

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTI SİGMA VE YÖNETİMDE BİR UYGULAMA

**Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği
Programı: Endüstri Mühendisliği**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
End. Müh. Erdinç ÇETİN**

HAZİRAN 2007

ALTI SİGMA VE YÖNETİMDE BİR UYGULAMA

**Yüksek lisans tezi
End. Müh. Erdiñ ÇETİN
(507041106)**

**Tezin Enstitüye Verildiğı Tarih : 7 MAYIS 2007
Tezin Savunulduğı Tarih : 11 HAZİRAN 2007**

Tez Danışmanı : Öğr.Gör.Dr. Cahit Ali BAYRAKTAR
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Cengiz KAHRAMAN
Doç.Dr. F. Tunç BOZBURA (Bahçeşehir Üniv.)

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Her türlü sektörde rekabet gücü sağlamak öncelikle iyi yapılandırılmış bir sistem yapısı ile sağlanabilir. Bu amaçla sistemlerde var olan kaynakları en verimli şekilde kullanma ve bu kaynakların kullanılışındaki verimsizlikleri ortadan kaldırma çabasına gidilmiştir.

Eğitimler her zaman için şirketlerin gelecek garantileri olarak görülmüş, çağı yakalamanın mavi işçisinden genel müdürüne kadar herkesin bir doğal gereksinimi olarak ortaya çıkmıştır. Her ne kadar eğitim içerikleri değişse de, her verilen eğitim işletme açısından geleceğe yapılmış bir yatırımdır. Bu yatırım kararını verirken de dikkat edilmesi gereken husus, en fazla geri dönüşü, en uzun süreyle nasıl elde edilebileceği olmalıdır.

Ama çağımızda gelişen takım odaklı ve hücresel imalat modelleri gereği mavi yakalı yetkinlik gereklilik derecesi günden güne artmaktadır. Bu yetkinlik seviyesine ulaşmak için de işletmeler yoğun bir şekilde mavi yakalıya eğitim imkanı sunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, bu sağlanan mavi yakalı eğitimleri için mavi yakalı faktörlerini belirleyip, işletme stratejik hedefleri doğrultusunda bu eğitimleri verilmesini sağlayacak matematiksel bir model elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen modelin amacı, verilecek eğitimlerin işletme hedefleri doğrultusunda doğru kişiye verilmesini sağlamaktır.

Bana bu konuda çalışma olanağını sağlayan, tez danışmanlığımı özenle yürüten, ilgi ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Öğr.Gör.Dr. Sayın **C. Ali BAYRAKTAR**'a, bu konudaki bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan değerli arkadaşlarım Mak. Müh. Sayın **Özgür SAYALI**'ya, mavi eğitimlerle ilgili pratik bilgimi arttırmamda yardımcı olan BSH FxW yöneticilerine ve manevi destekleri için aileme teşekkür ederim.

Mayıs 2007

Erdinç ÇETİN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii

1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Mavi Yakalı Eğitim Kriterleri	1
1.3. Altı Sigma Tarihçesine Bir Bakış	4
1.4. Altı Sigma nedir?	6
1.5. Altı Sigmanın Faydaları	8
1.6. Altı Sigma Kavramları	9
1.6.1. Önemli Altı Sigma Terimleri	10
1.7. DMAIC Metodolijisi	13
1.7.1. Tanımlama	13
1.7.2. Ölçme	14
1.7.3. Analiz	15
1.7.4. İyileştirme	15
1.7.5. Kontrol	16
1.8. Altı Sigma Yaklaşımı Diğer Yaklaşımları ile Karşılaştırması	18
1.9. Altı Sigma Organizasyonel Yapı ve Görevler	19
1.9.1. Görevler	19
1.9.2. Ödüller ve Takdirler	20
2. ÜRETİM VE HİZMET SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA	21
2.1. Üretim ve hizmet	21
2.2. Hizmet ve Üretimin Netleştirilmesi	23
2.2.1. Üretim Prosesi	23
2.2.2. Hizmet sistemleri	23
2.3. Hizmet sektöründe 6 Sigma uygulamanın zorlukları	24
2.3.1. Görülmeyen iş prosesleri	24
2.3.2. İş akışlarını ve prosedürleri geliştirmek	25
2.3.3. Gerçeklerin ve Verilerin eksikliği	26

2.3.2. Uygulama Eksikliği	26
2.4. Hizmet sektörü 6 Sigma uygulamaları hakkındaki gerçekler	26
2.5. Altı Sigma Hizmet Sektörü için Öneriler	27
2.6. Özet	28
3. ALTI SİGMA İSTATİSTİKSEL ALTYAPISI	29
3.1. Çok Değişkenli Analiz	29
3.1.1. Çok değişkenli analizin temel kavramları	30
3.1.2. Çok Değişkenli Yöntemlerin Çeşitleri	32
3.1.3. Çok Değişkenli Tekniklerin Sınıflandırılması	35
3.2. Vektörler Ve Matrisler	37
3.2.1. Koordinat Sistemleri	38
3.2.2. Vektörler Çarpım	40
3.3. Diğer Temel Kavramlar	41
3.3.1. Ortalama, Düzeltilmiş Ortalama ve Standartlaştırılmış Veri	41
3.3.2. Grup Analizi	42
3.3.3. Standartlaştırma	44
3.3.4. Serbestlik Derecesi	44
3.3.5. Çok Değişkenli Analizin Varsayımlarının Testi	45
3.2.6. Veri Dönüşümleri	50
4. ALTI SİGMA YÖNETİM UYGULAMASI	52
4.1. Metodoloji Adımlarının Matematiksel Programlama Modeli	52
4.2. Tanımlama	53
4.2.1. Proje Beyanı	53
4.2.2. Müşterinin Sesi ve Kalite Kritikleri	54
4.2.3. SIPOC	55
4.3. Ölçme	58
4.4. Analiz	59
4.4.1. Eğitim Maliyeti Faktörler Arası İlişki Analizleri	61
4.4.2. Eğitim Maliyeti Faktörler Arası İlişki Analizleri	65
4.4.3. Analiz Aşamasında Çıkan Ana Sonuçlar	68
4.5. İyileştirme	69
4.5.1. Yaş	69
4.5.2. Tecrübe	71
4.5.3. Askerlik	72
4.5.4. Tahsil Durumu	73
4.5.5. Kısım	74
4.5.4. Faktörler Arası Ağırlıklar	76
4.5.5. Matematiksel Model	77

4.5. Kontrol	79
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
KAYNAKLAR	85
EKLER	88

KISALTMALAR

DMAIC	: Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol
LTL	: Alt Hedef Limit
UTL	: Üst Hedef Limit
CTQ	: Kalite Kritiği
KK	: Kalite Kritiği
FMEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
KK	: Kara Kuşak
BB	: Kara Kuşak
YK	: Yeşil Kuşak
GB	: Yeşil Kuşak
UKK	: Uzman Kara Kuşak
MBB	: Uzman Kara Kuşak
MANOVA	: Çoklu Varyans Analizi
ANOVA	: Varyans Analizi
SS	: Kareler Toplamı
SCP	: Çapraz Çarpım
SSCP	: Çapraz Çarpımların Toplamı
FIW	: Otomatik Çamaşır Makinası Fabrikası
VOC	: Müşterinin Sesi
SIPOC	: Detaylı Süreç Şeması

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1 6 Sigma Değerleri ve Milyonda Kusur	7
Tablo 1.2 Örnek 1	12
Tablo 1.3 Örnek 2.....	12
Tablo 1.4 Örnek 3.....	13
Tablo 1.5 DMAIC aşamaları ve kullanılan teknikler.....	16
Tablo 1.6 Altı sigma yaklaşımı ve diğer teoriler ile karşılaştırma.....	18
Tablo.3.1 Çok değişkenli Analiz kullanım ve fonksiyonu.....	34
Tablo 3.2 Veri Standartlaştırma	39
Tablo 4.1 FIW figürleri	52
Tablo 4.2 Tanımlayıcı İstatistikler	59
Tablo 4.3 Örneklem kitlesi dağılımı	60
Tablo 4.4 Değerlendirme Ölçeği.....	70
Tablo 4.5 Yaş faktörü için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu	70
Tablo 4.6 Tecrübe için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu.....	72
Tablo 4.7 Askerlik için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu....	73
Tablo 4.8 Tahsil için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu.....	74
Tablo 4.9 Kısımlar için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu....	76
Tablo 4.10 Faktörler arası yüzde ağırlık tablosu.....	77
Tablo 4.11 Faktör içi ve faktörler arası ağırlıkların birleştirilmesi.....	78
Tablo 4.12 Mavi yakalı eğitim öncelikleri hesaplaması tablosu.....	79
Tablo e.1 Sebep ve sonuç matrisi.....	91
Tablo e.2 Analizlerde kullanılan özet veriler.....	93
Tablo e.3 Kısım Kodları.....	97
Tablo e.4 Mavi yakalı eğitim öncelik hesabı.....	99

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Proses Sigması ve Düşük Kalitenin Maliyeti	7
Şekil 1.2 : Taguchi Kayıp Fonksiyonu	9
Şekil 1.3 : Altı sigma organizasyonel yapı.....	10
Şekil 3.2 : İki boyutlu kartezyen koordinat sistemi.....	19
Şekil 3.3 : Serpme diagramı.....	38
Şekil 3.4 : Vektör Projeksiyonu.....	40
Şekil 3.5 : Normal Olasılık Grafiği ve karşılık gelen dağılım.....	41
Şekil 3.6 : Varyans Durumları Serpme Diagramı.....	46
Şekil 3.7 : Lineerlik için dönüşümler.....	48
Şekil 4.1 : Ağaç diyagramı ardımıyla ihtiyaçların kalite kritiklerine dönüştürülmesi.....	51 55
Şekil 4.2 : Temel girdi ve çıktıların tablosu.....	56
Şekil 4.3 : Süreç adımlarının belirlenmesi.....	57
Şekil 4.4 : Süreç adımlarının temel çıktıları.....	57
Şekil 4.5 : Süreç girdileri.....	57
Şekil 4.6 : Faktörler histogramları.....	60
Şekil 4.7 : Faktörlerin histogramı.....	61
Şekil 4.8 : Eğitim sayısı etki dağılımı pasta grafiğinde.....	63
Şekil 4.9 : Kısımın eğitim sayısına ana etki grafiği.....	63
Şekil 4.10 : Tecrübenin eğitim sayısına ana etki grafiği.....	64
Şekil 4.11 : Yaş ile tecrübe arasındaki regresyon.....	64
Şekil 4.12 : Tahsil eğitim sayısına ana etki grafiği.....	65
Şekil 4.13 : Müdürlük- eğitim maliyeti ana etki grafiği.....	66
Şekil 4.14 : Maliyet tahsil ana etki grafiği.....	67
Şekil 4.15 : Askerlik durumu eğitim maliyeti ana etki grafiği.....	67
Şekil 4.16 : Ortalamaların karşılaştırılması tablosu.....	68
Şekil 4.17 : Mavi yakalı çalışanlar için Yaş Özet Tablo.....	69
Şekil 4.18 : Mavi yakalı tecrübe özet Tablo.....	71
Şekil 4.19 : Askerlik durumu eğitim sayısı pasta diagramı.....	72
Şekil 4.20 : Ortalamalar Analizi.....	73
Şekil 4.21 : Kısımların eğitim maliyetlerine ana etki grafiği.....	75
Şekil 4.22 : Maliyet ve Kısım ortalamaları Analizi.....	75
Şekil 4.23 : Eğitim maliyeti ve sayısına faktörleri etkisi pasta diagramı.....	77
Şekil 4.24 : Transform edilmiş ve edilmemiş veri olasılık grafikleri.....	80
Şekil 4.25 : Eğitim sayısı eğitim puanı regresyon grafiği.....	80
Şekil 4.26 : Eğitim/puan sayısı kontrol grafiği.....	80
Şekil E.1 : Çok değişkenli yöntem seçimi.....	81
Şekil E.2 : Çok değişkenli analiz seçimi devamı.....	82
Şekil E.2 : Ayrıntılı SIPOC.....	92

SEMBOL LİSTESİ

$Y_1, X_1...$	: Değişkenler
x_1, y_1	: Vektör bileşenleri
e'_1	: Baz Vektör
X_{s1}	: Üst ve alt yüzeylerde birim genişliğe düşen donatı alanı
x_{ij}	: Korelasyon Katsayısı
S_j	: Sebestlik Derecesi
k	: katsayısı
R	: Kovaryans Matrisi
n	: Örneklem Hacmi
μ	: Ana Kütle Ortalama
N	: Ana Kütle Hacmi

ALTI SİGMA VE YÖNETİMDE BİR UYGULAMA

ÖZET

Her gün değişen, yeni teknikler, kavramlar ortaya çıkan bir dünyada, serbest piyasa koşulları altında devamlılık sağlamaya çalışan işletmelerin bunu başarmaları, kendilerini sürekli geliştirmeden, sürekli iyileştirmeler yapmadan mümkün değildir. Sürekli gelişmeye yönelik bir sistem kurulmalı, bu doğrultudaki dinamikler devamlı olarak ayakta tutulmalıdır.

