

*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
Güz 2012 Sayı 29*

SÜREÇ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARINDA VERİ MADENCİLİĞİ YAKLAŞIMININ KULLANILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Esin Cumhur YALÇIN PİRİNÇCİLER*

Ali ŞEN**

ÖZET

Bilgisayar teknolojisindeki ilerleme, işletmelerin çok miktardaki veriyi saklayabilmesi ve gerektiğinde veriyi anlamlı bilgiye dönüştürmesini sağlamaktadır. Mevcut verileri bilgiye dönüştürme sürecinde veri madenciliği teknikleri kullanılarak süreçler analiz edilebilmektedir. Veri Madenciliği ile elde edilen sonuçlar müşteri odaklı bir işletme için girdi teşkil etmektedir.

Bu çalışmada işletmelerin artan rekabet koşulları karşında ayakta kalabilmesi için kaçınılmaz olarak hedeflenen sürekli iyileştirme ve bu amacı benimseyen Altı Sigma metodolojisi ve teknikleri incelenmiştir. Altı Sigma yol haritası olarak kullanılan DMAIC döngüsündeki aşamalara yer verilmiştir. Özellikle verilerin toplanması, ölçülmesi ve analiz edilmesi sürecinde Veri Madenciliği tekniklerinden faydalanılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürekli İyileştirme, Altı Sigma Metodolojisi, Veri Madenciliği

THE STUDY ABOUT USING DATA MINING APPROACH IN PROCESS IMPROVEMENT FIELD

ABSTRACT

Improvements in computer technology enable the companies to store huge amounts of data and to convert them into useful information. Data mining techniques can be used in the process of transforming existing data into information. The results obtained from data mining serve a customer-oriented company as input.

In this study, the process of continuous improvement, which is inevitably targeted by the companies to survive in an increasingly competitive environment, and the Six Sigma methodology and techniques, which aim the same thing, are analyzed. The stages of DMAIC, which is used as Six Sigma road map, are covered. It is especially aimed to use data mining techniques in the processes of collection, measurement and analysis of data.

Key Words: Continuous Improvement, Six Sigma Metodology, Data Mining

1.GİRİŞ

Üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, teknolojik ilerlemeler ve artan rekabet koşulları karşısında sürekliliğini devam ettirmek ve pazar payını arttırabilmek için süreçlerini sürekli iyileştirme yoluna gitmelidir.

* Arş.Gör.Dr.,Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü.

** Prof.Dr.,Akdeniz Karpaz Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü.

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

Süreç mükemmelliğini ve süreç değişkenliğini ortadan kaldırmayı amaçlayan Altı Sigma işletmelere süreçlerinde sürekli iyileştirme sağlamasıyla günümüzde oldukça popüler bir yaklaşım haline gelmiştir.

Süreçleri kontrol altına almak ve hatalı ürün miktarını azaltmak için hiç kuşku yok ki işletmedeki kritik süreçler tanımlanmalı, ölçülmeli, analiz edilmeli, gerekirse iyileştirmeler yapılmalı ve kontrol edilmelidir. Bunun için mevcut veriler anlamlı bilgiler haline dönüştürülmelidir. Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler işletmelerin çok büyük miktardaki veriyi depolayabilmesine imkan verir. Veri madenciliği teknikleri kullanılarak bu veri yığını içindeki gizli desenlerin ve anlamlı bilgilerin elde edilmesi mümkündür.

Bu çalışmada veri madenciliği tekniklerini incelemek ve bir Altı Sigma projesi içindeki kullanım yerini ve özelliğini göstermek hedeflenmiştir. İlk olarak sürekli iyileştirme yaklaşımından ve öneminden bahsedilmiştir. Altı Sigma metodolojisi ve kullanılan araçlar incelenmiştir. Altı Sigma ve problem çözümünde kullanılan yol haritası aşamaları araştırılmıştır. Ardından veri analizi ve veri madenciliği yaklaşımının üzerinde durulmuştur. Altı Sigma' da veri analizi ve teknikleri, veri madenciliği ve veri depolama ele alınmıştır.

2.SÜREKLİ İYİLEŞTİRME VE ALTI SİGMA YAKLAŞIMI

2.1. Süreç İyileştirme Yaklaşımı

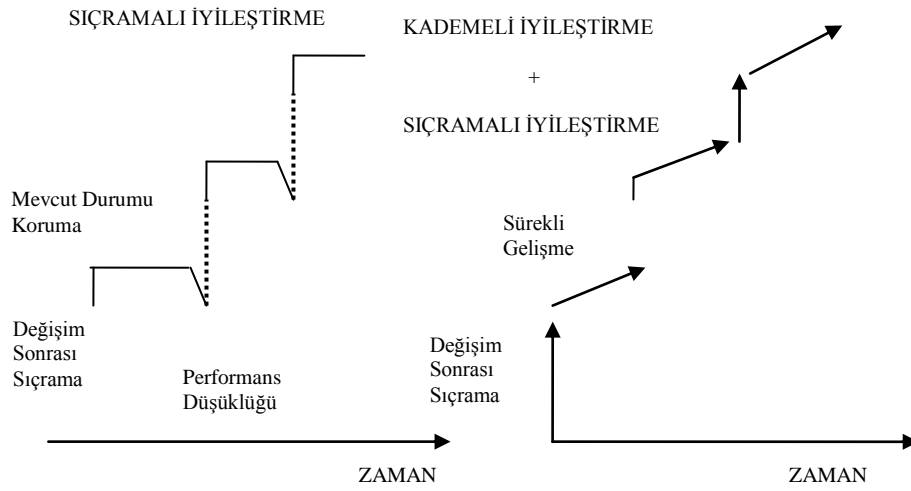
Günümüzde firmaların rekabetçi ve değişen pazar koşullarına ayak uydurabilmesi için ürün ve hizmetleri geliştiren ve sunan süreçleri, yönetmesi ve iyileştirmesi gerekmektedir.

Süreç iyileştirme, işletmelerin iş süreçlerinin ve organizasyonel yapılarının, yapılacak olan inceleme ve analizler sonucunda, uygulanacak olan belirli yöntemler ile çevrim süresini azaltmak, maliyetleri düşürmek, kalite ve iş performanslarında artış sağlamak amacı ile yapılan, müşteri beklentilerini en üst düzeyde karşılamayı hedefleyen çalışmalardır. Süreç iyileştirme, sürecin performans seviyesinin artırılmasıdır. Süreç performansı, sürecin kaynaklarının optimum şekilde kullanması ve bunun takibi şeklinde tanımlanabilir. Yapılan iyileştirmelerinin ardından sürecin performansı arttıkça yeniden işleme ve israf azalacağı için süreç daha hızlı işleyecek ve çevrim süresi kısılacaktır. Diğer bir deyişle süreç iyileştirme iş akışında katma değer yaratmayan adımların ortadan kaldırılmasıdır (Eroğlu, 2006:43).

İyileştirilecek sürecin belirlenmesinde kritik süreçlerin tespiti oldukça önemlidir. Kritik süreçleri belirlerken müşteri tatmin faktörleri göz önüne alınarak kritik başarı faktörleri tespit edilmelidir. Kritik başarı faktörleri, kuruluşun pazarda rakiplerine karşı üstünlük sağlayacaktır. Kuruluş, kritik süreçlerine öncelik vererek temel iş süreçlerini tanımlamalı ve en fazla etkiyi sağlayan süreçlere odaklanmalıdır.

