

DİJİTAL DENETİM VE DİJİTAL İKİZ YÖNTEMİ*

Dr. Öğr. Üyesi İlkay ERTURAN**

Doç. Dr. Emre ERGİN***

Derleme / Review

Muhasebe Bilim
Dünyası Dergisi
Aralık 2018; 20(4); 810-830

ÖZ

810

Teknolojik buluşlar ile endüstride kullanımı başlayan uygulamalardan birisi de dijital ikiz yöntemidir. Dijital ikiz; fiziksel varlıkların bilgisayar yazılımları yardımıyla yansımalarının oluşturulması olarak tanımlanabilir. İşletme ile paydaşlarına ait finansal ve finansal olmayan verilerin dijital ortama eş zamanlı olarak yüklenmesiyle denetimin sağlayacağı fayda artacaktır. Dijitalleşen dünyaya uyum sağlamak için denetim de dijitalleşmelidir. Bu çalışmada, dijital kavramlar açıklanmakta ve geleneksel denetim süreci ile karşılaştırılarak, dijitalleşen denetim süreci ve denetçi tanımları yeniden yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Denetim 4.0, Muhasebe, Dijital İkiz, Nesnelerin İnterneti, Akıllı Makineler

JEL Sınıflandırması: M42, M49, L69, O33

DIGITAL AUDIT AND DIGITAL TWIN METHOD

ABSTRACT

Digital twin method is one of the applications used in the industry with the technological innovations. Digital twin can be defined as the creation of reflections of physical assets with the help of computer software. The benefit from audit will increase with the simultaneous upload of financial and nonfinancial information about the firm and its stakeholders. Audit should be digitalized to accommodate to the digitalizing world. This paper explains digital concepts and redefines the auditor role, and compares digitalizing audit process with the traditional auditing process.

Keywords: Audit 4.0, Accounting, Digital Twin, Internet of Things, Smart Machines

JEL Classification : M42, M49, L69, O33

* Makale gönderim tarihi:16.02.2018; kabul tarihi: 14.10.2018.

** Düzce Üniversitesi, Çilimli Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, ilkayerturan@duzce.edu.tr, orcid.org/0000-0003-2478-5634.

*** Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Bölümü, emre.ergin@kocaeli.edu.tr, orcid.org/0000-0001-5619-165X.

Atıf: Erturan, İ. ve Ergin, E. (2018). Dijital denetim ve dijital ikiz yöntemi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 20(4), 810-830. <http://dx.doi.org/10.31460/mbdd.395261>.

1. GİRİŞ

Küresel finansal krizler (Hausmana ve Johnston 2014), kurumsal finansal skandallar (Soltani 2013, Markham 2015), kamuya açıklanan finansal tabloların hata ve benzeri nedenlerden dolayı tekrar yayınlanması (Boland ve diğerleri 2015), finansal tablo kullanıcılarının şirket yöneticilerine ve denetçilerine olan güvenlerini olumsuz yönde etkilemektedir. Denetim süreci esas itibarıyla bir güvence sistemidir. Şirketlerin paydaşlara sundukları finansal bilginin doğruluğuna bağımsız denetim mekanizması yoluyla güvence verilmektedir. Bağımsız denetimden geçmemiş finansal tablolar, bu tabloların yayımından sorumlu şirket yöneticilerinin bilgi, beceri ve etik düzeylerine bağımlı kalmaktadır.

Küresel teknolojik gelişmeler ve rekabet ortamı tüm iş dünyasının olduğu gibi bağımsız denetim kuruluşlarının da faaliyetlerini yeniden gözden geçirmelerine neden olmaktadır. Ticari hayatta yaşanmakta olan dönüşüme örnek olarak, insansız ve ışısız ortamlarda sadece robotların bulunduğu fabrikaların tasarlanması gösterilebilir. Robota dayalı üretim ile emek kaynaklı hatalar azalacak ve verimlilik artacaktır. Geleneksel iş süreçlerinin robotlar tarafından sürdürülmesiyle birlikte emek gücü yeni mesleklere yönelecektir. Akıllı cep telefonları gibi şehirlerin de “akıllı şehirler”e dönüşmesiyle emniyet güçlerinin azalarak yerine güvenlikten sorumlu robotları ve sistemi tasarlayacak yazılımcılara gereksinim olacaktır. Şoförsüz araçların denenmeye başlaması, bu alanda mevcut çalışanları farklı iş alanlarına yöneltecektir. Hastaların düzenli doktor kontrollerine gitme anlayışı ise hastalıklara tanı koyan robot yazılım ile farklı bir boyuta taşınacaktır. Cep telefonlarında uygulanmakta olan, akla gelebilecek her soruya cevap veren yazılımlar, sağlık konusunu da içine alacaktır (Kaku 2014).

Ticari hayatı etkileyen teknolojik gelişmeler bağımsız denetim kuruluşlarının denetim süreçlerini de etkilemeye devam edecektir. Yaklaşık yirmi yıl önce çalışma kâğıtlarına elle yazarak yapılan bağımsız denetim çalışmaları, taşınabilir bilgisayarların ortaya çıkmasıyla birlikte farklı bir sürece girdi. Nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar gibi teknolojileri kapsayan Endüstri 4.0 kavramı ile yaşanan dijital dönüşümün bir süre sonra denetim çalışmalarını da etkilemesi kaçınılmazdır. Veri kullanımı, işlem ve iş süreçlerini izleme, paylaşma, koordine etme, işbirliğinde bulunma ve iletişim kurma alışkanlıkları dijital teknoloji ile evrilmektedir. Nesneler dijitalleşerek varlıklarına devam etmekte ve bu dijitalleşme sayesinde başka varlıklarla iletişime geçmekte ve büyük bir sistemin parçası konumuna gelmektedir. Bu nedenle, bu dijital akım yeni nesil teknolojilere gereksinim duymaktadır. Bu yeni teknoloji dijital nesneler ile fiziksel nesneleri eşleştiren dinamik, öğrenen ve etkileşim sağlayan bir sistemin yaratılmasına doğru yol alınmaktadır. (Kahraman 2017). Dijitalleşme sadece Endüstri 4.0 kavramı ile üretim şirketlerini kapsamamaktadır. Hizmet sektöründe faaliyet gösteren şirketler de etkilenmektedir. Bankacılık sektöründe en dijital banka sıralaması yapılmaktadır. Dijitalleşen müşterilerinin denetimini yapacak bağımsız denetim kuruluşlarının da bu değişimden

etkilenmemesi ve geleneksel denetim yöntemlerini kullanmasına olanak yoktur. Özellikle büyükler olarak adlandırılan uluslararası bağımsız denetim kuruluşlarının bu dijital dönüşümün denetim sürecini nasıl etkileyeceğini ve denetim çalışmalarının geleceğine yönelik alt yapı çalışmalarına başlamaları gerekmektedir. Bu çalışmanın ikinci bölümünde, denetimde yaşanacak dijital etkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için, ticari ve günlük hayattaki dijital gelişmeler ve dijital ikiz kavramları açıklanmaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümünde, dijital dönüşümün denetim sektöründe nasıl bir değişim yaratacağına dair öngörülerde bulunmaktadır. Ayrıca, geleneksel denetçi tanımına dijital anlayışın da entegre edildiği yeni bir tanım sunulmaktadır. Sonuç bölümünde ise bilgi çağından dijital çağa geçişle birlikte finansal denetim sektöründe geleceğe yönelik beklenti ve öneriler sunulmaktadır.

2. DİJİTAL ÇAĞIN KAVRAMLARI

Endüstri 4.0 kavramı 2011 yılında Kagermann tarafından ilk defa kullanıldı (Kagermann ve diğerleri 2011). İki yıl sonra, Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech) bu kavramı “manifesto” olarak yayımladı. Acatech’in Endüstri 4.0 forumunun final raporunda (Acatech 2013) bu yeni dönemin getirmekte olduğu ayırt edici yenilikleri arasında depolama sistemleri ve kaynakları ile makinelerin küresel etkileşimi; konum bilgisine sahip benzersiz akıllı ürünlerin gelişimi; ürün özelliklerine adapte olan, kaynak optimizasyonunu sağlayan akıllı fabrikaların hayata geçmesi; büyük veri kullanımı gibi yeni iş modellerinin gerçekleşmesi; çalışanlar için işyerinde yeni sosyal altyapı, bireysel farklılıklara duyarlı iş yapısı; daha iyi iş ile yaşam dengesi; bireysel tüketici isteklerine yanıt verme; mühendislik ve problemlere anlık cevap için geliştirilmiş akıllı yazılımlar sıralanmaktadır.

Almanya’daki temel gelişim üzerine konuyu içselleştiren Avrupa Birliği Komisyonu, Endüstri 4.0 paradigmasının esas olarak üç boyutta biçimlendiğini ifade etmektedir: Değer yaratma ağları arasında yatay entegrasyon, ürün yaşam döngüsünde baştan sona mühendislik ve üretim sistemlerine bağlantı ile dikey entegrasyon (Alçın 2016).

Endüstri 4.0 fiziksel ve sanal ortamı birleştirme çabasıdır. Ticari yaşamı şekillendirecek on teknolojik gelişme üç başlık altında aşağıda sunulmaktadır (Gartner 2017).