Mavi yakalılarından, en tepe yöneticisine bir işletmenin gücü, süreklilik imkanı, herbir bireyin işini en iyi şekilde yapması ile mümkün olur. İşletmeyi oluşturan çalışanlardan oluşan zincirin her bir halkasının gücü yerinde olmalıdır. Bu gücü de, çalışanlara sağlanacak eğitim imkanlarıyla kendilerini geliştirmelerine olanak sağlayarak olur. Özellikle mavi yakalı çalışanlara verilecek önemle bu gelişim bütün işletme çapında yayılımı sağlanmış olur.

Günümüzde mavi yakalılara verilen eğitimler, yasal zorunluluklar olsun gerekse yeni teknoloji veya kavramlar hakkında olsun, yöneticiler tarafından bilinçli veya bilinçsiz bir şekilde belli kriterler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Literatür çalışmaları incelendiğinde bu faktörlerin lokal farklılıklar göstermekle beraber genel olarak tecrübe, yaş, tahsil gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da amaç 6 sigma yaklaşımını kullanarak, eğitim sürecinin performansını artırılması ile başlamış, ilerleyen adımlarda analizler sonucunda bu faktörlerin iyileştirilmesi ve mavi yakalı çalışan özellikleri belli bir model üzerinden verilmesi yönünde ileri analizler sergilenmiştir.

6 Sigma yaklaşımı çoğunlukla üretim sektörü gibi her türlü verinin kolayca ulaşılabilip sayısallaştırıldığı süreçler için kullanılan bir yöntem özelliği gösterdiği düşünülmektedir. Ama bu çalışma ile 6 Sigma çalışmaların hizmet sektörü, özellikle yönetim prosesleri üzerinde kolayca uygulanabileceği görülmektedir. DMAIC çatısı altında çok disiplinli bir şekilde yaklaşılan konu istatistiksel analizler yöntemiyle güçlü bir yaklaşım sergilemiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde mavi yakalı eğitimlerinde gözedilen kriterler hakkında literatür çalışmasına ağırlık verilmiş, modelini kuracağımız bu konuda uygulama aracımız olan 6 Sigma tanımı, aşamaları, DMAIC döngüsü hakkında genel literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Takip eden ikinci bölümde 6 sigmanın genel kullanım alanı olarak görülen üretim sektöründen, hizmet sektörüne aktarılabilmesi genel aşamalara değinilmiştir.

Bu aşamalardan sonra da üçüncü bölümde 6 Sigma yaklaşımının asıl gücünü aldığı istatistiksel yönetim için alyapı saplayacak şekilde temel kavramlara değinilmiş, varsayımlar yöntemler, temel kavramların kullanım yerlerine örnekler verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise uygulama aşamasına yer verilmiş, öncelikle uygulamanın yapıldığı işletme hakkında genel figürlere yer verilmiş. Bunu izleyen DMAIC

döngüsünün tanımlama aşamasında mavi yakalı eğitimlerinin iyileştirilmesi için bütün prosese ilişkin faktörler ele alınmıştır. İyileştirme aşamasında bu ele alınan faktörler kök sebeplerine inilerek müşterilerin isteklerini gerçeklemek için gerekli model ve faktörler arası ve faktör içi ağırlıklar belirlenmiştir.

Son bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar ve konu ile ilgili gelecekte yapılabilecek çalışmaların yer aldığı “Sonuç ve Öneriler” kısmı bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mavi Yakalı Eğitimi, Altı sigma, DMAIC, SIPOC
Hizmet sektörü altı Sigma, Eğitim öncelik modeli

SIX SIGMA AND A MANAGEMENT IMPLEMENTATION

SUMMARY

In a daily changing world, everyday new techniques, concepts are represented to the changing markets. The firm want to keep and improve the position in the market is only possible by making continuous improvements and breakthroughs . The system they implemented should be open to change in the changing circumstances and the dynamics in the way of continuity should always sustained in this manner.

The success, the continuity and the power of the firm come when from the blue collar to the top manager does the own job well. The chain of employees of the firm which one individual's strength is the power of the all system should be stable. The power of this chain can be improved by giving the opportunity of trainings to employee improvement. Especially, the trainings will be given to the blue collar employees is the base for deployment of the power to the whole chain.

These days, the trainings given to the blue collars due to the legal procedures or technology or concept change is determined which blue collar will be trained by the managers intentionally or unintentional according to some factors. When literature search is performed the findings about this subject are locally changed according to the demographic and social structure. But, in general some factors are found in common and these are experience level, age, education level etc.. In this paper the aim is to perform a Six Sigma project to improve the efficiency of the trainings by forming a mathematical model for which blue collar will be selected for a training.

The Six Sigma approach is thought to be suitable for the processes which is apparent and easily can be numarized, just like production area. But, with this work the flexibility of the 6 Sigma approach in other areas, like management will be seen. In the frame of DMAIC, there have been performed a robust work with the power of the statistical methods of Six Sigma.

In the first section of the work, the literature search has been performed about the most favored criteria's in selecting for the training. The tool to form our model, 6 sigma basic definitions, steps and detailed the DMAIC circle explanations are made also in this section.

In the following section, the transformation of Six Sigma from manufacturing sector which is seen as the fundamental usage to Service sector is discussed.

In the third section, the statistical method where the six sigma gains its power is basicly mentioned. The basic concepts assumptions, structures are exampleled and explained in this section.

In the fourth section, the application is given. The basic figures of the application firm are mentioned, and then step by step the DMAIC circle is implemented. In the first step Define, the factors to be able to improve trainings are handled then in the second step the measurement step is done for the predetermined factors. In the

Analyze step different methods are used for selecting the most effectual factors. In the Improve phase the advanced statistical tools are applied to be able to form the mathematical model. And finally, in the control step, the charts are formed to be able to monitor the trainings given according to the model.

The last chapter introduces conclusions of the study and research directions to be pursued in the future.

Keywords: Blue Collar Training, Six Sigma, DMAIC, SIPOC,
Service sector six sigma, training priority model

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Çalışmanın genel amacı 6 sigma yaklaşımını kullanarak yönetim alanında bir uygulama yapmaktır. Uygulama konusu olarak da mavi yaka çalışanlara verilecek eğitimlerde katılımcıların belirlenmesi için matematiksel bir model oluşturulmasıdır. Modele ulaşmak için 6 Sigma Yaklaşımı temel çatısı DMAIC, uygulanmıştır. Tanımlama aşamasıyla aşamasında mavi yaka eğitimine ilişkin iş akışları, girdiler, çıktılar, sınırlar, tedarikçiler ve müşteriler haritalandırılmıştır. Takip eden adım olan Ölçmede; eğitim prosesinin ölçülecek faktörleri belirlenip bir sonraki için gerekli altyapı hazırlanmıştır. Analiz aşamasında ise faktörlerin analizi yapıp mevcut faktör sayısı azaltılmış. Etkin faktörler ve etkileri bir sonraki aşama için sayısal bir hale getirilmiştir. İyileştirme adımında da seçilen faktörler üzerinde daha ayrıntılı analizler yapıp; bu faktörlere ilişkin kök sebeplerine inilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalar ve müşteri beklentileri ile birleştirilerek mavi yakalı eğitim prosesi için iyileştirme matematiksel modeli oluşturulmuştur. uygulanan modelin sonuçlarını değerlendirebilmek ve DMAIC döngüsüne yeniden başlamayı gerektirip gerekmediğine karar vermek için kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Bu modelle gider kalemlerinde önemli bir yere sahip eğitim maliyetlerinden elde edilecek maksimum faydaya ulaşmak hedeflenmiştir.

1.2. Mavi Yakalı Eğitim Kriterleri

Gelişen rekabet ortamıyla birlikte bir işletme için çalıştırdığı personel büyük önem taşımaktadır. İşletme, çok ileri derecede bir teknoloji kullansa, modern bir tesis veya mükemmel bir kurumsal yapı kurmuşta olsa eğer sistemi işletecek uygun bir personel ile çalışılmaz ise istenilen verimin elde edilmesi çok güç olacaktır. **Curtain (2000)** belirttiği gibi üretkenliği arttırmak, uluslararası rekabette boy göstermek, sosyal varlığı arttırmak için kalifiye işçiler yaratmanın gereği dünya çapında kabul edilmiş

bir gerçektir. Bu yüzden son yüzyılda mavi yakalı eğitimine verilen öneme şaşmak gerekir.

Eğitim, öğretim, yalnızca yenilikçiliğin tesviki için değil, daha genel anlamda, ulusal ekonomiler için rekabetçi bir temel oluşturmaları bakımından da önemli bir meseledir. **Heckman ve diğerleri (1989)**, şiddetli rekabet ve teknolojik ilerleme kombinasyonu, ülkelerin, değişen bir küresel ortamda, endüstriyel politikalarının ayrılmaz bir parçası konumundaki yurtiçi teknolojik kapasitelerini artırmak için, eldeki mevcut bilimsel, eğitimsel kaynakları en iyi nasıl kullanacaklarını dikkatle gözden geçirmek mecburiyetinde olduğu anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

Kaya (2005), belirttiği gibi modern toplumlarda artık organizasyonların en önemli unsurunun insan olduğu ve insan faktörünün etkin bir şekilde yönetildiği takdirde, organizasyonun veriminin ve performansının arttığı kabul edilen bir düşünce haline gelmiştir. Çalışma ve üretim dünyası da günümüzde, bilgi teknolojilerinden etkilenecek üretiminin nitelik ve niceliğini arttırmak isterken, insansız teknolojinin üretkenliğinin de olanaksız olduğunun bilincindedir. Bu nedenle ergonomik bir anlayışla bu fizik ve mekanik boyut ile insancıl ve mental boyutun uzlaştırılması gerektiğinin önemi üzerinde durulmaktadır. Böylece, iyi bir eğitim ve yönlendirme ile üretim teknolojilerinin ya da makinelerin fizik dizaynı ve işlevselliği ile onu kullanacak çalışanların fizik kapasiteleri ve zihinsel yetenekleri arasında uygun bir eşleştirme yapılabilecektir.

Sels (2000), dediği gibi çalışanlara doğuştan yetenekli oldukları bir iş ya da meslekte eğitim verilerek çalıştırılması, bireyin iş becerisi ve yeteneğinin köreltilmeden, performansının son sınırına kadar geliştirilebilmesi açısından büyük bir önem arz etmektedir. Öte yandan bu konunun ekonomik kaynakların israf edilmemesi açısından olduğu kadar, üretilen ürün ya da hizmetin kalitesi ve işgörenin iş tatmini, iş güvenliği ve sağlığı yönünden de, yöneticilerce ihmal edilemeyecek derecede büyük bir önemi bulunmaktadır.

Bugünkü iş koşulları bundan birkaç yüzyıl öncesine göre çok büyük farklar göstermektedir. İşler artık daha az fiziksel kuvvete dayalı, daha fazla bilişsel, daha fazla kişilerarası ilişkiye dayalı biçime gelmiştir. Buna ek olarak bilgisayar temelli işler nedeniyle bir çoğu çok değişik yetkinlikler gerektirmektedir. Bunun sonucu olarakta teknolojik ve kavramsal yeniliklere insanların adapte olabilmeleri için sürekli olarak eğitimlerin devam ettirilmesi gerekir (**Curtain, 2000**). Yapılan

araştırmalara göre firmalar gelirlerinin ortalama 0.28% ni eēitime ayırmaktadırlar. Yine de bu sonuçta elde edilen yüksek varyans bazı firmalarda yüksek miktarlı eēitimlere imkan saēlandıēını belirtmektedir. Amerikada yapılan bir ankette araştırmanın yapıldıēı 2330 kişi de kişi başına düşen eēitim sayısı 1.7 çıkmıştır (**Lehner ve Dikany, 2003**).

Bununla beraber eēitimlerin çalışanlar üzerinde de deēiřik etkileri vardır. Eēitimler, işçiler tarafından da yüksek maaş fırsatı, terfi imkanı ve işi elinde tutma için güvence olarak görülmektedir (**Curtain, 2000**). Bunun yanında; mavi yakalı çalışanın ne kadar çok eēitim alırsa o kadar iş g venliēi duygusunun pekiřiēi ve buna baēlı olarak çalışan motivasyon ve veriminin arttıēı belirlenmiştir. Lakewood Research' n 1988 Amerika da 50 kişiden fazla çalışanı bulunan 230 işletme üzerinde yaptıēı araştırmada 32 milyar doların eēitime ayrıldıēını ve 38.8 milyon çalışanın bu eēitimler için planlandıēını ve toplamda 1.2 milyar saat eēitim verileceēi sonucuna varılmıştır (**Bartel, 1989**). **Arthur ve Speltzer (1991)** tarafından yapılan araştırmada; Düzenli olarak iki seneye bir yapılan anketlerle belirli bir kısım mavi yakalıya aldıkları eēitimlerle ilgili anketler doldurtulmuş, bu anketlerin deēerlendirilmesi sonucu belirli özelliklere sahip çalışanları diēerlerinde açık ara fazla eēitim aldıkları belirlenmiştir. Genç ve beyaz erkekelerin açık ara daha fazla eēitim aldıkları görülmüştür. Bunun yanında eēitim seviyesi yüksek çalışanlara daha fazla eēitim verilmiştir.

Eēitimlerin hiç bir işletme de tam olarak homojen olarak işçiler arasında daēılmadıēı görülmüştür. Yapılan araştırmacılara göre yöneticiler devamlı olarak belirli kişilere eēitim vermektedirler. Dünyanın her kesiminde deēiřik yaklaşımlar mevcuttur. Verilen eēitim okluēu o eēitimlerin yararlı olduēu anlamına gelmez. Doēru pozisyon doēru özelliklerdeki mavi yakalıya verilmeyen eēitim işletme yararına bir deēere dönüşmedikçe geri dönümü olmaz. Beyaz yakalı eēitimleri üzerine yoēunlařan literatür çalışmaları, lokal etkileri göz önünde bulundurup deēiřik yaklaşımlar getirilebilecek açık konulardan biridir.

