

ALTI SİGMA ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yiğitcan ÇELİKOĞLU^{1*}, G. Miraç BAYHAN²

¹BMC Sanayi ve Ticaret A.Ş., İzmir

²Dokuz Eylül Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir

yigitcan.celikoglu@gmail.com

Geliş Tarihi: 1 Eylül 2008; Kabul Ediliş Tarihi: 4 Haziran 2009

Bu makale 1 kez düzeltilmek üzere 32 gün yazarlarda kalmıştır.

ÖZET

Bu çalışmada, ilk uygulamaları 1980'lerin ortalarında imalat sanayinde görülen altı sigma kalite iyileştirme yaklaşımına dair akademik literatür incelenmiştir. Fen Bilimleri Atf Endeksi kapsamındaki akademik dergi makaleleri tarih sınırlaması olmaksızın "altı sigma" anahtar sözcükleri ile taranmış ve elde edilen sonuç kümesindeki makalelerin tamamına yakını tam metin olarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu sayede literatürdeki eğilimler, mevcut durum ve tarihsel gelişimler ortaya konmaya çalışılmış ve altı sigma adına akademik literatürde yer alan çalışmaların genel durumu tartışılmıştır. Yapılan literatür çalışmasında altı sigma tanımı ve uygulamaları üzerinde ortak bir görüşün şekillenmemiş olduğu, ancak altı sigmanın önemini gelecekte de koruyacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altı sigma, kalite iyileştirme, literatür araştırması

A LITERATURE SURVEY ON SIX SIGMA

ABSTRACT

Academic literature on six sigma quality improvement approach, the first applications of which were observed in the mid-1980s in manufacturing industry, is examined in this study. All journal articles covered by Science Citation Index are searched with the keyword "six sigma" without any time restriction, and full-texts of almost all the articles found were analyzed in detail. The trends, current situation and historical developments in the literature are shown, and the overall standing of the studies in the academic literature about six sigma is discussed. It is concluded that there is no consensus over the definition and the applications of six sigma. Nevertheless, it is expected that six sigma will maintain its importance in the forthcoming years.

Keywords: Six sigma, quality improvement, literature survey

* İletişim yazarı

1. GİRİŞ

1980'lerin sonlarında doğup 1990'ların ortalarında yakaladığı popülariteyi günümüzde hâlen devam ettiren altı sigma kavramı, artık imalat ve hizmet sektörlerinde başarısını kanıtlamış bir yönetim yaklaşımı olarak ele alınmaktadır. Dünyanın önde gelen birçok şirketi altı sigmadan faydalanmakta, altı sigma uygulayan şirketlerin hisseleri yükselmekte, altı sigma uzmanları diğer mühendislerden daha fazla ücret almaktadırlar. Her geçen gün düzinelerce danışmanlık şirketi altı sigma danışmanlık hizmeti verdiğini duyurmakta, özgeçmişlere taek won do'dan devşirme jargon ile kara veya yeşil kuşaklar yazılmakta, hatta firmalar altı sigma uyguladıklarını reklamlarına yansıtılmaktadırlar.

İmalat ve hizmet sektörlerindeki bu büyük ilginin karşılığını akademik dünyada birebir görmek mümkün değildir. Akademisyenler konuya uzunca bir süre mesafeli yaklaşmış, ancak zamanla altı sigma konulu akademik yayınların sayısında bir artış gözlenmiştir. Yine de altı sigmanın akademi dünyasında sanayide yarattığı etkiyi yaratamadığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada geçmişten günümüze dek yayımlanmış altı sigma konulu akademik makaleler bir literatür araştırması ile incelenmiş, literatürdeki eğilimler belirlenmeye çalışılmış ve mevcut yaklaşımlar ortaya konmuştur. Çalışmanın yapısı şu şekildedir: İlk olarak yapılan literatür araştırmasının yöntemine dair bilgi verilmekte, ardından bibliyografik bilgilere dayanarak yapılan incelemeler, sonraki bölümde ise içerik incelemesi ile ortaya çıkan sonuçlar sunulmaktadır. Son bölümde, çıkarılan sonuçlar tartışılmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Altı sigma gibi popüler bir yönetim yaklaşımı konusunda binlerce sayfalık yazılı materyale rastlamak mümkündür. Akademik literatürü inceleyebilmek için akademik nitelik taşıyan makaleler ile diğerlerinin ayrıştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada bu

işlem, genel kabul görmekte olan Fen Bilimleri Atf Endeksi'ne (Science Citation Index Expanded)¹ başvurarak gerçekleştirilmiştir.

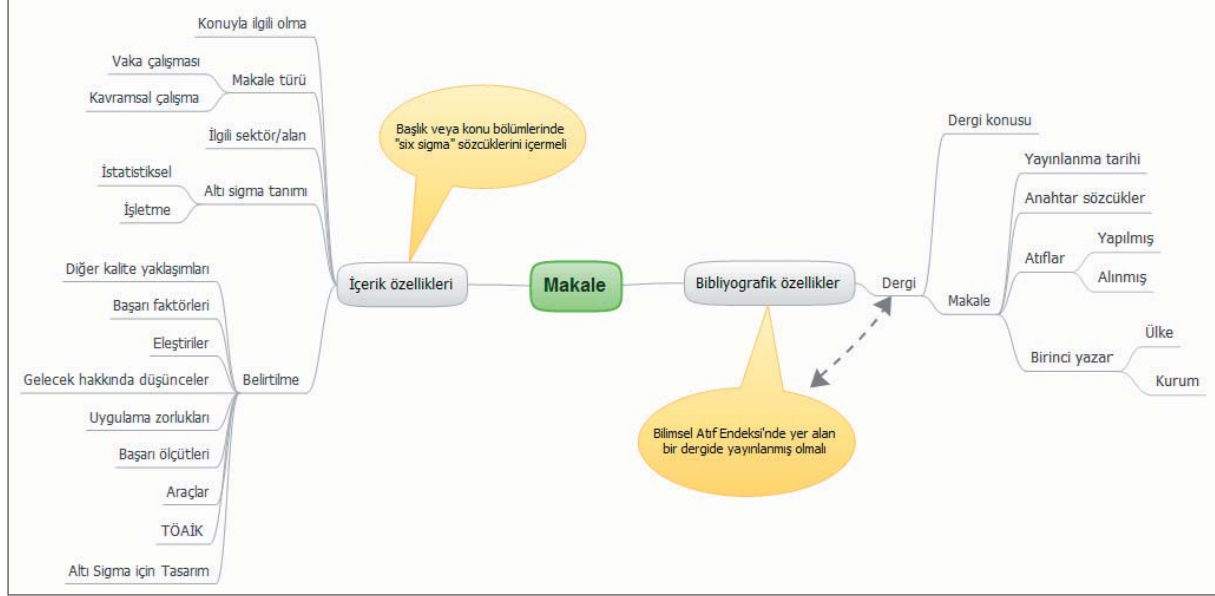
Çalışma kapsamında Fen Bilimleri Atf Endeksi kapsamındaki makaleler değerlendirilmiştir. Atf Endeksi veritabanı, tarih sınırlaması olmaksızın, başlık ve konu satırlarında "six sigma" veya "6 sigma" geçen makaleler için taranmıştır. Astronomi ve fizik gibi alanlarda yayımlanmış ve "6 sigma"yı başka bir bağlamda kullanmış olan makaleler elenmiştir. Sonuçta konu hakkında 1991 ile 2008 yılları arasında 151 farklı dergide yayımlanmış 284 bilimsel makale olduğu saptanmıştır.

Olanaklar dahilinde yapılan çalışmalar ile bu makalelerin 236 adedinin tam metin versiyonlarına ulaşılabilmektedir. Geriye kalan 48 makale, erişim kısıtları, elektronik versiyonunun bulunmaması ve benzeri nedenlerle elde edilememiştir. Tüm makalelerin yüzde 17'sini kapsayan bu kümenin belirgin bir örüntü içerdiğine dair herhangi bir ipucu mevcut olmadığından, eldeki tam metin makalelerin analizinin literatürdeki genel durumu yansıtacağı düşünülmektedir.

Altı sigma ile ilgili akademik literatür, Şekil 1'deki kavram haritasında gösterilen açılardan ele alınmış ve incelenmiştir. Makalelerin içerik özellikleri incelenirken herhangi bir kalıp ile yola çıkılmamış, bunun yerine detaylı bir içerik analizi ile ortak noktaların kendiliğinden ortaya çıkması sağlanmıştır. İstatistiksel analizlerde Microsoft Excel 2007 yazılımından yararlanılmıştır.

Bu çalışmadan önce altı sigma üzerine yapılmış iki farklı literatür taramasına rastlanmıştır. Brady ve Allen'in (2006) çalışması Fen Bilimleri Atf Endeksi üzerinde farklı arama parametreleriyle elde edilmiş ve bu çalışmadaki makale kümesiyle kısmen örtüşen 201 makalelik bir kümeyi ele almaktadır. Hem Brady ve Allen'in makalesinde hem de bu çalışmada yapılmış

¹ Endeksin sahibi Thomson Scientific, Fen Bilimleri Atf Endeksi'ni "100'den fazla disiplin üzerine 3700'ün üzerinde dünya lideri akademik, bilimsel ve teknik dergilerdeki mevcut ve tarihsel bibliyografik bilgiler, yazarlar, özetler ve başvuru referansların bir dizini" olarak tanımlamaktadır. (<http://scientific.thomson.com/products/sci/>)



Şekil 1. Literatür Araştırması Kavram Haritası

olan analizlerde, yazarların kurumları, makalelerin sektörlere göre dağılımı, başarı faktörleri ve başarı ölçütleri konularının kimisinde benzer, kimisinde farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Brady ve Allen'in (2006) çalışmasında yer alan makale konu ayrıştırması ve dergi etki faktörü² üzerine analizler, birinci analiz yüksek oranda geçişkenlik ve öznellik içermesi, ikincinin ise endüstri mühendisliği alanında dergi etki faktörü analizinin yanıltıcı sonuçlar verebilecek olduğunun değerlendirilmesi sebebiyle bu çalışmada ele alınmamıştır.

Diğer literatür taraması Oke (2007) tarafından kaleme alınmıştır. Altı sigmayı tanıttığı niteliği öne çıkan bu çalışmada yazarın belirlediği 65 adet makale, internet sitesi vb. incelenmiş ve altı sigmanın çeşitli sektörlerdeki kullanım alanları okuyucuya sunulmuştur.

Bu çalışma, Çelikoğlu (2008) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bulgularını temel almaktadır.

2.1 Bibliyografik Analiz

Bibliyografik analizler temel olarak Fen Bilimleri

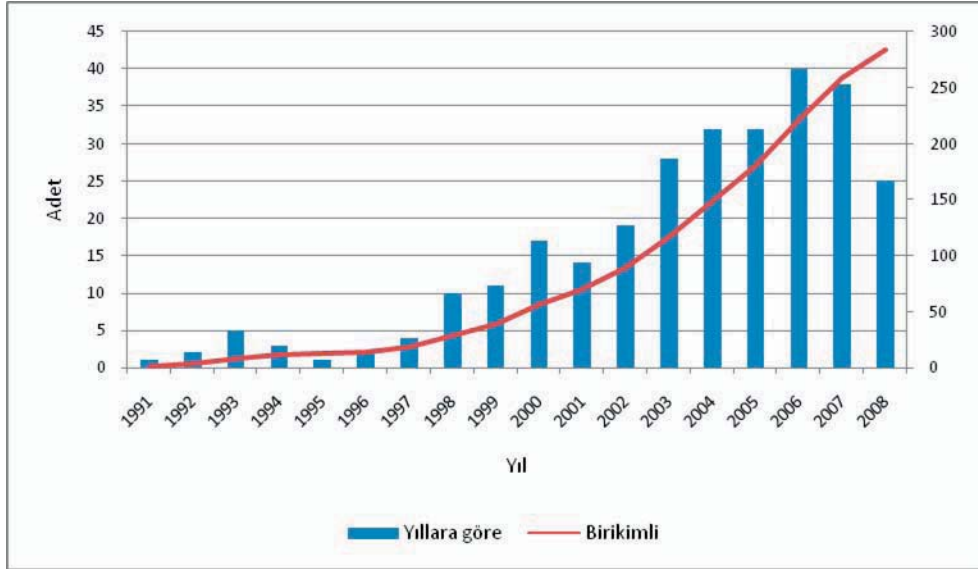
Atf Endeksi'nin sunmuş olduğu verilere dayanarak bütün makale kümesi üzerinde yapılmıştır.

2.1.1 Yayın Tarihleri

Araştırma yapılırken incelenecek yayınlara herhangi bir tarih sınırlaması getirilmemiştir. Altı sigma kavramının doğuşu 1980'lerin ortalarına denk düştüğünden konu ile ilgili ilk akademik çalışmalara 1990'ların başlarında rastlanabilmektedir. Konu ile ilgili Fen Bilimleri Atf Endeksi kapsamındaki dergilerde yayımlanan ilk makale, 1991 tarihini taşımaktadır. Araştırmanın sonlandırıldığı 2008 Ağustos ayına dek yine aynı kapsamdaki dergilerde toplam 284 makale yayımlanmıştır. Bu makalelerin yıllara göre dağılımı ve birikimli artışı Şekil 2'de gösterilmektedir.

1986 yılında sanayide başlayan altı sigma uygulamaları akademideki ilk karşılığını 5 yıl sonra 1991'de yaratmıştır (Fielers ve Loverro, 1991). Grafik incelendiğinde birkaç istisna dışında bir yükseliş eğilimi olduğu göze çarpmaktadır. 1995 yılına kadar olan dalgalanma, henüz yeni yeni gündeme gelmekte olan sanayi kaynaklı bu konuya akademik ilginin henüz

² Fen Bilimleri Atf Endeksi'nin yayımlanmakta olduğu derginin atf performansına göre etkisini ölçen bir katsayı.



Şekil 2. Altı Sigma ile İlgili Makalelerin Yıllara Göre Dağılımı

oluşma aşamasında bulunmasından ve çok az sayıda makale yayımlanmasından kaynaklanmaktadır.

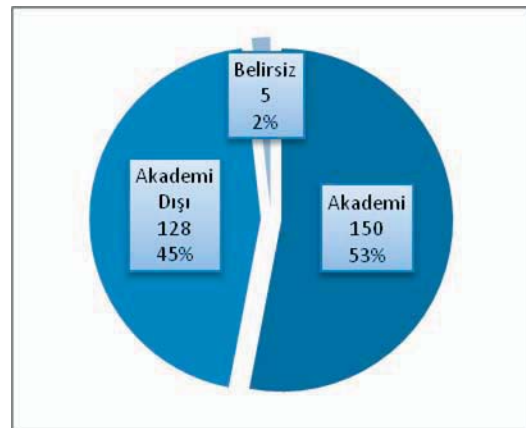
1995, altı sigma için önemli bir yıldır. General Electric'in altı sigmaya bağlılığı başarısının duyurulması dünyada altı sigmaya olan ilgiyi arttırmıştır. Akademi alanı da bu gelişmeden etkilenmiştir. 1995 sonrasında, 2001 ve 2007 yıllarındaki küçük düşüşler sayılmazsa, altı sigma üzerine yayımlanan akademik makale sayısı her yıl düzenli olarak artmaktadır. 1995 sonrasındaki artışın kesildiği 2000-2001 yılları, ABD'de popüler medyada konu hakkında çıkan eleştirel yazılara bağlanabilir (Brady ve Allen, 2006). Bu yazıların birçoğunda özetle altı sigmanın temelleri olmayan bir moda, sonu gelmesi yakın olan bir çılgınlık olduğu savunulmaktadır (Clifford, 2001). Altı sigmanın hızlı popülerleşmesinin akımın karşıtlarının sayısını da hızla arttırması normal karşılanmalıdır.

2006 yılı, yayımlanan 40 makaleyle altı sigma konusunda en fazla akademik yayın yapılan yıl olurken, 2007 yılı 38 makaleyle bu yılı izlemiştir. 2008 yılındaki keskin düşüş ise değerlendirme dışı bırakılmalıdır. Çünkü araştırma 2008 yılının bütünü değil, Ocak-Ağustos dönemini kapsamaktadır. Dergilerin 2008'deki tüm sayıları yayımlanmadan

2008'deki son rakam belirlenmiş olmayacağından 2008 yılına ilişkin bir yorum yapılmamıştır.

2.1.2 Yazarlar

ABD'de ve imalat sanayinde doğan bir yaklaşım olan altı sigmanın bu özelliklerinin akademik literatürdeki yansımalarını görebilmek amacıyla, makalelerin birinci yazarlarının yaşadıkları ülkeler ve çalıştıkları kurumlar, eğer belirtilmişse makaledeki iletişim adreslerinden, aksi halde internet araştırması yoluyla derlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3'te sunulmuştur.