Esin Cumhur YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

Süreç iyileştirme çalışmalarında yapılan değişiklikler sıçramalı ya da kademeli olabilir. İster sıçramalı iyileştirme (reengineering) isterse kademeli (sürekli) iyileştirme olsun çalışmanın başında işletme performans seviyesinde düşüklükler gözlenebilir. Bunun nedeni çok çeşitli olup yapılan uygulamanın yeni olması, uygulamada oluşabilecek bazı eksiklikler ve çalışanların tam desteğinin az olması gibi nedenler sayılabilir. Burada önemli olan süreç iyileştirmenin tek seferlik bir çalışma olmadığının bilincini benimsemek ve sürekli iyileştirmeyi hedeflemektir.



Şekil 1: Sıçramalı ve Kademeli + Sıçramalı İyileştirme

Kaynak: Carr, Johansson, 1997:167.

Sürekli iyileştirmede asıl amaç sürecin veya ürünün değişkenliğini azaltmaktır. İşletmeler performansını iyileştirmek için birçok yaklaşım kullanabilirler. Toplam kalite yönetimi, yalın üretim, kaizen, değişim mühendisliği ve Altı Sigma yaklaşımı bunlardan bazılarıdır.

Sürekli iyileştirme kavramı ilk olarak 1964' de Juran tarafından bir yönetim biçimi olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşımda kronik kalite sorunlarının çözülmesi asıl amaçtır. Juran' ın sürekli iyileştirme için uygulanmasını önerdiği 7 adım şunlardır:

1. *Davranışlarda sürekli iyileştirme:* Sürekli iyileştirmenin bir gereksinim olduğuna ve mevcut kalite düzeyinde bir değişikliğin yapılabilir olduğu konusunda herkesi ikna et.
2. *Pareto analizi:* En önemli birkaç projeyi (en önemli sorun alanlarını) belirle.
3. *Yürütme ve teşhis ekiplerinin kurulması:* Sorun nedenlerini teşhis etmek üzere analizler yap, çözüm öner.

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

4. *Bilgi konusunda sürekli iyileştirme*: Bilgide sürekli iyileştirme için örgütlen, işletmeden eksik bilgilerin toplanması için mekanizmalar geliştir.
5. *Kültürel yapıda sürekli iyileştirme*: Önerilen değişikliklerin etkilerini belirle, değişikliğe karşı olası direnmeleri ortadan kaldırma yolları ara.
6. Sonuçlarda sürekli değişiklikleri yerleştirmek ve kurumsallaştırmak için harekete geç.
7. *Yeni düzeyi koruma ve yeni bir gelişim projesi*: Yeni düzeyi sürdürmek için kontroller yerleştir (Çavuşoğlu, 2006:32-33).

2.1.1. Süreç İyileştirmenin Önemi

Süreçlerin iyileştirilmesinde aşağıdaki kriterler ön planda tutulur:

- Müşteri odaklılık
- Zamana ve gelişmelere tam uyum
- Daha hızlı ve verimli çalışma
- Kaynakların etkili kullanımı
- Çalışanların organizasyon içindeki katkılarının artması
- Yüksek kaliteli ürün ve hizmetlerin sunulması
- Maliyetlerin azaltılıp gelirlerin yükseltilmesi
- Sürekli gelişme ve iyileştirme (Örten, 2006:56)

Sürekli iyileştirme yaklaşımının taşıdığı başlıca özellikler şunlardır:

- Sürekli iyileştirme olmaksızın kalite geliştirme çalışmaları tam anlamına kavuşmaz.
- Sürekli iyileştirme sorunlarla birlikte yaşama alışkanlığına karşı çıkar.
- Sürekli iyileştirme en büyük kronik kalite sorununu hedefler.
- Sürekli iyileştirmenin “yangın söndürme” türündeki çözüm yaklaşımlarına göre üstünlüğü vardır.
- Sürekli iyileştirme ani ve büyük değişiklik kavramının tam tersidir.
- Sürekli iyileştirme felsefesini benimseyip uygulamak tüm kalite çalışmalarını amorti eder.

2.1.2. Altı Sigma Yaklaşımı

Altı Sigma işletmelerde kalite yönetimi rekabet avantajı sağlamak için önemli bir strateji olarak kabul edilmiştir. Geleneksel kalite girişimleri istatistiksel kalite kontrolü, sıfır hata ve toplam kalite yönetimi gibi uzun yıllardır çalışılan anahtar adımları içerir. Altı Sigma kalite geliştirme girişimi olarak son zamanlarda birçok endüstride popülerlik ve kabul edilebilirlik kazanmıştır. 1990' ların ortasında General Electric (GE) gibi şirketler yüksek kar benimsemesiyle Altı Sigma, 20. yüzyılın sonlarına doğru söndürülmesi güç ateş gibi yaygınlaşmıştır (Chacrabarty, Tan, 2007:194-208).

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

Altı Sigma, ürün ve hizmet ulaştırması, yönetimi ve diğer iş faaliyetlerinde tüm kalite kontrol problemlerini, hataları yani değişkenliği ve israfı minimuma indirgemeyi amaçlayan bir veri işletim metodolojisidir. Süreçleri ve ürünleri daha düzgün hale getirmek için kullanılan ileri derecede teknik bir yöntem olarak da tanımlanan Altı Sigma, müşterinin sesini (VOC) dinleyerek müşteri ihtiyaçlarına cevap vermekte, ürün ve servis hatalarını azaltmakta ve maliyetleri indirerek dünyada yeni bir standart haline gelmiştir. Şirketler pazarda rekabet avantajını sağlamanın kalite seviyelerini arttırmaya bağlı olduğunu anlamışlardır. Kendilerini “Altı Sigma Kültürü” ile bütünleştirmeye çalışan yenilikçi kuruluşların en temel hedefi, bir milyon fırsatta 3.4 hata seviyesini yakalayarak müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

2.1.3. Altı Sigma Nedir?

Altı Sigma, işe yararlığı kanıtlanmış kalite tekniklerinin sıkı, odaklı ve etkin bir uygulamasıdır. Birçok kalite öncüsünün çalışmalarıyla ortaya çıkan elemanlardan faydalanır. Amacı neredeyse hatasız iş performansına ulaşmaktır. Bir firmanın performansı iş süreçlerinin sigma seviyesi ile ölçülür. Ortalama seviyedeki süreçler milyon olasılık başına 6200’den 67000’e kadar problem, yani istenmeyen ürün veya hizmet üretmesine rağmen geleneksel olarak firmalar 3 veya 4 sigma performansına denk düşen bu oranı normal kabul ederler. Milyon olasılıkta sadece 3,4 hatayı ifade eden Altı Sigma standardı, müşterilerin artan beklentileri ile ürün ve süreçlerdeki artan karmaşıklıklara bir cevap olarak ortaya çıkmıştır (Pyzdek, 2003:3).

Altı Sigma genelde aşağıdaki şekilde tanımlanır:

“Süreç geliştirme çalışmalarında hata miktarını milyon fırsat başına 3.4 parçaya veya %0.0003’ e azaltılmasını hedefleyen bir felsefedir”.

“Müşteri beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için tüm uygulamalarda verimlilik ve etkinliği geliştirme amacıyla işletme karlılığının artması için kullanılan bir işletme stratejisidir”.