Yapılan literatür çalışmalarında mavi yakalı çalışanlara ne tür özellikleri göz önünde bulundurulup eēitime tabi tutuldukları araştırılmıştır. **Duncan ve Hoffman (1979)**, yaptıkları çalışmada, çeşitli ülkelerde deēiřik faktörlerin ön planda tutulduēu, bütün faktörler üzerinde deēil de bir faktörün eēitim alma üzerinde etkisi var mı diye empirik çalışmalar yapılmıştır. şimdiye kadar yapılan çalışmaların oēunda

eğitilmeye seçimde çalışanın ne kadar zamandır o işi sürdürdüğü önem kazanmıştır. Bir çok çalışmada görülmüştür ki iş yerlerinde daha yüksek tahsilli çalışanlar daha fazla eğitim almıştır. Amerika da yapılan araştırmada tahsilden başka eğitimlerde etkili olan faktörler olarak da ırk, cinsiyet, tecrübe, işyerinde çalışan kişisel imtiyazları ortaya çıkmıştır (**Altoni ve Speltzer, 1991**). Aynı ülkede yapılan başka bir araştırmada çalışan özelliklerini yöneticisinin nasıl algıladığı üzerinden gidilmiştir. Bu araştırmada: yöneticiler devamlı olarak belirli kişilere eğitim vermektedirler. Genel anlayış olarak firmada uzun süre tutmayı düşündükleri insanlara eğitim vermektedirler. **Curtain (2000)**, yaptığı araştırmada Avustralya’da çalışanlar için yaş ve cinsiyet eğitim almada önemli bir faktör olmakta, ama bu fark uluslararası bir norm teşkil etmemektedir. Çünkü, her ülkenin kanuni düzenlemeleri ve kültürel yapıları nedeniyle farklar gözlemlenmektedir. Yaşlı çalışanların işle ilgili eğitim alıp alamadıklarının araştırıldığı bir çalışmada, görülmüştür ki sadece çalışan yaşı yanında, yöneticinin gözünde etkili değişik faktörler de vardır. Cinsiyet, eğitim, meslek, ayrıcalık ve içinde bulunan endüstride çalışanın eğitim verilmesi için etkili olmaktadır (**Duncan ve Hoffman, 1979**). Burada ayrıcalık olarak bahsedilen, insan faktörü ve kişiler arası ilişkilerin etkisi ile yakın ilişkiler sonucu yöneticinin belirli mavi yaka çalışanları tutup, eğitimde onlara öncelik vermesidir.

Çeşitli literatür araştırmaları göstermiştir ki; mavi yakalıları eğitim önceliği verilirken çeşitli mavi yakalı özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu faktörler ülkeden ülkeye, kanuni sosyolojik ve kültürel faktörlerden etkilenmektedir (**Royalty, 1996**). Avustralya gibi genç nüfusun az olduğu ülkelerde yaş faktörü diğer ülkeler kadar göz önünde bulundurulmamakta, Amerika çok uluslu ülkelerde ırk bile bir faktör olarak görülmektedir. Bazı sosyolojik açıdan az gelişmiş toplumlarda da cinsiyet mavi yakalıya verilen eğitimler ön plana çıkmaktadır. Ama, bütün çalışmalarda ortak olarak görülen belice faktörler olarak; mavi yaka çalışanın tecrübesi, tahsil durumu, cinsiyet verilen eğitimlerde çalışanın yer alması için gözetilen ana faktörler olarak bulunmuştur.

1.3. Altı Sigma Tarihçesine Bir Bakış

“Globalleşme; bilgiye, ürünlere ve hizmetlere doğrudan erişim müştirin ticarete tavrını değiştirmiştir; eski iş modelleri artık işlememektedir.

Bugünün rekabetçi piyasası hataya yer bırakmamaktadır. Müşterilerimizi memnun etmeli ve hiç durmadan onların beklentilerini aşmanın yollarını aramalıyız. İşte bu yüzden 6 Sigma kalitesi kültürümüzün bir parçasıdır ” (Motorola Ceo) **(Schroder, 2000)**.

Tarihçesine bakıldığında; Motorola yöneticilerinden Art Sundry “Motoroladaki asıl problem kalitemizin kokuşmuşluğudur” sözüyle başlamıştır. Bu söz bütün ürünlerdeki düşük geliştirme maliyetleriyle yüksek kalite maliyetleri aralarındaki ciddi korelasyonu ortaya çıkararak ek birçok çalışmaya sebep olmuş ve böylece 1979 yılında 6 sigma ilk uygulamaları hayat bulmuştur **(Chowdhury, 2001)**.

Problem ortak bir düşünce olan kalite girişimlerinin basitçe çok fazla maliyetinin olduğudur. Motorolanın burada fark ettiği unsur ise bu girişimler doğru bir şekilde sonuçlandırılırsa; yıllık gelirlerinin neredeyse %20’lik; yaklaşık 100 milyondan 900 milyon dolarlık kısmını oluşturan düşük kaliteyi giderme maliyetlerinin düşebileceği gerçeğidir **(Scroder, 2000)**. Bundan sonra Motorola en yüksek kalitede üretmenin en düşük maliyetle olacağı yaklaşımını benimsemiştir. Buna giden yol olarak da en kaliteli üreticinin en düşük maliyetle bunu yapan olması gerektiğidir.

Aynı zamanda; Motorolanın İletişim sektöründe mühendis olarak çalışan bir yöneticisi Bill Smith de; ürünlerin saha ömrü ile üretilirken ne kadar tamir edildiği arasındaki ilişkiyi incelemekteydi. 1985 yılında Smith’in hazırladığı raporda üretim esnasında bir ürün hatalı bulunmuş ve tamir edilmişse; bu ürün üzerindeki diğer hatalar gizlenmiş ve bu hatalar müşteri tarafından ilk kullanımında ortaya çıktığını; diğer yönden bir ürün eğer hatasız olarak üretildiyse çok nadir olarak müşterinin ilk kullanımında bozulduğunu belgelemiştir. Bu kanıtlanmış rapor; Motorolada büyük bir tartışma yaratmıştır. Bu tartışmanın merkezinde iki soru vardı:

(1) Kaliteyi başarmak hataları bulmayla ve düzeltmeyle mi olurdu?

(2) Ya da kalite hataların ilk yerinden dizayn ve üretim kontrollerinde oluşmasını engelleyerek mi olurdu?

Sonraki veriler gösterdi ki: hataları bulmaya ve düzeltmeye gösterilen gayret Motorolayı sıradan bir amerikan şirketi seviyesine, sadece 4 sigma seviyesine getirmişti. Aynı anda, şirket dışarıdaki rakiplerin ürünlerini hatasız ve tamir gerektirmeden ürettiklerini öğrendi. Bu bilgiyle birlikte’in raporu daha iyi anlaşıldı ve saklı hataların müşteri kullanmaya başladıktan hemen sonra ürünün bozulduğu ve

Üretim proseslerinin iyileştirilmesi gerektiği ortaya çıktı. Sonuç olarak Motorola; ürünün nasıl dizayn edildiği ve retil-diği üzerine yoğunlaşarak; üretim zaman ve maliyetini düşürmesi gerektiği üzerine yoğunlaştı. Böylece yüksek kaliteyle, düşük maliyet arasındaki ilişkiyi kurdular ve böylece 6 sigmanın gelişmesine yol açtı. Bu yaklaşım ile kesin ölçümlerle problem yerleri önceden görmeye odaklandılar. Diğer bir deyişle; 6 Sigma ile kalite konularında rekatif değil proaktif oldular.

Buraya kadar ki gelişimi toplamak gerekirse; 1985 yılında Bill Smith ilk defa uygulamasına karşın; 6 Sigma resmen Motorolada 1987 de ortaya çıktı. 1982 yılında da Motorola danışmanı Alan Larson ile birlikte AlliedSignal’a (şimdiki adıyla Honeywell) geçti. Allied’in o zamanki CEO’su Larry Bossidy; tarafından 1991 yılında başlatıldı ve 1992 yılında uygulamaya geçildi. Buradan da 1995 yılında GE (General Electric) firmasına yayıldı (**Pande, ve diğerleri, 2000**). General Electric Firmasındaki başarılar ve açıklanan milyarlarca dolarlık kazançlar sayesinde doksanlı yıllarda 6 Sigma daha bir çok şirkete yayıldı. Böylece; 1993 yılında Texas Instruments ve ABB firmalarına da yayılısada Motorola-AlliedSignal-GE l grubu bu hareketin öncüsü olarak gösterilir (**Hoerl, 1998**).

1.4 Altı Sigma nedir?

Tanım 1: 6 Sigma neredyse mkemmел ürün ve hizmet sağlanması odaklanmış çok disiplinli bir prosestir (**Pande, ve diğerleri, 2000**).

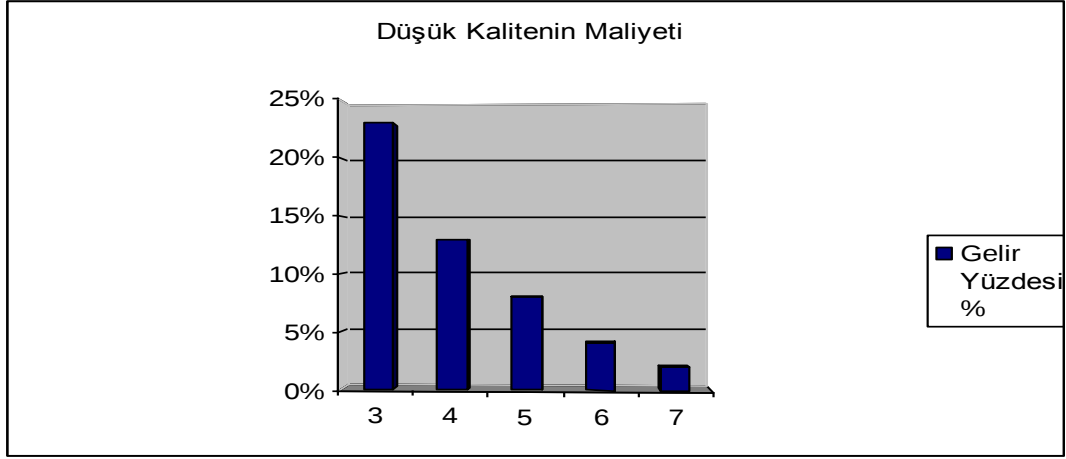
Tanım 2: 6 Sigma milyonda 3.4 hataya karşılık gelen istatistiksel bir performans hedefidir (**Pande, ve diğerleri, 2000**).

Tanım 3: 6 sigma iş sonuçlarını maksimize etmek için çok yönlü ve esnek bir sistemdir. Bu konsept; müşteri ihtiyaçlarının belirlenmesi, gerçeklerin çok yönlü işlenmesi, istatistiksel analiz, yeniden iş ve üretim süreçlerini yönetmek, geliştirmek ve yeniden tasarlamak konularını içerir.

Tanım 4: 6 Sigma retim süreçlerinden hizmet süreçlerine, üründen insana her hangi bir prosesin 6 sigmalık seviye içerisinde (6 sigmalık alt ve üst limitler) hurdaların, istenilmeyen hataların ortadan kaldırılması için kullanılan çok disiplinli, veri odaklı metodolojidir (**Pande, ve diğerleri, 2000**).

6 Sigma günümüzde endüstrideki en hızlı gelişen yönetim yaklaşımlarından biridir. Güçlü bir problem çözme ve proses optimizasyon metodolojisi üzerine kurulmuş

olan 6 Sigma; son on yıldır şirketlere kazandırdığı milyarlarca dolarla itibarını arttırmıştır. 6 Sigmaya olan inancın artması ise istatistiksel tekniklerin kolay takip edilebilir ve iyi yapılandırılmış olmasına bağlıdır (**Arthur, 2001**). Teknikler çoğunlukla operasyonel çevrede uygulanırken, günümüzde yönetimde kullanmak oldukça popüler bir hal almıştır. Temel metodolojinin ilerisinde, teknikler iyi yapılandırılmış bir sistemdir. Bu yüzden çoğu organizasyonda 6 Sigma mükemmelliğin en yakınına ulaşmak anlamına gelir.



Şekil 1.1: Proses Sigması ve Düşük Kalitenin Maliyeti (**Breyfogle, 2001a**)

Neden “Sigma”? Bu söz bir prosesin mükemmelden ne kadar saptığı ile ilgili bir ölçüttür. Altı sigmanın arkasında yatan temel görüş: bir prosesteki kusur sayısını ölçebilirsen sıfır hataya mümkün olan en kısa sürede ulaşmak için gerekli çözümleri bulabilirsin. 6 sigmanın istatistiksel gösterimi sayısal olarak sistemin performansını göstermektir. 6 Sigmayı sağlamak için bir proses milyonda 3.4 kusurdan fazla hata göstermemelidir. 6 Sigma için hata müşteri beklentilerinin dışındaki herhangi birşeydir. O zaman 6 Sigma olasılığı, bir kusur için olasılıkların toplam miktarıdır.