Şekil 3. Birinci Yazarların Çalışmakta Oldukları Kurumlar

Altı sigma konusundaki akademik makalelerin yaklaşık yarısı akademisyen olmayan yazarlarca kaleme alınmıştır. Bu yazarların tamamına yakını özel şirketlerin konuyla ilgili çalışanları, geriye kalanlar ise çeşitli kamu kurumlarında çalışan personel ve bir üniversiteye bağlı olmayan hastanelerde görev yapan hekimlerdir. Çalışmanın akademik literatürü temsil edebilmek adına Fen Bilimleri Atf Endeksi'nde yer alan dergilerde yayımlanmış makaleleri kapsadığı düşünüldüğünde, akademisyen olmayan “uygulayıcı yazarların” tüm yazarların ciddi bir bölümünü oluşturuyor olması, sanayi çıkışlı altı sigmanın tarihsel kökenlerine uygun bir durumdur. Altı sigmanın imalat ve hizmet sektörlerinde sağladığı büyük başarı, akademik yayınlarda beklenmeyecek oranda bir akademisyen olmayan yazar yoğunluğu yaratmıştır. Öte yandan sanayideki yoğun ilginin akademi karşılığını zamanla yaratmakta olduğunu ve literatürde akademisyen ağırlığının 2000'lerin başından itibaren düzenli bir şekilde artmakta olduğunu Şekil 4'teki analiz ile gözlemlenmektedir.

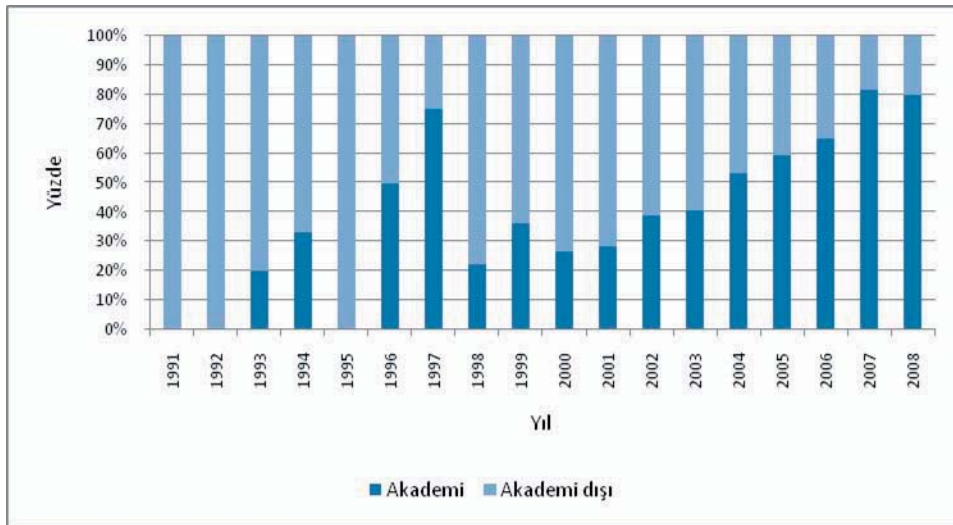
Şekil 5'te gösterilmekte olan birinci yazarların coğrafi dağılımları da yine altı sigmanın ABD kökenli bir yaklaşım olmasıyla uyum göstermektedir. Tüm makalelerin % 56'sı (159 adet) ABD'de yaşamakta ve çalışmakta olan yazarlar tarafından kaleme alınmıştır. ABD'yi 25 makale ile Birleşik Krallık ve 14 makale ile

Tayvan izlemektedir. Avrupa Birliği üyesi ülkelerde yaşayan yazarlar, toplam 48 makale ile literatüre katkıda bulunmuşlardır. Altı sigmanın, tarihsel olarak kalite alanındaki üstün başarısına bir yanıt olarak doğduğu Japonya ise yalnızca bir makale ile listede yer almaktadır. Literatürde Türkiye'den dört makale yer almaktadır ve bunların ilk yazarlarının tümü akademisyenlerdir.

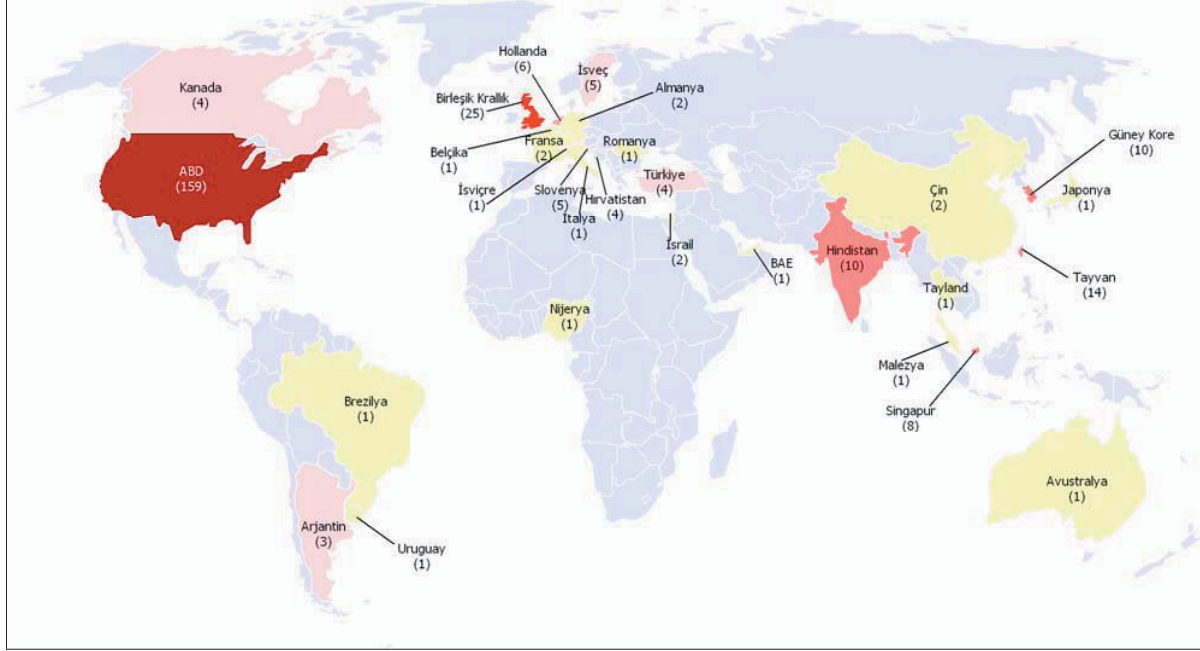
2.1.3 Dergi Konuları

Fen Bilimleri Atf Endeksi, tüm dergiler için bir veya daha fazla sayıda konu sınıfı belirleyerek dergileri konularına göre gruplamaktadır. Bu konu sınıfları incelendiğinde, altı sigma ile ilgili makalelerin en çok “yöneylem araştırması ve idari bilimler” konulu dergilerde (83 kez) yayımlanmış olduğu görülmektedir. Bunu “endüstri mühendisliği” (64 kez), “çokdisiplinli mühendislik” (62 kez) ve “yönetim (management)” (39 kez) konulu dergiler izlemektedir.

Altı sigmanın bilimsel altyapısının ve kullandığı tekniklerin endüstri mühendisliği ve uygulamalı istatistik alanlarındaki dergilerde kendisine yer bulması beklenen bir durumdur. Öte yandan en sık rastlanan konu sınıfları arasında “idari bilimler”in de yer alıyor olması, altı sigmanın özellikle değişim yönetimine dayanan idari ve hatta psikolojik yönünün de en az bilimsel yönü kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Birinci Yazarların Çalıştıkları Kurumların Yıllara Göre Dağılımı



Şekil 5. Birinci Yazarların Coğrafi Dağılımı

Makale kümesinde tıp alanını konu alan çok sayıda makale bulunmasına karşın “sağlık bilimleri”nin bu listede yer almaması, alanın Endeks tarafından tek bir başlık altında değil uzmanlık alanlarına bölünmüş şekilde 19 ayrı sınıfta değerlendirilmesinden ileri gelmektedir. Eğer bu başlıklar “sağlık bilimleri” olarak toplu biçimde ifade edilselerdi, 53 makale ile dördüncü sırayı bu sınıf alacaktı.

2.1.4 Anahtar Sözcükler

161 makalede yazarlar tarafından tanımlanmış anahtar sözcükler listesi yer almaktadır. Bu anahtar sözcüklerin incelenmesi ile en sık kullanılan 10 anahtar sözcük belirlenmiş ve Tablo 1’de sunulmuştur.

Tabloda da görüldüğü üzere “altı sigma”, “kalite”, “tanımla-ölç-analiz et-iyileştir-kontrol et” gibi konuya özgü genel terimler, en sık kullanılan anahtar sözcükler

Tablo 1. Anahtar Sözcükler ve Kullanılma Sıklıkları

Anahtar Sözcük	Anahtar Sözcük (Türkçe)	Kullanılma Sıklığı
Six sigma	Altı sigma	86
Quality	Kalite	16
Define-Measure-Analyze-Improve-Control	Tanımla-Ölç-Analiz Et-İyileştir-Kontrol Et	14
Design of experiments	Deney tasarımı	13
Process improvement	Süreç iyileştirme	11
Quality management	Kalite yönetimi	7
Design for six sigma	Altı sigma için tasarım	7
Case study	Vaka çalışması	6
Statistical process control	İstatistiksel süreç kontrolü	5
Six sigma methodology	Altı sigma yöntemliliği	5

olmuştur. Diğer popüler anahtar sözcükler arasında makalelerde kullanılan araçlar (“deney tasarımı” ve “istatistiksel süreç kontrolü” gibi) öne çıkmaktadır. “Altı sigma için tasarım”ın ancak yedi makalenin anahtar sözcükleri arasında bulunması, kavrama yönelik artan ilgiyle uyumlu bir sonuç değildir. Gelecekte “altı sigma için tasarım”a ilişkin daha çok makale, dolayısıyla daha çok anahtar sözcük ile karşılaşılması olasıdır.

2.1.5 Atıflar

SCI Expanded kayıtlarında her bir makalenin kaç yayına atıfta bulunduğu ve kaç yayında kendisine atıfta bulunulmuş olduğu bilgisi mevcuttur. Bu bilgiler ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. 284 makalenin ortalama kaynak gösterme sayısı 15,7 iken ortalama kaynak gösterilme sayısı 2,1’dir.
2. 145 makale hiç atıf almamıştır. Atıf alma durumu Şekil 6’da gösterilmektedir.
3. 20’nin üzerinde atıf alan dört makalenin ikisi sağlık (Chassin, 1998; Nevalainen vd., 2000), diğer ikisi ise makina mühendisliği (Du ve Chen, 2000; Feng ve Kusiak, 1997) alanlarında yayın yapan dergilerde yayımlanmıştır.
4. Bir uzmanlık alanına ilişkin, dar kapsamlı ve belirgin bir konuya odaklanan makalelerin genel altı sigma anlatılarından daha fazla atıf aldığı görülmektedir.
5. Fen Bilimleri Atıf Endeksi kapsamındaki dergilerde yayımlanan tüm makalelerin tahminen yüzde

25’inin hiçbir zaman 10’dan fazla atıf almadığına inanılmaktadır (Garfield, 1976). Ancak altı sigma ile ilgili makaleler içinde 10 ve üzerinde atıf alan makaleler, incelenen makale kümesinin ancak yüzde beşini oluşturmaktadır. Bu durumda, incelenmekte olan makalelerin akademik dünyada büyük ilgi görmediği yorumu yapılabilir.

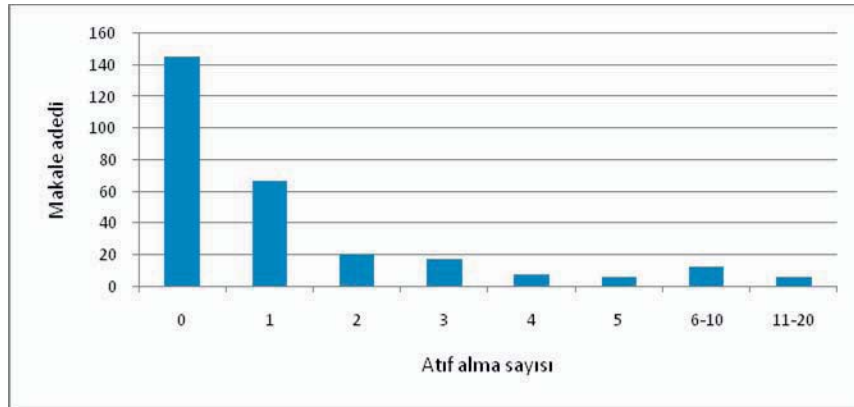
6. 69 makalenin hiç kaynak göstermemiş olduğu, 74 makalenin 1-10 arasında ve 57 makalenin de 11-20 arasında kaynağa atıfta bulunmuş olduğu görülmektedir. Bu kadar az sayıda bilimsel yayına atıfta bulunuluyor olması, incelenmekte olan kümenin akademik karakteri açısından tartışma yaratır niteliktedir.

2.2 İçerik Analizi

İçerik analizleri için makalelerin tam metinlerinin detaylı bir incelemesi yapılması gerektiğinden bu bölümdeki analizlerde tam metnine ulaşılabilen 236 adet makale kullanılmıştır.

2.2.1 Altı Sigmanın Ana Konu Olması

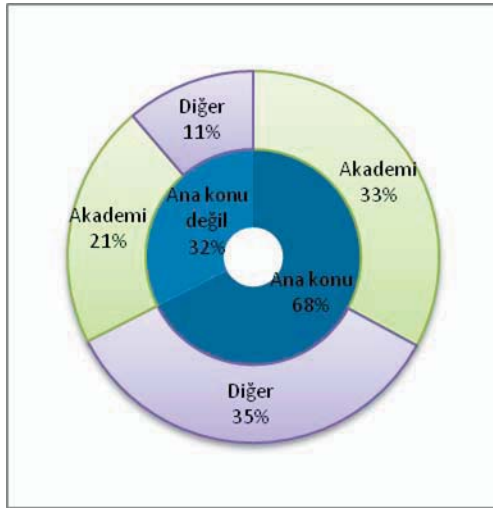
Daha önce belirtildiği gibi başlık ya da özet bölümlerinde “six sigma” geçen tüm makaleler, incelemenin yapıldığı kümeye dahil edilmiştir. Ancak içerik analizleri esnasında, bu makalelerin tümünün altı sigmayı konu edinmediği görülmüştür. Makalelerin bazılarında altı sigma, özet bölümlerinde bir dizi kalite yaklaşımı sıralanırken verilen örneklerden biri olmuş, bazılarında ise detaylı bir şekilde ele alınan bir istatistiksel yöntemin kullanılabileceği bir bağlam olarak sunulmuştur. Bu çalışmada genel kural olarak



Şekil 6. Makalelerin Atıf Alma Sıklığı

makalenin büyük bir kısmında altı sigma çerçevesinin yer aldığı makaleler “ana konu olarak altı sigma ile ilgili” olarak sınıflandırılırken, altı sigma yaklaşımının o çalışmanın özüne ilişkin olmadığı düşünülen makaleler bunlardan ayrıştırılmıştır.

Şekil 7’de görüldüğü üzere tüm makalelerin yüzde 68’inin ana konu olarak altı sigmayı işlediği düşünülmektedir. Bu analiz değerlendirmeyi yapanın öznel yorumunu büyük oranda içerdüğinden, çıkarılan sonuçları kesin rakamlar olarak değil genel yorumlar olarak ele almak gerekmektedir.



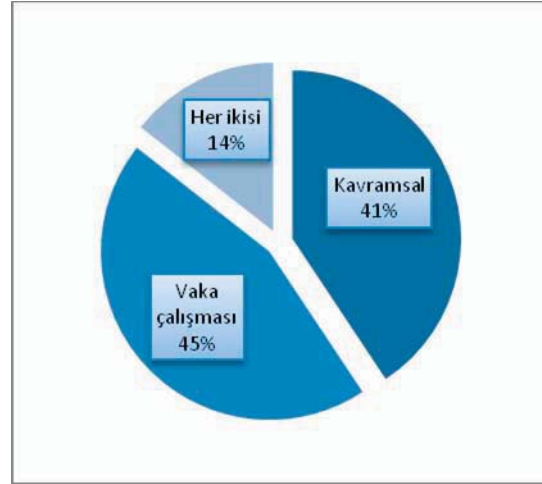
Şekil 7. Makalelerin Ana Konu Olarak Altı Sigmayı İşleme Oranları ve Bunun Yazarların Çalıştıkları Kuruma Göre Dağılımı

Şekildeki ikinci halkada görüldüğü gibi, altı sigmayı ana konu olarak ele almayan makalelerin daha çok akademisyenler tarafından kaleme alınmaları, bu makalelerin belli bir alan, istatistiksel araç vb. üzerine olmasıyla açıklanabilir. Öte yandan ana konusunun altı sigma olmadığı düşünülen 18 makalenin anahtar sözcükleri arasında “altı sigma”nın geçiyor olması, altı sigmanın iyi bir “reklam etkisi”ne sahip olduğunu düşündürmektedir.

2.2.2 Makale Türleri

Literatürdeki makaleler kavramsal çalışmalar ve vaka çalışmaları olmalarına göre ayrıştırılmıştır. Şekil 8’de sunulan analize göre, hiçbir vaka çalışması

içermeyen makaleler, tüm makalelerin yüzde 41’ini oluşturmaktadır. Altı sigmanın, kuvvetli teorik temellere sahip olsa da, uygulama üzerine kurulu bir yaklaşım olduğu düşünüldüğünde bu durum



Şekil 8. Makale Türleri

normal kabul edilmelidir. Öte yandan yıllara göre değerlendirildiğinde vaka çalışmalarının giderek literatürün daha büyük bölümünü oluşturmaya başlaması ilginçtir. Pratik başarının teorik çalışmalarını da tetiklemesi bekleneceğinden, yakın gelecekte bu değişimin bir dengeye ulaşacağı öngörülebilir.