2. 1. Akıllı Sistemler

Yapay zekâ ve makine öğrenimi kritik bir devrim noktasına gelmiştir. Neredeyse her teknoloji destekli hizmet, nesnelere veya uygulamalar birbiriyle iletişim içindedir. Teknoloji üreticilerinin 2020 yılı hedefleri arasında, öngörülen yönergeleri yerine getirmenin yanı sıra öğrenen, uyarlayan ve potansiyel olarak bağımsız davranan akıllı sistemler oluşturmak yer almaktadır.

2. 1. 1. Yapay Zekâ

Derin öğrenme, sinir ağları ve doğal dil işleme gibi teknolojileri içeren yapay zekâ; anlama, öğrenme, tahmin etme, uyarılma ve potansiyel olarak özerk çalışma yetisine sahip gelişmiş sistemler olarak tanımlanabilir. Bu sistemler gelecekte davranışları öğrenecek, değiştirebilecek ve daha akıllı makineler ve programlar yaratabilecektir. Geniş paralel işlem gücü, gelişmiş algoritmalar ve algoritmaları beslemek için büyük veri kümelerinin birleşimi gün geçtikçe her alana yayılmaktadır. Örneğin, banka sektöründe, hileli olma olasılığı yüksek işlemleri gerçek zamanlı olarak saptamak için modellemeler yapılmaktadır. Sistem, işlem gerçekleşmeden önce, müşteriyi arayarak müşteriden onay almaktadır.

2. 1. 2. Sanal Kişisel Asistanlar ve Akıllı Uygulamalar

Günlük yaşamı kolaylaştıran uygulamalara örnek olarak e-postaların önem derecesine göre sıralanması ve uçak bileti almak için seçeneklerin sunulması sayılabilir. Bununla birlikte, akıllı uygulamalar yeni dijital asistanlarla sınırlı değildir: Güvenlik aletlerinden, pazarlamaya, kurumsal kaynak planlaması (ERP) gibi kurumsal uygulamalara kadar pek çok mevcut yazılım kategorisi vardır. Dünyanın en büyük şirketlerinin neredeyse tümü bu uygulamalardan yararlanmakta ve müşteri deneyimini iyileştirmek için büyük veri araçlarını kullanmaya önem vermektedir.

2. 1. 3. Akıllı Makineler

Akıllı makineler (öğrenen makineler veya insansı makineler) üç bölümde incelenmektedir: Robotlar, dronlar ve özerk araçlar. Akıllı makinelerin her biri piyasanın büyük bir bölümünü etkileyecek ve dijital işin yeni bir aşamasını destekleyecektir. Ev, ofis, fabrika ve tıbbi tesisler gibi her yerde Yapay zekâ ile etkinleştirilmiş bu sistemler yaygın olarak kullanılacaktır. Kullanımı artan akıllı makineler geliştikçe birbirleriyle iletişim kuracak ve görevleri yerine getirmek için birlikte hareket etmeye başlayacaklardır. Aynı zamanda, sorumluluk ve gizlilik gibi teknik olmayan duyuşsal sorunları olmaması, akıllı makinelerin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır.

2. 2. Ağ Sistemi

Ağ, akıllı dijital ekosistemleri destekleyen insanların, süreçlerin, nesnelerin ve hizmetlerin dinamik bağlantısını ifade etmektedir. Ağ geliştikçe, kullanıcı deneyimlerinde destekleyici teknoloji, platform ve güvenlik mimarileri ile birlikte temel değişikliklerin gerçekleşmesi beklenmektedir.

2. 2. 1. Konuşma Sistemleri

Konuşma yoluyla iletişim kurulan sistemler “saat kaç” gibi basit sesli görüşmelerden, bir tanığın sözlü ifadesinden suç işlemiş şüphelinin ayırt edici özelliklerinin oluşturulmasına kadar karmaşık süreçleri kapsamaktadır.

2. 2. 2. Ağ Sistemleri Uygulaması ve Hizmet Mimarisi

Akıllı dijital ağ, çözümler geliştirmek için kullanılan mimari, teknoloji ve aletler için değişiklikler gerektirmektedir. Ağ sistemleri ve hizmet mimarisi (MASA), bulut ve sunucu içermeyen kullanıcıların uygulama olarak gördükleri nesnelere kapsar ve tüm bu cihazlar hem birbirleriyle hem de kullanıcılarıyla etkileşim haline geçebilecektir. MASA, kullanıcıların farklı uygulamalara geçişine de olanak sağlamaktadır.

2. 2. 3. Dijital Teknoloji Platformları

Dijital teknoloji platformları, dijital bir iş yapmanın temel taşları olup dijital ortama girmek için zorunludur. Her organizasyonda beş dijital teknoloji platformunun bir karışımı olacaktır: Bilgi sistemleri, müşteri deneyimi, analitik ve istihbarat, nesnelere interneti ve iş ekosistemleri ve internet.

2. 2. 4. Uygulanabilir Güvenlik Mimarisi

Akıllı dijital ağın, dijital teknoloji platformlarının ve uygulama mimarilerinin gelişimi ile birlikte, güvenliğin de akışkan ve uyarlanabilir olmasını gerektirmektedir. Nesnelere interneti (Nİ) ortamında güvenlik, özellikle daha zorlayıcıdır. Güvenlik ekipleri, uygulamaların veya Nİ çözümlerinin tasarımının erken aşamalarında güvenliği düşünmek için uygulama mimarları, çözüm mimarları ve kurumsal mimarlar ile çalışmalıdır. Çok katmanlı güvenlik ve kullanıcı analizi, hemen hemen her şirket için bir gereklilik haline gelecektir.

Endüstri 4.0 ile yeni kavramlar ortaya çıkmaktadır. Bu kavramlar arasında, siber fiziksel sistemler, nesnelere interneti, akıllı fabrika, servislerin interneti, akıllı ürünler, makine ile makine iletişimi, büyük veri ve bulut teknolojileri sayılabilir (Fırat 2016).

Endüstri 4.0'ın sahip olduğu olumlu özelliklerinin dışında, hayatı zorlaştıracak bazı olumsuzluklar da bulunmaktadır. Robotların üretimi devralmasıyla insan gücüne duyulan emek gücü gereksinimi azalacaktır. Bu durum sadece fabrikalardaki mavi yakalı çalışanları değil, beyaz yakalı çalışanları da kapsamaktadır. Yapay zekâ ile robotları kodlayabilen robotlar ve tasarım yapabilen robotlar tüm üretim ve hizmet sürecinde görev alacaktır. Endüstri 4.0 ile birlikte yeni meslekler (iletişim halinde olan makineler arasındaki anlaşmazlığı çözen makine avukatlığı gibi) ortaya çıkacağı öngörülse bile artan dünya nüfusu nedeniyle bu durumun işsizliğe çözüm olamayacağı öngörülmektedir.

2. 3. Dijital Sistemler

Fiziksel ve dijital dünya arasındaki çizgiler, dijital işletmeler için yeni fırsatlar yaratmaktadır. Bu iki dünyanın, bir bütünü ayrılamaz bir parçası olarak görünmesini ve yeni iş modelleri ile dijital olarak etkinleştirilmiş ekosistemler için verimli bir zemin oluşturması için daha ayrıntılı bir dijital dünya oluşturmak gerekmektedir.

2. 3. 1. Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik

Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR), bireylerin birbirleriyle etkileşime geçmesi sırasında daha kapsamlı bir ortam yaratan yazılım sistemleridir. VR için eğitim senaryoları, uzak eğitimler ve deneyimler örnek olarak verilebilir. Gerçek ve sanal dünyaların harmanlanmasını sağlayan AR ise, işletmelerin grafikleri ve gerçek nesnelerin aynı ortamda birlikte sunulmasını sağlayacaktır: İçinden geçen kablolar yardımıyla bir duvara grafik yansıtılması gibi. VR ve AR ile gerçek deneyimler fiyat ve kapasite bakımından örneklenebilir. Zamanla VR ve AR, tüm insan duygularını içerecek şekilde görsel tasarlanabilir hale gelecektir. İşletmelerin 2020 yılına kadar AR ve VR hedefli uygulamalara hazır olmaları beklenmektedir.

2. 3. 2. Blok Zinciri

Blok zinciri, değer değişim işlemlerinin (bit eşleştirmesinde veya başka bir göstergede) bloklara sıralı olarak gruplandırıldığı dağıtılmış bir defter türü veya şifrelenmiş işlem takibi sağlayan bir veri tabanı olarak tanımlanabilir. Blok zinciri dağıtık (merkezi olmayan) ve ortak bir veri kayıt sistemidir. Güvenlik, şeffaflık, güvenilirlik ve kesinlik sağlar. Bu modelin, güven vermesi ve blok zincirdeki bilgilere şeffaf erişim sağlaması sayesinde iş konusunda oluşacak olumsuzlukların en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Finansal bir değer olarak yaygınlaşan ve günlük hayata giren bitcoin sanal para birimi blok zincirine bir örnektir.