Tablo 1.1: 6 Sigma Değerleri ve Milyonda Kusur (**Pande, ve diğerleri, 2000**)

Sigma- Değeri	Milyonda Hata Miktarı
1.00	691462
2.00	308538
3.00	66807
4.00	6210
5.00	232
6.00	3.4

6 Sigma metodolojisinin temel amacı; ölçüm tabanlı proseslerin geliştirilmesi ve sapmaların azaltılması stratejili 6 Sigma geliştirme projelerinin uygulanmasıdır. Bu

amac iki alt metodolojinin uygulanması ile elde edilir. Bunlar: DMAIC ve DMAV. DMAIC (Define, tanımla; measure, ölç; analyze, analiz et; improve, geliştir; control, control et). 6 Sigma DMAIC prosesi: proseslerin spektler dışında kalan veya iyileştirmeye ihtiyacı olan yönlerini geliştirici bir sistemidir. Bütün bu 6 Sigma prosesleri Yeşil Kuşak veya Kara kuşak 6 Sigmacılar tarafından gerçekleştirilir ve Usta Kara Kuşaklar tarafından denetlenir **(Pzydek, 2001)**.

GE 6 Sigmaya 1995 yılında başlamıştır. 6 Sigma Akademisine göre Kara Kuaklar proje başına 230.000\$ kazandırır ve senede 4, 6 proje bitirebilirler. 6Sigmayı ilk uygulamaya başlayan şirketlerden biri olan General Elektrik; uygulamanın ilk beş yılında yaklaşık 10 milyar dolar fayda sağlamışlardır **(Chowdhury, 2001)**.

1.5 Altı Sigmanın Faydaları

Altı Sigmanın faydaları nerede ise sonsuzdur, ama görünen en büyük faydası kusurların ortadan kaldırılmasından ve proseslerin optimize edilmesinden sağlanan parasal faydalardır. Birçok büyük şirketyüzlerce milyon dolarlık parasal geri dönüşü raporlamaktadır. Bunun yanında bu şirketler Altı sigma uygulamaları ile bu şirket kültürlerindeki değişimden de bahsetmektedirler. Bu kültürel değişim: veriler üzerinden ve değişik disiplinlerle proseslerin işlenmesi ile etkisini arttırmakta ve bir çok şirkette iş şeklini ve algılamasını değiştirmektedir **(Pande, ve diğerleri, 2000)**.

1. Sürekli Başarı Oluşturur. İkili hanelerle büyümeye devam etmek ve pazara yön vermede sürekliliği sağlamak sürekli olarak yaratıcı olmakla ve organizasyonu sürekli uyanık tutarak olur. İşte Altı Sigma bunun için gerekli olan yetenekleri ve kültürü kapalı bir döngü sistemi oluşturarak sağlar **(Breyfogle, 2001a)**.

2. Herkes için bir performans edefi Oluşturur. Her bir fonksiyonun, işin, birimin ve bireyin değişik amaçları ve hedefi vardır. Herkesin ortak olan veya olması gereken ise müşteriye doğru kalitede ürünün, hizmetin veya bilginin müşteriye ulaştırılmasıdır. İşte 6 Sigma; bu genel çatıyı kullanarak, proses ve müşteriye sürekli bir hedef oluşturmak için, 6 Sigma performansını seviyesini yakalamayı hedefler.

3. Naumann (2001), belirttiği gibi müşteri için Katma Değeri yükseltir.6 Sigma çok güçlü bir müşteri odaklı felsefedir. Bütün önde gelen prensipleri ve teknikleri içsel iş proseslerini geliştirerek müşteri için yaratılan değeri arttırmayı hedefler. Birimleri;

bütün operasyonlara müşteri odaklı bakış ve maliyetleri düşürmeyle nerede ise sıfır hata oluşturacak performansı geliştirmeye zorlar.

4. İyileştirme oranını hızlandırır. 6 Sigma gerçeğe dayalı, veriler tarafından yönlendirilen bir yaklaşımdır. Metodoloji verilerin toplanması ve mevcut iş performans seviyesinin değerlendirilmesi ve gelecek için hedeflerinin konulmasına odaklanmıştır. Aynı zamanda, mevcut proseslerin verimliliğini değerlendirmek ve gelecek hedeflerinin koyulması için gereken performans ölçütlerini oluşturur. Ölçütlü ve sayısal odaklı yaklaşım doğru uygulandığı zaman; devrim niteliğinde değişimlere öncü olur **(Naumann, 2001)**.

5. Öğrenen Organizasyonlar yaratır. 6 Sigma yaklaşımı; yeni fikirlerin bütün organizasyon boyunca yayılmasını teşvik eder ve hızlandırır. Proseslerin uzmanı olan ve nasıl geliştireceğini bilen insanların birimler arası değişimi ile hem genele hakim olup yaratıcı fikirler ortaya çıkarmalarına hem yayılımı arttırmaya yardımcı olur ve hızlandırır **(Scroder, 2000)**.

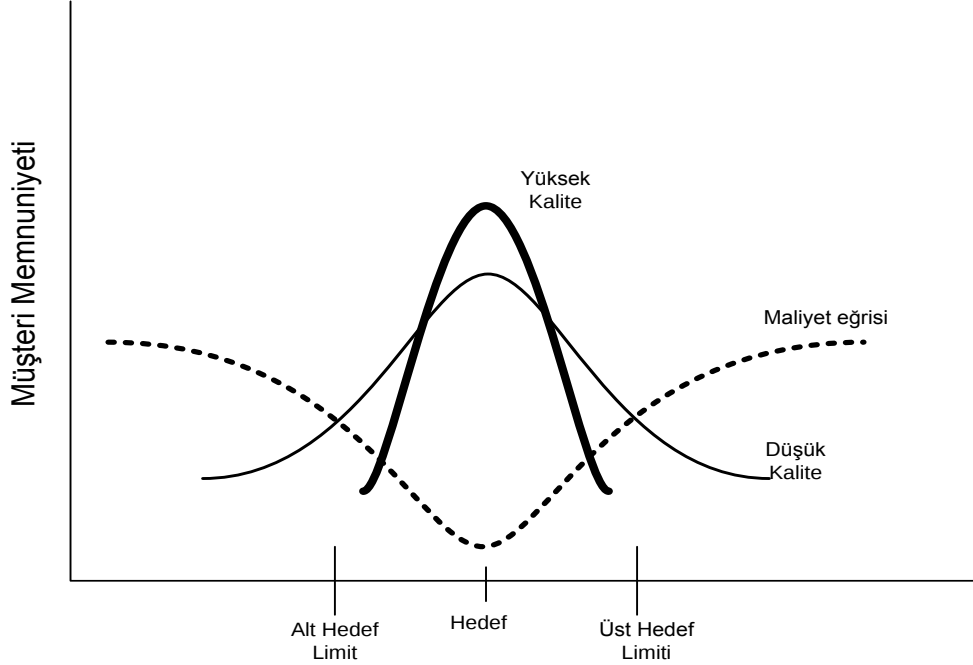
6. Stratejik değişimi tamamlar. İş çevresi dramatic bir şekilde son yıllarda değişmiştir. Yeni ürün sürmeler, yeni pazarlara girmeler, sadece arada sırada olacak gibi görülen müstesnalar artık şirketlerin günlük işler olmuşlardır. Artık uzun vadeli vizyonlar belirlemeler ve stratejik gelişme felsefeleri belirlemek şirketler açısından önemli olmuştur. 6 Sigma metodolojisi birimlere kantitatif, ölçülebilir uzun vadeleri hedefler koydurtarak; stratejik hedeflerin desteklenmesini sağlar **(Naumann, 2001)**.

7. Harvard Üniversitesi gibi bir çok saygıdeğer kuruluş, Juran gibi gurular tipik bir şirketin düşük kalite yüzünden gelirlerinde %25 lik bir kayıba uğradıkları tahmininde bulunuyorlar. 6 Sigma Akademisine göre; Kara kuşaklar proje başına 230.000\$ kazanç sağlayabilirler ve yıllık 4 ila 6 proje bitirebilirler bu kazancı katlayabilirler **(Chowdhury, 2001)**.

1.6 Altı Sigma Kavramları

Altı Sigmanın temel amacı müşteri memnuniyetini arttırmaktır; hataları azaltarak ve ortadan kaldırarak böylece de karlılığı arttırmaktır. Hatalar müşteri beklentisi dışına çıkan yüksek ürün kalitesi, termine bağlılık, maliyet minimizasyonu herhangi bir özellikle olabilir. Bunu vurgulayan başka bir yaklaşım; yükselen hataların düşen müşteri memnuniyetiyle sonuçlandığını gösteren şekil1.2 Taguchi Kayıp

Fonksiyondur. Ortak 6 Sigma ölçütleri: hata oranını, sigma seviyesini, proses yeterlilik indislerini, birim başına hata ve verimdir. Ve bunlar gibi birçok tanesi diğerleri ile ilintilendirilebilir.



Şekil 1.2: Taguchi Kayıp Fonksiyonu (Pzydek, 2001)

6 Sigma istatistiksel düşünce paradigmasını temel alarak; hata düşürme, proses iyileştirme ve müşteri memnuniyeti amaçlarını güder.

- Her şey bir prosestir.
- Her prosesin özünde değişkenlik yatar

Veriler; değişkenliği anlamak ve prosesi iyileştirmek için gereklidir. Bunu için de temel ilkesi hataları azaltarak; tabi en temel hedefi milyonda 3,4 de düşürüp nerede mükemmeli yakalamaktır. DMAIC den oluşan 6 Sigma metodolojisi bunun için yol haritasını oluşturur. Bu genel çerçeve ile, prosesi teşhis etmek, hatanın tanımlanması ve karşılık gelen performans ölçütlerin belirlenmesi proje takımına aittir. 6 Sigma methodunun esneklik seviyeside, teknikleriyle beraber; prosesi iyileştirmek için mevcut modellerle kolayca uyum sağlamasını sağlar.

1.6.1 Önemli Altı Sigma Terimleri

Kalite Kritiği (Critical to Quality Characteristic): KK müşteri memnuniyetinin sağlanması için karşılanması gereken ürün veya proses standartları; spesifikasyon

limitleri gibi ölçülebilen karakteristikleridir. Gelişmeyi ve tasarım emeklerinin belirlerler (**Pzydek, 2001**).

KK içsel veya dışsal müşteri tarafından tanımlanmış ürün özellikleridir. Ürün veya hizmetle ilgili alt ve üst spesifikasyon limitleri veya herhangi ilgili bir factor olabilir. Nitelleştirilebilir bir müşteri yargısından veya sayısallaştırılabilir bir proses spesifikasyonundan oluşturulmalıdır (**Tennant, 2001**).

Hata: Hatalar bir ürünün veya hizmetin şğıdaki özelliklere uymayan herhangi bir özelliğı olabilir (**Pande, ve diğerleri, 2000**):

- Müşteri beklentisini ve spesifikasyonunu karşılamayan
- Müşteride memnuniyetsizlik Yaratın
- Fiziksel veya fonksiyonel gerekleri yerine getiremeyen

İhtimal: Basitçe anlatmak gerekirse; bir hatanın oluşması için olasılıkların toplamıdır. Her bir ihtimal diğerlerinden ayrı, ölçülebilir ve gözlenebilir olmalıdır. İhtimaller müşteri çıktılarıyla doğrudan ilgilidir ve bir ürünün veya hizmetin ne kadar karık olduğunu ifade eder.

Birim: Müşteri tarafından sayıya dökülebilen herhangi bir şeydir. İş prosesinin ölçülebilir ve gözlemlenebilir bir çıktısıdır. Fiziksel olarak bir üniteyi veya hizmet prosesi için spesifik bir başlangıç veya bitiş noktası olabilir.

Hata, Birim ve İhtimal içeren KK örnekleri

Örnek 1 (Breyfogle, 2001a):

Alan: Arama Merkezi

Müşterinin Sesi: “Bir müşteri temsilciyle görüşmek için her zaman çok bekliyorum“

KK adı: Müşteri temsilcisinin cevap vermemesi

KK Ölçütü: Hatta Bekleme Süresi (saniye)

KK Spesifikasyonu: Otomatik cevap sistemi ile telefon bağlantısının kurulması 60 saniyeden az.

Hata: Altmış saniyeye eşit veya daha fazla telefonda bekleme süresi

Birim: Arama

İhtimal: Aramada 1

Tablo 1.2. Örnek 1

Hata: 263 arama
Birim: 21,501 arama
İhtimal: Aramada 1
Sigma: 3.75

Örnek 2 (Breyfogle, 2001a):

Alan: Arama Merkezi

Müşterinin Sesi: “Aldığım kitaplarda dizgi hatalarına dayanamıyorum“

KK adı: Dizgi Kalitesi

KK Ölçütü: Dizgi hatalarının sayısı

KK Spesifikasyonu: Sıfır dizgi hatası

Hata: Herhangi bir dizgi hatası

Birim: Kelime

İhtimal: Kitapta kelime

Tablo 1.3. Örnek 2

Hata: 2 dizgi hatası
Birim: 100,000 (safada 500 kelimeden 200 sayfa)
İhtimal: Sözcükte 1
Sigma: 5,61

Örnek 3 (Breyfogle, 2001a):

Alan: Baskı devre üretimi

Müşterinin Sesi: “Aldığım baskı devreleri yerleştirdiğimde çalışmalı“

KK adı: Baskı devre fonksiyonu

KK Ölçütü: Tam çalışmayan veya hiç çalışmayan baskı devre

KK Spesifikasyonu: %99,1 oranda baskı devreler sağlamdır.