2.2.3 İlgili Sektör ve Alanlar

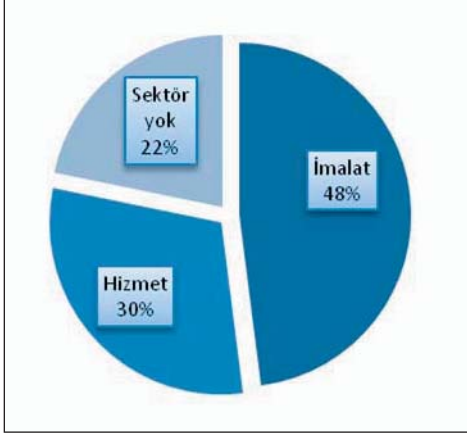
Altı sigma ile ilgili akademik makalelerde ele alınan sektör ve alanlar, altı sigma çalışmalarının günümüzde yöneldiği alanları göstermesi açısından önemlidir. Yapılan incelemede 12 değişik alan belirlenmiş olup bunların dağılımları Tablo 2’de gösterildiği gibidir.

Bu tabloda yer alan diğer imalat, kimya, araştırma-geliştirme ve inşaat sektörleri, “imalat” sektörü, geri kalanlar ise “hizmet” sektörü adı altında toplandığında Şekil 9’daki dağılım ortaya çıkmaktadır.

Grafik incelendiğinde, altı sigmanın doğduğu alan olan imalat sektörünün hâlen akademik literatürün büyük bölümünün konusunu oluşturduğu net olarak görülmektedir. Sektörel dağılım analizi yalnızca vaka

Tablo 2. Makalelerin İlgili Olduğu Sektör veya Alanlar

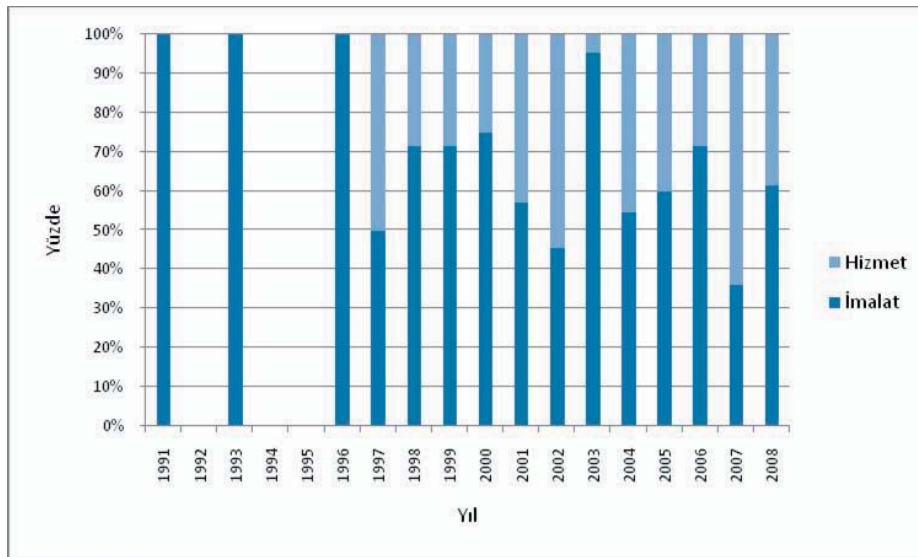
Sektör/Alan	Makale Sayısı
Diğer imalat	87
Sağlık	37
Kimya	25
Yazılım	9
Diğer hizmet sektörleri	8
İstatistik	7
Finans	6
Araştırma-Geliştirme	6
Çevre-Enerji	4
Bilgi teknolojileri	2
Tedarik zinciri yönetimi	2
İnşaat	1
Özel alan yok	54

**Şekil 9.** Makalelerin Sektörlere Göre Dağılımı

çalışmaları üzerinde yapıldığında aynı sonuç daha da belirginleşmekte; imalat sektörü % 63'lük, hizmet sektörü ise % 36'lık dilimlere sahip olmaktadır.

Şekil 10'da, sektörel dağılımın yıllara göre değişimi ortaya konmaktadır. Düzenli bir ilerlemeye sahip olmasa da başlangıçta altı sigma literatüründe hiç olmayan hizmet sektörünün yavaş yavaş kendine yer bulmakta olduğu gözlenebilir. Zira imalat sektöründeki başarılı uygulamalar, hizmet sektöründeki uygulamaları da tetiklemiş ve bu alanda yer yer imalat sektörünü kısıkandıracak başarılar elde edilebilmiştir (Oke, 2007). Hoerl (1998)'de yakın gelecekte imalat sanayiinde kalite ile ilgili iş pozisyonlarının azalacağını, buna karşılık finans ve diğer imalat dışı sektörlerde kalite uzmanlarına büyük bir ihtiyacın doğacağını öngörmektedir.

Yazarların yıllara göre sektörel ilgileri incelendiğinde, akademisyenlerin daha çok imalat sektörüne ilişkin ürünler verdiği görülmekle birlikte 2000'li yıllarda hizmet sektörüne ilgide bir artış olduğu söylenebilir. Hizmet sektörünü konu alan makalelerin yazarları daha çok akademi dışındandır. 1992, 1994 ve 1995 yıllarında belli bir sektörü konu alan makale yayımlanmadığından, şekilde o yıllar boş bırakılmıştır.

**Şekil 10.** Makalelerin Yıllara Göre Sektörel Dağılımı

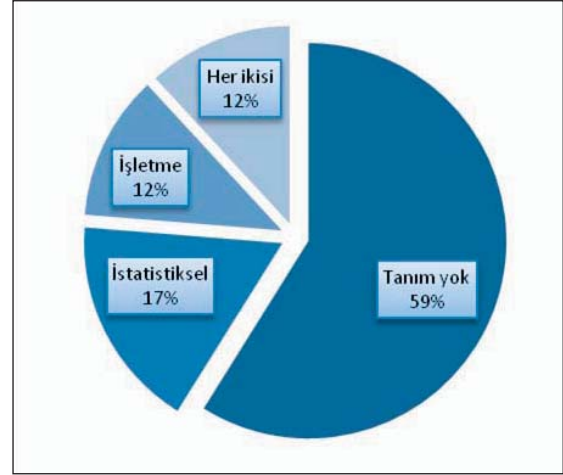
2.2.4 Altı Sigma Tanımı

Altı sigma için tüm dünyada üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanım yoktur. Bu durum, her yazarın kendi bakış açısına göre bir tanım getirmesine veya herhangi bir tanım yapmaya gerek duymadan incelemekte olduğu konuyu tartışmasına sebep olmaktadır. “Altı sigma ne uygulama literatüründe ne de akademik literatürde iyi bir şekilde tanımlanmıştır” (Linderman vd., 2003). Öyle ki altı sigma kimi yazarlara göre bir araç, kimine göre bir araçlar bütünü, yöntem, yöntembilim, felsefe, yönetim sistemi, kalite iyileştirme sistemi, süreç iyileştirme stratejisi vb. olabilmektedir.

Literatürde sıklıkla kullanılan tanımlar incelendiğinde, bunların iki ana grup altında sınıflandırılabilirliği görülmektedir (Kwak ve Anbari, 2006; Pheng ve Hui, 2004):

- İstatistiksel yaklaşım: Bu yaklaşım ile altı sigma tanımlandığında konunun istatistiksel, olasılıksal ve nicel yönleri öne çıkmaktadır. Genellikle “milyonda 3,4 hata oranı”, “değişkenlik”, “araç” gibi sözcükler tanımda yer almaktadır. Bu yaklaşım, altı sigmayı daha teknik bir bakış açısıyla ele almaktadır.
- İşletme yaklaşımı: Bu yaklaşım, altı sigmanın işletme karlılığına katkısını ve müşteri ihtiyaçlarını karşılama hedefini tanıma dahil etmektedir. Altı sigmanın bir “kültür ve inanış sistemi” veya bir “yönetim felsefesi” olduğunu iddia eden yazarlar, bu yaklaşıma sahiptir. Tanımda “müşteri”, “işletme” ve “yönetim” ile ilgili diğer kavramlara sıklıkla rastlanmaktadır.

Şekil 11’de bu tanımların kullanılma oranları gösterilmiştir. İstatistiksel tanıma işletme tanımından daha sık başvurulduğu görülmektedir. Her ne kadar tanım kullanmayan makalelerin sayısı bir hayli fazla olsa da bu grubun yarıya yakını (%49) altı sigmayı ana konu olarak işlemeyen makalelerden oluşmaktadır. Bu makalelerde bir tanım yapılması zaten beklenmemektedir. Nitekim ana konusu altı sigma olmayan makalelerin tamamına yakını bir tanım getirmemiştir. Bu makaleler değerlendirme dışı bırakıldığında, istatistiksel tanımı kullanan makaleler %22’lik, işletme tanımını kullanan makaleler %17’lik,



Şekil 11. Altı Sigma Tanımlarının Kullanılma Oranları

her iki tanımı kullanan makaleler ise %18’lik bir paya sahip olmaktadır.

Daha detaylı bir inceleme ile vaka çalışmalarında ve akademisyenler tarafından kaleme alınan makalelerde istatistiksel yaklaşımla yapılan tanımların daha sık kullanıldığı görülmektedir. Öte yandan akademi dışından gelen yazarlar da istatistiksel yaklaşımı işletme yaklaşımına göre daha çok kullanmaktadır ve bu durum istatistiksel temellerinin zayıflığıyla sıklıkla eleştirilen uygulamacı yazarların daha ziyade işletme bakış açısına sahip olacakları yönündeki beklentiyel gelişmektedir.

2.2.5 Diğer Kalite Yaklaşımları

Altı sigmaya ilişkin literatürde sıklıkla diğer bazı kalite veya yönetim yaklaşımlarına yer verilmektedir. Bu göndermeler bazen altı sigmanın tarihçesinin anlatımı içerisinde, bazen altı sigmanın da içinde bulunduğu bir dizi kalite yaklaşımını sıralarken, bazen de diğer yaklaşımların altı sigmayla bütünleşik çalışması gerekliliği vurgulanırken yapılmıştır.

236 tam metin makalenin incelenmesiyle 29 farklı yaklaşıma gönderme yapıldığı belirlenmiştir. Bunların arasında birden çok makalede değinilenler Tablo 3’te gösterilmektedir.

Tabloda görüldüğü gibi altı sigma literatürünün en çok ilişkili olduğu yaklaşım, yalın üretimdir. Yalın üretim, değinilen makalelerin tamamına yakınında

Tablo 3. Değinilen Diğer Kalite Yaklaşımları

Yaklaşım	Makale sayısı
Yalın üretim	44
Toplam kalite yönetimi	35
ISO/QS	24
Taguchi - Gürbüz (robust) tasarım	18
Kaizen	13
Malcolm Baldrige Ulusal Kalite Ödülü kriterleri	10
Kurumsal kaynak planlama	8
İş süreçleri yeniden yapılanması (reengineering)	6
Sıfır hata	5
Kalite çemberleri	5
Kısıtlar teorisi	4
İstatistiksel süreç kontrolü	4
Eşzamanlı mühendislik	4
Shainin sistemi	3
Belirtilmemiş	133

altı sigma ile bütünleşik kullanılması gereken bir yönetim yaklaşımı olarak sunulmuştur. Altı sigma ve yalın üretimin birlikte kullanılmasıyla daha hızlı sonuçlar alınacağı, yalın üretimin altı sigmanın uygulanabilmesi için uygun bir ortam hazırlayacağı, sıkça belirtilen fikirler arasındadır (Nash vd., 2006). Altı sigma – yalın üretim bütünleşmesini savunan ilk makale Velocci (1998) tarafından yayımlanmıştır ve bu düşünce giderek yaygınlaşmaktadır. 2006 yılının, 13 makale ile bu bütünleşmenin en çok savunulduğu yıl olması, bu önerinin standartlaşmış bir iş pratiğine dönüştüğüne delil olarak görülebilir (Depalma, 2006; Hwang, 2006a; Hwang, 2006b; Jacobson ve Johnson, 2006; Keene vd., 2006; Kumar vd., 2006; Kwak ve Anbari, 2006; Lee-Mortimer, 2006a; Lee-Mortimer, 2006b; Manual, 2006; Nash vd., 2006; Pannell, 2006; Woeste, 2006).

Toplam kalite yönetimi, altı sigmanın doğuşunu hazırlayan tarihsel gelişmelerden biri olarak sunulabildiği gibi, altı sigmayı içeren veya altı sigma tarafından içerilen bir yaklaşım olarak da gündeme getirilmektedir.

Diğer kalite yaklaşımlarına bakıldığında, gürbüz tasarım, istatistiksel süreç kontrolü gibi bir grubunun altı sigma çerçevesinde de büyük bir kullanım alanı bulunduğu görülmektedir. Altı sigma araçları listesinde

de bulunan bu araçlar, bu makalelerde farklı bir yaklaşım olarak sunuldukları için bu listeye dahil edilmiştir.

2.2.6 Başarı Faktörleri

İyi bir altı sigma uygulaması için yapılması ve yapılmaması gerekenleri listelemek, yani başarı faktörlerini sıralamak, literatürdeki makalelerin birçoğu tarafından denenmiştir. 115 makalede en az bir adet başarı faktörüne değinilmiştir. Literatür araştırması kapsamında incelenen makalelerde belirlenen başarı faktörleri Tablo 4'te listelenmiştir.

Bu literatür araştırmasında diğer başlıklarda olduğu gibi başarı faktörleri incelenirken de önceden belirlenmiş bir liste üzerinden sınıflandırma yapılmamış, bunun yerine metinlerin içeriğinde belirlenen tüm bulgulara yer verilmiştir. Bu sebeple diğer bazı literatür araştırmalarında ve altı sigma incelemelerinde (Antony ve Banuelas, 2002; Brady ve Allen, 2006; Goldstein, 2001) kullanılan başarı faktörlerini de kapsayan daha geniş bir listeye ulaşılmıştır.

Tablo 4'te görüldüğü gibi, tam metin makalelerin yüzde 21'inde, başarı faktörlerine yer veren makalelerin ise yüzde 44'ünde vurgulanan en önemli öge, yönetim adanmışlığıdır. Altı sigmanın yukarıdan aşağı yayılan bir girişim olması, programın başarısını üst yönetimin konuya yaklaşımına bağımlı kılmaktadır.

Tablo 4. Başarı Faktörleri

Başarı faktörü	Makale sayısı
Yönetim adanmışlığı	51
Net performans ölçütleri ve iş stratejisiyle birleşme	34
Eğitim	33
Takım üyelerinin ve çalışanların adanmışlığı, katılımı, yetkilendirilmesi ve memnuniyetinin sağlanması	27
Kültür değişimi	25
Dođru kişilerin seçimi ve eğitimi	22
Veri ve gerçeklere dayalı yönetim anlayışı	22
Proje seçimi	21
Müşteri odaklılık	21
İyi iletişim ve ortak dil	20
Ölçülebilir parasal etki	18
Tedarikçilerin ve müşterilerin altı sigma sürecine dahil edilmesi	18
Performansı izlemek, ölçmek ve raporlamak için iyi bir sistem	16
Ödüllendirme	12
İyi bir istatistik yazılımı ve kuvvetli bir bilgi teknolojileri altyapısı	11
Eğitim ve gerçek projelerin eşzamanlı gerçekleştirilmesi	11
Süreçlere ilişkin derinlemesine bilgi ve uzmanlık	10
Dođru belirlenmiş hedefler	9
Veri kalitesi	8
Altı sigma altyapısı	8
Projelerin imalat fonksiyonu ile sınırlandırılmaması	8
Çapraz-fonksiyonel takımlar	8
İyi ölçüm sistemi	8
Proje odaklı yaklaşım	7
Sistem yaklaşımı ve yaratıcı düşünce	6
Yönetim hedeflerinin işçilere ve süreçlere tercüme edilebilir olması	5
Kararlı performans ve kalite iyileştirme kültürü	4
Altı sigmayı yalın üretim yapılan bir ortamda veya bir yalın üretim projesinden sonra uygulamak	4
Altı sigmanın bir araçtan ziyade bir süreç olarak görülmesi	3
Sektördeki en iyi uygulamaların bilinmesi	3
Altı sigma yayılım planı	2
Belirtilmemiş	121

Başarı faktörlerine akademisyenler ve akademi dışından yazarlar eşit oranda yer vermişlerdir ve kavramsal makalelerde vaka çalışmalarına göre daha fazla başarı faktörü yer almaktadır.