2. 3. 3. Dijital İkiz

Dijital ikiz kavramı NASA tarafından 2010 yılında yayınlanan yol haritası (NASA 2010) ile halk tarafından ilk defa duyulmuştur. Dijital ikiz, fiziksel bir nesnenin ya da bir sistemin dinamik yazılım modeli olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir ifadeyle, gerçek hayattaki ikizinin dijital ortamdaki ikizidir. Dijital ikiz, gerçek dünya koşullarını analiz etmek, simüle etmek, değişikliklere yanıt vermek, işlemleri geliştirmek için kullanılabilir. Birkaç yıl içerisinde milyarlarca nesne dijital ikizlerle tanışacak, fiziksel bir nesne veya sistem, dinamik bir yazılım modeli ile temsil edilecektir. Fiziksel varlıkların dijital ikizleri, tesislerin ve çevrelerin dijital temsilleriyle birlikte insanlar, işletmeler ve süreçler arasında simülasyon, analiz ve kontrol sistemi oluşturarak gerçek dünyanın daha ayrıntılı bir şekilde dijital olarak temsil edilmesini sağlayacaktır. İş dünyası, dijital ikizi “bir iş sonucu ortaya çıkaran canlı bir model” olarak tanımlamıştır. Dijital ikizi kullanmanın bir ekonomik gerekçesi olması gerektiği ve bu gerekçenin de bir optimizasyon veya maliyet azaltımı veya bu gerekçelerin bir bileşimi olmasıdır (Campbell 2015). Bir enerji santralindeki türbinin dijital ikizinin oluşturulması ile bu dijital türbinin saptadığı aksaklıklar düzeltilmiş ve on iki milyon dolarlık tasarruf sağlanmıştır.

Yakın gelecekte milyarlarca nesnenin dijital ikizi tarafından temsil edilmesi beklenmektedir. Örneğin, Türkiye’deki General Electrics fabrikasında yaklaşık 500 bin dijital ikiz

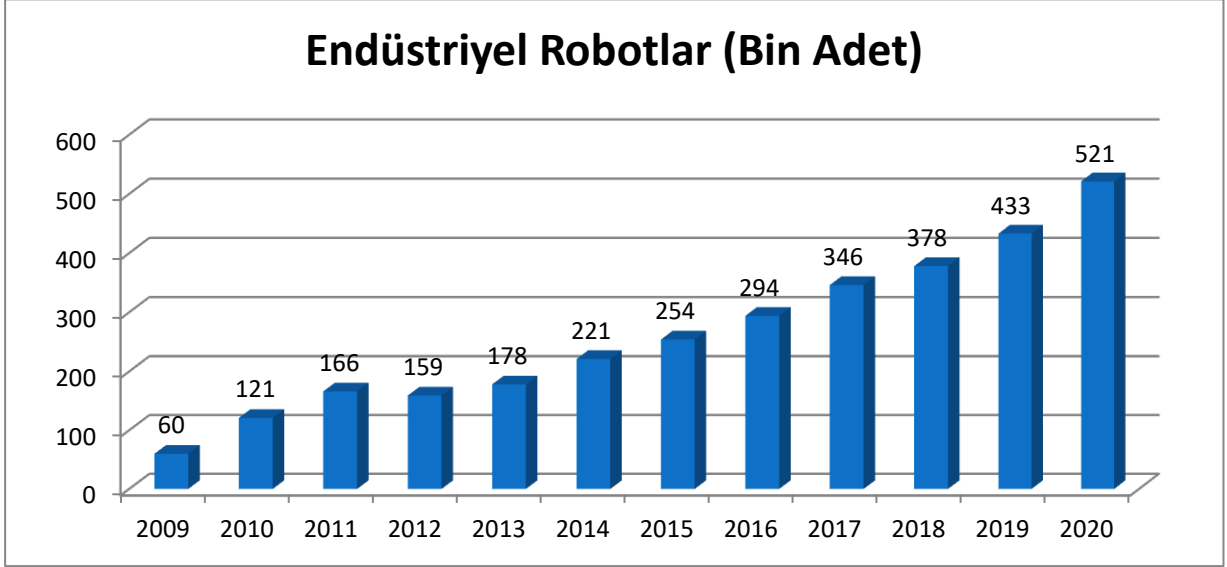
izlenmektedir. Nesnelerin değişik çevre koşullarında nasıl çalıştığını ve oluşan tepkilere nasıl cevap verdiğini belirlemek için, fizik veriler ile gerçek dünyada oluşan ve saptanan algılayıcı sonuçlarını kullanarak karşılaştırma yapılabilir. Bu karşılaştırma sonuçlarında; dijital ikiz gerçek dünya koşullarının analizini ve simülasyonunu gerçekleştirerek, değişimlere yanıt oluşturmak ve operasyonları daha iyi hale getirmek amaçlarıyla kullanılabilir (Gartner 2017).

Dijital ikiz olarak tanımlanan özel dijital modeller, teknolojideki gelişmelerin sunduğu avantajlardan birisidir. Geleneksel süreçte; sorunların saptanması, verimlilik artışına yönelik çalışmalar, karar verme mekanizmaları, fiziksel ortamda bulunan gerçek makina, alet ve insan verilerine dayanmaktadır. Çoğu işletmede bu konularda ayrıntılı veriye ulaşmak sınırlıyken, “akıllı karar verme” sürecini kurup veriye dayalı yöntemler kurgulamak bazı konularda işletmeleri yanılgıya düşürebilir. Bu nedenle, verilerin ayrıntılı, zamanında ve ihtiyaca uygun bir sistematik içinde sisteme yüklenmesi gerekmektedir. Çünkü tüm ekosistemin görülebildiği bir analiz ortamından farklı olarak bazı noktalara odaklanmış veri üzerinden çalışmalar yapılmaktadır. Dijital ikiz ile birlikte, belirli bir ortamın veya makinanın (hatta tüm fabrikanın) dijital ortama taşınması mümkündür. Gerçek dünyada (fiziksel sahada) üretilen veri, dijital platforma da yansıyor ve üretiliyor olacaktır ve bu durum farklı senaryolar üretilmesine ve üzerinde çalışılmasına olanak sağlayacaktır.

2001 yılında “dijital ikiz” kavramını ilk kullananlardan olan Michael Grieves’in “Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi” kitabında da belirttiği gibi dijital ikiz modelli bir yapıyı kurgulamak için aslında üç temel etmen bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, dijital ortamda ikizi oluşturulacak bir cihaz, alet, makina ya da fabrikadır. İkinci olarak; dijital ortama taşınmasını sağlayacak verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Fiziksel ortamı dijital platforma taşımak için bazı veriler matematiğe dökülmeli ve bazı bilgiler bilgisayar kodlama dilindeki 1 ve 0 rakamlarına çevrilmesi gerekmektedir. Sensörler ile bu iletişim olanaklıdır. Sensörlerden gelen veriler, daha önce üretilen ve ilgili sistemlerle entegre olmuş ve önceden dijital ortama aktarılan verilerle birleştirilip, dijital modellemeye hazır hale getirilir. Üçüncü ve son aşama ise; dijital ortamda ikizin oluşturulmasıdır. Bu aşamada simülasyon, tahmin algoritmaları ve yapay zekâ gibi bilgisayar biliminde yükselişte olan yöntemlerden yararlanılabilir. Fiziksel ikiziyle sürekli iletişim halinde olan dijital ikiz, verileri işleyip farklı senaryolarda sonuçlar çıkartırken aynı zamanda fiziksel ortamdan gelecek herhangi bir gerçek veriyi de kaçırmadan ve gelen gerçek bilgilere dayandırarak güncelliyor olmalıdır.

Dijital ikiz modellemeleri, sorunun oluşmadan saptanması, verimliliğin artırılması, üretimin en kârlı şekilde planlaması gibi oldukça önemli noktalarda pek çok fayda sağlayabilir. Yapılan bir araştırmada 2020 yılına kadar 1,7 milyon yeni endüstriyel robot faaliyete geçecektir. Bu durumda gelecekte her makinanın, her fabrikanın ve her bireyin bir dijital ikizinin olması kaçınılmazdır. Grafik 1’de, 2020 yılında günlük hayata entegre olacak endüstriyel robotların artış grafiği sunulmaktadır.

Grafik 1'deki 2009 ile 2016 yıllarına ait endüstriyel robot verileri gerçek olup, 2017 ile 2020 yılları arasında yeni 1 milyon 700 bin adet robotun daha üretilerek kullanılmaya başlanacağı tahmin edilmektedir. Böylece, bir önceki yıla kıyasla 2016 yılında %16, 2017 yılında %18 olmak üzere, 2017 ile 2020 yılları arasındaki yıllık artış ortalama %15 olarak çift haneli öngörülmektedir.



Kaynak: IFR, International Federation of Robotics, 2017.

Grafik 1. Robot Kullanımının Gelişimi

Fabrikaların, şehirlerin, ülkelerin dijital ikizlerinin olmasının yanı sıra bireylerin de dijital ikizlerinin olması hastalık risklerini azaltacaktır. Akıllı makineler ve robotik cerrahinin kullanımı tıp dünyasında büyük bir atılım olacak dijital ikiz uygulamasının ön çalışmalarıdır. Bugün tıpta cerrahi bir robot olarak kullanılan Da Vinci robotu, Leonardo Da Vinci tarafından 1492 yılında çizilmiştir. *Vitruvius Adamı* adını verdiği çizimiyle Da Vinci insanın ideal ölçülerini belirleyerek en doğru kopyasının çıkartılması için çalışmıştır. Literatürde Da Vinci'nin kendi kendine giden arabası ilk robotik araç ve robot şövalyesi de ilk insansı robot olarak adlandırılmıştır. Da Vinci, anatomiden yararlanarak, kasların çalışmasının kemiklere nasıl güç verdiğini gözlemlemiş ve aynı prensiplerle çalışabilecek bir insansı makine tasarlamıştır. Da Vinci'nin diğer keşiflerinden farklı olan bu icadını üretememesi nedeniyle eğlence amaçlı kullanılan bir robot şövalye olarak kalmıştır. 2002 yılında robotik uzmanı Mark Rosheim makaralar ve çarklarla çalışan bu sistemin bir benzerini üretmiştir. Daha sonra Rosheim bu tasarımların bazılarını NASA'nın robotları olarak kullanmıştır (Christopher 2013). Tıp alanında da insan bedenini anlamak için kadavra ile çalışılması da analog ikize benzetilebilir.

