle beraber daha yüksek miktarda ve çeşitte sıfır stokla hatasız bir şekilde mal ve hizmet üretebilmektedirler. Bu şekilde yüksek fiyatlı ileri teknolojilerin kullanılması ile birlikte, üretim maliyetlerindeki düşüş, ilgili işletmelere maliyet ve beraberinde de rekabet avantajı sağlayacaktır.

Teknolojik değişim ile birlikte üretim, sanayi devriminden itibaren insan odaklı olmaktan çıkıp, büyük oranda makine odaklı olmuştur. Daha sonra otomasyona bağlı Bilgisayar Destekli Üretim, Bilişim Teknolojisi gibi teknolojik değişimler gerçekleşmiştir. Son olarak 21. yüzyılın ve geleceğin işletme maliyetlerini de etkileyecek teknolojik değişimler arasında; Siber Fiziksel Sistemler, Dijital İkiz Teknolojisi, Arttırılmış Gerçeklik Sanayi, 3D Baskı Teknolojisi, Bulut Sistemi, Big Data (Büyük Veri), Nesnelerin İnterneti, Sanayi 4.0, Robot Teknolojisi (Otonom Robotlar) ve Akıllı İşletmeler yer almaktadır. Teknolojik değişikliklerin hammadde maliyetlerine etkisi incelendiğinde; hammadde kullanımında daha verimli oldukları, bu bağlamda teknolojik değişikliklerin işletmelerin hammadde maliyetlerini olumlu etkilediği görülmektedir.

Çalışmada teknolojideki değişimlerin hammadde maliyetlerine etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda tekstil sektöründe faaliyet gösteren ve üretimde 2015 yılında teknolojik değişime giden bir işletmesinin üretim verileri esas alınmıştır. Teknolojik değişime giden işletmenin üretim verileri yüz yüze görüşme yöntemiyle toplanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda üretim miktarı, hammadde miktarı ve hammadde tutarı hesaplamaları yapılmıştır. Teknolojik değişiklik öncesi 2006Q1 dönemi maliyet verileri ile teknolojik değişiklik sonrası 2017Q1 dönemi maliyet hesaplamaları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar yapılırken 2006 yılının parasal maliyet verisini 2017 yılına eşitlemek için ÜFE, “Gelecekteki Değer ve Bugünkü Değer” hesaplanarak ayrı ayrı değerlendirilmeler yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, birim hammadde maliyetine bakıldığında, aynı kalitede hammadde kullanılarak 1 kg 30/1 iplik üretiminde 2017 yılındaki yeni teknoloji makineler ile 1,40 kg hammadde kullanılırken, 2006 yılında eski teknoloji makinelerle 1,45 kg hammadde kullanılmıştır. Bu durumda yeni teknoloji üretimde eski teknolojiye göre 0,04 oranında birim miktar avantajı söz konusudur. Toplam 3 aylık 30/1 iplik üretiminde ise yeni teknoloji kullanılarak 719.100 kg maliyet avantajı söz konusu olmaktadır.

ÜFE’ye göre yeni teknoloji kullanılarak hammadde maliyeti avantajı söz konusu olmazken, Gelecekteki Değere göre işletmede 2017 yılındaki yeni teknoloji makine yerine 2006 yılındaki eski teknoloji makineler ile üretime devam edilmesi durumunda 1 kg 30/1 ipliği 9,90 TL yerine 13,43 TL’ye yani 3,53 TL daha yüksek hammadde maliyetiyle üretildiği görülmektedir. Bu durumda mamulün üretiminde yeni teknoloji kullanılarak 0,36 oranında daha düşük hammadde maliyetiyle üretim yapma avantajı söz konusu olmaktadır. Bugünkü Değere göre bakıldığında ise, işletmede 2017 yılındaki yeni teknoloji makine yerine 2006 yılındaki eski teknoloji makineler ile üretime devam edilmesi durumunda, 1 kg 30/1 ipliği 1,67 TL yerine 2,89 TL’ye yani 1,22 TL daha yüksek hammadde maliyetiyle üretildiği görülmektedir. Bu durumda mamulün üretiminde yeni teknoloji kullanılarak 0,42 oranında daha düşük hammadde maliyetiyle üretim yapma avantajı söz konusu olmaktadır.