Diğer farklı tanımlar:

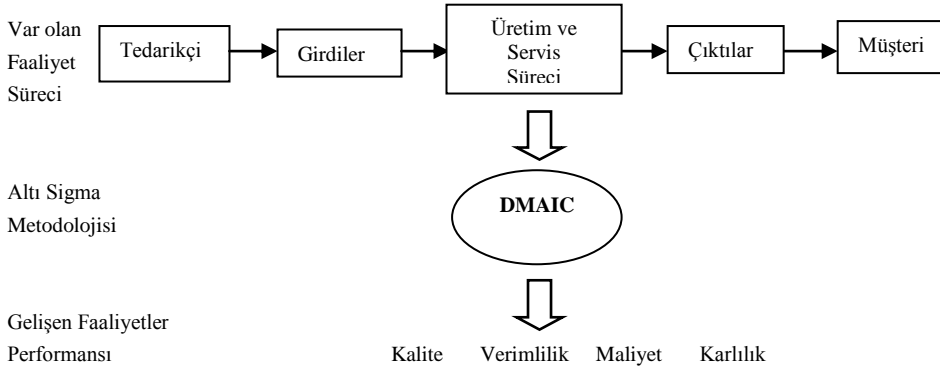
- Altı Sigma ölçme, analiz, geliştirme ve kontrol aşamalarından oluşan formal bir metodolojidir. Bu istatistiksel yaklaşım üç sigma seviyesinde ya da milyon fırsat başına 66,800 kusur (DPMO), altı sigma seviyesinde 4.0 DPMO’ dan daha az kusurun oluşmasını sağlar.
- Altı Sigma her bir şirket süreci ve üründe mükemmelliği amaçlayan istatistik tabanlı ve kapsamlı bir metodolojidir.
- Altı Sigma hata kaynağının gerçek nedenini bulmak ve gidermek için dikkatli veri toplama ve robust istatistiksel analizinin disipline bir metodudur.

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

- Minitab Altı Sigma' yı israfın azaltılması, müşteri memnuniyetinin artırılması ve sürecin gelişimi için finansal ölçülebilir sonuçlara ulaşılan bilgi sağlayan metodoloji olarak tanımlamıştır.

Çeşitli Altı Sigma tanımlarının istatistiksel hedefi, onun temel felsefesini yansıtır. Altı Sigma müşterilerin, hissedarların, çalışanların ve tedarikçilerin paylaşabileceği bir işletim felsefesidir. Temel olarak müşteri odaklı bir metodoloji olup israfı ortadan kaldıran, kalite seviyesini yükselten ve organizasyonun finansal performansını geliştirmeyi amaçlayan bir felsefedir (Chakrabarty, Tan, 2007:195-196).

Altı Sigma' yı en iyi şekilde tanımlamak istersek; hata ve kusurların nedenini araştırmak ve gidermek, işletme maliyetlerini ve çevrim zamanını azaltmak, verimliliği arttırmak, müşteri beklentilerini daha iyi karşılamak, daha fazla kaynak kullanımını başarmak, üretimde yatırımların servis sürecinin dönüşümünü sağlamaktır. Bu basit bir problem çözme metodolojisine dayanır. DMAIC (define-tanımlamak, measure-ölçmek, analyze-analiz etmek, improve-geliştirmek, control-kontrol etmek) döngüsü istatistiksel yöntemler ve süreç geliştirme kalemlerini içerir.



Şekil 2: Altı Sigma ve Süreç İyileştirme

Kaynak: Evans,Lindsay,2005, s.3.

Altı Sigma' nın temel felsefesi bazı temel konulardan oluşur:

1. Bütün stratejik amaçlara yoğunlaşarak, faaliyet süreci ve müşteri isteklerini anahtar kavram olarak düşünme.

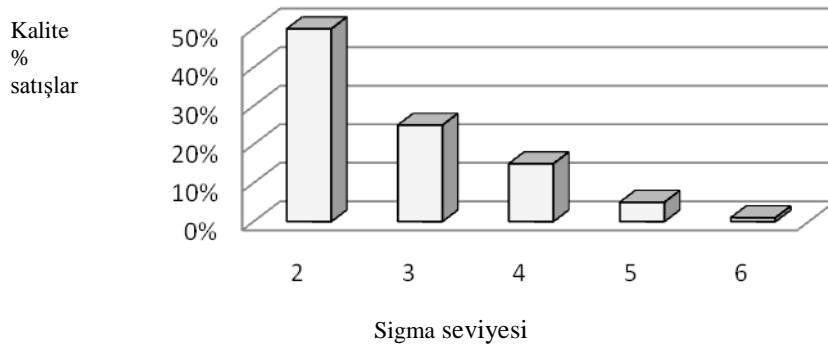
2. Projenin şampiyonluğu için sorumlu sponsor ortaklarına odaklanmak, takım faaliyetlerini desteklemek, değişimdeki direnişin üstesinden gelmek ve kaynak sağlamak.
3. Milyonda bir hata ile kalite ölçümünün önemini vurgulamak, organizasyonun her bölümü ile ilgilenmek: üretim, mühendislik, yönetim, yazılım programcılığı ve diğerleri.
4. Proje takımı tarafından büyük çaplı çalışmalar yapmak, karlılığı geliştirmek için ilave değeri olmayan faaliyetleri ve çevrim zamanını azaltmak.
5. Gelişim kalemlerini ve lider takımını sağlayan gelişim uzmanı ile yüksek kalitede gelişim sürecini yaratmak
6. Gelişim için uzun süreli hedefler oluşturmak(Evans, Lindsay,2005:1-4).

2.1.4.Neden Altı Sigma?

Geleneksel anlamda kalite, şartlara uygunluk olarak tanımlanır. Altı Sigma' nın sadece geleneksel kalite tanımı ile ilgili olduğunu düşünmek yanlıştır. Altı Sigma, müşteriye sunulan değeri artırarak ve verimliliği iyileştirerek şirketin daha çok kazanç sağlamasına yardımcı olur.

Altı Sigma müşteri isteklerine, hataları önlemeye, çevrim süresini kısaltmaya ve maliyet azaltmaya odaklanır. Bu nedenle, Altı Sigma' nın faydaları iş sonuçlarına direkt olarak yansır.

Altı Sigma uygulamayan şirketlerde kalite maliyetleri oldukça yüksektir. Üç veya dört sigma düzeyinde çalışan şirketler tipik olarak satış gelirlerinin %25-40' ını problemleri düzeltmek için harcarlar. Bu, kalite maliyeti veya kötü kalite maliyeti olarak bilinir. Altı Sigma düzeyinde çalışan şirketler ise Şekil 3' de görüldüğü gibi, gelirlerinin %5' inden azını problemleri çözmek için harcarlar. General Electric, 6 sigma düzeyinde katlandıkları kalite maliyetlerinin, 3 veya 4 sigma düzeyinde iken katlandıkları maliyetlerden yaklaşık olarak yılda 8 ile 12 milyar dolar daha az olduğunu belirtmektedir.

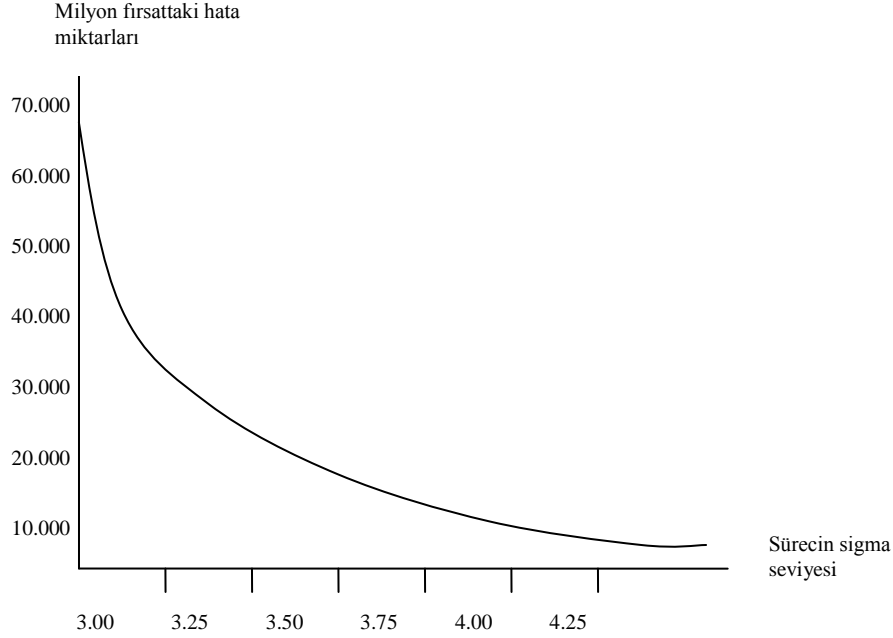


*Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması
Üzerine Bir Çalışma*

Şekil 3: Sigma Seviyesine Karşı Kalite Maliyetleri

Kaynak: Pyzdek, 2003,s.6.