Hata: Herhangi bir çalışmayan veya tam çalışmayan baskı devre

Birim: Bir Baskı Devre

İhtimal: Toplam parçalar ve lehim noktaları

Tablo 1.4. Örnek 3

Hata: 18 baskı devre
Birim: 1000 baskı devre
İhtimal: 77 (1 devre+13 rezistör + 4 kapasitör+ 2 diyod+ 38 lehim noktası)
Sigma: 5

1.7 DMAIC Metodolijisi

6 Sigma uygulamasını gerçekleştirmede yol haritası olmasıyla DMAIC prosesinin ana çatısı Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol adımlarıdır. Bunları ayrıntılı incelemek gerekirse:

1.7.1 Tanımlama

Müşteriyi, KK'lar, dahil edilen prosesin esasını tanımla (**Snee ve Hoerl, 2002**).

- Müşterilerin kim olduğunu, ürünlerden ve hizmetten beklentilerini tanımla
- Projenin Sınırlarını Tanımla (prosesin başlangıç ve bitiş noktaları)
- Haritalanarak geliştirilecek olan prosesin akışını tanımla

Bu Safhayı Tamamlamak için Kontrol Noktaları

Takımın Hazırlığı

- Takım bir bir şampiyon veya bir başka iş lideri tarafından her açıdan desteği sağlanmalı
- Takım oluşturulmalı ve takım lideri atanmalı
- Geliştirme takımı 6 Sigma ve DMAIC konusunda tam olarak eğitilmeli
- Takım toplantılarında üyeler düzenli olarak katılmalı
- Zaman hedefli olarak Takım çalışmayı sergilemeli
- Takım çalışanları düzenli olarak çalışmalarını belgelemeli
- Takım uygun ve güvenilir kaynaklarla donatılmalı

Müşteriler ve Kalite Kritikleri (Snee ve Hoerl, 2002)

- Müşteriler değişik ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda tanımlandırılmalı ve sınıflandırılmalı

- Müşterilerin kritik ihtiyaçlarını ve beklentilerini anlamak için veriler toplanmalı, ve paylaşılmalı.

Takım Sözleşmesi

- Proje yönetim çartırı bütün iş durumlarını, problemlerini ve amaçlarını; raporlarını, proje kapsamını, aşamalarını, rolleri ve sorumlulukları, iletişim planını içermelidir.

Proses Haritalama

- Tamamlanmalı, onaylanmalı ve olduğu gibi her türlü detayı gösterecek gibi doğru ve şeffaf olmalı
- Tedarikçileri, girdileri, prosesi, çıktıları ve müşteriye gösteren SIPOC gösterimi tamamlanmalı,

1.7.2 Ölçme

- Proses için veri toplama planı hazırla
- Ölçütlerin ve hataların belirlenmesi için birçok kaynaktan veri toparla
- Müşteri şikayetleri ve anketleriyle eksikliği belirlemek için verileri karşılaştır

Bu Safhayı Tamamlamak için Kontrol Noktaları

Anahtar Ölçütlerin Belirlenmesi

- Anahtar ölçütler belirlenmeli ve fakir birliğine varılmalı
- Büyük etkili hatalar belirlenmeli ve tanımlanmalı
- Veri Toplama planlanmalı ve uygulanmalı
- Ölçüm sistemini ve analizini içeren çok yönlü veri toplama planı kurulmalı
- Anahtar ölçütlerde toplanmış veriler aydınlatılmalı

Proses sapmaları gösterilmeli/ haberdar edilmeli (Pzydek, 2001)

- Proses sapma noktaları uygun tablolar, grafikler, çizimler kullanılarak gösterilmeli/haberdar edilmeli.
- Uzun ve kısa dönemli çeşitlilik açıklanmalı

Performans dayanağı ve Sigma Hesaplaması, Proses performansının dayanağını performansını hesaplanmalıdır (**Hoerl, 1998**). (yeterlilik, verim, sigma seviyesi)

1.7.3 Analiz

Geliştirme fırsatları ve hataların belirlenmesi toplanan verileri ve proses haritasını analiz edilmeli, bir sonraki iyileştirme safhası için kök nedenleri araştırılacak afktörler bu aşamada belirlenmelidir (**Pande, 2001**).

- Mevcut performans ve hedef performans arasındaki eksiklikleri belirle
- Geliştirme firstlarını önceliklendir.
- Sapmaların kaynaklarını aydınlat

Bu Safhayı Tamamlamak için Kontrol Noktaları:

Veri ve Proses Analizi

- Mevcut performans ve hedef performans arasındaki farkı verilerle aydınlat

Kök Sebep analizi aşağıdaki verilen önermeler doğrultusunda yapılır (**Chen ve Roth, 2005**).

- Muhtemel sebepler için liste oluştur (Sapma kaynakları)
- Muhtemel sebepleri sınıflandır (Sapma kaynakları)
- Hayati sebepleri önceliklendir (Anahtar sapma kaynakları)
- Sapmanın kök sebeblerini doğrula ve sayısallaştır

Eksiklikleri/Fırsatların Sayısallaştırılması

- Performans eksikliğini belirle
- Finansal terimlerle eksiklikleri/Fırsatları göster ve haberdar et.

1.7.4 İyileştirme

Hedef prosesi problemleri düzeltmek ve engellemek için yaratıcı çözümler aşağıdaki önerimler geliştirilir (**Snee ve Hoerl, 2002**).

- Bilim ve teknolojiyi kullanarak yaratıcı çözümler geliştir.
- Uygulama planı oluştur ve yay.

Bu Safhayı Tamamlamak için Kontrol Noktaları

- Muhtemel çözümleri oluşturmak (ve test etmek).
- Muhtemel çözümleri oluşturulur ve test edilir

En iyi çözümü/leri seç (**Pzydek, 2001**)

- Testlerin ve analizlerin sonucunda optimal çözümü seç
- Yeni ve iyileştirilmiş prosesi haritala
- Optimal çözüm/ler için maliyet fayda analizini yap
- Kararlaştırılan iyileştirmeler için denemeler yap
- Denemelerin verilerini topla ve analiz et
- Deneme verileri ve analizleri ışığında iyileştirilen prosesi haritala

Uygulama Planının Dizajını

- Çizelgelenmiş, alt kademelere ayrılmış, kaynakları, risk yönetim planı, maliyet/bütçe ve control planı içeren çözümü uygulama planı oluşturulmalıdır **(Chen ve Roth, 2005)**.
- . Beklenmeyen olaylar planı hazırlanmalı

1.7.5 Kontrol

Prosesi yeni gidişatında tutmak için iyileştirmeleri kontrol edilir. Uygulamanın hayata geçip geçmediği ve istenilen değerler arasında olup olmadığı yani projenin sonuçlarının takip edildiği safhadır **(Snee ve Hoerl, 2002)**.

- Eski yöntemlere geri dönülmesini engelle
- Devam eden takip planı için geliştirmeyi, belgelemeyi ve uygulamayı sağla

Bu Safhayı Tamamlamak için Kontrol Noktaları

Planın İzlenmesi

- Gelişmeleri göstermek için kısa ve uzun dönemli control planı

Prosesi Standartlaştırmalıdır **(Pande, ve diğerleri, 2000)**.

- Yeni proses adımlarını, standartlarını ve belgelemesini normal operasyonlar gibi yer ettir.

Prosesleri Dökümante edilmelidir **(Pande, ve diğerleri, 2000)**.

- İşleyen prosedürleri sabitle
- Prosesten kazanılan paylaş ve kurumsallaştır

Sorumluluğun Devri

Sorumlu proses sahibi ve takımına bilgi ve detayları ve uygulama anlatılıp, yapılan iyileştirme ve kontrol safhalarında aktif görev alması sağlanarak, prosesin yeni halinin kabullenmesi ve devralması sağlanır **(Pzydek, 2001)**.

Bu aşama, uygulamanın sadece kağıt üzerinde kalmaması, sürekliliğinin sağlanması ve standartlaştırma için en kritik adımdır. Proses sahibi ve alt kademeler; problemin varlığının yanında çözüm yolunu da kabul etmeleri ve uygulamaları gerekmektedir. Bunun da yegane yolu problemin tanımlanmasından, çözümün bulunmasına kadar olan aşamalarda proses sahibi ve alt kademelerinden mümkün olduğunda çok kişinin katılımının sağlanması ile mümkün olacaktır **(Chen ve Roth, 2005)**.

Tablo 1.5 : DMAIC aşamaları ve kullanılan teknikler (Pande, 2001)

DMAIC				
Tanımla (Define)	Ölç (Measure)	Analiz Et (Analyze)	İyileştir (Improve)	Kontrol Et (Control)
Kıyaslama	7 Temel Araç	Sebeup Sonuç diagramı	Deney Tasarım	İstatistiksel Kontrol
Referans Hattı	Hata Ölçütleri	FMEA	Modelleme	* Kontrol Diagramları
Kontrat ve şartır	Veri Toplama formları, planı ve	Karar ve risk analizi	Toleransları belirleme	*Zaman Serileri
Kano Modeli	Örnekleme Yöntemleri	İstatistiksel Sonuç Çıkarım	Güçlü Dizayn	
Müşterinin sesi		Kontrol Grafikleri		
Kalite Fonksiyonu Yayılımı		Yeterlilik Analizi		İstatistiksel Olmayan Kontroller
Preses akış haritası		Güvenilirlik Analizi		*Prosedürel Atıf
Proje Yönetimi		Kök Sebeup Analizi (5 Niçin)		*Performans Yönetimi
Gerçeklerle Yönetim		Sistem Yaklaşımı		*Önleyici Aktiviteler
4 Ne?				

Tablo1.5’de gösterdiği gibi, DMAIC yakalaşımı sadece önceki bölümlerde belirtilen adımlardan ibaret değildir. Benzer birçok disiplinden araçlar ve teknikler aşama özelliklerine göre kullanılabilir. Zaten bu döngü kesin sınırları olmayan, prblem veya geliştirme noktalarına sistematik yaklaşmayı hedefleyen bir yaklaşımdır.

1.8. Altı Sigma Yaklaşımı Diğer Yaklaşımları ile Karşılaştırması

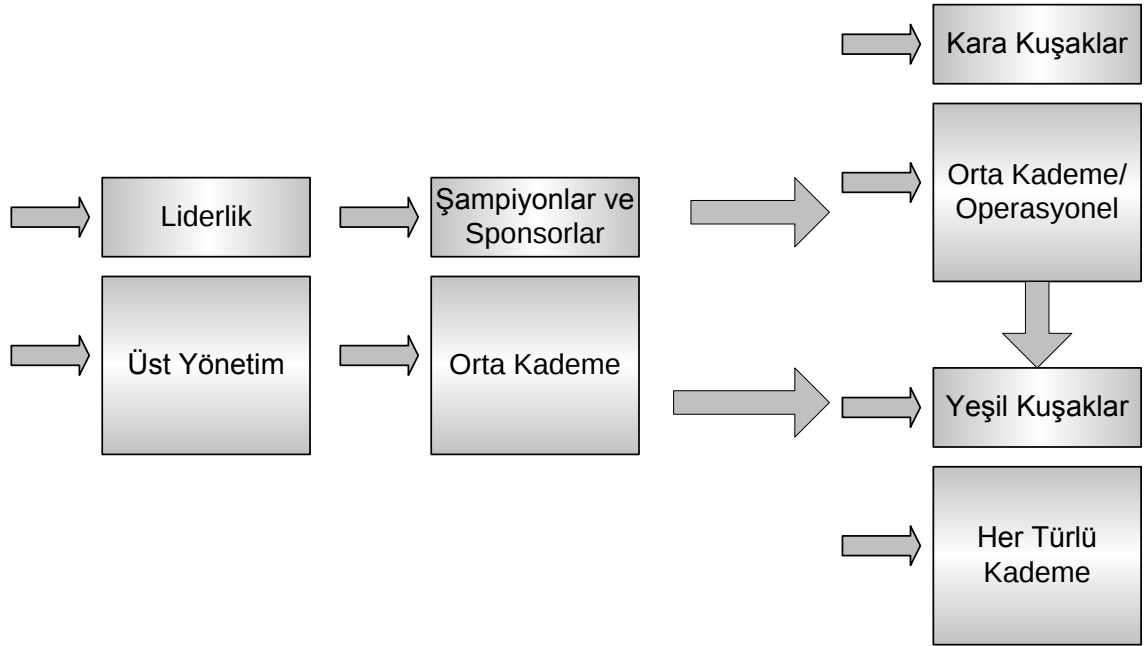
Gelişen teknikler ve düşünceler doğrultusunda yeni akımlar ve düşünceler sürekli olarak iş çevreleri ve endüstrileri meşgul etmektedir. Bunlardan iki tanesi olan yalın düşünce ve kısıtlar teorisi Tablo 1.6’da çok yönlü olarak ele alınmış ve karşılaştırılmıştır.