2.2.7 Eleştiriler

Literatürde yer alan bazı makaleler altı sigmanın olumsuz bulunan yönlerine dikkat çekmiş ve altı sigmayı eleştirmiş, ya da kendi katılmasa dahi dikkate değer bulduğu eleştirilere değinmiştir. 43 makalede altı sigma eleştirilerine rastlanmıştır. Birden çok kez değinilen eleştirilerin listesi Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5'te görüldüğü gibi, altı sigmanın yaratıcılığa

yer vermediği eleştirisi, literatürde en sık karşılaşılan eleştiridir. Bu eleştirinin sahipleri, altı sigmanın süreç haritasına bağımlı olduğunu, var olan süreçlerdeki değişkenliği azaltmaya odaklanmanın yeni süreçler için yaratıcılığı öldürdüğünü ve hatta o sürecin gerekli bir süreç olup olmadığını değerlendirmenin bile tam olarak yapılamadığını iddia etmektedirler (Choo vd., 2007)³. Ancak altı sigma savunucuları, altı sigma için tasarım yaklaşımının yaratıcılığı zorladığını, doğru bir altı sigma girişiminin mutlaka yeni tasarımları ve dolayısıyla yaratıcılığı içermek zorunda olduğunu öne sürmektedirler. Örneđin altı sigmanın yaratıcılarından Keki Bothe (2008) MMO tarafından düzenlenen Altı

³ Bu konuda en sık kullanılan örnek, altı sigmanın doğduğu kuruluş olan ve tüm isim haklarının sahibi Motorola'nın çok kaliteli olsa veya altı sigma kapasitesinde üretilse bile gereksiz bir ürün olduğu düşünölen ve piyasada asla tutunamayan Iridium uydu telefonlarıdır.

Tablo 5. Eleştiriler

Eleştiri	Makale sayısı
Yaratıcılığa yer vermiyor	6
Yalnızca reklam aracı	5
Yeni istatistiksel araç sunmuyor	5
İçe odaklı	4
İş hayatının kalitesine etkileri değerlendirilmiyor	4
Tüm sorunlara çare olacakmış gibi pazarlanıyor	4
Yeterince hızlı sonuç almıyor	4
Karmaşık ve anlaşılmaz	3
Pahalı	3
Doktorları ekonomik özneler olarak görüyor	2
Ölçüme çok, değişime az önem veriyor	2
Teorik altyapısı zayıf	2
Tüm hataları aynı önemde görüyor	2
Aklil karıştıran bir ismi var	2

Sigma – Yalın Konferansları'ndaki sunuşunda bu eleştirileri gündeme getirerek “Saçma! Altı sigmayı en başta oluştururken yaratıcılığı da bunun bir parçası olarak içine koyduk. Gidin bakın, orada bulacaksınız.” şeklinde konuşmuştur.

Altı sigmanın eski araç ve yöntemlerin paketlenip yeniden sunulması olduğu da sıkça yapılan bir eleştiridir. Stamatis (2000) bunun yalnızca kalite danışmanlarının para kazanmak için uydurduğu bir pazarlama aracı olduğunu iddia etmektedir. Buna paralel diğer eleştiriler de altı sigmanın her soruna çare olarak görülmesi ve sunulması ile bu yaklaşımın hiçbir yeni araç sunmadığı düşüncesidir. Ancak altı sigmanın var olan araçların daha verimli kullanılmasına yaptığı katkı, bu eleştiriyi yapanlar tarafından dikkate alınmamaktadır (Arvidsson vd., 2003).

Altı sigma eleştirileri genellikle ana konusu altı sigma olan (%77), akademisyenler tarafından kaleme alınan (%56) ve vaka çalışması içermeyen

makalelerde (%65) dile getirilmiştir. Sanayi kökenli yazarların pratik deneyimleri sebebiyle daha fazla eleştiri gündeme getirebilecekleri düşünülse de, eleştirilerdeki akademisyen yoğunluğu bilimsel şüphecilığe bağlanabilir.

2.2.8 Gelecek Öngörülleri

24 makalede altı sigmanın geleceğiyle ilgili öngörülerde bulunulmuştur. Bu öngörüler arasında birden çok kez dile getirilenler, Tablo 6'da listelenmiştir.

Buna göre, hizmet sektöründe altı sigmanın daha yaygın bir kullanım alanı bulması beklentisi en sık dile getirilen beklentidir. Bu literatür araştırmasındaki sektör analizinin sonuçları bu öngörüyle uyumludur. Akademik kurumların altı sigma eğitim programları açması beklentisi bir diğer öngörüdür ve ABD'de başta Arizona State University (Montgomery vd., 2005) ve Virginia Tech (Anderson-Cook vd., 2005) olmak üzere bazı üniversiteler bu tür eğitim programları sunmaktadırlar. Ülkemizde de bu tür programların yaygınlaşması beklenebilir.

Tablo 6. Gelecek Öngörülleri

Gelecek öngörüsü	Makale sayısı
İmalat sektöründeki uygulamalardan hizmet sektöründeki uygulamalara kayış	4
Akademik altı sigma çalışmalarına daha fazla ilgi göstermesi	4
Daha az uzmanlık isteyen, kullanıcı dostu araçlar	3
Hata/maliyet azaltımından değer yaratmaya geçiş	3
Yapay sinir ağları ve bulanık mantık uygulamalarının daha sık uygulanması	3
Yazılım, donanım ve ağ teknolojilerindeki gelişmeler ile daha az maliyetli ve daha kolay uygulamalar	3
Web tabanlı eğitim uygulamaları	3
E-imalat ve e-işletmelerin altı sigmayı etkilemesi	2

Kullanıcı dostu araç beklentisi, Hahn ve Hoerl'in (1998) "istatistikçiler olmadan bir istatistik çağı" tanımlamalarıyla uyumludur. Altı sigma uygulayıcılarının çoğunluğunun istatistik veya endüstri mühendisliği araçlarının büyük bölümüyle ancak altı sigma eğitimlerinde tanışıyor olmaları, bu beklentinin önemini ortaya koymaktadır.

Diğer beklentilerin çoğu, gelişen teknolojiler ve daha az maliyetli altı sigma uygulamaları yaratmak üzerinedir. Bu beklenti, küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin altı sigma uygulamaları için yeterli kaynağı ayırmakta zorlanıyor olmaları sebebiyle akla yakın bir beklenti olarak değerlendirilebilir.

Beklentilerin belirtildiği makaleler genellikle akademisyenler tarafından kaleme alınan (%67) ve vaka çalışması içermeyen çalışmalardır (%71).

2.2.9 Uygulama Zorlukları

Makalelerin 41'inde altı sigma uygulamaları esnasında karşılaşılan zorluklara değinilmiştir. Bunlar arasında üçten çok kez değinilenler Tablo 7'de sunulmuştur.

En sık rastlanan bütçe kısıtları ve zaman kısıtları

Tablo 7. Uygulama Zorlukları

Uygulama zorluğu	Makale sayısı
Bütçe kısıtları	12
Zaman ve personel ayırma kısıtları	7
Kültür değişimine direnç	7
Farklı bölümlerde altı sigmanın değişik oranlarda kabul görmesi	6
Veri toplamanın zorluğu	5
Yönetim adanmışlığının yetersizliği	4
Proje seçiminde başarısızlıklar	4

sorunları, esasında iç içe geçmiş sorunlardır. Altı sigma birçok firma için hâlen pahalı bir girişimdir (Sokovic ve Pavletic, 2007). Zira eğitim masrafları, altı sigma için tam zamanlı veya yarı zamanlı olarak ayrılacak personelin masrafları vb. düşünüldüğünde bütçe ve zaman kısıtları altı sigma uygulamalarının önünü kesen en büyük engeller olabilmektedir.⁴

Bu masraflara katlanan firmaların yatırımlarının iki katından fazlasını bir yıl içerisinde geri alabildiği ve gelecek öngörülerini incelemesinde tartışıldığı üzere internet üzerinden altı sigma eğitimi gibi daha az maliyetli ve daha az hazırlık zamanı gerektiren uygulamaların gelişmekte olduğu düşünüldüğünde, bu kısıtların kurumlar üzerinde oluşturduğu baskının gelecekte hafiflemesi beklenebilir.

Üçüncü sırada yer alan "kültür değişimine direnç" in esasında karşılaşılan neredeyse bütün zorlukların temelinde yatan bir alt neden olduğu düşünülebilir. Aslına bakılırsa bu zorluk, aşılması en güç ve en tehlikeli olanıdır, çünkü birçok sorunu tetikleyebilir. Üç veya daha az makalede dile getirilmiş bazı dikkat çekici zorluklar arasında "tedarikçi kalitesinin düşüklüğü", "diğer kalite yaklaşımları ve iş süreçleriyle bütünleşmede başarısızlık" ve "geçmiş deneyimlerin oluşturduğu koşullanma" sayılabilir.

Uygulama zorlukları, bekleneceği üzere vaka çalışmalarında daha fazla (%66) işlenmiştir. Öte yandan akademisyenlerin bu zorluklara uygulama deneyimi olan sanayi kökenli yazarlardan daha fazla (%54) değiniyor olmaları ilginçtir.

2.2.10 Performans Ölçütleri

Makalelerde altı sigma uygulamalarının başarıları, bir dizi performans ölçütüne göre değerlendirilmiştir. Bu performans ölçütlerine göre elde edilen sonuçlar Tablo 8'de listelenmiştir.

Tablo incelendiğinde en sık kullanılan performans

⁴ Ortalama altı sigma programı maliyeti 2003 yılında yapılan bir çalışmada 609 bin dolar olarak hesaplanırken ortalama proje getirisi 100-250 bin dolar aralığında tahmin edilmiştir (Anonim, 2003).

Tablo 8. Performans Sonuçları

Performans sonuçları	Makale sayısı
Parasal	66
Değişkenlikte/hata sayısında düşüş (nicel)	57
Değişkenlikte/hata sayısında düşüş (nitel)	38
Çevrim zamanında azalma	27
Diğer	9
Ölçüt yok	120

ölçütünün parasal değerler olduğu görülmektedir. Altı sigmanın “ölçülebilir parasal getiri” beklentisi düşünüldüğünde bu durum normal karşılanabilir. Ancak makalelerin pek azında maliyet azalışı veya kâr artışının bilimsel bir hesabına yer verilmektedir (Brady ve Allen, 2006). Belirli bir sorunun altı sigma dışında bir yaklaşımla ele alınması durumunda elde edilecek getiriler ile altı sigmanın başarısının karşılaştırılması ise hiçbir makalede yer almamaktadır. Dolayısıyla, ilan edilen parasal getiri genellikle kurumların okuyucu tarafından bilinmeyen kendi hesaplama yöntemlerine dayanmakta ve bu özelliğiyle bir “iddia” olmaktan öteye nadiren geçebilmektedir. Üstelik parasal başarının diğer alanlardaki başarılar ile ekonomik değişkenlerin bir fonksiyonu olduğu düşünüldüğünde, altı sigma programlarının başarısını yalnızca parasal başarıyla ölçmek yeterli görünmemektedir (Çelikoğlu, 2008).

Altı sigmanın gerçek hedefi olan değişkenlik/hata azaltımı bazı makalelerde sayısal sonuçları ile, bazı makalelerde ise yalnızca sözel bir ifadeyle yer almaktadır. Bir diğer amaç olan çevrim zamanı kısalması, esas itibarıyla yalın üretim yöntemlerinin temel amacı olmakla birlikte altı sigma çalışmalarında da sıkça anılan bir başarımlı olmaktadır. Dokuz makalede bu grupların dışındaki ölçütlere yer verilmiş ve bunlar tabloda “diğer” olarak gösterilmiştir. Bunların arasında “bir hizmetin kullanım sıklığı”, “israf miktarı” gibi bazı ölçütler vardır.

“Diğer” adı altında gruplanan ölçütlerin yalnızca akademisyenler tarafından kullanılmış olması ilginçtir. Nicel ölçütler ve çevrim zamanı büyük çoğunlukla akademi kökenli yazarlar tarafından kullanılırken ölçüt kullanmayan yazarların genellikle akademi

dışından olmasının, akademisyenlerin çalışmalarının sonuçlarını ve değerini daha objektif olarak ortaya koyma eğiliminden kaynaklandığı iddia edilebilir.

Yalnızca vaka çalışmaları ele alındığında, kullanılan ölçütlerin sıralaması değişmekte, nicel ölçüt birinci sıraya yükselmekte (51 makale), onu parasal ölçüt ve nitel ölçüt takip etmektedir. Vaka çalışmalarının 53’ünde hiçbir performans ölçütüne yer verilmemiş olması, bu çalışmaların niteliğini olumsuz yönde etkileyen bir faktördür.

2.2.11 Araçlar

Altı sigma, Tanımla-Ölç-Analiz Et-İyileştir-Kontrol Et (TÖAİK) çevrimi içinde çeşitli araçların bir araya getirilmesiyle problemleri çözmek ve değişkenliği azaltmak için kullanılan bir yöntemdir. Altı sigma yöntembilimi çerçevesinde kullanılacak araçlara ilişkin bir sınırlama mevcut olmadığından, işin doğasına ve altı sigma mantığına uygun her türlü araç veya yöntemin kullanılması mümkündür. Bu sebeple uygulama dahilinde kullanılan araçlar, altı sigmanın başarısı için kritik önem taşımaktadır. Bu bölümde altı sigma literatüründe kullanılan istatistik ve mühendislik araçlarının bir incelemesi yapılmıştır ve Tablo 9’da kullanım sıklıkları listelenmiştir.

En sık kullanılan araçların bir bölümü, altı sigma çerçevesi dışında kendi başına da kullanım olanağı olan ancak TÖAİK içinde daha fazla verim alındığı düşünülen istatistiksel süreç kontrolü, deney tasarımı, hata türü etki analizi gibi araçlardan oluşmaktadır. Bir diğer grup, bir altı sigma çalışmasında olmazsa olmaz denebilecek süreç haritalama, süreç yeterlilik analizi, ölçüm sistemleri analizi gibi araçlardır. Görselliği ön plana çıkaran ve uzmanlık istemeyen balık kılıcı diyagramı ve pareto diyagramı gibi araçlar bir üçüncü grubu oluşturmaktadır.

Yapay sinir ağları, yapay zeka, genetik algoritmalar, bulanık mantık gibi bazı yeni nesil araçlar literatürde gittikçe daha sık kullanılmaya başlamıştır.

Vaka çalışmalarında kullanılan ortalama araç sayısı 3,63 iken tüm tam metin makaleler dikkate alındığında

Tablo 9. Araçlar ve Kullanılma Sıklıkları

Araç	Makale sayısı	Araç	Makale sayısı
İstatistiksel süreç kontrolü	77	Yayımlı diyagramı	8
Deney tasarımı	63	Matematiksel programlama	7
Süreç haritalama	62	Sonlu elemanlar analizi	6
Süreç yeterlilik analizi	58	Zaman serileri analizi	5
Hata türü etki analizi	49	CART ve MARS	5
Ölçüm sistemi analizi	45	Benzeşim diyagramı	5
Balık kılıcı diyagramı	41	Bulanık mantık	4
Pareto diyagramı	32	Analitik hiyerarşi süreci	4
Hipotez testleri ve güven aralıkları	31	Duyarlılık analizi	4
Kuyruk analizi ve benzetim	22	Kano modeli	4
Kıyaslama	21	Üretilebilirlik / montaj için tasarım	3
Varyans analizi	20	Pugh matrisi	2
Kalite fonksiyon göçerimi	19	TRIZ	2
Neden-sonuç matrisi	17	Genetik algoritmalar	2
Tepki yüzeyi metodolojisi (RSM)	16	FAST diyagramı	1
Hata önleme (poka-yoke)	15	Hata ağacı analizi	1
SIPOC diyagramı	11	SWOT analizi	1
Anket ve araştırmalar	10	Veri madenciliği	1
Çok değişkenli analizi	10	Olumsuzluk tablosu analizi	1
Boşluk analizi	9	Agora grafiği	1
Kutu diyagramı	8	Hiçbiri	39
Yapay sinir ağları ve yapay zeka	8		

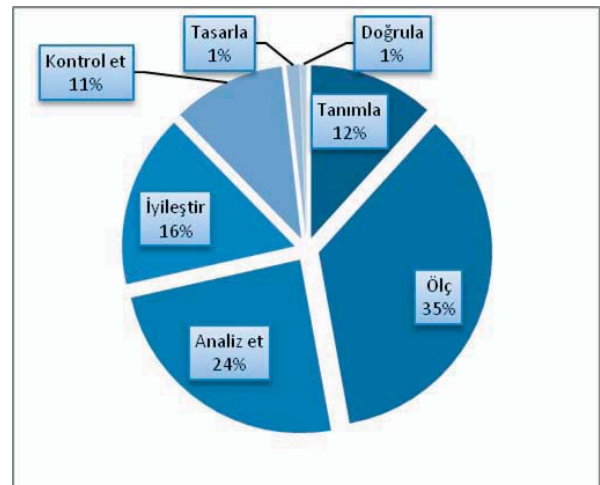
bu sayı 2,16 olmaktadır. Vaka çalışmaları için bu sayı oldukça düşüktür. Akademisyenler akademi dışındaki yazarlara göre vaka çalışmalarında ortalama bir araç fazla kullanmıştır.

Kullanılan araçların TÖAİK içinde kullanıldığı adımlar incelendiğinde Şekil 12 ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi “tasarla” ve “doğrula” adımları, altı sigma için tasarım yaklaşımının içinde yer alan adımlardır.

Şekilde de görüleceği üzere en fazla araç ölçme adımında kullanılmaktadır. Bu bulgu, altı sigmanın ölçüme çok fazla önem verip değişime yeterince önem vermediği yolundaki eleştiriyi paralel olarak değerlendirilebilir. Ayrıca yakın gelecekte başta tanımlama olmak üzere diğer adımlar için daha fazla bilimsel araç kullanımının yaygınlaşacağı öngörülebilir.