Maliyetlerin doğrudan sigma seviyesi ile ilgili olmasının nedeni basittir: Sigma seviyesi hata oranının bir ölçütüdür ve hataları yok etmenin bir maliyeti vardır. Şekil 4’ de, sigma seviyesi arttıkça hata oranlarının üstel olarak düştüğüne ve bunun Şekil 3’ deki maliyet verileriyle birlikte değiştiğini ve ayrıca hataların yüzde olarak değil, milyon olasılıkta hata miktarı olarak gösterilir. Bu, Altı Sigma’ nın getirdiği bir başka yeniliktir.



Şekil 4: Hata Oranına Karşı Sigma Seviyesi

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.7.

2.1.5. Altı Sigma ve Problem Çözümü

Problem çözme değişen durumlar için oluşturulan aktivitelerdir. Altı Sigma’ nın temelinde kalite başarısı ve iş performansı gelişimi için problem çözmeye ve tanımlamaya dayanır. Deming, Joseph Juran ve Philip Crosby gelişim için özel metodolojiler oluşturmuştur. Genel olarak aşağıdaki maddeleri oluşturur:

Yeniden tanımlama ve problem analizi

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

- Veri analizi
- Varsayımlara dayandırma
- Problemi yeni bakış açılarıyla inceleme
- Başarı hedefi ile problem tanımlama

Fikir üretmek: Olası çözümler yaratmak için fikir üretmek; beyin fırtınası

Fikir değerlendirme ve seçme

Fikirleri uygulama (Evans, Lindsay; 2005:39-40).

Altı Sigma' nın temellerinin bir ölçüm standardı olan normal eğri ve normal dağılım kavramı Frederick Gauss tarafından ortaya konulmuştur. 1922 yılında Walter Shewhart çıktı varyasyonunun ölçümü olarak üç sigmayı ilk kez önermiştir. Çıktı bu limitin ötesine çıktığında sürece müdahale edilmesi gerekli olduğunu ifade etmiştir. Üç sigma kavramı, sürecin %99.973 ya da milyon fırsat başına 2,600 kusur oranı ile ilişkilidir. Bu durum 1980' lerin başına kadar birçok üretim birimi için yeterli olmuştur.

Motorola kalite sistemlerini kullanarak ve benimseyerek devrim yapmıştır. Altı Sigma' nın temel elemanları yeni değildir. İstatistiksel süreç kontrolü, FMEA, tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirlik ölçekleri ve diğer araçlar uzun zamandır kullanılmaktaydı. Altı Sigma bu temel kalite araçlarını yüksek-seviyeli yönetim desteğiyle birleştirerek bir yapı sunmuştur.

Bu araçlar için bir sınıflandırma planı vardır, çoğunlukla tanımlama, ölçme, analiz, geliştirme ve kontrol (DMAIC) metodolojisine dayanır. Diğer sınıflandırma planları American Society for Quality (ASQ) ve Tague (1995) tarafından araç matrisi olarak tanımlanmıştır. ASQ sınıflandırma planı ve araç matrisi benzer kategorilere sahiptir ancak, araç matrisi ASQ sınıflandırma planında daha çok araç içerir. Bu araçların kategorileri aşağıdaki gibidir:

1. Neden analizi araçları,
2. Veri toplama ve analizi araçları,
3. Değerlendirme ve karar verme araçları,
4. Fikir yaratma araçları,
5. Süreç analiz araçları,
6. Proje planlama ve gerçekleştirme araçları,
7. Yedi temel kalite araçları,
8. Yedi yeni yönetim ve planlama araçları.

DMAIC metodolojisi hakkında daha çok bilgi kullanılır. DMAIC daha çok mevcut süreçler için kullanılır. Bu yaklaşım sadece Altı Sigma araçlarının kullanımını değil, finansal analiz ve proje plan geliştirmesi gibi diğer kavramları da dahil eder. DMAIC metodolojisi var olan süreçte tanımlanmış

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

performans seviyesine ulaşıldığında çok iyi sonuçlar verir. Eğer süreç yeniyse DFSS (Design for six sigma) gereklidir. DFSS üretim, süreç ve hizmet tasarımı için çok sıkı yaklaşımlar ve birçok disiplinden oluşur. Bu yaklaşımlar:

- Gelişme kavramı, gelişme tasarımı, optimizasyon tasarımı ve özelliklerinin uygunluğunun onaylanması,
- Tanımlama, ölçme, analiz, tasarım ve onaylama (DMADV),
- Tanımlama, ölçme, analiz, tasarım, optimize ve onaylama (DMADOV),
- Belirleme, karakterize etme, optimize ve onaylama (ICOV),
- Belirleme, tasarım, optimize ve onaylama (IDOV),
- Tanımlama, müşteri kavramı, tasarım ve uygulama (DCCDI),
- Tanımlama, ölçme, araştırma, geliştirme ve uygulama (DMEDI).

DFSS metodolojisindeki araçlar DMAIC metodolojisinden farklıdır. DFSS yaratıcı problem çözme teorisi, aksiyom tasarımı ve kalite fonksiyon yayılımı gibi yenilikçi araçları içerir ama DMAIC de bu araçlar yoktur (Chacrabarty, Tan, 2007:196-197).

2.1.6.DMAIC ve Diğer Geliştirme Modelleri

Altı Sigma, kalite profesyonelleri tarafından kullanılan geleneksel kalite araçlarına bazı yenilikler getirmektedir. Bunlar;

1. DMAIC olarak bilinen iyi tanımlanmış geliştirme modeli kapsamında anlatılmaktadır. Bilgisayarlar yoğun bir biçimde kullanılmaktadır.
2. Tanımlanmış paydaşlar için somut sonuçları sağlamak amacıyla tasarlanmış gerçek projelere uygulanabilmektedir.
3. Madde 1 ve madde 2, eğitim alırken projeler üzerinde çalışan tam zamanlı dönüşüm temsilcilerine sağlanan kapsamlı bir eğitim yönetimi ile bütünleştirilmektedir.

2.1.7. DMAIC

Altı Sigma' nın araçları Tanımla-Ölçme-Analiz-Geliştirme-Kontrol (DMAIC) olarak bilinen basit performans geliştirme modeli ile uygulanmaktadır. DMAIC şekil 5' da özetlenmiştir.