Tıp alanındaki gelişmeler dijital dünya ile yakından ilgilidir. Doktorların vazgeçilmezi olan dijital stetoskop, kalp atışı ve solunum seslerini kaydetme ve saklama özelliğine sahiptir. İleride stetoskop, tanı verilerini ve tedavi bilgileriyle ilişkilendiren büyük miktarda veri toplayacak ve doktora teşhis

koymada destek sağlayacaktır. Yapay zekâ sayesinde öğrenen makineler, aletler, hoparlörler ve hastane donanımları, hasta kayıtları, hasta veri bankası ve ön inceleme gibi günlük işler dijital ortamda akıllı makineler tarafından yapılacaktır.

3. DİJİTAL İKİZ, DİJİTAL DENETİM VE DENETÇİ PROFİLİ

Dijital ikiz teknolojisinin ana fikri, fiziksel makinelere birer dijital model yaratmaktır. Lokomotiften jet motoruna birçok alanda makinelerin sanal ortamda birer kopyasının oluşturulması fikrinden esinlenilmiştir. Bu yöntemle, makinelerin tüm faaliyetleri dijital ortamda simüle edilerek sorun olabilecek durumlar önceden saptanacak ve aynı zamanda faaliyet sürecinde potansiyel sorunlar erken uyarı sistemiyle önceden belirlenerek önlem alınabilecektir. Dijital ikiz, fiziksel nesnenin durumunu anlamak, oluşan değişikliklere cevap vermek, faaliyetlerini geliştirmek ve değer katmak için sensör verilerine dayanan dinamik bir yazılım modeli veya sistem olarak tanımlanabilir. Dijital ikiz bir tür yapay zekâ, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik veya artırılmış gerçekliğin birleşiminden oluşmaktadır (Gartner 2017). Dijital ikiz; bilginin sürekli izlenmesi, bilginin kalitesini ve geçerliliğini inceleme olanağı sunmaktadır. Dijital ikiz yönteminin, üretim alanı dışında, muhasebe alanını da içine alacak şekilde genişlemesiyle, işletmelerdeki olası hata ve hile konularının analiz edilmesine ve denetlenmesine kolaylık sağlayacaktır. Yapay zekâ aracılığıyla yığın bilgilerin analiz edilmesindeki kolaylık dikkate alındığında hata ve hilelerin ortadan kalkacağını öngörmek zor değildir. Muhasebe sistemleri için işlem bilgileri üç temel kaynaktan gelmektedir: Birincisi, muhasebe bilgileri, sensör temelli bilgileri kullanarak nesnelerin internetinin de bir parçası olarak ele geçirilebilir. Örneğin, radyo frekansı ile tanımlama (RFID¹) etiketleri, envanter satışını ve hareketini izlemek için kullanılabilir. Depoya girerken sisteme işlenen stoklar akıllı raflar aracılığıyla kontrol edilebilir. İkinci olarak; kurumsal kaynak planlama sistemlerinin ve diğer çağdaş sistemlerin parçası olarak, muhasebe işlem girişleri otomatikleştirilebilir. Yeni yazılımlar geliştirilerek, zaman ve iş gücü maliyetleri azaltılabilir. Üçüncüsü, insan temelli işlemler manuel olarak değil makineler aracılığıyla yapılabilir. Örneğin, stoklara giriş sırasında ya da personel alımlarında parmak izi, göz retinası, vücut ısısı gibi biyolojik veriler kullanılarak nüfus bilgilerine ulaşılabilir ve personel girişleri yapılabilir. İnsandan kaynaklı doğal hataların önüne geçmek teknolojiyle olanaklı hale gelmektedir. Üretim süreci değişiklik gösterirken işletmeler yeniden yapılanmaya gitmemekte ve akıllı fabrikalar gündeme gelmektedir. Bu kaçınılmaz gerçeklik denetim sürecini ve denetçi tanımını da değiştirecektir.

Uluslararası denetim standartları kapsamında, geleneksel tanımda, bağımsız denetçi, finansal tablo ve diğer finansal bilgilerin, finansal raporlama standartlarına uygunluğu ve doğruluğu hususunda,

¹ Radio Frequency Identification (RFID) ya da “Radyo Frekanslı Tanımlama”, canlıları ya da nesnelere radyo dalgaları ile tanımlamak için kullanılan teknolojilere verilen genel addir.

makul güvence sağlayacak yeterli ve uygun bağımsız denetim kanıtlarının elde edilmesi amacıyla, denetim standartlarında öngörülen gerekli bağımsız denetim tekniklerinin uygulanarak defter, kayıt ve belgeler üzerinden denetlenmesi ve değerlendirilerek rapora bağlanması olarak tanımlanan bağımsız denetim sürecinde denetimi yürüten kişi, kişiler veya denetim şirketini ifade etmektedir. Sektörün önde gelen uluslararası bağımsız denetim şirketi KPMG, veri analizi yöntemlerinin gelişmesiyle birlikte denetçinin çalışma yöntemlerinin değişikliğe uğrayacağını savunmaktadır. Denetçi, işletmelerdeki veri miktarının artması ve karmaşıklaşmasından doğan risklere karşılık vermek için veri analizi araçlarını kullanarak, eskiden manüel veya yarı otomatik olarak toplanan verilerin artık %100 otomatik toplanmasıyla daha kaliteli, daha derin ve risk odaklı analiz yapma fırsatına sahip olacaktır. Çünkü sistem bütün veri havuzunu test edecektir. Veri analizi ile desteklenen denetim süreci ile finansal tabloların ötesine geçilerek karmaşık organizasyon yapılarını inceleme, anlama ve en önemlisi, operasyonel süreçler üzerindeki bulgular hakkında karar vericilere daha kaliteli bilgi üretme olanağı sağlanacaktır. Yeni denetçi profili, işletmelerin bilgi işlem çerçevesini daha yakından tanıyan ve bu alandaki deneyimi ile veri analizi araçlarını etkin şekilde kullanarak bilgi işlem sistemlerinden elde ettiği bütün veriyi önceden belirlemiş olduğu risk alanlarına göre analiz edebilir bir duruma gelmeye başlayacaktır. (Ölekli ve Durmaz 2016).

Bu gelişmeler ışığında, bağımsız denetçi için tarafımızdan aşağıdaki yeni tanım yapılmaktadır:

Bağımsız denetçi: Denetlediği şirket ile ilişkili olmayan, gerçekte ve görünürde bağımsız, teknolojiyi iyi kullanan, işletmelerin artan veri büyüklüğü ve karmaşıklık düzeyleri karşısında çözüm üretebilen, teknolojinin denetçiye sağlayacağı olanakları denetim sürecinde kullanma bilgisine ve yeteneğine sahip olan, sanal gerçeklik ve diğer akıllı uygulamaları kullanarak finansal tabloların öncesinde gerçekleşen olayları çok boyutlu olarak kavrayan, kanıt toplama aşamasında örnekleme kullanmak yerine olayın bütününe görmesine olanak sağlayacak teknolojik gelişmeleri kullanabilen, akıllı algoritmalar aracılığıyla daha derin ve kaliteli bilgi elde edebilen ve sıfır hata ile çalışan, denetçi olma yeterliliklerine sahip uzman kişileri veya bu kişilerden oluşan denetim şirketini ifade eder.

Endüstri 4.0 ile birlikte değişen üretim süreci ve işletme yapıları denetim sürecini de etkileyecektir. Bu etkileşim geleneksel yöntem ve Endüstri 4.0'dan sonra olması beklenen yöntem olarak Tablo 1'de karşılaştırılmaktadır.

ERP sistemleri, sensörler, bulut depolama ve uzaktan iletişim araçları gibi veri yoğun teknolojilerin geliştirilmesi, büyük miktarlarda verinin üretimini kolaylaştırmış; bu durumda yeni bir veri depolama sistemi (veri ortamı) gerekliliğini doğurmuştur. Şirketler tarafından oluşturulan verinin geleneksel yöntemler ile yönetilmesinin zorluğu nedeniyle, veriler zamanla bilgisayar ortamına taşınmaya başlamıştır. Verinin saklanması gereksinimi nedeniyle öncelikle elektronik arşivleme çalışmaları

başlamıştır. Ancak, basılı belgeleri elektronik ortama dönüştürmenin maliyetini de yok etmek amacıyla, arşivlenecek basılı evrakların doğrudan elektronik ortamda üretilmesi fikri ön plana çıkmıştır. Veri beyannameleri, fatura gibi belgeler dijital ortamda üretilmeye başlanmıştır. Aynı şekilde, elde edilen yığın verinin denetimi de dijitalleşme için bir esin kaynağı olmuştur. Önde gelen muhasebe firmaları, denetim görevlerini yerine getirmek için yapay zekânın en ileri düzeyde kullanıldığı derin öğrenmeyi bir denge unsuru olarak kullanmıştır. Derin öğrenme akıllı öğrenen makinelerle insansı bir özellik katmaktadır. Bu özellik sayesinde insansı veya akıllı makineler programlanmış ve karşılaşılmış sorunlar karşısında üretilmiş çözümlerin hepsini saniyelerle algılanacak bir zaman birimi içinde tarayıp çözüm üretmesi hedeflenmiştir. İnsansı makineler KPMG bağımsız denetim kuruluşu tarafından bankaların ticari ipotek kredisi portföyleri için, kredi dosyalarını analiz etmek için kullanılmaktadır. Ayrıca IBM Watson'ın derin öğrenme gücünü kullanan sistemlerini Deloitte bağımsız denetim kuruluşu kira sözleşmeleri, kiralari, faturaları ve sosyal medya mesajlarını gözden geçirmek amacıyla kullanmaktadır.