Tablo 1.6: Altı sigma yaklaşımı ve diğer teoriler ile karşılaştırma (Nave, 2002)

Program	6 Sigma	Yalın Düşünce	Kısıtlar Teorisi
Teori	Çeşitliliği Azalt	Kayıpları Azalt	Kısıtları Yönet
Uygulama Aşamaları	1.Tanımlama 2. Ölçme 3.Analiz 4.İyileştirme 5.Kontrol	1.Değeri Tanımlama 2.Değer Akışı Tanımlama 3.Akış 4.Çekme 5. Mükemmelleştirme	1. Kısıtı Tanımla 2.Kısıtı Parçala 3.Prosesleri Düzenle 4.Yükselt 5.Çevrimi Tekrarla
Odak	Problem Odaklı	Akış odaklı	Sistem Kısıtları
Varsayımları	Problem Vardır. Figürler ve sayılar değerlidir. Bütün proseslerde değişkenlik azaltılırsa sistem çıktısı artar.	Kayıp azaltmak sistem performansını arttıracaktır. Birçok küçük iyileştirme sistem analizinden iyidir.	Hız ve hacim gözetilir. Mevcut sistem kullanılır. Presesler içsel bağımlı.
Biricil Etki	Uniform Proses çıktısı	Düşürülmüş akış zamanı	Hızlı çıktı
İkincil Etkileri	Daha az kayıp. Hızlı çıktı. Az ara stok. Dalgalanma- Yöneticiler için performans ölçütleri. İyileştirilmiş kalite	Az değişkenlik. Uniform çıktı. Az ara stok. Yeni muhasebe sistemi. Akış- Yöneticiler için performans ölçütü. İyileştirilmiş Kalite.	Daha az ara stok ve kayıp. Çıktı- yöneticiler için performans ölçütü. İyileştirilmiş kalite.
Eksikleri	Sistem iç etkileşimi göz ardı edilir. Prosesler tekil iyileştirilir.	İstatistiksel veya sistem analizi değerlendirilmez.	En az işgücü girdisi. Veri analizi değerlendirilmez.

1.9 Altı Sigma Organizasyonel Yapı ve Görevler

6 Sigma şirketlere çok açık yararlar sağlayan bir kalite metodolojisidir. Her şirket kendi kültürüne göre bu yaklaşımı uygulamış. Bunun sonucunda değişik 6 Sigma organizasyon yapıları çıkmıştır. Ama genel hatlarıyla Şekil 1.3’ deki yapı genel olarak çoğu işletmenin 6 sigma yapılanmasının temel çerçevesini oluturur.



Şekil 1.3:Altı sigma organizasyonel yapı [Pzydek 2000]

1.9.1 Görevler

Kalite Yöneticisi (KY/QM)- Kalite yöneticisinin görevi müşterinin ihtiyaçlarını sergilemek ve organizasyonun oerasyonel verimini arttırmaktır. Kalite fonksiyonu hem üretim sektöründe hem de hizmet sektöründe görevini yerine getirebilmesi için ayrılmıştır. Kalite yöneticisi Genel Müdürün/Başkanın altınakilerin üstündedir ve diğer doğrudan raporlara ulaşmada yetkisi vardır.

Uzman Kara Kuşak (UKK/MBB)- Usta Kara kuşaklar tipik olarak işin veya organizasyonun belirli bir bölümüne atanmışlardır. İnsan kaynakaları, herhangi bir üretim prosesi, herhangi bir hizmet prosedürü hatta muhasebe bile olabilir. Uzman karakuşak kaliteyi sağlamak, hedefleri koymak, ilerlemeyi takip etmek, eğitimleri sağlamak için proses sahipleri ile beraber çalışır. 6 Sigma organizasyonlarında, proses sahiperi ve uzman kara kuşaklar beraber çalışır ve günlük olarak bilgileri paylaşırlar (Pzydek, 2001).

Proses Sahibi (PS/PO)- Proses sahipleri tam adlarının belirttikleridir. Örnek olarak, bir prosesin her bir detayından sorumludurlar. Mesela insane kaynakaları, eğitim sorumlusu eğitimlerden sorumludur ve bu prosesin sahibidir. Başka bir örnek olarak, pazarlama şefi, pazarlama prosesinin sahibidir. İşin büyüklüğüne organizasyonel yapıların büyüklüğüne göre daha alt kademelerde de proses sahipleri de mevcuttur. Eğer kredi kartları ile ilgili bir şirketseniz sadece finans müdürü proses sahibi değildir; burada, denetleme, faturalama ve benzeri her bir prosesin de ayrı sahipleri vardır (**Pzydek, 2001**).

Kara Kuşak (KK/BB)- Kara kuşaklar, 6 Sigma kalite yaklaşımının kalbi ve ruhudur. Amaçları, kalite projelerini yönetmek, tamamlana kadar tam mesai çalışmaktır. Kara kuşaklar yılda dört veya altı proje tamamlayarak, proje başına yaklaşık 230,000 dolar kazanç sağlarlar. Kara kuşaklar projelerinin yanında, yeşil kuşaklara da koçlu ederler, busanıldığının aksine çok zaman ve enerji alabilir.

Yeşil Kuşak (YK/GB)- Pzydek, 2001, yeşil kuşaklar mesailerinin bir kısmını 6 Sigma projelerini tamamalamak ama asıl görevlerini muhafaza eden eğitilmiş personeldir. İş yüklerine göre mesailerinin %10 undan %50 sine kadar kısmını projeler için harcarlar. 6 Sigma kalite anlayışı geliştikçe, çalışanlar günlük işlerinde de 6 Sigma araçlarını kullanarak, yukarıda belitilen oran kavramını ortadan kaldırmaya başlamışlardır ve mesailerinin %100 ünü 6 Sigma çalışmalarına adanmış olurlar.

1.9.2 Ödüller ve Takdirler

Rollerin dağıtılması 6 Sigma kalite programının başlatılması ve sürekliliğin sağlanması için yeterli değildir. Ödüller ve takdirler de bu denklemin bir parçası olmalıdır.

Yeşil Kuşaklar- Projenin büyüklüğüne ve getirisine göre hediye sertifikalar, para ve hisse senedi opsiyonları gibi motive edici unsurlar dahil edilebilir. Programın ilerlemesine ve geçmişte tamamladıkları projelere göre maaşlarında bu doğrultuya odaklandırılabilir (**Snee ve Hoerl, 2002**).

Kara Kuşaklar ve Uzman Kara Kuşaklar- Maaşları ve bonus yapıları, tamamladıkları projelerin sayısı ve getirilerin büyüklüğüne adapte edilmelidir. Üretkenlik, kayıp azaltma, iyileştirilmiş kalite ve azaltılmış destek giderler vs. gibi metric ölçüler maaşlarda belirleyici bir faktör olmalıdır. Olması gerkenin altında

performans gösteren Uzman kara kuşak ve Kara Kuşakların performans yükseltme toplantılarında; etkili bir faktör olarak kullanılabilir.

Proses Sahibi: İşte bu nokta özellikle çok iyi tanımlanması gereken noktadır. Proses sahibinin bonus ve maaşı doğrudan proses kalitesine emekleriyle ilişkilendirilmelidir (Snee ve Hoerl, 2002).

Kalite Yöneticisi- Performansa dayalı prim ve maaş sistemi uygundur. Liderlik yetenekleri bu pozisyonda çok önemlidir, işte bu yüzden sadece sayısal değerler önemli değildir, niteliksel özellikleri de bu durumda ön planda tutulmalıdır. Bu noktada zorluk gerekli davranışların açıkça belirlenip, tanımlanmasıdır.

2. ÜRETİM VE HİZMET SEKTÖRÜNDE ALTI SİGMA

Değişik sektörlerdeki yöneticilerin kafalarında dolaşan ortak soru acaba üretim sektörü tabanlı 6 Sigma yaklaşımının acaba kendi işlerinde işe yarayıp yaramayacağıdır (Tennant, 2001).

2.1. Üretim ve hizmet

Öncelikle genel olarak değişik sektörleri basitçe bir tanımlanırsa:

Ticari Sektör : Satın aldıkları malları üzerinde herhangi bir değişiklik yapmadan, olduğu gibi satan işletmelere "Ticari Sektör" işletmeleri diyebiliriz.

İmalat (Üretim) Sektörü : Satın aldıkları ilk madde ve malzemeyi üretim safhası yardımıyla, başka bir mamül elde edilmesine, üretim faaliyeti ile birlikte, üretilen mamüllerin ticaretini yapan işletmelere "İmalat (Üretim) Sektörü" işletmeleri denir (Kıngır, 1995).

Hizmet Sektörü : Bizzat kendi çalışmasına ve ilmi ve mesleki bilgiye dayanan, ticari mahiyette olmayan, ticari sektör ve imalat sektörü dışındaki işlerle uğraşan işletmelere "Hizmet Sektörü" işletmeleri diyebiliriz. (Defter tutma bakımından Serbest meslek erbabı bu kapsam dışında kalmaktadır (Kıngır, 1995).

Karma Sektör : Yukarıda sayılan sektörlerden en az ikisini yapan işletmelere "Karma Sektör" işletmeleri denir. Karma sektör de hizmet sektörü ile birlikte yapılması ön koşul olarak kabul edilecektir.

Bu çalışma Hizmet sektörü olarak ürün üretmekten veya ürün dizaynından bahsedilmemektedir. Burada hizmet; pazarlama, finans, lojistik, insan kaynakları, bankacılıktan perkade şirketine hepsini kapsar. Yönetim olarak da adı geçen, ürünle ilgili üretim yönetiminden farklı diğer prosesleri kapsamaktadır. Buradaki ayrımı daha iyi yapmak için öncelikle hizmet sektörü ve üretim arasındaki farkı iyi tanımlamak gerekir.

2.2. Hizmet ve Üretimin Netleştirilmesi

Hizmet süreçleri ve şirketleri. Bu bölümde, Hizmetlerden ya da hizmet ve destek süreçlerinden söz ettiğimizde anlatmaya çalıştığımız, bir şirketin elle tutulur bir ürünün tasarlanması ya da onun imalatında doğrudan rol almayan herhangi bir bölümüdür. Bunlar, satış, mali işler, pazarlama, satın alma, müşteri destek, lojistik ya da insan kaynakları gibi bölümlerdir; bir çelik fabrikasından bir bankaya ya da bir perakendeci mağazaya kadar pek çok kuruluştaki başka bölümler de bu örneklere eklenebilir. Bu tür çalışmaları tanımlamak için kullanılan diğer kavramlar arasında; işlemsel, ticari, teknik olmayan, destek ve idari sayılabilir **(Tennant, 2001)**.

Üretim süreçleri. Üretim demekle sadece, elle tutulur bir ürünün geliştirilmesi ve üretilmesiyle ilişkili çalışmaları ifade ediyoruz. Kullanılan diğer terimler: fabrika, atölye, ve bazen de mühendislik ve ürün geliştirme olabilir.

Bu kategoriler oldukça genişler elbette. Aslında Hizmet süreçlerinin kendi içinde de birçok farklılık bulunur, tıpkı bir müşteri destek hattı ile danışmanlık şirketi arasındaki fark gibi. Tıpkı kahve fincanı üreten bir fabrika ile mikroçip üreten bir başka fabrika arasındaki fark gibi. Hiç kuşkusuz, Altı Sigma'yı etkili hale getirmeyi amaçlayan bütün çalışmalar, bu iki kategoride de, yani Hizmet ve Üretim kategorilerinde, sonunda birbirine çok benzer bir noktaya gelir. Her ne kadar ileride ayrıntılarıyla göreceğimiz olursa da, hizmet faaliyetlerinin, Altı Sigma'dan en çok yararlanan çalışmalar olacağını şimdiden söylenebilir **(Pande, ve diğerleri, 2000)**.

2.2.1 Üretim Prosesi

Üretim prosesleriyle ima edilen elle tutulabilen ürünlerin geliştirilmesidir. Bu terim yine de çok geniştir. Nasıl üretim sektörü arasında çok büyük değişimler varsa aynı şekilde hizmet prosesleri için de çok, hatta daha çok farklılaşmalar mevcuttur. Yine bu farklılaşma üretim sektöründe farklılıklar arası 6 Sigma'nın yararlarını engellemediyse, aynı şekilde hizmet sektöründeki bu farklılaşmada 6 Sigma'nın yararlılığına engel teşkil etmez.

2.2.2 Hizmet sistemleri

Bütün prosesler son müşteriye değer yaratmak için mevcuttur. Bu değer sağlanan maddi varlık ve verilen hizmetin kalitesinden oluşur. Artan kalite seviyesinin

endüstriler içinde önemli ve fark yaratıcı bir faktör olmaya başlamasından dolayı kaliteyi arttırmaya yönelik birçok method ortaya çıkmıştır.

1. Araştırmalar göstermiştir ki; hizmet sektöründe hatalar, yarım bırakılmış projeler, yeniden yapmalar öyle göstermiştir ki; gelirlerin yarısını bu yönde israf olmaktadır (Üretim sektöründe bunun %10 ile %20 arasında değiştiği varsayılır.) **(Pande, ve diğerleri, 2000).**

2. Yönetim ve destek süreçleri genel olarak 1.5 ve 3 sigma arasında işlemektedir **(Pande, ve diğerleri, 2000).**

3. Servis sektörünün analizi göstermiştir ki; Kronik olarak harcanan zamanın %10 müşteriye değer sağlayan işlerle uğraşla dolmaktadır. Geri kalan zaman ise yeniden işleme, bekleme zamanı, hataları yakalamak için araştırma ve yararsız aktivitelerden oluşmaktadır.