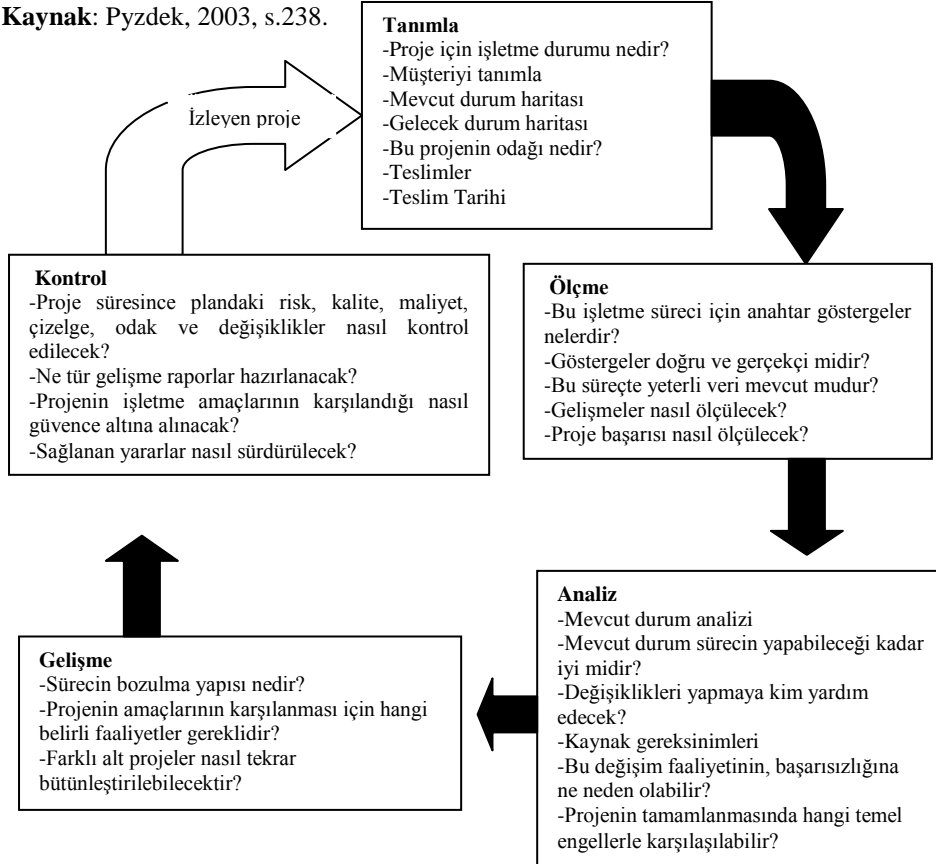
- Tanımlama Aşaması: Problemin kaynağı nedir?
- Ölçme Aşaması: Sürecin yeterliliği ne seviyededir?
- Analiz Aşaması: Hatalar nerede ve ne zaman ortaya çıkar?
- İyileştirme Aşaması: Süreç yeterliliği nasıl altı sigma seviyesine ulaşabilir?
- Kontrol Aşaması: Kazancın sürekli olması için nasıl bir kontrol sağlanmalıdır?
-

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

D	Geliştirme faaliyetinin amaçlarının tanımlanmasıdır. En üst seviyede amaçlar, müşteri sadakati, yüksek yatırım getirisi, artan pazar payı veya artan müşteri tatmini gibi işletmenin stratejik amaçları olmaktadır. İşletme seviyesinde, bir amaç, bir üretim bölümünün çıktılarını artırmak olabilir. Proje seviyesindeki amaçlar ise hata miktarını azaltmak ve belirli bir süreç için çıktıyı artırmak olabilir. Amaçlar, müşteriler, paydaşlar ve çalışanlar ile iletişim halinde belirlenmelidir.
M	Mevcut sistemin ölçülmesidir. Önceki adımda tanımlanan amaçlar öncülüğünde gelişmeleri izleyebilmede yardımcı olacak doğru ve gerçekçi ölçütler belirlenmelidir.
A	Belirlenen amaçlarla sistemin veya sürecin mevcut performansı arasındaki farkların ortadan kaldırılması amacıyla yöntemlerin tanımlanması için sistemin analizidir.
I	Sistemin geliştirilmesidir. Yapısal işlemlerin daha iyi, daha ucuz ve daha hızlı yapılabilmesi için yeni yöntemlerin bulunmasında yaratıcı olmak önem kazanmaktadır. Yeni yaklaşımın uygulanması için proje yönetimi ve diğer planlama ve yönetim araçları kullanılmalıdır. Gelişimin doğrulanması için de istatistiksel araçlardan yararlanılmalıdır.
C	Yeni sistemin kontrol edilmesidir. Politikalarda, yöntemlerde, MRP sisteminde, bütçelerde, işletim talimatlarında ve diğer yönetim sistemlerinde düzenlemeler yapılarak geliştirilmiş sistemin kurumsallaştırılmasıdır. Belgelendirmenin doğruluğunu güvence altına almak için ISO 9000 ve diğer standartlarından yararlanılabilir.

Sekil 5: DMAIC Genel Görünümü

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.238.



Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

Şekil 6: Altı Sigma Projelerinde DMAIC' in Kullanımı

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.239.

DMAIC Şekil 6' da gösterilen Altı Sigma projelerin yönetiminde yararlı olacak bir yapıyı sağlamaktadır.

3.VERİ ANALİZİ VE VERİ MADENCİLİĞİ

3.1. Altı Sigma' da Veri Analizi

Altı Sigma metodolojisinde kullanılan DMAIC modeli süreçlerin sürekli iyileştirilmesine, gerekirse yeniden tasarlanmasına ve süreçlerin yönetimine odaklanır. Altı Sigma yaklaşımının en ayırt edici özelliği de DMAIC gibi bir “süreç iyileştirme stratejisine” sahip olmasıdır. İyileştirilmesi istenen süreçler için seçilecek projeler ile temel adımlar izlenir. Şekil 7' de bu adımlar için yapılması gerekenler özetlenmiştir. Tablo 1' de de temel adımlarda kullanılabilecek Altı Sigma araçları gösterilmiştir ve özellikle veri madenciliğinin Altı Sigma projelerindeki yerini göstermek amaçlanmıştır.

Tanımla (Problemin tanımlanması)	Proje için CTQ belirle Proje bildirgesini geliştir Süreç haritasını çiz
Ölçme (Değişkenleri ölçme)	CTQ seç Performans standartlarını tanımla Veri toplama planı oluştur Ölçme sisteminin geçerliliğini ve güvenilirliğini test et ve verileri topla
Analiz (Hipotezleri oluştur ve analiz et)	Süreç yeterliliğini oluştur Performans amaçlarını tanımla Değişkenliğin kaynaklarını belirle
İyileştir (Süreci iyileştir)	Potansiyel nedenleri gözden geçir Değişkenler arasındaki ilişkileri belirle Pilot çözümü oluştur
Kontrol (Süreci kontrol et)	Ölçüm sisteminin geçerliliğini incele Süreç yeterliliğini belirle Süreç kontrol sistemini uygula ve projeyi tamamla

Şekil 7: Altı Sigma Temel Adımları ve Yapılacak İşlemler

Kaynak: Evren, 2006,s.47.

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

Tablo 1: Projenin Her Bir Aşamasında Genellikle Kullanılan Altı Sigma Araçları

Proje Aşaması

Kullanılabilir Altı Sigma Araçları

Tanımla	Müşterinin sesi araçları (araştırmalar, odak grupları, mektuplar, tavsiye kartları) Süreç haritalama QFD, SIPOC Kıyaslama
Ölçme	Ölçüm sistem analizi Veri Analizi Tanımlayıcı istatistik Veri madenciliği Run şemaları Pareto analizi
Analiz	Neden sonuç diyagramları Ağaç diyagramları Beyin fırtınası Süreç davranış şemaları(SPC) Süreç haritaları Deney tasarımı Anlam çıkarıcı istatistik (hipotez testleri) Sonuç istatistiği (X'ler ve Y'ler) Hata modu ve Etkileri Analizi Simülasyon
Geliştirme	Güç alan diyagramları 7M araçları Proje planlama ve yönetim araçları Prototipler ve pilot çalışmalar
Kontrol	Süreç davranış şemaları Hata Modu ve Etkileri Analizi ISO 9001 Bütçe değişimleri, öneri modelleri, maliyet tahminleme yöntemleri Raporlama sistemleri

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.240.