Muhasebe mesleğinde derin öğrenmenin benimsenmesi şu aşamada henüz erkendir. Bu teknolojinin daha geniş kitlelerce kullanımını hızlandırmak için metinsel analiz, ses tanıma, görüntü ile video ayrıştırma ve karar verme destek alanlarındaki bilişsel yetenekleri denetim sürecine entegre ederek ölçek ekonomileri yaratmak gerekmektedir. Denetim otomasyonunu etkinleştirmek ve karar vermeyi iyileştirmek için derin öğrenmenin bilişsel yeteneklerinin çeşitli denetim yöntemlerine nasıl uygulanabileceği üzerine çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.

Tablo 1. Geleneksel ve Dijital Denetim Süreçleri

Denetim Aşamaları	Geleneksel Denetim Süreci	Dijital Denetim Süreci
Ön inceleme ve denetim sözleşmesinin imzalanması	Denetim sürecinin bu ilk aşamasında, denetçi kendisine gelen iş isteğini özenle seçmeli ve işin parasal boyutuna bakmaksızın işin alınıp alınmaması ile ilgili kesin bir yargı oluşturmalıdır. Bu yargıyı oluştururken yazılı bir müşteri kabul yönergesi olmalı ve işletme hakkında bilgi toplamalıdır. Denetim işinin kabul edilmesi durumunda sözleşme mektubu hazırlanacaktır.	Denetim sürecinde bu ilk aşama, yapay zekâ tarafından derin öğrenme ile yapılacaktır. Akıllı makineler daha önce öğrenilen ve sisteme yüklenen petabaytlarca (1PB=1024TB) bilgiyi analiz edecek ve işin alınmasının ya da alınmaması durumunda olabilecekler hakkında saniyeler içinde karar verecektir. Kararın nesnelliği tartışılmayacak ve işin alınması durumunda sisteme erişim yetkisi verecek ve sözleşmeyi elektronik ortamda hazırlayarak taraflara ulaştıracaktır.
Denetimin planlanması	Denetim planı, denetçinin denetim aşamasında izleyeceği yol haritasıdır. Bu süreçte ne, ne zaman, nasıl, nerede, neden, kim tarafından, hangi maliyet ve hangi sürede sorularına yanıt aranmaktadır.	Dijital denetim sürecinde sürekli denetim yapılacaktır. Akıllı işletmeler zaman, iş gücü ve maliyet tasarrufu sağlayacaklardır. Denetim günlük akışın içinde otomatik olarak yapılan bir süreç olarak sürekli olacaktır. Denetçi kaynaklı riskler ortadan kalkacaktır.

İç kontrolün incelenmesi	İç kontrolün incelenmesine yönelik akış şemaları, anketler, metinler, belgelerin incelenmesi ve olası risk faktörlerinin belirlenmesi, gerekli testler yaparak iç kontrol yapısı hakkında bir yargı oluşturmak.	İç kontrolün daha nesnel bir özellik kazanması ve insansız fabrikalar sayesinde akıllı sistemlerle oluşturulması, olası kontrol risklerinin sifira indirgenmesi. Oluşacak risk durumlarının sistem tarafından önceden belirlenip düzeltilmesi.
Denetim testlerinin yapılması ve kanıtların değerlendirilmesi	Muhasebe veri tabanından örnekleme dayalı düzenli testler yapar. Hesap kalkanları üzerinde testler yapar, toplanan kanıtlar incelenir ve öznellikten uzak bir yargı oluşturmaya çalışılır.	Petabaytlarca veri düzenli ve sistematik bir şekilde saniyeler içinde taranır. Müşteri tanıma, robo-danışman (sanal finansal danışman) ile müşterinin sürekli denetlenerek değerlendirilmesi ve olası risklere karşı önlem alınması sağlanır. Örneklem yerine bütün veri ağı incelenir.
Denetim raporunun hazırlanması	Denetimin son aşaması olan denetim raporunun hazırlanması, denetçinin elde ettiği veriler ışığında denetlediği işletme için sunduğu sonuçtur. Bilgi kullanıcıları açısından son derece değerlidir.	Denetim sözleşmesine istinaden denetim dönemine ait denetim raporu hazırlanacaktır. Ancak, sürekli denetlenen işletme verileri için bu dönemsel raporun önemi azalacaktır. Bilgi kullanıcıları gerekli bilgilere yetki ve ilgi alanları doğrultusunda her zaman ulaşabilecektir.

Yakın gelecekte hemen hemen tüm nesnelere, sensörler ve internet bağlantıları ile donatılmış olacaktır. Akıllı nesnelere, üreticilere müşterilerin satın aldığı ürünü kullanma sıklığı ile ilgili güncel bilgi oluşturmaya yardımcı olacaktır. Üretim ve satış aşında oluşan her teknolojik yenilik denetim süreçlerindeki adımları zenginleştirecektir. Denetim işletmenin her anını kapsayan bir olguya dönüşecektir. Sürekli denetim ve sürekli danışmanlık kaçınılmaz olacaktır. Denetim danışmanlığı alanında robo-danışmanlar ortaya çıkacaktır. Danışman robotlar nesnelere interneti aracılığıyla elde ettikleri verileri derin öğrenme yöntemiyle analiz edecek ve en doğru çözüme en kısa zamanda ulaşacaktır. Değişen üretim teknolojisine hızla ayak uyduracaktır.

Nesnelere interneti, iş planlaması ve kaynak kullanımı ile ilgili bilgilerin daha gerçek zamanlı olarak alınmasını sağlayarak, işletmelerin süreçleri iyileştirmesini, maliyetleri düşürmesini ve risklerin yönetilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Şirketlerin gelirlerini artırmak ve daha etkili hizmet sunabilmek için müşterinin satın alma davranışları ve tercihleri ile ilgili bilgi toplamasına tüketiciler izin verecektir. Stok kontrolleri nesnelere interneti ile kolaylaştıracaktır. Depodaki envanter sayısında düşüklük olduğunu algılayan ağırlık sensörleri yardımıyla otomatik olarak tedarikçiler için satınalma siparişleri oluşturan ve gönderen elektronik mesajlar oluşacaktır.

Nesnelere internetinin kullanımı; faturalandırma, kurumsal kaynak planlaması ve muhasebe sistemlerine akan işlem verilerini değiştireceğinden, bu işlemlerin denetlenme biçimini de değiştirecektir. Denetçi, muhasebe işlemlerinin doğru bir şekilde kaydedilip kontrol edildiğinden emin olmalıdır. Bu nedenle de denetçi, bu yeni teknolojiyi yönetebilen bir donanıma sahip olmalıdır.

Endüstriyel yenilikler fabrika tasarım ve üretim süreçlerini değiştirmektedir. Bu durum uygulanan yöntemlerde ve iç kontrol tasarımında da değişiklikler yapacaktır. Örneğin denetçi, istenilen bilgilere muhasebeciye gitmeden, otomatik olarak bir dijital sistemden (büyük veri ağından) ulaşabilecektir. Nesnelerin interneti ile birlikte işletmede gerçekleşen işlemler ve kayıtlar, büyük veri bankasında gerçek zamanlı görünürlük sağlayacak ve sürekli denetim ihtiyacını artıracaktır. Bu sistem, riskleri daha iyi saptayacak, daha hızlı değerlendirme ve iyileştirme yapılmasını sağlayacak ve yıl boyunca yönetimle gerçek zamanlı etkileşimler gerçekleştirecektir. Bir sensör gerçek zamanlı olarak bir uyarı veya hata mesajı gönderdiğinde, şirketler ve denetçiler anında olaya karşılık verebileceklerdir.