2.3 Hizmet sektöründe 6 Sigma uygulamanın zorlukları

2.3.1 Görülmeyen iş prosesleri

Breyfogle (2001b), değindiği gibi emen hemen bütün üretim süreçlerinde, ürünü proses boyunca görebilir takip edebilir ve hatta dokunabilirsiniz. Tam tersi olarak bir hizmet ürününe çıplak gözle fark etmek takip etmek çok zordur çünkü hizmet ürünü: bilgi, talepler, siparişler, teklifler, sunumlar, toplantılar, imzalar, faturalardır. Son zamanlarda servis sektörünün otomasyonu ile bilgilerin çok sanal hale dönüşmüş, ekrandan ekrana, sunucudan sunucuya akar hale gelmiştir. Bu durum oldukça büyük bir avantaj olmasına rağmen; yönetilmesi ve iyileştirmesi açısından büyük zorluklar teşkil etmiştir.

Atölye ve fabrikaların hemen hepsinde yapılan işi görebilir, ona dokunabilir hatta üretim sürecinin farklı aşamalarında onu takip edebilirsiniz. Hamburger yapmak gibi basit bir üretim sürecini ele alalım. Bir hazır yemek restoranında sipariş verdiğiniz zaman siparişinizin, hamburgerin pişirilmesi ve hazırlanması için gerekenden biraz daha fazla sürede elinize ulaşmasını beklersiniz, gerçekte de böyle olur zaten. Burger ekmeği, garnitürler, ve diğer malzemeler, burgerinizi hazırlamak üzere durdukları erden bir kez alındıktan sonra, tepsinize veya paketinize gelene kadar ki hemen her saniyeyi pişerek ya da bir yerden bir yere taşınarak geçirir. Bir burger üretim

hattında, ürün müşteriye ulaşınca kadar olup bitenleri gözden saklamanız çok zordur **(Breyfogle, 2001b)**.

Pande ve diğerlerinin (2000), örneğinde olduğu gibi: tipik bir fabrikada olduğu gibi, burada da engeller, yavaşlamalar, ziyan olan malzemeler, tekrar yapılan işler, çıplak göze kolaylıkla algılanır. İşte size çok güzel bir örnek: Bir keresinde, üretim hattında doldurulamamış bütün şişelerin geri dönüşüm konteynerine boşaltıldığı bir şişeleme tesisinde çalışmıştık. Hatalı her şişe, konteynere düşmesiyle birlikte gürültülü bir şekilde parçalanıyordu! Benzer bir biçimde, bir petrol rafinerisi üzerinde yanan bir alev görürseniz, bunun orada süs olarak durmadığını bilin; bu o fabrikada bir şeylerin yolunda gitmediğinin işaretidir.

Bu örneklerin tersine, Hizmet süreçlerinin çoğunda işin ürünü çıplak gözle görmek çok daha zordur: Bilgilendirme, talepler, siparişler, teklifler, sunuşlar, toplantılar, imzalar, faturalar, tasarımlar ve fikirler. Ve şimdi, giderek daha fazla sayıda Hizmet sürecinin, bilgisayarlar ve ağlarda işlenen bilgiler üzerine kurulmasıyla, işin ürünü, ekrandan ekrana ya da işlemciden işlemciye aktarılan bir elektron gibi, daha da sanal bir niteliğe bürünmektedir. Hatta, e-posta, web ve diğer ağlar sayesinde hizmet esaslı süreçler, dünyanın bir yerinden çok uzak bir yerine bile bir anda ulaştırılabilmektedir artık. Bu durum, küreselleşen ekonomide önemli bir avantaj sağlamaktadır kuşkusuz, ancak bir işin nasıl yapıldığının anlaşılmasını daha da zorlaştırdığı kesindir. **(Kıngır, 1995)**.

Hizmet sektöründe çalışan insanların yaptıkları işler hakkındaki düşünceleri de bunun kadar büyük bir sorundur. Süreçleri elle tutulur olmadığı, kişisel tarz ve koşulların etkisiyle değişebildiği için, satış, pazarlama ve hatta yazılım geliştirme gibi temel işlevleri üstlenen insanlar, şu yorumu yapayı pek sever: Bizim bir sürecimiz yok. Aslında var, hem de birden fazla. Ama bu insanlar süreçlerle o kadar iç içedirler ki, onların bu süreçleri görmesini sağlamak başlı başına bir sorundur **(Pande, ve diğerleri, 2000)**.

2.3.2 İş akışlarını ve prosedürleri geliştirmek

Eğer bir insanın alışkanlıkları arasına girmediyse üretim prosesi dışındakileri değiştirmek çok kolaydır. Sorumluluklar değiştirilebilir, formlar geliştirilebilir, yeni adımlar eklenebilir, yönetmelikler değiştirilebilir ve bunlar herhangi bir yatırım gerektirmeden rahatlıkla yapılabilir. Bir çok değişiklik anlık kararlarla ve içgüdüler ve

tecrübeler doğrultusunda verildiği ve mevcut kolaylıkla atlanabildiği için hizmet sektörü prosesleri devamlı bir eğitim için olup zımla bu değişimler çok büyük olabilir.

2.3.3 Gerçeklerin ve Verilerin eksikliği

Bir servis prosesinin performansı hakkındaki yorum çoğunlukla kişisel, anektodsall, ve dar açıdan yapılmıştır. Çok basitce nitelendirilebilir ki, bu prosesler doğası gereği zor ölçülebilirler; yine de bir kere bu prosesler daha açık ve anlaşılabilir hale getirilince, çok verimli bir şekilde ölçülebilir hale getirilebilirler (Naumann, 2001).

2.3.4 Uygulama Eksikliği

Üretim proseslerinde geliştirmesi methodolijileri uygulamaları iyice kayıtlanmış ve iyi bilinir durumdadır. Buna rağmen hizmet uygulamalarında bu sayısal geliştirmeler bilinmeyen bir çoğunluk olarak kalmıştır. Böylece bu konudaki referans ve veri eksikliği gelişmeyi sınırlandırmıştır.

Ama bu demek değildir ki hizmet sektörü 6 Sigma uygulamaları tamamen örtülü bir konudur. Son yıllarda yoğun bir şekilde bu methodolojiyi hizmet sektörüne uygulamanın değişik girişimlerine başvurulmuştur. Yine de çoğu hizmet sektörü prosesleri bu yaklaşım bakımından el değmemiş olarak, ölçülüp geliştirmeye hazır beklemektedir.

2.4 Hizmet sektörü 6 Sigma uygulamaları hakkındaki gerçekler

1. GE Aydınlatma grubu hizmet kısmından bir 6 sigma grubu en önemli müşterilerinden, Wallmart ile arlarındaki faturalama hatalarını %98 keserek, ödemeleri hızlandırmış, bütün birimlerin daha verimli çalışmasını sağlamıştır (Pande, ve diğerleri, 2000).

2. GE varlıkları, anlaşmaların daha çabuk tamamlanması için kontrat gözden geçirme prosesine tabii tutulmuş- diğer bir sözle müşteriye cevap verbilme artmış ve yıllık 1 milyon milyar dolarkazançelde edilmiştir(Pande, ve diğerleri, 2000).

3. GE Tıbbi sistemler 6 sigmayı kullanarak tıbbi tarama teknolojisinde atılımlar yapmayı planlamışlar. Hastalar artık, yarım dakikada vücut taraması olabilir duruma gelmişlerdir. Eski durumdan 3 dakika kazanarak, birim tarama maliyetini, teslimat zamanının düşürüp, ekipman kapasitesini arttırmışlardır (Tennant, 2001).

4. GE Varlık Ajansı; yardım masasına gelen telefonların bir temsilciye ulaşma oranını %76 dan %99 a çıkararak; karlılığı arttırmışlardır (Pande, ve diğerleri, 2000).

Her ne kadar belirtilen yönler 6 sigmanın hizmet sektöründe uygulamanın zorluğunu göstresede; günümüze kadar gelen uygulamaların başarısı bunun tersini ispatlar. Unutulmamalıdır ki 6 Sigma sadece üretim sektörü için ortaya çıkmamış ve sector bazlı bir yaklaşım değildir. Eğer hataları ve proses parametreleri ile örneklemeler doğru alınır, doğru parametreler ölçütler kullanılır ve ihtimaller doğru hesaplanırsa hizmet sektörü için uygulamada ve sonuca ulaşmada en az üretim sektörü kadar başarılı olunur.

2.5. Altı Sigma Hizmet Sektörü için Öneriler

1. Sıfır Seviyesinden Başlamama

Hizmet sektörlerindeki (özellikle küçük birimlerin yönetimide) prosesler çok ucu açık tanımlanmıştır. Bu yüzen uygulamada başarıya ulaşmak için; öncelikle bütün sistemin proseslerin tanımlanması ile başlanması gerekir. İşte bunun için daha güçlü bir kavrayış ve gelişmiş bir izlenebilirlik için prosesin ayrıntılı haritaları çıkarılmalıdır (Snee ve Hoerl, 2002).

2. Doğru prosesleri Seçimi

Bundan sonraki adım olarak hangi prosesin üzerinde çalışılması gerektiği seçilmelidir. Öncelikle çalışma potansiyeli olan prosesler listelenebilir. Ama öncelikli olarak gözetilmesi gereken önemli müşterilerin geri beslenimleri, geçmiş verilerin göstrediği, proseslerin içindeki insanların tecrübelerin göstredikleridir.

3. Olayları ve verileri belirsizliği aşmak için Kullanma

Hizmet sektörlerindeki system proseslerinin geliştirilmesi için en önemli engel proseslerin belli belirsiz tanımlanması, sınırların birbiri içine girmesidir. Örnek olarak, üretimde ürün spesifikasyonları, çok kesin bir şekilde tarif edilmiştir, mikronlar seviyesinde detaylandırılmıştır, hizmette ise bunlar çok kaba taslak tasvir edilmiştir (Pande, ve diğerleri, 2000). Elle tutulmayan varlıkların ölçülmesi, subjektif faktörler üzerinden değişik yetenekler gerektiren bir yetenektir. Hizmet sektöründeki düşük hacimler bu durum için ekstra bir zorluk oluşturmuştur. Örnek, Snee ve Hoerl (2002), olarak, aylık bir düzine sözleşme yapan bir birimsek, çok

büyük miktarlarda veriye ulaşmak zordur. Yine de, bu durum 6 Sigmayı bu konular üzerinde uygulamak açısından imkansız değildir. Bu durum sadece verinin değişik analiz edilmesini gerektirir.

4. İstatistiği Aşırı Vurgulamama

Hizmet sektörü başlangıç seviyelerindeki problemlerin birçoğu istatistiksel 6 Sigma araçları kullanmadan basitçe çözülebilir. Bu durumlarda gerekli olan; veri toplama ve müşterinin sesini prosesin sesine dönüştürecek efektif temel istatistik araçlarının seçilip kullanılmasıdır.

2.6. Özet

Uzun yıllardır, 6 Sigma başarıyla üretim proseslerine uygulanmıştır. Bu uygulamalardaki temel amaç prodesteki sapmalar ve bu sapmaların 6 Sigma teknikleriyle control altına tutulması olmuştur.

6 Sigma güçlü bir şekilde veriye dayalı bir yaklaşımdır. Elde çok miktarda veri bulunduğu zaman, 6 sigma hesaplamalarını yapmak ve prodesteki sapmaları izlemek mümkün olur. Sapmalar sonradan analiz edilir ve minimize edip istenilen sigma seviyesine getirmek için gerekli aksiyon planları geliştirilir.

Üretim ve servisteki 6 Sigma uygulamaları arasındaki temel fark, uygulama methodundaki farktan çok, uygulamadaki amaçtır. Üretimdeki 6 Sigma uygulamalarının amacı sapmaları izlemekken, hizmet sektöründeki temel amaç proseslerin izlenilebilirliğini arttırıp bütün sistemin kavranmasının kolaylaştırılmasıdır. Başka bir deyişle; hizmet sektöründeki 6 Sigma uygulamalarının temel amacı; içsel proseslerin daha iyi anlaşılması ve proseslerin daha iyi yönetilebilmesi daha ilerisi için sapmaların daha iyi takip edilebilmesi için metric ölçütlerin yerleştirilmesidir. Bunun temel sebebi de hizmet sektörü proseslerinin üretim sektörü prosesleri kadar tekrarlı olmaması ve çevrimlerin çok daha az sıklıkla gerçekleşmesidir.

Sonuç olarak şudur ki; veri toplama mekanizmasındaki seçilen örnekler bütün prosesleri temsil ettiğı zaman; nasıl 6 Sigma yaklaşımı üretimde başarıya ulaşmışsa; hizmet sektöründe de başarıyı ve kazançların kapısını açması için hiç bir engel yoktur. . Yeter ki; uygulamada başarıya ulaşmak için, hatalar ve ihtimaller ayrı ayrı analiz edilmeli ve değişik bakış açılarından geliştirmeler ve sıçrayışlar için kafalar açık olmalıdır.

3. ALTI SİGMA İSTATİSTİKSEL ALTYAPISI

3.1. Çok Değişkenli Analiz

Çok değişkenli analiz teknikleri hükümet, endüstriler ve akademik araştırma merkezlerince yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Genel itibariyle çok değişkenli analiz değerlendirmedeki her bir birey veya obje için çok ölçekli eş zamanlı bütün istatistiksel yöntemlere denir. Bu tanımın yanında çok değişkenli demek ; bazı araştırmacılara göre ikiden fazla değişken arasındaki ilişkiyi bazılarına göre ise çoklu değişkenlerin çok değişkenli normal dağılıma uyduğu durumlar içindir (**Joseph ve Hair, 1995**).