TÖAİK ve Tanımla-Ölç-Analiz Et-Tasarla-Doğrula (TÖATD) çevrimlerindeki adımların her birinde en sık

kullanılan beş araç Tablo 10’da listelenmiştir. Buna göre her adımın en popüler araçlarının, altı sigma adımlarının amaçları düşünüldüğünde beklentilere son derece uygun düştüğü görülmektedir.

**Şekil 12.** Araçların Altı Sigma Adımlarına Göre Kullanılma Oranları

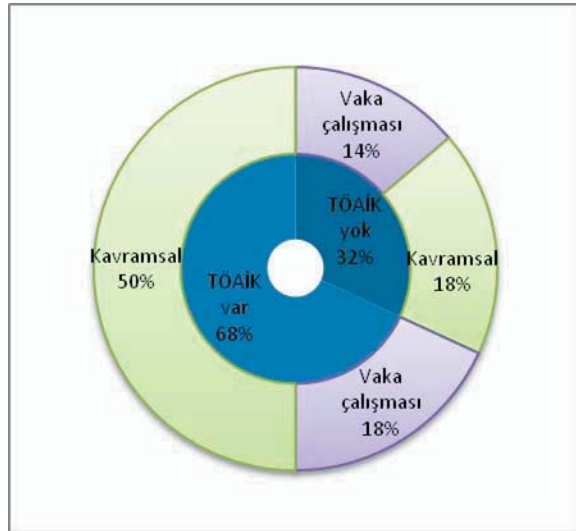
Tablo 10. Altı Sigma Adımlarının Her Birinde En Sık Kullanılan Beş Araç

Tanımla	Ölç	Analiz et	İyileştir	Kontrol et	Tasarla	Doğrula
Süreç haritalama	Süreç yeterlilik analizi	Hipotez testi ve güven aralıkları	Deney tasarımı	İstatistiksel süreç kontrolü	Kuyruk analizi ve benzetim	Kuyruk analizi ve benzetim
SIPOC diyagramı	Ölçüm sistemi analizi	Hata türü etki analizi	Hipotez testi ve güven aralıkları	Süreç yeterlilik analizi	Zaman serileri analizi	İstatistiksel süreç kontrolü
Pareto diyagramı	Süreç haritalama	Varyans analizi	Süreç yeterlilik analizi	Ölçüm sistemleri analizi	CART ve MARS	
Kalite fonksiyon göçerimi	Balık kılıçığı diyagramı	Süreç haritalama	Varyans analizi	Hata türü etki analizi		
Hata türü etki analizi	Pareto diyagramı	Balık kılıçığı diyagramı	Tepki yüzeyi analizi	Kuyruk analizi ve benzetim		

2.2.12 Tanımla – Ölç – Analiz Et – İyileştir – Kontrol Et (TÖAİK)

Altı sigmanın yönetsel çerçevesini oluşturan TÖAİK çevrimi (İngilizce baş harfleriyle DMAIC, veya altı sigma için tasarım söz konusu olduğunda DMADV ve benzeri) altı sigma ile ilgili makalelerde, özellikle vaka çalışmalarında değinilmesi ve hatta kullanılması beklenen bir kavramdır.

Şekil 13'te makalelerin TÖAİK'e değinme oranları ve bu makalelerin türlere göre dağılımı gösterilmektedir. Ana konusu altı sigma olan makaleler değerlendirildiğinde makalelerin yüzde 68'i, tüm makaleler değerlendirildiğindeyse yüzde 53'ü TÖAİK'ten bahsetmekte ya da bu çevrimi kullanmaktadır.



Şekil 13. Makalelerin TÖAİK'e Değinme Oranları ve Türlerine Göre Dağılımları

Bu incelemenin en şaşırtıcı bulgusu, 22 adet vaka çalışmasının TÖAİK'e hiç değinmemesidir. Altı sigma üzerine yapılan vaka çalışmalarında TÖAİK çevrimi olmazsa olmaz bir yöntem olduğuna göre, bu durum bu çalışmaların akademik niteliğini sorgulanır hâle getirmektedir. Öte yandan kavramsal makalelerde TÖAİK değinisi olmaması normal karşılanabilir; çünkü bu makaleler sözcüğü karakuşakların eğitimi gibi altı sigmanın bambaşka bir tarafını ele alıyor olabilirler.

2.2.13 Altı Sigma İçin Tasarım

Altı sigma için tasarım (İngilizcedeki baş harfleriyle DFSS), kaynak yönünden verimli, yüksek oranda başarılı ürün verme becerisine sahip, süreç değişkenliklerine karşı dirençli süreçler tasarlamayı, başka bir deyişle altı sigma düzeyinde bir başarıyla üretim yapılacak süreçleri ve ürünleri yaratmayı amaçlayan, altı sigmaya dayalı bir ürün geliştirme yaklaşımıdır.

Tam metin makalelerin yüzde 24'ü altı sigma için tasarım yaklaşımına değinmektedir. Bu konuya değinen ilk makale 1993 yılında yayımlanmıştır (Smith, 1993) ve düzenli olmasa da o yıldan beri konuyu ele alan makalelerin sayısında bir artış görülmektedir. DFSS'yi ele alan makaleler genellikle imalat sektörünü konu almakta (%54), akademisyenler tarafından kaleme alınmakta (%55) ve en az bir adet vaka çalışması içermektedir (%54). Ancak bu makalelerin tamamı altı sigma için tasarım yaklaşımını çalışmada uygulayan makaleler olmayıp bazıları yalnızca konuya değinmekle yetinmektedir.

3. SONUÇ

Bu çalışmada Fen Bilimleri Atıf Endeksi kapsamında yer alan ve başlık veya özet bölümlerinde “six sigma” sözcüklerini içeren tüm akademik makaleler bibliyografik ve içeriksel açıdan incelenmiş ve literatürün mevcut durumu ile gelişme eğilimleri ortaya konmuştur.

Gelecekte konu üzerine yapılacak çalışmalarda Türkiye’deki altı sigma uygulamalarının mümkün olduğunca geniş bir envanterinin çıkarılması ve ülkemizdeki uygulamaların bu çalışmadakilere benzer açılardan ele alınması faydalı olacaktır. Satoğlu ve Durmuşoğlu (2003) tarafından Türkiye’deki yalın üretim uygulamaları üzerine ve Durmuşoğlu vd. tarafından Türkiye’deki hücreli üretim uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların bir benzerinin altı sigma uygulamaları için tekrarlanması sayesinde altı sigma çalışmalarında yerelliğin etkisi ortaya konabilir ve ülkemizdeki altı sigma uygulayıcılarına kendi çalışmalarında faydalanabilecekleri bir toplu deneyim aktarımı yapılabilir. İkinci olarak, endüstri mühendislerinin altı sigma çalışmalarında üstlenebilecekleri roller incelenerek genç endüstri mühendislerinin kendilerini bu yönde daha etkili bir şekilde geliştirmeleri sağlanabilir. Son olarak, en az altı sigma literatüründe bolca rastlanan “başarı öyküleri” kadar değerli bilgiler sunacak olan “başarısızlık öyküleri”nin de bilimsel çalışmalara katılması, gelecekteki çalışmalarda işlenmesi faydalı olacak konular arasındadır.

Yapılan çalışmadan ve literatürün mevcut durumundan çıkarılan sonuç, altı sigmanın endüstrideki popülaritesine karşılık akademik alanda konuya aynı oranda ilginin oluşmadığıdır. Görülmüştür ki reklam aracı olarak yazılmış makaleler, TÖAİK çevriminden bahsetmeyen ve hatta hiçbir bilimsel aracın kullanılmadığı, hiçbir performans ölçütünün sunulmadığı vaka çalışmalarına Fen Bilimleri Atıf Endeksi kapsamındaki dergilerde dahi rastlamak mümkündür. Birçoğu kişisel fikirlere ve öznel deneyimlere dayanmakta olan bu makalelerin atıf alma sıklıkları da oldukça düşüktür. Özetle, altı sigmanın reklam yönü bilimsel yönünün önüne geçmiştir. Altı

sigmanın popülarliğinin ve “paraya çevrilebilirliği”nin, konu hakkındaki makalelerin akademik niteliğini zedelemekte olduğu öne sürülebilir.

Hem ülkemiz hem de dünyada tüm sektörlerde büyük başarılar elde etmesi mümkün olan bu yaklaşım yakın gelecekte kendini bir endüstri standardı olarak kanıtlayacaksa, daha fazla tartışılması, daha fazla sayıda akademik araştırmaya konu olması ve hakkındaki algının tutarlı hale gelmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Anderson-Cook, C.M., Patterson, A., Hoerl, R. 2005. “A Structured Problem-solving Course for Graduate Students: Exposing Students to Six Sigma as Part of Their University Training”, *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 249-256.
2. Anonim 2003. “A Revealing Study of Six Sigma: Gains But Missed Potential”, *Strategic Direction*, 19(8), 34-36.
3. Antony, J., Banuelas, R. 2002. “Key Ingredients for the Effective Implementation of Six Sigma Program”, *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20-27.
4. Arvidsson, M., Gremyr, I., Johansson, P. 2003. “Use and Knowledge of Robust Design Methodology: A Survey of Swedish Industry”, *Journal of Engineering Design*, 14(2), 129-143.
5. Brady, J.E., Allen, T.T. 2006. “Six Sigma Literature: A Review and Agenda for Future Research”, *Quality and Reliability Engineering International*, 22, 335-367.
6. Bothe, K. 2008. Altı Sigma-Yalın Konferansları’nda Yapılmış Konuşma, 9-11 Mayıs 2008, Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi, İzmir.
7. Chassin, M.R. 1998. “Is Health Care Ready for Six Sigma Quality?”, *Milbank Quarterly*, 76(4), 565-592.
8. Choo, A.S., Linderman, K.W., Schroeder, R.G. 2007. “Method and Psychological Effects on Learning Behaviors and Knowledge Creation in Quality Improvement Projects”, *Management Science*, 53(3), 437-450.
9. Clifford, L. 2001. “Why You Can Safely Ignore Six Sigma”, *Fortune*, Ocak 2001.
10. Çelikoğlu, Y. 2008. Six Sigma: A Literature Survey, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
11. Depalma, A. 2006. “Lean and Six Sigma Approaches Taking Hold”, *Genetic Engineering News*, 26(7), 1-4.
12. Du, X.P., Chen, W. 2000. “Towards a Better Understanding of Modeling Feasibility Robustness in Engineering

- Design”, *Journal of Mechanical Design*, 122(4), 385-394.
13. Durmuşoğlu, M.B., Kulak, O., Balcı, H.H. 2003. “Türkiye’de Hücreyel Üretim Uygulamalarının Analizi ve Değerlendirilmesi”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 14(2), 2-20.
 14. Feng, C.X.J., Kusiak, A. 1997. “Robust Tolerance Design With the Integer Programming Approach”, *Journal of Manufacturing Science and Engineering-Transactions of the ASME*, 119(4A), 603-610.
 15. Fieler, P.E., Loverro, N. 1991. “Defects Tail Off With 6-sigma Manufacturing”, *IEEE Circuits and Devices Magazine*, 7(5), 18-18.
 16. Garfield, E. 1976. “Is the Ratio Between Number of Citations and Publications Cited a True Constant?”, *Current Contents*, 6, 5-7, <http://www.garfield.library.upenn.edu/essays/v2p419y1974-76.pdf>, son erişim tarihi: 15 Aralık 2007.
 17. Goldstein, M. 2001. “Six Sigma Program Success Factors”, *Six Sigma Forum Magazine*, 1(1), 36-45.
 18. Hahn, G., Hoerl, R. 1998. “Key Challenges for Statisticians in Business and Industry”, *Technometrics*, 40(3), 195-200.
 19. Hoerl, R.W. 1998. “Six Sigma and the Future of the Quality Profession”, *Quality Progress*, 31(6), 35-42.
 20. Hwang, Y.D. 2006a. “The Practices of Integrating Manufacturing Execution System and Six Sigma Methodology”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30(7-8), 761-768.
 21. Hwang, Y.D. 2006b. “The Practices of Integrating Manufacturing Execution Systems and Six Sigma Methodology”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31(1-2), 145-154.
 22. Jacobson, J.M., Johnson, M.E. 2006. “Lean and Six Sigma: Not for Amateurs - Second in a 2-part Series”, *Labmedicine*, 37(3), 140-145.
 23. Keene, S., Alberti, D., Henby, G., Brohinsky, A.J., Tayur, S. 2006. “Caterpillar’s Building Construction Products Division Improves and Stabilizes Product Availability”, *Interfaces*, 36(4), 283-294.
 24. Kumar, M., Antony, J., Singh, R.K., Tiwari, M.K., Perry, D. 2006. “Implementing the Lean Sigma Framework in an Indian SME: A Case Study”, *Production Planning & Control*, 17(4), 407-423.
 25. Kwak, Y.H., Anbari, F.T. 2006. “Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach”, *Technovation*, 26(5-6), 708-715.
 26. Lee-Mortimer, A. 2006a. “Six Sigma: A Vital Improvement Approach When Applied to the Right Problems, in the Right Environment”, *Assembly Automation*, 26(1), 10-17.
 27. Lee-Mortimer, A. 2006b. “Six Sigma: Effective Handling of Deep Rooted Quality Problems”, *Assembly Automation*, 26(3), 200-204.
 28. Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S. 2003. “Six Sigma: A Goal-theoretic Perspective”, *Journal of Operations Management*, 21(2), 193-203.
 29. Manual, D. 2006. “Six Sigma Methodology: Reducing Defects in Business Processes”, *Filtration & Separation*, 43(1), 34-36.
 30. Montgomery, D.C., Burdick, R.K., Lawson, C.A., Molnau, W.E., Zenzen, F., Jennings, C.L., Shah, H.K., Sebert, D.A., Bowser, M.D., Holcomb, D.R. 2005. “A University-based Six Sigma Program”, *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 243-248.
 31. Nash, M., Poling, S.R., Ward, S. 2006. “Six Sigma Speed - Faster Results Come From a Lean Culture”, *Industrial Engineer*, 38(11), 40-44.
 32. Nevalainen, D., Berte, L., Kraft, C., Leigh, E., Picaso, L., Morgan, T. 2000. “Evaluating Laboratory Performance on Quality Indicators With the Six Sigma Scale”, *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 124(4), 516-519.
 33. Oke, S.A. 2007. “Six Sigma: A Literature Review”, *South African Journal of Industrial Engineering*, 18(2), 109-129.
 34. Pannell, A. 2006. “Happy Together - Solid Lean Principles are at the Heart of Every Successful Six Sigma Program”, *Industrial Engineer*, 38(3), 46-49.
 35. Pheng, L.S., Hui, M.S. 2004. “Implementing and Applying Six Sigma in Construction”, *Journal of Construction Engineering and Management-ASCE*, 130(4), 482-489.
 36. Satoğlu, Ş.I., Durmuşoğlu, M.B. 2003. “A Field Study on Measuring the Lean Maturity Level in Manufacturing Firms in Turkey”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 14(3), 4-14.
 37. Smith, B. 1993. “6-sigma Design”, *IEEE Spectrum*, 30(9), 43-47.
 38. Sokovic, M., Pavletic, D. 2007. “Quality Improvement - PDCA Cycle vs. DMAIC and DFSS”, *Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 53(6), 369-378.
 39. Stamatis, D.H. 2000. “Who Needs Six Sigma, Anyway?”, <http://www.qualitydigest.com/may00/html/sixsigmacon.html>, son erişim tarihi: 05 Ekim 2007.
 40. Velocci, A. 1998. “Six Sigma Takes a Back Seat to ‘Lean Electronics’ at Rockwell”, *Aviation Week & Space Technology*, 149(20), 60-60.
 41. Woeste, S. 2006. “Six Sigma, Lean Management, and Hand-held Computers: Decrease Errors in Clinical Tasks”, *Labmedicine*, 37(5), 269-271.