Nesnelerin internetinin gelişmesi ile birlikte sadece denetçiler değil aynı zamanda muhasebecilerin de gelişen teknolojiye ayak uydurması için teknoloji anlayışına sahip olmalarını gerektirecektir. Sleeter Grubu'nun kurucusu ve muhasebe mesleğinin teknolojisine konusundaki uzmanı olan Doug Sleeter, nesnelerin internetini; muhasebeyi bilgi teknolojilerine daha yakın duruma getireceğini ve her iki alandan profesyonellerin birlikte çalışarak hangi tür veri toplanması gerektiğini ve bu verinin en iyi nasıl sınıflandırılması gerektiği sorularına yanıt aranacağını ifade etmektedir. Gelişen teknolojik dünyada denetçiler, müşterilerine nesnelerin interneti ile ilgili bilgi vermeli ve değişen teknolojik gelişmeleri müşteri işletmenin kullanımına sunmak için sistemlerini nasıl yeniden tasarlayacakları konusunda tavsiyelerde bulunmalıdırlar. Nesnelerin interneti ayrıca iş süreçlerinin tasarımı ve veri analizi alanlarında müşteri işletmelere hizmet sunmak için denetçilere yeni fırsatlar getirecektir. Müşteri işletmenin, nesnelerin internetinden alınan verileri birleştiren gösterge tabloları, muhasebe ve kayıt sistemlerini kurmaya yardımcı olması için, bilgi teknolojilerini bilen muhasebecilere ihtiyaçları olacaktır. Bu dijital gelişmeleri rahatlıkla kullanmak için, tüketiciler ve endüstride çalışanlar, bilgi ve sistemlerin gizli ve saldırıya uğramayacağına dair güvence istemektedir (Murphy 2015). Nesnelerin internetinin güvenliği hakkında görüş vermek üzere muhasebecilere ihtiyaç duyulacaktır. Denetim mesleğinde yeni teknolojilerin kullanımının güncel gelişmelerin gerisinde kaldığı vurgulanmaktadır (Bierstaker ve diğerleri 2014, Cangemi 2016, Li ve diğerleri 2018). Değişikliklerin hızlanması, işletme yönetiminin ihtiyaçları ve teknolojik değişimleri muhasebe yöntemlerini uyarılma zorunluluğu ve bunların güvence altına alınma gereksinimini ortaya çıkaracaktır (Krahele ve Titera 2015). Örneğin, büyük veri tabanlarının ve bulut teknolojisinin benimsenmesi performans ölçümü için yazılım ve uygulama katmanlarının geliştirilmesini sağlayacak ve doğal olarak bir güvence talebine yol açacaktır.

Endüstri 4.0'ı oluşturan teknolojilerin etkilerinin ve kullanım sıklığının, denetim sürecinde oluşturacağı varsayılan değişiklikleri önceden hayal etmek gerekmektedir. Avrupa'da ortaya çıkan ve ABD'ye yayılmış olan Endüstri 4.0, birlikte çalışabilirlik, sanallaştırma, yerelleşme, gerçek zamanlılık, hizmet yönelimi ve modülerlik (Hermann ve diğerleri 2015) tasarım ve uygulamanın altı ana ilkesi olarak kabul edilmiştir. Endüstri 4.0'ın amacı, gelen ve giden lojistik, imalat, pazarlama, muhasebe, mevzuat, insan kaynakları gibi tüm ticari fonksiyonların şeffaflığını maksimize ederek

mevcut değer zincirlerinin esnekliğini arttırmaktır. Endüstri 4.0 teknolojisi veri toplama, iletim ve analiz konuları olmak üzere üç farklı alanda katkı sağlayacaktır. Endüstri 4.0 makine sağlığı, ürün kalitesi, bulunduğu çevre, enerji giderleri, işçilik maliyeti, envanter yeri gibi bilgileri yansıtacak şekilde imalat ve iş süreçlerinde üretilen verileri toplamak için sensörler ve aktüatörler (bir mekanizmayı veya sistemi kontrol eden veya hareket ettiren bir tür enerji kaynağı) gibi veri toplama ekipmanlarını kullanacaktır. Bu bilgi, tüm şirketlerde, tedarikçiler ve müşteriler gibi dış kuruluşlarda bulunarak (örneğin; makineler, cihazlar, ürünler) bilgi akışını sağlayacaktır. Bu iş ve dış bilgi kaynaklarını kullanarak ürün kalitesini izlemek, makine arızalarını tespit etmek, maliyetleri düşürmek ve karar vermeyi kolaylaştırmak için toplanan bilgiyi kullanarak veri analizi teknikleri geliştirmek kolaylaşacaktır.

Endüstri 4.0’da amaçlanan hedefe yaklaştıkça, işletmelerden gelen yığın veri akışı ile denetim de bu yeni ortama uyum sağlamalıdır. Denetçiler, gerçek zamanlı, denetimle ilgili geniş bir veri toplama olanağına sahip olacaktır. Basit kararlar içeren yinelenen işlemler otomatik hale gelecektir. Sonuç olarak kapsamlı, zamanında, doğru ve güvenilir bilgi elde etmek için yeni teknolojiler kullanılmalıdır. Örneğin, RFID etiketleri ürün kodlarını takip etmek için ürünlere yerleştirildiğinden, toplanan coğrafi bilgiler stok miktarlarını incelemek için de kullanılabilir (Krahel ve Titera 2015). İş süreçleri, olay günlüğü analizi (Jans ve diğerleri 2014) aracılığıyla iç kontrol kusurları izlenebilir. Denetçiler, tüm kurumsal süreç boyunca sayısallaştırma işleminin artmasıyla işletme faaliyetlerini sürekli olarak izleyebilir ve anormal davranışları gerçek zamanlı olarak saptayabilir.

Endüstri 4.0 ile birlikte denetim alanında yeni kavramlar oluşmaktadır. Bu kavramlardan birisi “**Denetim 4.0**”dır. Endüstri 4.0 ile birlikte entegre olan dünyada denetim yaklaşımları da değişmektedir. Bu konuda denetim 4.0’a gelinceye kadar denetimin geçirdiği evreler Dai ve Vasarhelyi (2016) tarafından Tablo 2’de sunulmaktadır. Denetim 5.0 neslinde ise, iç denetim ile bağımsız denetimin iç içe geçtiği bir dijital dönemde denetlenen şirket ve paydaşlar için verimin en üst düzeye çıkacağı bir süreç beklenebilir.

Tablo 2. Denetim Nesilleri

Nesil	Denetim 1.0	Denetim 2.0	Denetim 3.0	Denetim 4.0
Denetim yaklaşımı	Manüel denetim	Bilgi işlem destekli denetim	Büyük verinin katılması	Denetimin kısmi ve sürekli otomasyonu
Araçlar	Kalem, hesap makinası	Excel, bilgisayar destekli denetim yazılımları	Analitik uygulamalar	Sensörler, CPS, Nİ, RFDİ, GPS

Kaynak: Dai ve Vasarhelyi 2016, 2.

Denetim 1.0 olarak anılan ilk denetimler, elle yapılan denetimler uzun yıllar boyunca kullanılan ve birçok gereksinimi karşılayan kağıt, kalem ve hesap makinesinden oluşan en ilkel yöntemdir. Bu süreçte üretilen belge sayısının azlığı sayesinde %100 bir denetim yapılmaktaydı. Bu nedenle aslında

bu süreç, denetimden ziyade bir çeşit kontrol ve belgelerin doğruluğunun tasdikini içermekteydi. Bu dönemin ilerleyen zamanlarında denetimin çalışma kâğıtlarına dökülmesi ve çalışma kâğıtlarında sistematik bir düzen kurulması sağlandı. Bilgisayarların kullanılmaya başlamasıyla birlikte denetim 2.0 nesline geçildi. 1970'lerde ortaya çıkmış ve çoğu şirketin bütün verileri bilgisayar tabanlı olmasına rağmen, denetçilerin yalnızca %15'i bilgisayar kullanmışlardır (Protiviti 2015). Bilişim teknolojisinin benimsenmesindeki bu gecikme muhasebe mesleğinin muhafazakar yapısı ve mesleğin geleneksel hale getirilmiş katı kurallarının etkisidir (Liu ve Vasarhelyi 2014). 1990'lı yılların sonunda büyük denetim kuruluşlarının hepsi bilgisayar destekli denetim çalışmalarına geçmiştir. Denetim 3.0 evresinin geçmiş evrelere göre daha hızlı olarak benimsenmesi beklenmektedir. Bilginin yığın halinde işlenmesi ve modern büyük veri sistemlerinin oluşturduğu veri akışının, geleneksel araçlarla anlamlı bilgiye dönüştürülmesi artık beklenmemektedir. Bununla birlikte, araştırmalarda büyük verinin muhasebeciler tarafından bilindiği ve gelecek 10 yılda kullanılacağı vurgulanmakla birlikte (Aslan ve Özerhan 2017), başka bir araştırmada büyük veriden elde edilen faydanın geleneksel yöntemlere göre daha az olduğu bulgulanmıştır (Rose ve diğerleri 2018). Denetim 4.0, mevcut prosedürleri otomatikleştirerek, kapsamalarını genişleterek, zamanlamayı kısaltarak ve sonuçta genel güvence kalitesini iyileştirerek denetim mesleğini önemli ölçüde değiştirecektir (Dai ve Vaserhelyi 2016).