3.2Altı Sigma' da Veri Madenciliği

Altı Sigma faaliyetleri ile yakından ilgili olan 3 enformasyon sistemi vardır:

- Veri ambarlama
- On-line analitik işleme (OLAP)
- Veri madenciliği

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

İlk konu, kuruluşun hangi verileri elinde bulundurduğu ile ilgilidir ve dolayısıyla Altı Sigma faaliyetlerinde kullanılabilir. Bu konu, Altı Sigma analizleri için giriş kolaylığı sağlayarak verinin nasıl depolandığını etkiler. OLAP, büyük veri tabanlarının, Altı Sigma teknik liderlerinin sahip olduğu teknik bilgiye sahip olmayan kişiler tarafından analiz edilmesine olanak sağlar. Veri madenciliği ise, verilerin, gelişmiş araçlar ve yöntemler kullanılarak geriye dönük analizini içerir.

3.2.1. Veri Ambarlama

Veri ambarı, ilişkili verilerin sorgulandığı ve analizlerinin yapıldığı bir depodur. Bir veri ambarı, analizler ve sorgular için kullanılabilir, bütünleşmiş bilgi deposudur. Veri ve bilgiler, üretildiklerinde heterojen kaynaklardan elde edilirler. Stanford Üniversitesine göre: Veri ambarı, başlangıçta farklı kaynaklardan gelen verinin üzerinde daha etkili ve daha kolay sorguların yapılmasını sağlamaktadır.

Immon' a (1996) göre bir veri ambarı zamanla ani değişimler olmayan ve yönetim tarafından destek kararların alınabileceği, konuların (birimlerin) toplanması hakkında bütünleşmiş bir veri toplamıdır.

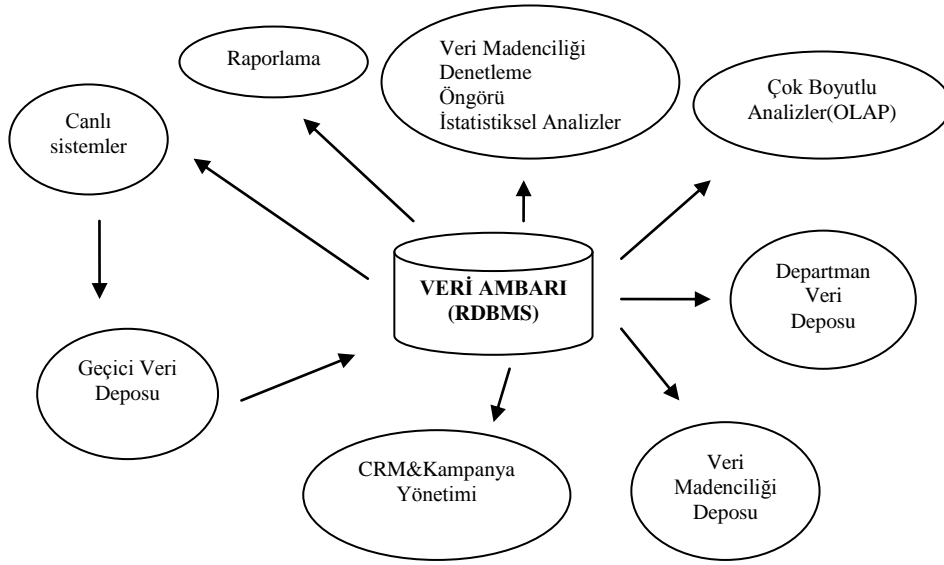
Bir veri ambarının yaratılması iki yaklaşım yoluyla yapılır: İlk yaklaşım tüm şirket bilgileri ile çevreden gelen bilgileri birleştirerek oluşturulan tek merkezleşmiş yaratıma dayanır. İkinci yaklaşım ise veri pazarı adı verilen farklı temaya sahip veri tabanlarını bir araya getirmektedir. Özetlemek gerekirse geçerli bir veri ambarı yapısı aşağıdaki bileşenlere sahiptir:

- a) Verinin depo evi olan merkezleşmiş bir arşiv,
- b) Veri ambarında nerede ve neyin mevcut olduğunu tanımlayan bir meta veri yapısı,
- c) Veri matrisleri gibi istatistiksel yapılar içinde değiştirilebilen ve kolayca ulaşılabilen spesifik ve tematik veri pazarı dizisi,

Çoklu sıralı veri ambarlama yapısı, verilerin kuruluştaki nasıl kullanıldığı konusuna odaklanır. Giriş ve saklama etmenlerinin, verilerin çoklu bölümsel ambarlarda özetlenmesini gerektirdiği durumlarda, ambarın verilerdeki geçmiş analizlere ait tüm detayları tutması Altı Sigma analizi için daha iyidir. Bu yapının ana bileşenleri şunlardır:

- *Kaynak sistemleri* verilerin geldiği yerdedir.
- *Veri transferi ve temizlenmesi* verileri farklı veri kaynakları arasında hareket ettirir.
- *Merkezi ambar* veri deposunun ana saklama yeridir.
- *Metadata* neyin nerede mevcut olduğunu tanımlar.
- *Veri pazarları (mart)* son kullanıcılar ve uygulamalar için hızlı, uzmanlaşmış giriş sağlar.

- *İşlemsel geribildirim karar desteği işlemsel sistemlerle birleştirir.*
- *Son kullanıcılar ambar kurulduğu ilk yerde geliştirmenin nedenleridir.*



Şekil 8. Veri Ambarı Bileşenleri

Kaynak: Dolgun, 2006, s.11

3.2.2.OLAP

On-line analitik işleme, OLAP, sıradan kullanıcılara, büyük veri tabanlarından yararlı bilgi elde etmelerini sağlamak üzere tasarlanmış araçların toplamıdır. Bu veri tabanları bir veri deposunun içinde bulunabilir veya bulunmayabilir. Eğer bulunuyorlarsa, kullanıcı verinin temizlenmiş ve kullanımın daha etkin olmasından yararlanır. OLAP, “küpler” halinde düzeltilmiş verileri kullanan gelişmiş grafiksel arayüze sahip müşteri-hizmet araçlarından oluşur. Küp kullanıcıların verileri istedikleri gibi kesmelerine (parçalamalarına) olanak veren sorgular için ideal olarak uygundur. OLAP araçları, standart veri tabanlarındaki SQL sorgularına kıyasla çok hızlı yanıt süresine sahiptir. OLAP’ nin temel birimi küptür. Bir OLAP kübü, bir veya daha fazla veri tabanından veriyi özetleyen alt küplerden oluşur. Her küp veri tabanındaki farklı alanları temsil eden çok boyuttan oluşur. Örneğin, bir OLAP

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

kübü, Şekil 9’ da gösterildiği gibi, aylara, ürünlere ve bölgelere göre düzenlenmiş garanti haklarından oluşabilir.



Şekil 9: Bir OLAP Kübü

Kaynak: Pyzdek, 2003, s.77.