BİBLİYOGRAFYA

1. Achyuthan, K.E., Whitten, D.G. 2007. "Design Considerations for High Throughput Screening and in Vitro Diagnostic Assays", *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 10(6), 399-412.
2. Ackermann, C.S. 1993. "Supplier Improvement Via SPC Applications Workshops", *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 6(2), 178-183.
3. Ackermann, C.S., Fabia, J.M. 1993. "Monitoring Supplier Quality At PPM Levels", *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 6(2), 189-195.
4. Adams, R., Warner, P., Hubbard, B., Goulding, T. 2004. "Decreasing Turnaround Time Between General Surgery Cases - a Six Sigma Initiative", *Journal of Nursing Administration*, 34(3), 140-148.
5. Ahmed-Jushuf, İ., Griffiths, V. 2007. "Identifying Hidden Capacity Through Modernization of Genitourinary Medicine Services", *International Journal of Std & Aids*, 18(5), 297-298.
6. Ahmed-Jushuf, İ., Griffiths, V. 2007. "Reducing Follow-ups: An Opportunity to Increase the Capacity of Genitourinary Medicine Services Across the UK", *International Journal of Std & Aids*, 18(5), 305-307.
7. Aksit, M.F., Chupp, R.E., Dinc, O.S., Demiroglu, M. 2002. "Advanced Seals for Industrial Turbine Applications: Design Approach and Static Seal Development", *Journal of Propulsion and Power*, 18(6), 1254-1259.
8. Ali, O.G., Chen, Y.T. 1999. "Design Quality and Robustness With Neural Networks", *IEEE Transactions on Neural Networks*, 10(6), 1518-1527.
9. Al-Tamimi, A.K., Bardan, M. 2006. "Integration of Quality Control and GIS to Improve Water Network in the City of Sharjah", *Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua*, 55(6), 401-412.
10. Anand, R.B., Shukla, S.K., Ghorpade, A., Tiwari, M.K., Shankar, R. 2007. "Six Sigma-based Approach to Optimize Deep Drawing Operation Variables", *International Journal of Production Research*, 45(10), 2365-2385.
11. Anderson-Cook, C.M., Patterson, A., Hoerl, R. 2005. "A Structured Problem-solving Course for Graduate Students: Exposing Students to Six Sigma as Part of Their University Training", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 249-256.
12. Anonim 1998. "Success With Six Sigma Often an Elusive Goal", *Aviation Week & Space Technology*, 149(20), 53-53.
13. Anonim 2000. "GE Uses Six Sigma Process to Develop Education Services", *Quality Progress*, 33(9), 28-29.
14. Anonim 2002. "The ABCs of Six Sigma", *Aviation Week & Space Technology*, 157(14), 56-57.
15. Anonim 2003. "Statistical Software Helps Dow Reach Six Sigma Goals - Standardizing Has Simplified Training and Optimization Efforts", *Chemical Processing*, 66(9), 23-24.
16. Antony, J. 2007. "Is Six Sigma a Management Fad or Fact?", *Assembly Automation*, 27(1), 17-19.
17. Antony, J. 2007. "Six Sigma: A Strategy for Supporting Innovation in Pursuit of Business Excellence", *International Journal of Technology Management*, 37(1-2), 8-12.
18. Antony, J., Kumar, M., Labib, A. 2008. "Gearing Six Sigma Into UK Manufacturing SMEs: Results From a Pilot Study", *Journal of the Operational Research Society*, 59(4), 482-493.
19. Antony, J., Kumar, M., Tiwari, M.K. 2005. "An Application of Six Sigma Methodology to Reduce the Engine-Overheating Problem in an Automotive Company", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Engineering Manufacture*, 219(8), 633-646.
20. Arul, K., Kohli, H. 2004. "Six Sigma for Software Application of Hypothesis Tests to Software Data", *Software Quality Journal*, 12(1), 29-42.
21. Arvidsson, M., Gremyr, İ., Johansson, P. 2003. "Use and Knowledge of Robust Design Methodology: A Survey of Swedish Industry", *Journal of Engineering Design*, 14(2), 129-143.
22. Ashton, H.C. 1998. "A Statistical Quality-driven Approach to in-polymer Additive Analysis", *Angewandte Makromolekulare Chemie*, 262, 9-23.
23. Banuelas, R., Antony, J., Brace, M. 2005. "An Application of Six Sigma to Reduce Waste", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(6), 553-570.
24. Bartos, F.J. 1999. "Six Sigma for Complex Systems", *Control Engineering*, 46(3), 90-90.
25. Bassett, M.H., Gardner, L.L., Steele, K. 2004. "Dow AgroSciences Uses Simulation-based Optimization to Schedule the New-product Development Process", *Interfaces*, 34(6), 426-437.
26. Basu, R. 2001. "Six Sigma to Fit Sigma", *IIE Solutions*, 33(7), 28-33.
27. Becich, M.J., Gilbertson, J.R., Gupta, D., Patel, A., Grzybicki, D.M., Raab, S.S. 2004. "Pathology and Patient Safety: The Critical Role of Pathology Reduction and Informatics in Error Quality Initiatives", *Clinics in Laboratory Medicine*, 24(4), 913-944.
28. Bisgaard, S. 2005. "Innovation, ENBIS and the Importance of Practice in the Development of Statistics", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(5), 429-438.
29. Bisgaard, S. 2007. "Quality Management and Jurah's Legacy", *Quality and Reliability Engineering International*, 23(6), 665-677.
30. Blakeslee, J.A. 1999. "Implementing the Six Sigma Solution", *Quality Progress*, 32(7), 77-85.
31. Boiler, C. 2004. "How to Maximize Results for Six Sigma", *R&D Magazine*, 46(7), 22-22.
32. Boiler, C. 2005. "How to Maximise Results for Six Sigma", *R&D Magazine*, 47(7), 25-25.

33. Bossert, J. 2003. "Lean and Six Sigma - Synergy Made in Heaven", *Quality Progress*, 36(7), 31-32.
34. Bowman, A., Schmee, J. 2004. "Estimating Sensitivity of Process Capability Modeled by a Transfer Function", *Journal of Quality Technology*, 36(2), 223-239.
35. Breyfogle, F. 2003. "Six Sigma Methods to Ensure Organizations' Health", *R&D Magazine*, 45(4), 28-29.
36. Breyfogle, F.W. 2002. "Golf and Six Sigma - Use Six Sigma Metrics to Drive Proper Process Behavior", *Quality Progress*, 35(11), 83-85.
37. Buell, R.S., Turnipseed, S.P. 2004. "Application of Lean Six Sigma in Oilfield Operations", *SPE Production & Facilities*, 19(4), 201-208.
38. Buggie, F.D. 2000. "Beyond 'Six Sigma'", *Journal of Management in Engineering*, 16(4), 28-31.
39. Bush, S.H., Lao, M.R., Simmons, K.L., Goode, J.H., Cunningham, S.A., Calhoun, B.C. 2007. "Patient Access and Clinical Efficiency Improvement in a Resident Hospital-based Women's Medicine Center Clinic", *American Journal of Managed Care*, 13(12), 686-690.
40. Caulcutt, R. 2001. "Why is Six Sigma So Successful?", *Journal of Applied Statistics*, 28(3-4), 301-306.
41. Caulcutt, R. 2004. "Black Belt Types", *Quality and Reliability Engineering International*, 20(5), 427-432.
42. Cechich, A., Piattini, M. 2005. "Filtering COTS Components Through an Improvement-based Process", *Cots-Based Software Systems, Proceedings*, 3412, 112-121.
43. Cechich, A., Piattini, M. 2007. "A Six Sigma-based Process to Improve COTS Component Filtering", *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 39(4), 245-271.
44. Cechich, A., Piattini, M. 2007. "Early Detection of COTS Component Functional Suitability", *Information and Software Technology*, 49(2), 108-121.
45. Challenger, C. 2004. "Six Sigma Quality Efforts Have Measurable Impact", *JCT Coatingtech*, 1(2), 24-27.
46. Chan, A.L.F. 2004. "Use of Six Sigma to Improve Pharmacist Dispensing Errors at an Outpatient Clinic", *American Journal of Medical Quality*, 19(3), 128-131.
47. Chan, K.K., Spedding, T.A. 2001. "On-line Optimization of Quality in a Manufacturing System", *International Journal of Production Research*, 39(6), 1127-1145.
48. Chassin, M.R. 1998. "Is Health Care Ready for Six Sigma Quality?", *Milbank Quarterly*, 76(4), 565-592.
49. Chassin, M.R., Anderson, R.M. 2008. "Quality of Care and Racial Health Disparities: A Strategic Overview", *Mount Sinai Journal of Medicine*, 75(1), 7-12.
50. Chassin, R. 2008. "The Six Sigma Initiative at Mount Sinai Medical Center", *Mount Sinai Journal of Medicine*, 75(1), 45-52.
51. Chen, J.M., Tsou, J.C. 2003. "An Optimal Design for Process Quality Improvement: Modelling and Application", *Production Planning & Control*, 14(7), 603-612.
52. Chen, K.S., Hsu, C.H., Ouyang, L.Y. 2007. "Applied Product Capability Analysis Chart in Measure Step of Six Sigma", *Quality & Quantity*, 41(3), 387-400.
53. Chen, K.S., Wang, C.H., Chen, H.T. 2006. "A MAIC Approach to TFT-LCD Panel Quality Improvement", *Microelectronics Reliability*, 46(7), 1189-1198.
54. Chi, H.M., Ersoy, O.K., Moskowitz, H., Altinkemer, K. 2007. "Toward Automated Intelligent Manufacturing Systems (AIMS)", *Inform Journal on Computing*, 19(2), 302-312.
55. Choo, A.S., Linderman, K.W., Schroeder, R.G. 2007. "Method and Psychological Effects on Learning Behaviors and Knowledge Creation in Quality Improvement Projects", *Management Science*, 53(3), 437-450.
56. Cigolini, R., Fedele, L., Villa, A.N. 2008. "Managing Facilities Under the Multi-service Result-oriented Approach: Some Insights Coming From the Field in Italy", *Production Planning & Control*, 19(4), 312-326.
57. Coker, S., Glick, B., Green, L., Vonmayrhauser, A. 1992. "Corporate Software Engineering-education for 6-sigma - Course Development and Assessment of Success", *Lecture Notes in Computer Science*, 640, 360-379.
58. Coleman, S.Y., Arunakumar, G., Foldvary, F., Feltham, R. 2001. "SPC as a Tool for Creating a Successful Business Measurement Framework", *Journal of Applied Statistics*, 28(3-4), 325-334.
59. Condel, J.L., Sharbaugh, D.T., Raab, S.S. 2004. "Error-free Pathology: Applying Lean Production Methods to Anatomic Pathology", *Clinics in Laboratory Medicine*, 24(4), 865-900.
60. Connolly, M. 2003. "Six Sigma Deployment at DuPont", *R&D Magazine*, 45(4), 29-29.
61. Connor, G. 2003. "Benefiting From Six Sigma", *Manufacturing Engineering*, 130(2), 53-59.
62. Cooper, D.W., Babcock, J.V., Dipietro, F. 1992. "Application of 6 Sigma-statistical Quality-control to Monitoring the Deposition of Contaminating Particles", *Journal of the IES*, 35(5), 27-32.
63. Cooper, D.W., Babcock, J.V., Dipietro, F. 1993. "Initiating 6 Sigma-statistical Quality-control Techniques for Cleanroom Settling Monitors", *Solid State Technology*, 36(2), 37-37.
64. Cooper, N.P., Noonan, P. 2003. "Do Teams and Six Sigma Go Together?", *Quality Progress*, 36(6), 25-28.
65. Cooper, R.G. 2008. "Perspective: The Stage-Gate (R) Idea-to-launch process-update, What's New, and NexGen systems", *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232.
66. Coskun, A., Serteser, M., Frateman, A., Unsal, I. 2008. "A New Internal Quality Control Chart Based on Biological Variation", *Accreditation and Quality Assurance*, 13(2), 69-75.
67. Crom, S. 2006. "Right First Time in Pharmaceuticals: Six Sigma for Continuous and Breakthrough Improvement", *Chimica Oggi-Chemistry Today*, 24(3), 20-21.

68. D'Angelo, R., Zarbo, R.J. 2007. "The Henry Ford Production System: Measures of Process Defects and Waste in Surgical Pathology as a Basis for Quality Improvement Initiatives", *American Journal of Clinical Pathology*, 128(3), 423-429.
69. Daniels, L., Borrer, C.M., Burdick, R.K. 2008. "Confidence Intervals for the Comparison of Variability Estimates for a Mixed Model", *Quality and Reliability Engineering International*, 24(1), 37-53.
70. Das, S.K., Hughes, M. 2006. "Improving Aluminum Can Recycling Rates: A Six Sigma Study in Kentucky", *JOM*, 58(8), 27-31.
71. Dassau, E., Zadok, İ., Lewin, D.R. 2006. "Combining Six-sigma With Integrated Design and Control for Yield Enhancement in Bioprocessing", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45(25), 8299-8309.
72. Davies, H.T.O. 2001. "Exploring the Pathology of Quality Failings: Measuring Quality is Not the Problem - Changing it is", *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 7(2), 243-251.
73. De Mast, J. 2003. "Quality Improvement From the Viewpoint of Statistical Method", *Quality and Reliability Engineering International*, 19(4), 255-264.
74. De Mast, J., Bergman, M. 2006. "Hypothesis Generation in Quality Improvement Projects: Approaches for Exploratory Studies", *Quality and Reliability Engineering International*, 22(7), 839-850.
75. De Mast, J., Schippers, W.A.J., Does, R.J.M.M., Van Den Heuvel, E.R. 2000. "Steps and Strategies in Process Improvement", *Quality and Reliability Engineering International*, 16(4), 301-311.
76. De Vore, K. 2008. "A six-sigma approach to stability testing", *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 47(2), 413-421.
77. Dejaegher, B., Jimidar, M., De Smet, M., Cockaerts, P., Smeyers-Verbeke, J., Vander Heyden, Y. 2006. "Improving Method Capability of a Drug Substance HPLC assay", *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 42(2), 155-170.
78. Denizel, M., Ekind, U., Ozyurt, G., Turhan, D. 2007. "Ford-Otosan Optimizes its Stocks Using a Six-sigma Framework", *Interfaces*, 37(2), 97-107.
79. Depalma, A. 2006. "Lean and Six Sigma Approaches Taking Hold", *Genetic Engineering News*, 26(7), 1-4.
80. Deshpande, P.B. 1998. "Emerging Technologies and Six Sigma", *Hydrocarbon Processing*, 77(4), 55-60.
81. Deshpande, P.B., Makker, S.L., Goldstein, M. 1999. "Boost Competitiveness Via Six Sigma", *Chemical Engineering Progress*, 95(9), 65-70.
82. Doble, M. 2003. "Putting Six Sigma Processes To Work", *Chemical Engineering*, 110(12), 62-67.
83. Doble, M. 2005. "Understand the Myths Surrounding Six Sigma", *Hydrocarbon Processing*, 84(3), 80-82.
84. Du, X.P., Chen, W. 2000. "Towards a Better Understanding of Modeling Feasibility Robustness in Engineering Design", *Journal of Mechanical Design*, 122(4), 385-394.
85. Duquesnoy, L., Berger, J.L., Prevot, P., Sandoz-Guermont, F. 2002. "SIMP: A Training Platform in Work Station Including Computing Tutors", *Intelligent Tutoring Systems*, 2363, 507-520.
86. Edgeman, R.L., Bigio, D., Ferleman, T. 2005. "Six Sigma and Business Excellence: Strategic and Tactical Examination of IT Service Level Management at the Office of the Chief Technology Officer of Washington, DC", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 257-273.
87. Eldridge, N.E., Woods, S.S., Bonello, R.S., Clutter, K., Ellingson, L., Harris, M.A., Livingston, B.K., Bagian, J.P., Danko, L.H., Dunn, E.J., Parlier, R.L., Pederson, C., Reichling, K.J., Roselle, G.A., Wright, S.M. 2006. "Using the Six Sigma Process to Implement The Centers for Disease Control and Prevention Guideline for Hand Hygiene in 4 Intensive Care Units", *Journal of General Internal Medicine*, 21, 35-42.
88. Elliott, G. 2003. "The Race to Six Sigma", *Industrial Engineer*, 35(10), 30-34.
89. Erginel, N., Dogan, B., Ay, N. 2004. "The Statistical Analysis of Coloring Problems Faced in Ceramic Floor Tile Industry", *Euro Ceramics VIII, Pts 1-3*, 264-268, 1693-1696.
90. Face, D.W., Small, R.J., Warrington, M.S., Pellicone, F.M., Martin, P.J. 2001. "Large Area YBa2Cu3O7 and Tl2Ba2CaCu2O8 Thin Films for Microwave and Electronic Applications", *Physica C*, 357, 1488-1494.
91. Feng, C.X.J., Kusiak, A. 1997. "Robust Tolerance Design With the Integer Programming Approach", *Journal of Manufacturing Science and Engineering-Transactions of the ASME*, 119(4A), 603-610.
92. Fieler, P.E., Loverro, N. 1991. "Defects Tail Off With 6-sigma Manufacturing", *IEEE Circuits and Devices Magazine*, 7(5), 18-18.
93. Fitzpatrick, D., Looney, M. 2003. "A Roadmap to Greater Efficiency in Aerospace Operations Through the Application of Six Sigma and Lean Manufacturing Techniques", *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 75(3), 274-277.
94. Fontenot, G., Behara, R., Gresham, A. 1994. "6 Sigma in Customer Satisfaction", *Quality Progress*, 27(12), 73-76.
95. Forouraghi, B. 2002. "Worst-case Tolerance Design and Quality Assurance Via Genetic Algorithms", *Journal of Optimization Theory and Applications*, 113(2), 251-268.
96. Fowler, J.W., Rose, O. 2004. "Grand Challenges in Modeling and Simulation of Complex Manufacturing Systems", *Simulation-Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, 80(9), 469-476.