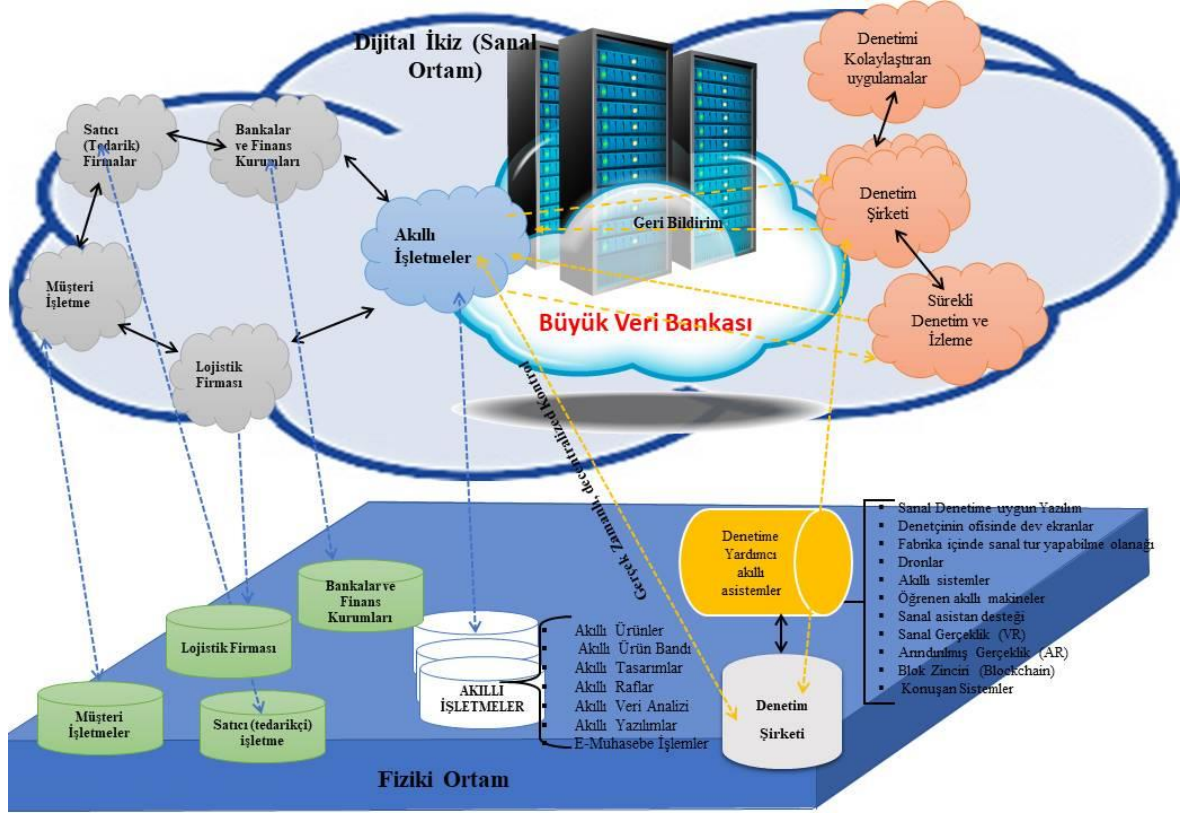
Denetim 4.0, Endüstri 4.0 tarafından desteklenen teknolojiye, özellikle nesnelerin interneti, hizmetin internet üzerinden sunulması (IoS)² (Atzori ve diğerleri 2010), siber-fiziksel sistemler (CPS) ve akıllı fabrikalar, finansal ve operasyonel bilgi toplamak için kullanılan sistemlerdir. Bu akıllı sistemler tarafından iletilen bilgiler denetçiye sistemle ilgili yorum yapma konusunda kolaylık sağlayacaktır. Denetçi; denetim 4.0 ile birlikte iş dünyasına giren sistemlerdeki modelleri keşfedecek, anormallikleri tespit edecek, sistemin etkin ve verimli çalışmasını gerçek zamanlı olarak kontrol edecek ve elde ettiği bilgilerin güvencesini sağlamayı amaçlayacaktır. Bilgi kullanıcılarına sunulacak faydalı bilgileri elde etmek için bilgileri analiz edecek, bu analiz sırasında modeller oluşturacak ve sanal gerçeklikle nesnelere görselleştirecektir.

Denetim 4.0 ile birlikte denetçinin bilgiye ulaşımı yakın mesafedeki bir ağ aracılığıyla gerçek zamanlı olacaktır. Tüm şirket, tedarikçiler ve müşteriler gibi dış kuruluşlar arasında veri toplamak için sensörler, gömülü sistemler ve yazılım modülleri şeklinde veri toplama araçları kullanılacaktır. Veri analiz teknikleri, ürün kalitesini izlemek, makine arızalarını saptamak, maliyetleri düşürmek ve karar vermeyi kolaylaştırmak amacıyla bu veriler üzerine modeller oluşturmak için kullanılmaktadır. Her veri üreten nesne ağa bağlı ve veri toplama olanağı veren bir CPS ile donatılmış olacaklarından, işleme, depolama ve iletim, fiziksel dünyanın sanal bir temsili olan “dijital ikizi” yaratma ve kullanma olanağı olacaktır. Her fiziksel nesne dijital bir ikiz ile temsil edilebilecektir. Fiziksel dünyada yaşanan

² IoS hizmetler, çeşitli kanallar üzerinden sunulan ve çeşitli tedarikçiler tarafından birleştirilebilir İnternet üzerinden hizmet sunan servis.

koşullar, konumlar, çevre ve tarih gibi her olay sanal gösterime dönüşecektir. Dijital dünyadaki bağımsız bir üçüncü tarafta, hizmetlerin interneti olarak sanal oluşum yaratacak sınırsız veri kapasitesine sahip entegre bir bulut sistemi olacaktır. Dijital ikiz yönteminin sağlayacağı faydalar arasında, muhasebe işlemlerinde otomatik onay; envanter otomasyonu; nakit akış dengesinin değerlendirilmesi; gerçek zamanlı etkileşim ölçümü ve yönetimi; gerçek zamanlı arızalar ve usulsüzlüklerin tespiti; uzaktan sürekli izleme ve denetim sayılabilir.

Nİ ortamında denetim yaklaşımının geleneksel denetim yaklaşımına üstünlükleri bulunmaktadır. Nİ'ne dayalı denetim yaklaşımında denetçi, sadece denetimin yapıldığı dönemlerde değil, her zaman işletmedeki faaliyetler hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Böylece denetçinin faaliyetler tamamlandıktan çok sonra değil, faaliyetler devam ederken bilgi sahibi olma, yönetimi ve hatta gerekirse bağlı olduğu üst kurumları uyarma fırsatı olacaktır. Bu nedenle, işletme faaliyetleri ve denetim faaliyetlerinin birlikte veri ağında uyum sağlaması gerekmektedir (Erturan ve Ergin 2017). Nİ'nin bir uzantısı olarak işletmeler de akıllı işletmelere dönüşecek ve her işletmenin bir dijital ikizi olacaktır. Bu dijital ikiz yardımı ile denetçi ve mali müşavir her an işletme verilerine ulaşacak ve sorunları kaynağında çözme olanağı bulacaktır. Akıllı işletmelerin bünyesinde akıllı makine ve ekipmanlar, akıllı ürün bandı, akıllı üretim süreci, akıllı mühendislik dizaynı (akıllı ürünler tasarımları, akıllı servis hizmetleri gibi), sistem kontrolleri (yönetim, üretim ve geri bildirim), Nİ uygun akıllı lojistik, veri analizi ve sürekli gelişen sistemler ve e-muhasebe işlemleri sayılabilir.



Kaynak: Dai ve Vasarhelyi (2016)'dan esinlenerek düzenlenmiştir.

Şekil 1. Dijital Denetimde Dijital İkiz Uygulaması

Akıllı işletmeler ve denetim süreçleri ile ilgili oluşturduğumuz model Şekil 1'de sunulmaktadır. Şekil 1'de akıllı işletmenin sanal bir ortamda dijital ikizi oluşturulmuştur. Dijital denetim sistemi veri toplamak için sensörler, gömülü bilgisayar sistemleri (fiber optik sistemler) ve yazılım modülleri gibi veri toplama araçları kullanmaktadır. Dijital ikiz aracılığıyla işletmede oluşan her işlem gerçek zamanlı olarak buluta yüklenmektedir. Bulutta; akıllı makinelerden, işletmelerin ERP sistemlerinden, müşterilerden, satıcılardan, kamu kurumlarından, bankalardan yüklenen farklı bilgiler bulunmaktadır. İşletmenin iletişimde olduğu müşterileri, satıcıları, lojistik firması, finans kuruluşları da akıllı sistemleri kullanması durumunda tüm veriler Büyük Veri Bankasında toplanmaktadır. Bu toplanan bilgiler aracılığıyla sürekli denetim yapılacak, sorunlar erken teşhis edilecek ve gerekli müdahale zamanında yapılacaktır. Bilgi kullanıcıları için maliyet oluşmadan alınacak önlemler ile sorunlar çözülebilecektir. Bu yapıda oluşabilecek olumsuzlukların başında, yüklenen bilginin bir standart yöntemi olmaması durumunda, denetçinin karşılaşılabileceği sorunlar olabilir. Denetimin sağlıklı yapılabilmesi için yüklenen bilginin güvenilir, tutarlı, karşılaştırılabilir nitelikte olmasını sağlamak amacıyla uluslararası muhasebe ve denetim standartlarının, yeni teknolojik gelişmelere uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Fiziksel ortamda gerçekleşen bütün işlemler gerçek zamanlı olarak Şekil 1'deki veri bulutuna yüklenecektir. Fiziki ortam ve dijital ikiz birbiriyle bütünleşerek uyumlu olarak çalışacaktır. İç ve dış

denetçi erişim kodları yardımı ile büyük veri havuzunda denetlediği işletme ile ilgili verilere gerçek zamanlı olarak ulaşacak ve oluşan hataları tam zamanlı olarak düzeltebilecektir. Bu sistem denetim maliyetlerinin düşmesine, iş yükünün azalmasına ve denetimin kalitesinin artmasına yardımcı olacaktır.