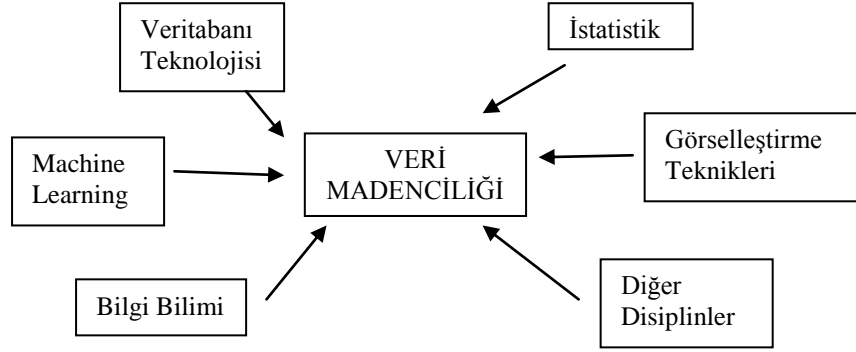
3.2.3. Veri Madenciliği

Veri Madenciliği, büyük miktarlardaki verinin otomatik ya da yarı otomatik araçlarla, veri içerisindeki kullanışlı desenleri (pattern) ortaya çıkarmak için yapılan keşif ve analizdir. Bu desenler, bir şeyleri yeni ve daha iyi yapma yolları gibi performans kurallarını geliştirmek için kullanılır. Veri madenciliği, Altı Sigma’ da kullanıldığı gibi, müşteri memnuniyeti, maliyet azaltma, devir zamanını azaltma ve kaliteyi artırmaya yöneliktir.

Altı Sigma gibi veri madenciliği de bilgi keşfi üzerinden soru üretme ve tasarlanan deneylerle hipotez test etme arasında gidip gelir. Altı Sigma ve veri madenciliğinin ikisi de veri değerlendirmede aynı şeyleri ararlar; sınıflandırma, tahmin (estimation), ön görülmeme (prediction), benzerlik gruplandırma (affinity grouping), kümeleme ve tanımlama. Bununla birlikte, veri madenciliği geleneksel Altı Sigma araçlarından farklı bir araç kümesi kullanmaya eğilimlidir ve bu yüzden imkan geliştirme araştırmasının başka bir yolunu önerir. Ayrıca, Altı Sigma içsel iş süreçlerine yoğunlaşmaya eğilimliyken, veri madenciliği öncelikle pazarlama, satış ve müşteri desteğini ele alır. Altı Sigma’nın hedefi sonunda müşteri tatmini iken, veri madenciliğinin dışsal odak noktası veriyi Altı Sigma programına hazırlar ve kendi başarısı için veriye geri besleme sağlar.

Veri madenciliği ticaret (business) verilerinin geçmişini araştıran bir süreçtir. Bu tarz bir süreçteki adımlar üzerinde gittikçe büyüyen anlaşmalar olduğu gibi her aşamadaki sadece detaylı işlere dayalı farklılıklar da bulunmaktadır.

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN



Şekil 10: Veri Madenciliği Çoklu Disiplinlerin Kesişim Noktası

Kaynak: <http://www.cs.sfu.ca> (16.02.2008).

Veri madenciliği, veri tabanı sahiplerine için kesin ve yararlı sonuçlar sağlamak amacıyla başlangıçta bilinmeyen düzenleri ve ilişkileri keşfederek geniş veri tabanlarının modellenmesi, keşfi ve seçimi sürecidir.

Veri madenciliği sadece bilgisayar algoritmasının kullanımı ya da istatistiksel bir teknik değildir; bununla birlikte işletmenin destek kararları için bilgi teknolojisi ile birlikte kullanılan “işletme bilgi alma sistemi” (business intelligence) dir (Guidici,2003:1-3).

Aşağıda veri madenciliği ile ilgili çeşitli tanımlar yer almaktadır:

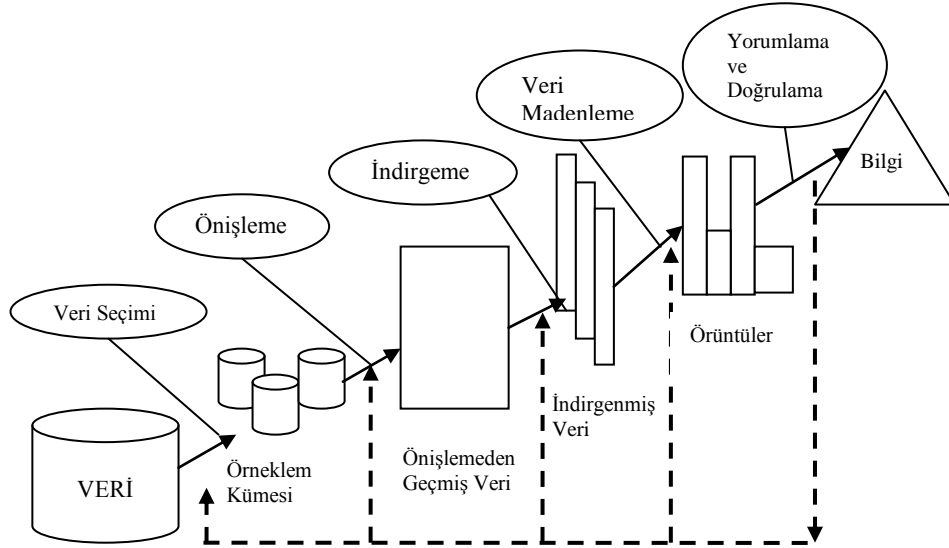
- Jacobs (1999), veri madenciliğini ham verinin tek başına sunmadığı bilgiyi çıkararak veri analizi süreci olarak tanımlamıştır.
- David (1999), veri madenciliğinin büyük hacimli verilerdeki örüntüleri araştıran matematiksel algoritmaları kullandığını söylemiştir. David’ e göre veri madenciliği hipotezleri oluşturur, sonuçları bütünleştirmek için insan yeteneğini kullanır. Veri madenciliğinin sadece bir bilim olmadığını aynı zamanda bir sanat olduğunu da söylenebilir.
- DuMouchel (1999), veri madenciliğinin geniş veritabanlarındaki birliktelikleri araştırdığını belirtmiştir.
- Hand (1998), veri madenciliğini istatistik, veri tabanı teknolojisi, örüntü tanıma, makine öğrenme ile etkileşimli yeni bir disiplin ve geniş veri tabanlarında önceden tahmin edilemeyen ilişkilerin ikincil analizi olarak tanımlanmıştır.
- Bransten (1999), veri madenciliğinin insanın asla bulmayı hayal bile edemeyeceği trendlerin keşfedilmesini sağladığını belirtmiştir (Akbulut, 2006:4).

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

3.2.3.1. Veri Madenciliği Süreci

Veri madenciliği sonuçlarının değerlendirilmesi hedeflerin tanımlanmasından oluşan bir faaliyet serisidir. Yedi aşaması vardır:

- Analiz için amaçların tanımlanması,
- Verinin ön işlemden geçirilmesi, organizasyonu ve seçimi,
- Keşfedici veri analizi ve ardışık dönüşüm,
- Analiz aşamasında kullanılmak üzere istatistiksel metotların teknik şartnamesi,
- Seçilen metoda dayalı veri analizi,
- Metotların değerlendirilmesi ve karşılaştırılması kullanılarak analiz için son modelin seçilmesi,
- Seçilen modelin yorumlanması ve karar sürecinde modelin devamlılığının sağlanması.



Şekil 11: Veri Madenciliği Süreci

Kaynak: Han, Kamber, 2006, s.6.

- Veri Seçimi (Data Selection):** Bu adım birkaç veri kümesini birleştirerek, sorguya uygun örneklem kümesini elde etmeyi gerektirir.
- Veri Temizleme ve Önişleme (Data Cleaning & Preprocessing):** Seçilen örneklemde yer alan hatalı tutanakların çıkarıldığı ve eksik nitelik değerlerinin değiştirildiği aşamadır ve keşfedilen bilginin kalitesini artırır.