97. Frankel, H.L., Crede, W.B., Topal, J.E., Roumanis, S.A., Devlin, M.W., Foley, A.B. 2005. "Use of Corporate Six Sigma Performance-improvement Strategies to Reduce Incidence of Catheter-related Bloodstream Infections in a Surgical ICU", *Journal of the American College of Surgeons*, 201(3), 349-358.
98. Freiesleben, J. 2008. "A Proposal for an Economic Quality Loss Function", *International Journal of Production Economics*, 113(2), 1012-1024.
99. French, C.M., Duplancic, N. 2006. "Application of Six Sigma Methods for Improving the Analytical Data Management Process in the Environmental Industry", *Ground Water Monitoring and Remediation*, 26(2), 58-61.
100. Frings, G.W., Grant, L. 2005. "Who Moved My Sigma... Effective Implementation of the Six Sigma Methodology to Hospitals", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 311-328.
101. Gabriele, Q.A.S., Padula, Q.F., Genta, Q.K. 2007. "Six Sigma Applied to Industry", *Ingenieria Quimica*, 31, 16-21.
102. Garg, D., Narahari, Y., Viswanadham, N. 2004. "Design of Six Sigma Supply Chains", *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1(1), 38-57.
103. Geismar, D., White, G. 2004. "Process Reliability and Flexibility - a Tool to Improve Pharmaceutical Plant Floor Operations", *Pharmazeutische Industrie*, 66(11A), 1399-1403.
104. Gnibus, R.J. 2000. "Six Sigma's Missing Link - Understanding the Quality Tool Needed to Calculate Sigma Ratings", *Quality Progress*, 33(11), 77-80.
105. Godfrey, A.B., Kenett, R.S. 2007. "Joseph M. Juran, a Perspective on Past Contributions and Future Impact", *Quality and Reliability Engineering International*, 23(6), 653-663.
106. Goel, S., Chen, V. 2008. "Integrating the Global Enterprise Using Six Sigma: Business Process Reengineering at General Electric Wind Energy", *International Journal of Production Economics*, 113(2), 914-927.
107. Goh, T.N. 2001. "A Pragmatic Approach to Experimental Design in Industry", *Journal of Applied Statistics*, 28(3-4), 391-398.
108. Goh, T.N. 2002. "A Strategic Assessment of Six Sigma", *Quality and Reliability Engineering International*, 18(5), 403-410.
109. Gollomp, B. 2005. "From Zero Defects to Six-sigma - More Than Paper to Electronic Data", *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 8(2), 70-71.
110. Graf, H.J., Seward, J., Baird, S.D., Yu, S. 2004. "The Extruder - A Look Into the "Black Box"", *Kautschuk Gummi Kunststoffe*, 57(4), 148-150.
111. Griffiths, V., Ahmed-Jushuf, İ. 2007. "Releasing Capacity in Sexual Health Through Modernization", *International Journal of Std & Aids*, 18(5), 299-304.
112. Gross, J.M. 2001. "A Road Map to Six Sigma Quality", *Quality Progress*, 34(11), 24-29.
113. Grove, D., Campean, F., Henshall, E. 2005. "A Course in Statistical Engineering", *International Journal of Engineering Education*, 21(3), 502-511.
114. Gurunatha, T., Siegel, R.P. 2003. "Applying Quality Tools to Reliability: A 12-step Six-sigma Process to Accelerate Reliability Growth in Product Design", *Annual Reliability and Maintainability Symposium 2003 Proceedings*, 562-567.
115. Hahn, G., Hoerl, R. 1998. "Key Challenges for Statisticians in Business and Industry", *Technometrics*, 40(3), 195-200.
116. Hahn, G.J. 2002. "Deming and the Proactive Statistician", *American Statistician*, 56(4), 290-298.
117. Hahn, G.J. 2005. "Six Sigma: 20 Key Lessons Learned", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 225-233.
118. Hahn, G.J., Hill, W.J., Hoerl, R.W., Zinkgraf, S.A. 1999. "The Impact of Six Sigma Improvement - A Glimpse Into the Future of Statistics", *American Statistician*, 53(3), 208-215.
119. Han, C.H., Kim, M.J., Yoon, E.S. 2008. "A Hierarchical Decision Procedure for Productivity Innovation in Large-scale Petrochemical Processes", *Computers & Chemical Engineering*, 32(4-5), 1029-1041.
120. Han, S.H., Chae, M.J., Im, K.S., Ryu, H.D. 2008. "Six Sigma-based Approach to Improve Performance in Construction Operations", *Journal of Management in Engineering*, 24(1), 21-31.
121. Harrold, D. 1999. "Designing for Six Sigma Capability", *Control Engineering*, 46(1), 62-67.
122. Harrold, D. 1999. "Optimize Existing Processes to Achieve Six Sigma Capability", *Control Engineering*, 46(3), 87-90.
123. Harrold, D. 2001. "Push the 6 Sigma Limits", *Control Engineering*, 48(2), 63-66.
124. Harry, M.J. 1998. "Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability", *Quality Progress*, 31(5), 60-64.
125. Harry, M.J. 2000. "Abatement of Business Risk is Key to Six Sigma", *Quality Progress*, 33(7), 72-75.
126. Harry, M.J. 2000. "Six Sigma Focuses on Improvement Rates", *Quality Progress*, 33(6), 76-80.
127. Harry, M.J., Crawford, J.D. 2004. "Six Sigma for the Little Guy", *Mechanical Engineering*, 126(11), 8-10.
128. Head, G.E. 1994. "6-sigma Software Using Cleanroom Software Engineering Techniques", *Hewlett-Packard Journal*, 45(3), 40-50.
129. Henretta, K., Walker, J., Bellafiore, L. 2003. "Applying "Six Sigma" to Chromatography - Tutorial: Cutting Costs Through Process Improvements", *Genetic Engineering News*, 23(1), 54-56.
130. Herasuta, M. 2007. "A "Lean" Laboratory", *Labmedicine*, 38(3), 143-144.
131. Hinckley, C.M., Barkan, P. 1996. "Selecting the Best

- Defect Reduction Methodology”, *Quality and Reliability Engineering International*, 12(6), 411-420.
132. Hoerl, R.W. 1998. “Six Sigma and the Future of the Quality Profession”, *Quality Progress*, 31(6), 35-42.
 133. Hoerl, R.W. 2001. “Six Sigma Black Belts: What do They Need to Know?”, *Journal of Quality Technology*, 33(4), 391-406.
 134. Horst, R.L. 2004. “Measuring and Achieving Six-sigma Performance”, *Manufacturing Engineering*, 133(1), 117-121.
 135. Howell, D. 2000. “The Power of Six”, *Professional Engineering*, 13(14), 34-35.
 136. Hsieh, C.T., Lin, B., Manduca, B. 2007. “Information Technology and Six Sigma Implementation”, *Journal of Computer Information Systems*, 47(4), 1-10.
 137. Hsu, Y.C., Pearn, W.L., Wu, P.C. 2008. “Capability Adjustment or Gamma Processes With Mean Shift Consideration in Implementing Six Sigma Program”, *European Journal of Operational Research*, 191(2), 516-528.
 138. Huang, B.Q., Du, X.P. 2008. “Probabilistic Uncertainty Analysis By Mean-value First Order Saddlepoint Approximation”, *Reliability Engineering & System Safety*, 93(2), 325-336.
 139. Huang, C.Y., Srihari, K., Borgesen, P. 2000. “Optimisation of the Substrate Preheat Temperature for the Encapsulation of Flip Chip Devices”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 16(1), 55-64.
 140. Hutchins, G. 2000. “The Branding of Six Sigma”, *Quality Progress*, 33(9), 120-121.
 141. Hwang, Y.D. 2006. “The Practices of Integrating Manufacturing Execution System and Six Sigma Methodology”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30(7-8), 761-768.
 142. Hwang, Y.D. 2006. “The Practices of Integrating Manufacturing Execution Systems and Six Sigma Methodology”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31(1-2), 145-154.
 143. Jackson, J., Woeste, L.A. 2008. “Using Lean Six Sigma to Reduce Patient Wait Times”, *Labmedicine*, 39(3), 134-136.
 144. Jacobson, J.M., Johnson, M.E. 2006. “Lean and Six Sigma: Not for Amateurs - Second in a 2-part Series”, *Labmedicine*, 37(3), 140-145.
 145. Jin, T.D., Su, P. 2005. “Minimize System Reliability Variability Based on Six-sigma Criteria Considering Component Operational Uncertainties”, *Annual Reliability and Maintainability Symposium 2005 Proceedings*, 214-219.
 146. Joyce, L. (2004). “Six Sigma “Add-ons” Help Companies Make the Leap”, *R&D Magazine*, 46(1), 36-38.
 147. Kandebo, S.W. 1999. “Lean, Six Sigma Yield Dividends for C-130J”, *Aviation Week & Space Technology*, 151(2), 59-61.
 148. Kang, J.O., Kim, M.H., Hong, S.E., Jung, J.H., Song, M.J. 2005. “The Application of the Six Sigma Program for the Quality management of the PACS”, *American Journal of Roentgenology*, 185(5), 1361-1365.
 149. Kang, N., Kim, J., Park, Y. 2007. “Integration of Marketing Domain and R&D Domain in NPD design process”, *Industrial Management & Data Systems*, 107(5-6), 780-801.
 150. Kapur, K.C. 2002. “The Future of Reliability Engineering as a Profession”, *Annual Reliability and Maintainability Symposium 2002 Proceedings*, 434-435.
 151. Kaushik, P., Khanduja, D. (2008). “DM Make up Water Reduction in Thermal Power Plants Using Six Sigma DMAIC Methodology”, *Journal of Scientific & Industrial Research*, 67(1), 36-42.
 152. Kazmer, D., Lotti, C., Bretas, R.E.S., Zhu, L. 2004. “Tuning and Control of Dimensional Consistency in Molded Products”, *Advances in Polymer Technology*, 23(3), 163-175.
 153. Keene, S., Alberti, D., Henby, G., Brohinsky, A.J., Tayur, S. 2006. “Caterpillar’s Building Construction Products Division Improves and Stabilizes Product Availability”, *Interfaces*, 36(4), 283-294.
 154. Kendall, J., Fulenwider, D.O. 2000. “Six Sigma, E-commerce Pose New Challenges”, *Quality Progress*, 33(7), 31-37.
 155. Kenett, R.S., Coleman, S., Stewardson, D. 2003. “Statistical Efficiency: The Practical Perspective”, *Quality and Reliability Engineering International*, 19(4), 265-272.
 156. Kiechle, F.L. 2001. “Hospital Laboratory Survival in a Cost Control Environment”, *Journal of Clinical Ligand Assay*, 24(4), 235-238.
 157. Kim, H.S., Kim, C.B., Yim, H.J. 2003. “Quality Improvement for Brake Judder Using Design for Six Sigma With Response Surface Method and Sigma Based Robust Design”, *International Journal of Automotive Technology*, 4(4), 193-201.
 158. Knowles, G., Vickers, G., Anthony, J. 2003. “Implementing Evaluation of the Measurement Process in an Automotive Manufacturer: A Case Study”, *Quality and Reliability Engineering International*, 19(5), 397-410.
 159. Koban, M.E. 2004. “Using Six Sigma Tools to Evaluate Pigment Dispersant Demand Performance”, *JCT Coatingstech*, 1(2), 28-33.
 160. Koch, P.N., Yang, R.J., Gu, L. 2004. “Design for Six Sigma Through Robust Optimization”, *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 26(3-4), 235-248.
 161. Koonce, D., Judd, R, Sormaz, D., Masel, D.T. 2003. “A Hierarchical Cost Estimation Tool”, *Computers in Industry*, 50(3), 293-302.
 162. Krouwer, J. 2002. “Using a Learning Curve Approach to Reduce Laboratory Errors”, *Accreditation and Quality Assurance*, 7(11), 461-467.

163. Kumar, M., Antony, J., Antony, F.J., Madu, C.N. 2007. "Winning Customer Loyalty in an Automotive Company Through Six Sigma: A Case Study", *Quality and Reliability Engineering International*, 23(7), 849-866.
164. Kumar, M., Antony, J., Singh, R.K., Tiwari, M.K., Perry, D. 2006. "Implementing the Lean Sigma Framework in an Indian SME: A Case Study", *Production Planning & Control*, 17(4), 407-423.
165. Kumar, U.D., Nowicki, D., Ramirez-Marquez, J.E., Verma, D. 2008. "On the Optimal Selection of Process Alternatives in a Six Sigma Implementation", *International Journal of Production Economics*, 111(2), 456-467.
166. Kumi, S., Morrow, J. 2006. "Improving Self Service the Six Sigma Way at Newcastle University Library", *Program-Electronic Library and Information Systems*, 40(2), 123-136.
167. Kwak, Y.H., Anbari, F.T. 2006. "Benefits, Obstacles, and Future of Six Sigma Approach", *Technovation*, 26(5-6), 708-715.
168. Lasky, F.D., Boser, R.B. 1997. "Designing in Quality Through Design Control: A Manufacturer's Perspective", *Clinical Chemistry*, 43(5), 866-872.
169. Lee, J. (2003). "Smart Products and Service Systems for E-business Transformation", *International Journal of Technology Management*, 26(1), 45-52.
170. Lee, S.W., Kwon, O.J. 2006. "Robust Airfoil Shape Optimization Using Design for Six Sigma", *Journal of Aircraft*, 43(3), 843-846.
171. Lee-Mortimer, A. 2006a. "Six Sigma: A Vital Improvement Approach When Applied to the Right Problems, in the Right Environment", *Assembly Automation*, 26(1), 10-17.
172. Lee-Mortimer, A. 2006b. "Six Sigma: Effective Handling of Deep Rooted Quality Problems", *Assembly Automation*, 26(3), 200-204.
173. Lee-Mortimer, A. 2007. "Leading UK Manufacturer Probes the Potential of Six Sigma", *Assembly Automation*, 27(4), 302-308.
174. Leffew, K.W., Yerrapragada, S.S., Deshpande, P.B. 2001. "6 Sigma and Solid-state Polymerization", *Chemical Engineering Communications*, 188, 109-114.
175. Leong, C.Y., Lim, W.B., Cady, W.A., Mustapha, N.A., Lai, K.K. 2005. "Effective Polymer Removal: Process Window-process Uniformity-extended Chemical Bath-life", *Ultra Clean Processing of Silicon Surfaces VII*, 103-104, 385-388.
176. Li, M.H.C., M-Refaie, A. 2008. "Improving Wooden Parts' Quality by Adopting DMAIC Procedure", *Quality and Reliability Engineering International*, 24(3), 351-360.
177. Li, Y.Q., Cui, Z.S., Ruan, X.Y., Zhang, D.J. 2006. "CAE-Based Six Sigma Robust Optimization for Deep-drawing Process of Sheet Metal", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30(7-8), 631-637.
178. Lienard, J., Sureda, F., Finet, G. 2002. "The 6 Sigma Quality Approach for Quantitative Arteriography Performance Improvement", *International Journal of Cardiovascular Imaging*, 18(2), 77-92.
179. Linderman, K., Schroeder, R.G., Choo, A.S. 2006. "Six Sigma: The Role of Goals in Improvement Teams", *Journal of Operations Management*, 24(6), 779-790.
180. Linderman, K., Schroeder, R.G., Zaheer, S., Choo, A.S. 2003. "Six Sigma: A Goal-theoretic Perspective", *Journal of Operations Management*, 21(2), 193-203.
181. Lucas, J.M. 2002. "The Essential Six Sigma - How Successful Six Sigma Implementation Can Improve the Bottom Line", *Quality Progress*, 35(1), 27-31.
182. Mahesh, M., Wong, Y.S., Fuh, J.Y.H., Loh, H.T. 2006. "A Six-sigma Approach for Benchmarking of RP&M Processes", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 31(3-4), 374-387.
183. Maleyeff, J., Krayenvenger, D.E. 2004. "Goal Setting With Six Sigma Mean Shift Determination", *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 76(6), 577-583.
184. Manual, D. 2006. "Six Sigma Methodology: Reducing Defects in Business Processes", *Filtration & Separation*, 43(1), 34-36.
185. Mccollough, G.T., Rankin, C.M., Weiner, M.L. 2006. "Roll-to-roll Manufacturing Considerations for Flexible, Cholesteric Liquid-crystal Display (Ch- LCD) media", *Journal of the Society For Information Display*, 14(1), 25-30.
186. Mccoy, M. 1999. "Six Sigma Gaining as Improvement Method", *Chemical & Engineering News*, 77(45), 11-12.
187. Mcfadden, F.R. 1993. "6-sigma Quality Programs", *Quality Progress*, 26(6), 37-42.
188. Miles, E.N. 2006. "Improvement in the Incident Reporting and Investigation Procedures Using Process Excellence (DMAI(2)C) Methodology", *Journal of Hazardous Materials*, 130(1-2), 169-181.
189. Min, S.J., Bang, S.H. 2005. "Structural Topology Design Considering Reliability", *Advances in Fracture and Strength*, Pts 1- 4, 297-300, 1901-1906.
190. Mizuyama, H. 2005. "Statistical Robust Design of a Complex System Through a Sequential Approach", *Journal of Engineering Design*, 16(2), 259-276.
191. Montgomery, D.C., Burdick, R.K., Lawson, C.A., Molnau, W.E., Zenzen, F., Jennings, C.L., Shah, H.K, Seibert, D.A., Bowser, M.D., Holcomb, D.R. 2005. "A University-based Six Sigma Program", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 243-248.
192. Mullin, R. 2003. "Eternal Values Via Six Sigma", *Chemical & Engineering News*, 81(1), 19-19.
193. Munro, R.A. 2000. "Linking Six Sigma With QS-9000", *Quality Progress*, 33(5), 47-53.
194. Murugappan, M., Keeni, G. 2003. "Blending CMM and