4. SONUÇ

Yüz yıl önce muhasebe denetimi belge üzerinde ve genellikle işletmede üretilen belgelerin tümünün kontrol edilmesiyle yapılmaktaydı. Denetim çalışmaları manüel olarak hazırlanan çalışma kâğıtlarına yazılmaktaydı. 1990'lı yıllardan sonra taşınabilir bilgisayarların kullanımının başlaması ve denetim programları için yazılımların gelişmesiyle, denetim çalışmaları bilgisayar ortamına taşındı. Endüstri 4.0 ile şirketlerin hedeflediği dijital dönüşüme denetim kuruluşları da entegre olmalıdır. Şirketlerin iş yöntemlerini dijital bir ortamdan yararlanarak geliştirmesi, denetim sürecinde de bir dönüşümü gerektirmektedir. Geleneksel denetim çalışmalarının bazı zayıflıkları (denetlenecek şirkete ulaşım ve işgücü maliyetleri, denetim çalışmalarının şirketin kayıt sürecini tamamladıktan çok sonra yapılıyor olması, üçüncü taraflardan alınan doğrulamalar için geçen süre vb.), denetim sürecinin dijitalleşmesi ile çözülebilir. Bu bağlamda, dijital ikiz yönteminin kullanılmasıyla gelecekte iş yapma yöntemlerinde köklü değişiklik yaşanacaktır.

Başta sanayi olmak üzere, şehirler gibi dijital teknolojilerin kullanılarak akıllı bir dünya yaratma çabasında, dijital kavramların ve dijital araçların kapasitelerinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu çalışmada öncelikle dijital kavramlar kısaca açıklanmıştır. Bu sürece denetim kuruluşlarının uyum sağlaması için öncelikle geleneksel denetçi tanımının da güncellenmesine gerek duyulmaktadır. Bu çalışmanın üçüncü bölümünde, denetçi için, teknolojiye duyarlı yeni bir tanım yapılmıştır. Ayrıca, geleneksel denetim süreci ile dijital denetim süreci karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Dijital ikiz yönteminin kullanılması ile veriler dijital ortama taşınacaktır. Denetçi, dijital ortamdaki verilere anlık olarak ulaşım sağlayabileceği için, oluşan hata ve hileleri saptama ve şirket yönetimini ve gerekli durumlarda bağlı olduğu üst birimi bilgilendirme bugünkü yapıya göre çok hızlı, nesnel ve güvenilir olacaktır. Denetim sürecinin dinamik bir yapıya kavuşması, tüm paydaşlar için katma değer yaratacaktır.

Endüstri 4.0 ile başlayan süreçte çalışmaları sanayi şirketleri yapmaktadır. Hizmet sektöründeki şirketlerin de bu sürece dahil olması gerekmektedir. Muhasebe denetim kuruluşları da denetleyecekleri şirketlerin verilerine dijital ortamda ulaşacak altyapı hazırlıklarına başlamalıdır. Bu dijital ortamdaki veri akışının denetim kuruluşlarının bilgi ihtiyacına cevap verecek şekilde standart bir şekle sokulması için denetim kuruluşları da kendi aralarında toplanarak dijital denetim sürecini yönetmelidirler. Dijital denetim sürecinde gereksinim duyulacak denetçi profilinin de oluşturulması ve işe alım ve eğitimlerin

bu yeni yapıya uygun hazırlanması çalışmalarını için bir yol haritası hazırlanmalıdır. Denetim 4.0 olarak adlandırılan yeni dönemde, şirketin finansal ve finansal olmayan verilerini değerlendirecek olan dijital ikizinin, denetim sürecini, denetim risklerini ve erken uyarı sinyallerini öğrenmesi için gereksinim duyulan ileri bilgi teknolojileri üzerinde çalışılmalıdır. Gelecekteki denetim 5.0 neslinde ise, iç denetim ile dış denetimin bir bütünlük içinde dijital ortamda faaliyetlerini gerçekleştirdiği bir süreç öngörülebilir.

KAYNAKÇA

- Acatech. 2013. Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. April, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf, (Erişim Tarihi: 15. 09. 2017).
- Alçın, S. 2016. “Üretim İçin Yeni Bir İzlek: Sanayi 4.0”, Journal of Life Economics, 3 (2).
- Aslan, Ü. ve Y. Özerhan. 2017. “Big Data, Muhasebe ve Muhasebe Mesleği”, Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, 19 (4).
- Atzori, L., A. Iera ve G. Morabito. 2010. “The Internet of Things: A Survey, Computer Networks, 54 (15).
- Bierstaker, J., D. Janvrin ve D. J. Lowe. 2014. “What Factors Influence Auditors’ Use of Computer-Assisted Audit Techniques?”, Advances in Accounting, 30 (1).
- Boland, C. M., S. N. Bronson ve C. E. Hogan. 2015. “Accelerated Filing Deadlines, Internal Controls, and Financial Statement Quality: The Case of Originating Misstatements”, Accounting Horizons, 29 (3).
- Campbell, M.M. 2015. Digital Twins Made Tangible: The Bike Example, https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/digital-twins/#Digital_twins_made_tangible_the_bike_example, (Erişim Tarihi: 16. 10. 2017).
- Cangemi, M. P. 2016. “Views on Internal Audit, Internal Controls, and Internal Audit’s Use of Technology”, EDPACS, 53 (1).
- Christopher, L. 2013. Top 10 Leonardo da Vinci Inventions, <https://www.geniusstuff.com/blogs/10-leonardo-da-vinci-inventions.htm>, (Erişim Tarihi: 20. 10. 2017).
- Dai, J. ve M. A. Vasarhelyi. 2016. “Imageneering Audit 4.0”, Journal of Emerging Technologies in Accounting, 13 (1).

Erturan, İ. ve E. Ergin. 2017. “Muhasebe Denetiminde Nesnelerin İnterneti: Stok Döngüsü”, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 75.

Fırat, S.Ü.O. 2016. “Sanayi 4.0 Dönüşümü Nedir? Belirlemeler ve Beklentiler”, Sanayici Dergisi, 6.06.2016, <http://www.sanayicidergisi.com.tr/sanayi-40-donusumu-nedir-belirlemeler-ve-beklentiler-makale,585.html>, (Erişim Tarihi: 27. 12. 2017).

Gartner, 2017. Gartner’s Top 10 Strategic Technology Trends for 2017, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>, (Erişim Tarihi: 12.10.2017).

Hausmana, A. ve W. J. Johnston. 2014. “The Role of Innovation in Driving the Economy: Lessons from the Global Financial Crisis”, Journal of Business Research, 67 (1).

Hermann, M., T. Pentek ve B. Otto. 2015. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review, http://www.snom.mb.tudortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf, (Erişim Tarihi: 16. 11. 2017).

Jans, M., M. G. Alles ve M. A. Vasarhelyi. 2014. “A Field Study on the Use of Process Mining of Event Logs as an Analytical Procedure in Auditing”, The Accounting Review, 89 (5).

Kagermann, H., W. Lukas ve W. Wahlster. 2011. Industrie 4.0 –Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4, Industriellen Revolution, VDI Nachrichten, Berlin.

Kahraman, H. 2017. Nesnelerin İnterneti’nde Dijital İkizlerin Yükselişi, <https://www.endustri40.com/nesnelerin-internetinde-dijital-ikizlerin-yukselisi/> (Erişim Tarihi: 25. 12. 2017).

Kaku, M. 2014. The Future of the Mind, City University of New York.

Krahel, J.P. ve W. R. Titera. 2015. “Consequences of Big Data and Formalization on Accounting and Auditing Standards”, Accounting Horizons, 29 (2).

Li, H., J. Dai, T. Gershberg ve M. A. Vasarhelyi. 2018. “Understanding Usage and Value of Audit Analytics for Internal Auditors: An Organizational Approach”, International Journal of Accounting Information Systems, 28.

Liu, Q. ve M. A. Vasarhelyi. 2014. “Big Questions in AIS Research: Measurement, Information Processing, Data Analysis, and Reporting”, Journal of Information Systems, 28 (1).

Markham, J. W. 2015. A Financial History of Modern U.S. Corporate Scandals, Routledge Taylor and Francis Group, London and New York.

Murphy, M.L. 2015. How the Internet of Things will Impact CPAs, https://www.aicpastore.com/Content/media/PRODUCER_CONTENT/Newsletters/Articles_2015/CPA/MAY/impact_CPAs.jsp, (Erişim Tarihi: 15. 11. 2017).

NASA Technology Roadmap. 2010. DRAFT Modeling, Simulation, Information Technology & Processing Roadmap Technology Area 11, November 2010, Shafto, M., M. Conroy, R. Doyle, E. Glaessgen, C. Kemp, J. Le Moigne ve L. Wang.

Ölekli, H. ve E. Durmaz. 2016. “Veri Analizi Denetimin Kalitesini ve Değerini Artırır”, KPMG Gündem, Kış 2016, 50-53, <https://home.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/03/tr-veri-analizi-denetimin-kalitesini-ve-degerini-artirir.pdf>, (Erişim Tarihi: 19. 10. 2017).

Protiviti. 2015. Internal Audit Capabilities and Needs Survey, (<http://www.protiviti.com/en-US/Documents/Surveys/2015-Internal-Audit-Capabilities-and-Needs-Survey-Protiviti.pdf>) (Erişim Tarihi: 15. 01. 2018).

Rose, A. M., J. M. Rose, K. Sanderson ve J. C. Thibodeau. 2018. “When Should Audit Firms Introduce Analyses of Big Data Into the Audit Process?”, Journal of Information Systems, 31 (3).

Soltani, B. 2013. “The Anatomy of Corporate Fraud: A Comparative Analysis of High Profile American and European Corporate Scandals”, Journal of Business Ethics, 120 (2).