Bu çalışmada tekstil sektörüne ait bir üretim işletmesinde 2006Q1 ve 2017Q1 dönemine ait veriler kullanılarak teknolojik değişikliğin hammaddeye olan etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Gelecek çalışmalarda farklı sektörler için işletmelerde ve diğer üretim maliyetleri unsurları için teknolojik değişikliğin etkisinin incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Aktar, Y. (2019). Dijital Ekonomide Vergilendirme, *Finansal Raporlama ve Denetime İlişkin Sorunlar: Türkiye Açısından Çözüm Önerileri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Aydın, M. K. (2014). Bir Üretim Faktörü Olarak Teknolojinin Değerlendirilmesi ve Yeni Teknoloji Kullanımının Maliyetler Üzerindeki Etkisi, Web: <http://mustafakemalaydin.com/?p=539>, 11 Kasım 2019'da alınmıştır.

Erturan, E. ve Ergin, E. (2018). Muhasebe Mesleğinde Dijitalleşme: Endüstri 4.0 Etkisi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (72), 153-165.

Elibol, H. (2005). Bilişim Teknolojileri Kullanımının İşletmelerin Organizasyon Yapıları Üzerindeki Etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (13), 155-162.

Elitaş, C. Çonkar, K. ve Erkan, M. (2006). Teknolojik Gelişmelerin Üretim Maliyeti Unsurlarına ve Muhasebe Eğitimine Etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2), 327-342.

Ebso, (2015). Sanayi 4.0.Ege Bölgesi Sanayiciler Odası, Araştırma Müdürlüğü,1-53.

Gersil, A. (2007). Üretim Sistemleri Ve Teknolojilerindeki Gelişmelerin Ve Küreselleşmenin Geleneksel Maliyet Muhasebesine Etkileri. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 62(4), 107-123.

Karakaya, M. (2014). *Maliyet Muhasebesi*. (6. basım). Ankara: Gazi Kitapevi Yayıncılık.

Kablan, A. (2018). Endüstri 4.0, “Nesnelerin İnterneti” - Akıllı İşletmeler Ve Muhasebe Denetimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(Özel Sayı), 1561-1579.

Küçük, E. (2005). Yeni Üretim Ortamında Genel Üretim Maliyetleri ve Kayseri'deki Bazı Uygulamalara İlişkin Bir Araştırma. *Erciyes Üniversitesi İ.İ.B. Fakültesi Dergisi*, (25), 1-23.

Lee, J., Bagheri, B. ve Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture For Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters*, (3), 18-23.

Mete, M. ve Yalçınsoy, A. (2014). Maliyet Etkinliği Açısından Bilgi Teknolojilerinin Üretim Maliyetleri Üzerine Etkisinin Analizi. *TURAN-SAM Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 6(21), 1309-4033.

Rasgen, M. ve Gönen, S. (2019). Endüstri 4.0 ve Muhasebenin Dijital Dönüşümü. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2898-2917.

Thinktech (2019). Dijital İkiz Teknolojileri ve Üretime Faydaları, Web: <https://thinktech.stm.com.tr> , 13 Kasım 2019'da alınmıştır.

Türker, M. (2018). Dijitalleşme Sürecinde Küresel Muhasebe Mesleğinin Yeniden Şekillenmesine Bakış. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(1), 202-235.

Türker, M., Yarbaşı, E. ve Erdem B. (2005). Teknolojik Yenilenmenin Üretim Maliyetlerine Etkisi. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 41-46.

Uyar, M. (2018). Maliyet Muhasebesi Yaklaşımlarının Araştırma Geliştirme Yetkinliği Üzerine Etkileri: Üretim İşletmelerine Yönelik Bir Analiz. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 106-128.

Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. *Procedia Engineering*, (182), 763 – 769.

Yardımcıoğlu, M., Karahan, M. ve Yörük, A. (2019). Dijitalleşme Işığında Muhasebe Mesleğinin Geleceği. *Muhasebe Enstitüsü Dergisi - Journal of Accounting Institute*, (61), 2667-6982.

İnternet Kaynakları:

<https://thinktech.stm.com.tr>