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

- Veri İndirgeme (*Data Reduction*): Seçilen örneklemde ilgisiz niteliklerin atıldığı ve tekrarlı tutanakların ayıklandığı adımdır. Bu aşama ile seçilen veri madenciliği sorgusunun çalışma zamanını iyileştirir.
- Veri Madenciliği (*Data Mining*): Verilen bir veri madenciliği sorgusunun (sınıflama, güdümsüz öbekleme, eşleştirme, vb.) işletilmesidir.
- Değerlendirme (*Evaluation*): Keşfedilen bilginin geçerlilik, yenilik, yararlılık ve basitlik kıstaslarına göre değerlendirilmesi aşamasıdır.

3.2.3.2. Veri Madenciliği Teknikleri

Veri madenciliğinde kullanılan teknikler tahmin edici (*Predictive*) ve tanımlayıcı (*Descriptive*) olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Tahmin edici modellerde, sonuçları bilinen verilerden hareket edilerek bir model geliştirilmesi ve kurulan bu modelden yararlanılarak sonuçları bilinmeyen veri kümeleri için sonuç değerlerin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Tanımlayıcı modellerde ise karar vermeye rehberlik etmede kullanılabilecek mevcut verilerdeki örüntülerin tanımlanması sağlanmaktadır.

Veri madenciliği modellerini gördükleri işlemlere göre,

1- Sınıflama (*Classification*) ve Regresyon (*Regression*)

2- Kümeleme (*Clustering*)

3- Birliktelik Kuralları (*Association Rules*)

olmak üzere üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Sınıflama ve regresyon modelleri tahmin edici, kümeleme ve birliktelik kuralları modelleri tanımlayıcı modellerdir.

3.2.4.OLAP, Veri Madenciliği Ve Altı Sigma

OLAP (On Line Analitik İşleme) veri madenciliğinin bir alt kümesi değildir. Veri madenciliği veri içerisindeki gizli desenleri bulmaya yoğunlaşırken OLAP veri üzerinden raporlar oluşturmada oldukça güçlüdür. OLAP veriyi hızlı bir şekilde sunarak kullanıcılara sahip oldukları teorileri kabul ya da reddedebilmelerinde yardımcı olur ki bu da Altı Sigma takımları için değerli bir bilgi keşif aracıdır. Genellikle yarı otomatikleştirilmiş bir analizdir. OLAP ve veri madenciliği birbirini tamamlayıcıdır ve her ikisi birden Altı Sigma' da kullanılacak güçlü araç ve teknikleri oluştururlar. OLAP ve veri madenciliğinin ikisi de geçmişteki verileri inceleyerek hipotez üretmede kullanılan geçmişe yönelik çalışmalardır. Tasarlanan deneyler ise OLAP ve veri madenciliğinin ürettiği hipotezleri test eden beklenen çalışmalar olarak kullanıcıya yardımcı olurlar. Beraber kullanıldıklarında Altı Sigma, OLAP ve veri madenciliği iş geliştirme araçlarının güçlü bir birleşimini meydana getirirler.

***Süreç İyileştirme Çalışmalarında Veri Madenciliği Yaklaşımının Kullanılması
Üzerine Bir Çalışma***

4.SONUÇ

İşletmeler karlılığını, verimliliğini ve artan rekabet ortamında ayakta kalabilmelerini sağlayabilmek için süreçlerini iyi bir şekilde tanımlamalıdır. Süreç iyileştirme fırsatlarını araştırmalı ve gerekirse süreçler için kökten bir değişime gidilmelidir. Altı Sigma yaklaşımı günümüzde rekabetin hakim olduğu özel sektör işletmeleri tarafından benimsenmekte ve uygulamaya dönük birçok proje gerçekleştirilmektedir. Altı Sigma projelerinin uygulanmasında veri analizi en önemli aşamalardan biridir. Projenin başarısı süreçler ile ilgili toplanan verinin kalitesi ile yakından ilgilidir. Altı Sigma projelerinde veri toplama planlarının oluşturulması ve uygulanması oldukça zaman alan ve maliyet yaratan bir işlemdir. Bu çalışmada veri madenciliği teknikleri ile verilerin depolanmasını sağlamak ve çok büyük veri yığını içinde istenilen desenleri ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Böylece iyileştirme yapılacak olan sürecin daha iyi anlaşılması ve analiz edilmesi sağlanacaktır.

Bir işletmenin veri madenciliği tekniklerinden faydalanması için gelişmiş bilgisayar teknolojisine ihtiyacı vardır. Verilerin toplanması ve veri depolarının oluşturulması ancak gelişmiş veri tabanları sayesinde mümkün olur. Altı Sigma projesinde mevcut veriler ile yapılacak olan analiz sonuçları ileriye dönük tahminlemeler için de bir girdi teşkil eder. Sürekli güncellenen veri tabanları ve buna bağlı olarak oluşturulacak veri depoları değişkenliklerin incelenmesi ve kontrolünde önemli bir kolaylık sağlar.

Altı Sigma projelerinin uygulanması ve veri madenciliği için oluşturulacak veri depoları başlarda oldukça maliyet gerektiren bir durum olsa da projelerin doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmesi ve başarısının devamını sağlaması açısından ileri bilgisayar programları ve veri tabanları kullanılmalıdır. Proje sahibi, veri madenciliği tekniklerini Altı Sigma projelerinde kullanması ile birlikte önemli avantajlara da sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

- Carr, D.K ve H.J Johansson.(1997). *Best Practies in Reengineering*, McGraw Hill: New York.
- Chakrabarty, Ayon ve Kay Chuan Tan.(2007). “The Current State of Six Sigma Application In Services”. *Deparment of Industrial and Systems Engineering*. National University of Singapore: Singapore, Cilt:17, ss:194-208.
- Çavuşoğlu, İlknur. (2006). “*Modern Kalite Yönetim Sistemlerinin Endüstriyel Uygulamalarında Proses Performanslarının Değerlendirilmesi ve Sürekli İyileştirilmesi*” (Yayınlanmış Doktora Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.

Esin Cumhuri YALÇIN PİRİNÇCİLER-Ali ŞEN

- Eroğlu, Cihan. (2006), "Sürekli İyileştirme ve Bir Uygulama", (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.
- Evans, James R. ve William M. Lindsay. (2005). *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Thomson South-Western: Ohio.
- Giudici, Paolo. (2003). *Applied Data Mining Statistical Methods for Business and Industry*. John Wiley & Sons. University of Pavia: Italy.
- Harrington, H.J.(1995). *Total Improvement Management: The Next Generation in Performance Improvement*. McGraw Hill: New York.
- Juran, J. ve Godfrey, B. (1999). *Juran' s Quality Handbook*, Mc Graw Hill: New York
- Köksal, Gülser. (2007). 2. Uluslararası Kalite Organizasyonları ve Profesyonelleri Zirvesi. Erişim Tarihi: 12 Kasım 2007, [http://www.kalder.org/genel/16kongre/GULSER%20KOKSAL.ppt\(07.05.2008\)](http://www.kalder.org/genel/16kongre/GULSER%20KOKSAL.ppt(07.05.2008))
- Lowenthal, J.(2002). *Six Sigma Project Management: A Pocket Guide*. ASQ Quality Press Milwaukee: Winconsin.
- Pande P. Neuman R. veCavanagh R. (2000), *The Six Sigma Way How GE, Motorola And Other Top Companies Are Honing Their Performance*. McGraw Hill: New York.
- Pyzdek, Thomas. (2003), *The Six Sigma Handbook*. McGraw Hill: New York.
- Roberts, Lon. (1994). *Process Reengineering: The Key to Achieving Breakthrough Success*. Milwaukee ASQC Quality Pres.