- Six Sigma to Meet Business Goals”, *IEEE Software*, 20(2), 42-49.
195. Nada, O.A., ElMaraghy, H.A., ElMaraghy, W.H. 2006. “Quality Prediction in Manufacturing System Design”, *Journal of Manufacturing Systems*, 25(3), 153-171.
 196. Nash, M., Poling, S.R., Ward, S. 2006. “Six Sigma Speed - Faster Results Come From a Lean Culture”, *Industrial Engineer*, 38(11), 40-44.
 197. Nave, D. 2002. “How to Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints - A Framework for Choosing What’s Best for Your Organization”, *Quality Progress*, 35(3), 73-78.
 198. Neagu, R., Hoerl, R. 2005. “A Six Sigma Approach to Predicting Corporate Defaults”, *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 293-309.
 199. Neuscheler-Fritsch, D., Norris, R. 2001. “Capturing Financial Benefits From Six Sigma - Five Lessons Learned Will Resonate With Top Management”, *Quality Progress*, 34(5), 39-44.
 200. Nevalainen, D., Berte, L., Kraft, C., Leigh, E., Picaso, L., Morgan, T. 2000. “Evaluating Laboratory Performance on Quality Indicators With the Six Sigma Scale”, *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 124(4), 516-519.
 201. Noorbach, İ., Razali, R.B.A. (1999. “Molecular Orbital Analysis of the Reaction Paths for Termolecular Reactions”, *Indian Journal of Chemistry Section A-Inorganic Bio-Inorganic Physical Theoretical & Analytical Chemistry*, 38(1), 4-9.
 202. Oke, S.A. 2007. “Six Sigma: A Literature Review”, *South African Journal of Industrial Engineering*, 18(2), 109-129.
 203. Olexa, R. 2003. “Driving Quality With Six Sigma”, *Manufacturing Engineering*, 130(2), 61-66.
 204. Olexa, R. 2003. “Fly High With Six Sigma Quality”, *Manufacturing Engineering*, 130(2), 69-73.
 205. Palanisamy, P., Rajendran, I., Shanmugasundaram, S. 2008. “Prediction of Tool Wear Using Regression and ANN Models in End-milling Operation”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 37(1-2), 29-41.
 206. Pan, J.N. 2006. “Evaluating the Gauge Repeatability and Reproducibility for Different Industries”, *Quality & Quantity*, 40(4), 499-518.
 207. Pannell, A. 2006. “Happy Together - Solid Lean Principles are at the Heart of Every Successful Six Sigma Program”, *Industrial Engineer*, 38(3), 46-49.
 208. Park, S., Gil, Y. 2006. “How Samsung Transformed its Corporate R&D Center”, *Research-Technology Management*, 49(4), 24-29.
 209. Park, T.W., Sohn, H.S. 2005. “Quality Improvement of Vehicle Drift Using Statistical Six Sigma Tools”, *International Journal of Automotive Technology*, 6(6), 625-633.
 210. Parker, B.M., Henderson, J.M., Vitagliano, S., Nair, B.G., Petre, J., Maurer, W.G., Roizen, M.F., Weber, M., Dewitt, L., Beedlow, J., Fahey, B., Calvert, A., Ribar, K., Gordon, S. 2007. “Six Sigma Methodology Can Be Used to Improve Adherence for Antibiotic Prophylaxis in Patients Undergoing Noncardiac Surgery”, *Anesthesia and Analgesia*, 104(1), 140-146.
 211. Patterson, A., Bonissone, P., Pavese, M. 2005. “Six Sigma Applied Throughout the Lifecycle of an Automated Decision System”, *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 275-292.
 212. Pavletic, D., Fakin, S., Sokovic, M. 2004. “Six Sigma in Process Design”, *Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 50(3), 157-167.
 213. Pavletic, D., Sokovic, M. 2002. “Six Sigma: A Complex Quality Initiative”, *Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 48(3), 158-168.
 214. Pavletic, D., Sokovic, M., Krulcic, E. 2006. “Six Sigma Process Quality Improvement in Automotive Industry”, *Strojarstvo*, 48(3-4), 173-185.
 215. Pavletic, D., Sokovic, M., Maurovic, D. 2007. “Continuous Improvements in Die-casting Using a Six Sigma Approach”, *Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 53(11), 794-801.
 216. Pawlicki, T., Mundt, A.J. 2007. “Quality in Radiation Oncology”, *Medical Physics*, 34(5), 1529-1534.
 217. Pearson, T.A. 2001. “Measure for Six Sigma success”, *Quality Progress*, 34(2), 35-40.
 218. Perlmutter, B. 2005. “A Six Sigma Approach to Evaluating Vacuum Filtration Technologies”, *Chemical Engineering Progress*, 101(8), 42-47.
 219. Petrova, T., Kazmer, D. 1999. “Incorporation of Phenomenological Models in a Hybrid Neural Network for Quality Control of Injection Molding”, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 38(1), 1-18.
 220. Pheng, L.S., Hui, M.S. 2004. “Implementing and Applying Six Sigma in Construction”, *Journal of Construction Engineering and Management-ASCE*, 130(4), 482-489.
 221. Prabhakaran, R.T.D, Babu, B.J.C, Agrawal, V.P. 2006. “Design for ‘X’-abilities of RTM Products - a Graph Theoretic Approach”, *Concurrent Engineering-Research and Applications*, 14(2), 151-161.
 222. Prabhakaran, R.T.D., Babu, B.J.C., Agrawal, V.P. 2006. “Quality Modeling and Analysis of Polymer Composite Products”, *Polymer Composites*, 27(4), 329-340.
 223. Raisinghani, M.S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., Daripaly, P. 2005. “Six Sigma: Concepts, Tools, and Applications”, *Industrial Management & Data Systems*, 105(3-4), 491-505.
 224. Rajagopal, R., Del Castillo, E. 2007. “A Bayesian Approach for Multiple Criteria Decision Making With Applications in Design for Six Sigma”, *Journal of the Operational Research Society*, 58(6), 779-790.

225. Reh, S., Beley, J.D., Mukherjee, S., Khor, E.H. 2006. "Probabilistic Finite Element Analysis Using ANSYS", *Structural Safety*, 28(1-2), 17-43.
226. Ribardo, C., Allen, T.T. 2003. "An Alternative Desirability Function for Achieving 'Six Sigma' Quality", *Quality and Reliability Engineering International*, 19(3), 227-240.
227. Riley, J.B., Justison, G.A., Povrzenic, D., Zabetakis, P.A. 2002. "Designing an Integrated Extracorporeal Therapy Service Quality System", *Therapeutic Apheresis*, 6(4), 282-287.
228. Rosu, M., Doicin, C., Sokovic, M., Kopac, J. 2008. "Quality and Cost in Production Management Process", *Strojnicki Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 54(3), 207-218.
229. Rowlands, H., Antony, J. 2003. "Application of Design of Experiments to a Spot Welding Process", *Assembly Automation*, 23(3), 273-279.
230. Saengpongpaew, P., Sirinaovakul, B. 1997. "Computer-Aided Process Control (CAPC) for the Semiconductor Industry", *International Journal of Materials & Product Technology*, 12(1), 68-81.
231. Sahoo, A.K., Tiwari, M.K., Mileham, A.R. 2008. "Six Sigma Based Approach to Optimize Radial Forging Operation Variables", *Journal of Materials Processing Technology*, 202(1-3), 125-136.
232. Sequeira, R., Genaidy, A., Shell, R., Karwowski, W., Weckman, G., Salem, S. 2006. "The Nano Enterprise: a Survey of Health and Safety Concerns, Considerations, and Proposed Improvement Strategies to Reduce Potential Adverse Effects", *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 16(4), 343-368.
233. Shoaf, C., Genaidy, A., Karwowski, W., Huang, S.H. 2004. "Improving Performance and Quality of Working Life: A Model for Organizational Health Assessment in Emerging Enterprises", *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 14(1), 81-95.
234. Shukla, P.J., Barreto, S.G., Nadkarni, M.S. 2008. "Application of Six Sigma Towards Improving Surgical Outcomes", *Hepato-Gastroenterology*, 55(82-83), 311-314.
235. Sinnadurai, N. 2000. "Reliability of New Packaging Concepts", *Microelectronics Reliability*, 40(7), 1073-1080.
236. Smith, B. 1993. "6-sigma Design", *IEEE Spectrum*, 30(9), 43-47.
237. Smith, B. 2003. "Lean and Six Sigma - A One-two Punch", *Quality Progress*, 36(4), 37-41.
238. Snee, R.D. 2005. "Leading Business Improvement: A New Role for Statisticians and Quality Professionals", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 235-242.
239. Sokovic, M., Jurecic, M., Kramar, A. 2004. "Reducing the Costs of Shipping Automotive Products by Implementing a Six Sigma Methodology", *Strojnicki Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 50(4), 219-228.
240. Sokovic, M., Pavletic, D. 2007. "Quality Improvement - PDCA Cycle vs. DMAIC and DFSS", *Strojnicki Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 53(6), 369-378.
241. Sokovic, M., Pavletic, D., Fakin, S. 2005. "Application of Six Sigma Methodology for Process Design", *Journal of Materials Processing Technology*, 162, 777-783.
242. Sokovic, M., Pavletic, D., Matkovic, R. 2005. "Measuring-system Analysis for Quality Assurance in a Six-sigma Process", *Strojnicki Vestnik - Journal of Mechanical Engineering*, 51(9), 589-599.
243. South, S.E. 2005. "Achieving Breakthrough Improvements With the Application of Lean Six Sigma Tools and Principles Within Process Excellence", *Laboratory Medicine*, 36(4), 240-242.
244. Spivack, J.L., Cawse, J.N., Whisenhunt, D.W., Johnson, B.F., Shalyaev, K.V., Male, J., Pressman, E.J., Ofori, J.Y., Soloveichik, G.L., Patel, B.P., Chuck, T.L., Smith, D.J., Jordan, T.M., Brennan, M.R., Kilmer, R.J., Williams, E.D. 2003. "Combinatorial Discovery of Metal Co-catalysts for the Carbonylation of Phenol", *Applied Catalysis A-General*, 254(1), 5-25.
245. Stiehl, J.B., Heck, D.A. 2007. "Six Sigma Analysis of Computer-assisted Surgery Tracking Protocols in TKA", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 464, 105-110.
246. Stiehl, J.B., Heck, D.A., Jaramaz, B., Amiot, L.P. 2007. "Comparison of Fluoroscopic and Imageless Registration in Surgical Navigation of the Acetabular Component", *Computer Aided Surgery*, 12(2), 116-124.
247. Stotsky, A. 2007. "Statistical Algorithms for Engine Knock Detection", *International Journal of Automotive Technology*, 8(3), 259-268.
248. Stotsky, A.A. 2007. "Statistical Engine Misfire Detection", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D - Journal of Automobile Engineering*, 221(D5), 641-649.
249. Stotsky, A.A. 2008. "Statistical Engine Knock Modelling and Adaptive Control", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D - Journal of Automobile Engineering*, 222(D3), 429-439.
250. Su, C.T., Chiang, T.L., Chiao, K. 2005. "Optimizing the IC Delamination Quality Via Six-sigma Approach", *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing*, 28(3), 241-248.
251. Su, C.T., Chou, C.J. 2008. "A Systematic Methodology for the Creation of Six Sigma Projects: A Case Study of Semiconductor Foundry", *Expert Systems With Applications*, 34(4), 2693-2703.
252. Subbarayan, G., Li, Y., Mahajan, R.L. 1996. "Reliability Simulations for Solder Joints Using Stochastic Finite Element and Artificial Neural Network Models", *Journal of Electronic Packaging*, 118(3), 148-156.

253. Subramanian, G.H., Jiang, J.J., Klein, G. 2007. "Software Quality and IS Project Performance Improvements From Software Development Process Maturity and IS Implementation Strategies", *Journal of Systems and Software*, 80(4), 616-627.
254. Sulek, J.M., Maruchek, A., Lind, M.R. 2006. "Measuring Performance in Multi-stage Service Operations: An Application of Cause Selecting Control Charts", *Journal of Operations Management*, 24(5), 711-727.
255. Sun, Z.H., Ranek, M., Voight, M., Steyer, G. 2006. "Manufacturing Tolerances and Axle System NVH Performance", *Sound and Vibration*, 40(4), 43800.
256. Swan, P.A., Zukowski, J.A. 1995. "Manufacturing Technologies, The "key" to a 66 Small Satellite System", *Space Technology-Industrial and Commercial Applications*, 15(4), 181-185.
257. Tadikamalla, P.R. 1994. "The Confusion Over 6-sigma Quality", *Quality Progress*, 27(11), 83-85.
258. Tam, V.W.Y., Le, K.N., Le, H.N. 2008. "Using Gaussian and Hyperbolic Distributions for Quality Improvement in Construction: Case study approach", *Journal of Construction Engineering and Management-ASCE*, 134(7), 555-561.
259. Tang, L.C., Goh, T.N., Lam, S.W., Zhang, C.W. 2007. "Fortification of Six Sigma: Expanding the DMAIC Toolset", *Quality and Reliability Engineering International*, 23(1), 3-18.
260. Tang, L.C., Than, S.E., Ang, B.W. 1997. "A Graphical Approach to Obtaining Confidence Limits of C-pk", *Quality and Reliability Engineering International*, 13(6), 337-346.
261. Tong, J.P.C., Tsung, F., Yen, B.P.C. 2004. "A DMAIC Approach to Printed Circuit Board Quality Improvement", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 23(7-8), 523-531.
262. Treichler, D., Carmichael, R., Kusamanoff, A., Lewis, J., Berthiez, G. 2002. "Design for Six Sigma: 15 Lessons Learned - Leading Corporations Find Out How to Avoid Pitfalls", *Quality Progress*, 35(1), 33-42.
263. Trivedi, Y.B. 2002. "Applying Six Sigma", *Chemical Engineering Progress*, 98(7), 76-81.
264. Tsou, J.C., Chen, J.M. 2005. "Case Study: Quality Improvement Model in a Car Seat Assembly Line", *Production Planning & Control*, 16(7), 681-690.
265. Tylutki, T.P., Fox, D.G. 2002. "Moooving Toward Six Sigma", *Quality Progress*, 35(2), 34-41.
266. Ung, S.T., Bonsall, S., Williams, V., Wall, A., Wang, J. 2007. "The Application of the Six Sigma Concept to Port Security Process Quality Control", *Quality and Reliability Engineering International*, 23(5), 631-639.
267. Urbanik, S.A. 2004. "Evaluating Relief Valve Reliability When Extending the Test and Maintenance Interval", *Process Safety Progress*, 23(3), 191-196.
268. Van Den Heuvel, J., Does, R.J.M.M., Vermaat, M.B. 2004. "Six Sigma in a Dutch Hospital: Does it Work in the Nursing Department?", *Quality and Reliability Engineering International*, 20(5), 419-426.
269. Van Merode, F., Molema, H., Goldschmidt, H. 2004. "GUM and Six Sigma Approaches Positioned as Deterministic Tools in Quality Target Engineering", *Accreditation and Quality Assurance*, 10(1-2), 32-36.
270. Velocci, A.L. 1998. "High Hopes Riding on Six Sigma at Raytheon", *Aviation Week & Space Technology*, 149(20), 59-59.
271. Velocci, A.L. 1998. "Pursuit of Six Sigma Emerges as Industry Trend", *Aviation Week & Space Technology*, 149(20), 52-56.
272. Velocci, A.L. 1998. "Six Sigma Takes a Back Seat to 'Lean Electronics' at Rockwell", *Aviation Week & Space Technology*, 149(20), 60-60.
273. Velocci, A.L. 2000. "Raytheon Six Sigma Meets Initial Target", *Aviation Week & Space Technology*, 152(13), 59-59.
274. Velocci, A.L. 2002. "Full Potential of Six Sigma Eludes Most Companies", *Aviation Week & Space Technology*, 157(14), 56-60.
275. Verma, A.K., Ghadmode, A. 2004. "An Integrated Lean Implementation Model for Fleet Repair and Maintenance", *Naval Engineers Journal*, 116(4), 79-89.
276. Walsh, K., Fuller, J., Wood, A., Moore, S.K., Schmitt, B. 2000. "Six Sigma - Marshaling an Attack on Costs", *Chemical Week*, 162(9), 25-27.
277. Walters, L. 2000. "Getting More Than Statistics With Six Sigma", *Chemical Processing*, 63(5), 34-39.
278. Walters, L. 2005. "Six Sigma: Is it Really Different?", *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 221-224.
279. Wheeler, J.M. 2002. "Getting Started: Six-sigma Control of Chemical Operations", *Chemical Engineering Progress*, 98(6), 76-81.
280. Wigren, J., Tang, K. 2007. "Quality Considerations for the Evaluation of Thermal Spray Coatings", *Journal of Thermal Spray Technology*, 16(4), 533-540.
281. Woeste, S. 2006. "Six Sigma, Lean Management, and Hand-held Computers: Decrease Errors in Clinical Tasks", *Labmedicine*, 37(5), 269-271.
282. Yang, J.H., Lee, K.Y. 2005. "Application of a Design of Experiments Approach to the Reliability of a PBGA package", *Soldering & Surface Mount Technology*, 17(3), 43-53.
283. Yeh, D.Y., Cheng, C.H., Chi, M.L. 2007. "A Modified Two-tuple FLC Model for Evaluating the Performance of SCM: By the Six Sigma DMAIC Process", *Applied Soft Computing*, 7(3), 1027-1034.
284. Zorko, R. 2006. "About Metrology from Entrepreneurial Microenvironment Point of View", *Informacije Midem-Journal of Microelectronics Electronic Components and Materials*, 36(2), 110-115.