Gerçek anlamda ise çok değişkenli; bütün değişkenlerin rasgele ve öyle bir ilişkili olmalıdır ki farklı etkileri birbirinden bağımsız anlamlı yorumlanmasın.

Basit bir anlatımla rastgele değişkeni; değeri şansa dayalı bir deneyin çıktısı olan değişken olarak tarif edebiliriz. Bu değişkenlerde kendi içlerinde sürekli ve kesikli değişkenler olarak söylenebilir (**Rencher, 2002**).

Yoğunluk fonksiyonu $f(y)$ y rasgele değişkeninin göreceli olarak ortaya çıkma frekansını belirtir. Böylece eğer $f(y_1) > f(y_2)$ ise y_1 komşuluğundaki noktalar y_2 nin komşuluğundaki noktalara göre ortaya çıkması daha olasıdır.

Y rastgele değişkeninin olası bütün değerlerinin ortalamasına ana yığın ortalaması denir ve μ ile ifade edilir. Ayrıca; bu ortalama y nin beklenen değeri veya $E(y)$ olarak nitelendirilir.

Bir rasgele değişkenin n gözleminin $y_1, y_2, \dots, y_n$ örneklem ortalaması ise bilinen aritmetik ortalama yöntemi ile bulunur.

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad 3.1$$

Genel olarak, $\bar{y}$ ort hiçbir zaman μ ye yani ana yığının ortalamasına eşit olmayacaktır. Yine de $\bar{y}$ ort μ yü kestirebilmek için iyi bir tahmin yöntemi olarak

değerlendirilir. Çünkü; σ^2 y 'nin varyansı olduğu yerde $E(y) = \mu'$ ve $\text{var}(y) = \sigma^2/n$. Başka bir deyişle y ort μ nün tahmini için tarafsız bir tahmin yöntemidir ve y nin tek gözleminden daha düşük bir varyansa sahiptir **(Joseph ve Hair, 1995)**.

Yığının varyansı $\text{var}(y) = \sigma^2 = E(y - \mu)^2$ ifade edilir ve ortalamadan sapmanın karesi olarak nitelendirilir.

3.1.1. Çok Değişkenli Analizin Temel Kavramları

Rastgele Değişken/Stokastik Değişken (Variate)

Çok değişkenli analizi oluşturan ana blok rastlantı değişkendir; deneysel olarak belirlenmiş ağırlıklarla değişkenlerin lineer kombinasyonu şeklinde yazılmıştır.

Ağırlıklandırılmış n tane değişkenin matematiksel olarak ifade şekli:

$$\text{Rassal değişken değeri} = w_1X_1 + w_2X_2 + w_3X_3 + w_4X_4 + \dots + w_nX_n \quad 3.2$$

X_n in araştırılan değişken ve w_n inde çok değişkenli teknik tarafından belirlenmiş ağırlık olduğu durumda.

Burada sonuç; bütün değişken kümesini hedef çok değişkenli tekniğe göre en iyi temsil edecek tek bir değerdir. Çoklu regresyonda; tahmin yürütülecek değişken ile en iyi karşılıklı ilişki kurulabilecek rastlantısal değişken seçilir. Diskriminant analizinde (ayırıştırma çözümlemesi) ise rastsal değişken her bir gözlem için maksimum farklı skorları oluşturulacak şekilde belirlenir. **(Breyfogle, 2001a)**

Faktör analizinde ise sapmaları en iyi gösterecek şekilde teşkil edilir.

Ölçüm skalaları (Measurement Scales)

Veri analizleri; bir değişken kümesini kendi aralarındaki veya bir bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasında parçalamak, tanımlamak ve ölçmek işlemlerini içerir. İşte buradaki anahtar sözcük ölçmedir çünkü ölçülmeyen bir şeyi parçalayamaz ve tanımlayamayız.

İki temel veri şekli vardır:

Metrik olmayan data(nonmetric data): Metrik olmayan veriler; nitelik, karakteristik ve kategorik özelliklerdir. Ordinal veya nominal şekilde ifade edilebilirler. Bunlara örnek ise: cinsiyet yaş aralığı, meslek, eğitim düzeyi... **(Rencher, 2002)**.

Araştırmacı nominal verilerle çalışırken bunları sayısal şekilde de ifade edebilir. Örnek olarak cinsiyete bayan veya erkek olan seçeneği; 1 bayan ,2 erkek olarak belirleyebilir. Ama bu tür bir sınıflandırmada sayılar grupları belli eder nitelik ve miktar olarak herhangi bir değer taşımazlar.

Ama bunun yanında sayısal skalalara dönüştürülen metrik skalalar düzenlenebilir ve derecelendirilebilir. Bunlara örnek ise bir üründen memnun olma derecesi: çok memnun, az memnun, hiç memnun değil olsun bunlara sayısal değerler verilerek düzenlenebilir. Ama yine de bu değerler har hangi bir memnunluk derecesini sadece sıralamasal olarak değerlendirebilir. Aralarındaki ilişkiyi sırasal yönden açıklayabilir.

Metrik Data : Aralık ve oransal skalalar en hassas ölçümsel seviyeyi sağlarlar. Bu iki skalanın da sabit birimleri vardır ve komşu iki nokta farkı her zaman eşittir. Bu ikisinin arasındaki tek fark;aralık skalanın keyfi bir sıfır noktası olması; oransal skalaların ise kesin bir sıfır noktası olmasıdır.

En bilindik aralık skalası fahrenheit ve selsiyus sıcaklık skalalarıdır.İkisinin de keyfi sıfır noktası vardır. Bunun yüzünden bu aralıklardan herhangi birine başka bir noktanın şu kadar katıdır demek imkânsızdır. Örnek olarak 80 °F; 40 °F'nin iki katı değildir. 80 °F 26,7 santigrat dereceye karşılık gelir oysa 40 °F 4,4 santigrat dereceye karşılık gelir (**Hardle ve Simar, 2003**).

Diğer yönden oransal skalalar; en üst düzey ölçüm duyarlılığı sağlarlar. Çünkü bütün alt skalaların avantajlarına ek olarak mutlak sıfır noktası avantajını dahil ederler. Her türlü matematiksel işlemler oransal skalalarda serbesttir. Bunu en iyi örneği ise baskül olarak verilebilir. Mutlak sıfır noktaları olduğu için bir nokta başka bir nokta cinsinden ifade edilebilir. Örnek olarak 50 kg 100 kilogramın yarısıdır.

Bu bahsedilen ölçüm skalalarının farklılığını anlamak içi yönden önemlidir. Öncelikle araştırmacı hangi değişken için ne tür bir skala kullanacağına doğru karar vermelidir ki; metrik yerine metrik olmayan veya tam tersini kullanmasın.

İkinci olarak; ölçüm skalaları hangi çok değişkenli tekniğin kullanılacağı konusunda öncelikli belirleyicidir.

İstatistiksel Anlamlılık ve İstatistiksel Güç

İstatistiksel çıkarım yaparken; araştırmacı istatistiksel hata kabul seviyelerini belirlemelidir. Birincil hata tipi alfa olarakta bilinir ve Ho hipotezi doğru reddetmek

olasılığıdır; diğer bir deyişle testin olmadığı halde istatistiksel olarak anlamlı olmasıdır **(Hardle ve Simar, 2003)**.

Bir alfa seviyesi belirleyerek; araştırmacı hatanın kabul edilebilir bir seviyesini yani anlamlı olduğu kararı almanın anlamsız olduğundaki oranını belirler. Birinci tip hatayı belkirlerken araştırmacı ikinci bir tip hata da belirler buna ikinci tip hata beta hatsı denir ve H_0 hipotezini yanlışken doğru kabul etme olasılığıdır. Daha açık bir ifadeyle H_0 hipotezi gerçekten yanlışken red etmeme şansı olarak da ifade edilir. Ve $1 - \beta$; testin istatistiksel gücü yani H_0 hipotezi yanlışken red etmek olasılığı olarak ifade edilir.

Alfa ve beta seviyeleri birbiriyle ters ilişkili olup; araştırmacı bu seviyeleri belirlerken alfa derecesini düşürürken testin gücünü azalttığını bilmeli ve buna göre ikisinin arasında bir denge yakalamalıdır. Bir testin gücü sadece alfa değerine bağlı değildir bunun yanında örneklem hacmine ve araştırılan etki büyüklüğüne bağlıdır. **(Rencher, 2002)**.

3.1.2 Çok Değişkenli Yöntemlerin Çeşitleri

Çoklu Regresyon (Multiple Regression)

Çoklu regresyon analizi araştırma konusu olarak bir metrik bağımlı değişkenle ilişkili olduğu düşünülen metrik bağımsız değişkenler arasındaki etkileşim durumunda kullanılır. Çoklu regresyonun amacı; bağımsız değişkenlerdeki değişimlere karşılık bağımlı değişkendeki değişimi tahmin etmektir. Bu maca ulaşmak için de çoğunlukla en küçük kareler yöntemi kullanılır. **(Joseph ve Hair, 1995)**.

Ne zamanki araştırmacı bağımlı değişken üzerindeki değişimin büyüklüğünü araştırır; çoklu regresyon analizi kullanmak yararlı olur.

Çoklu Diskriminant analizi (Multiple discriminant analysis)

Diskriminant analizi; bağımlı değişken kategorik(nominal veya nometrik), ve bağımsız değişkenler metrik olduğu zaman kullanılan bir tekniktir. Bir çok durumda bağımlı değişken iki grup veya sınıflandırmayı içerir. Bu tekniğin temel amacı önceden tanımlı gruplar arası en iyi ayrımı sağlayacak olan iki veya daha fazla bağımsız değişkenin doğrusal birleşimini amaçlar. **(Rencher, 2002)**.

Ne zaman ki araştırmacı örneklem grubunu bağımlı değişken karakteristiğine balı olarak gruplara ayırabilir; diskiriminant analizini kullanmak yararlı olur.

MANOVA (Çoklu Varyans Analizi)

Rencher (2002), çoklu Varyans analizi birçok kategorik bağımsız değişken ile bir veya iki tane bağımlı metrik değişken arasındaki ilişkiyi eş zamanlı olarak araştırır. Anova nın bir uzantısı olarak kullanılır.

Kanonik Korelasyon

Kanonik Korelasyon çoklu regresyon analizinin bir uzantısı olarak görülebilir. Bilindiği gibi çoklu regresyon analizi bir metrik bağımlı değişken ile bir çok bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceliyordu. Kanonik korelasyonda ise bir çok metrik bağımlı değişkenle birçok metrik bağımsız değişkeni ilişkilendirmektir.

Lineer Olasılık Modelleri

Çoklu regresyon ve diskiriminant analizinin bir kombinasyonudur. Çoklu regresyon analizinden ayıran fark; çoklu regresyonda bağımlı değişkenin metrik olması lineer olasılık modelinde ise bağımlı değişken metrik değildir (**Hardle ve Simar, 2003**).

Konjoint Analizi

Konjoint analizi objelerin değerlendirilmesine getirilmiş yeni bir bağımlılık tekniğidir. Tasarım ve Pazar araştırmalarında öncelikli olarak kullanılır. Farklı niteliklerin ağırlıklarının atanmasında ve seviyelerin belirlenmesinde özellikle kullanılır (**Rencher, 2002**).

Faktör Analizi

Faktör analizi çok fazla sayıda değişken arasındaki karşılıklı ilişkileri analiz etmek ve ana faktörler açasından değerlendirmek amacı ile kullanılır. Ana amaç çok sayıdaki orijinal değişkenden yola çıkarak bunları daha az sayıda faktörle minimum bilgi kaybıyla ifade etmektir (**Hardle ve Simar, 2003**).

Kümeleme Analizi: (Cluster Analysis)

Kümeleme analizi anlamlı alt gruplar geliştirmek için kullanılan analitik bir tekniktir. Belirli bir biçimde; objelerden veya bireylerden bir birinden bağımsız alt gruplar oluştırmaya yöneliktir. Diskiriminant analizinin tersine gruplar önceden belirlenmemiştir; analiz sonucunda ortaya çıkarlar. Kümele analizi iki aşamadan

oluşur; ilk aşamada grup sayısı belirlenir ikinci aşamada ise objelere veya bireylere bakılarak grupların profilleri çıkarılır (**Rencher, 2002**).

Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (Multi Dimensionel)

Bu analizde amaç tüketici benzerlik ve tercih hüküm çok boyutlu bir alanda uzaklığa dökerek ifade etmektir. Benzer iki hüküm birbirlerine uzaklık olarak daha yakın olacaktır. Oluşan algısal haritalarla objelerin birbirlerine göreli pozisyonları belli olacaktır (**Joseph ve Hair, 1995**).

Correspondence Analysis

Bu analiz son zamanlarda geliştirilmiş olup karşılıklı ilişkileri göz önüne alarak boyut azaltma ve buna bağlı olarak haritalama yöntemidir.

Tablo.3.1 Çok değişkenli Analiz kullanım ve fonksiyonu (**Çetin, 2003**)

Çok değişkenli analiz	Ne zaman kullanılır	Fonksiyon
Faktör Analizi	Birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkeni bir araya getirerek az sayıda kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler) bulmak ve keşfetmek istendiğinde kullanılır.	Fazla sayıdaki değişkenler arasında içsel ilişkileri analiz etmeyi ve bu değişkenlerin temelinde yatan ortak boyutları (faktörler) açıklar.
Kümeleme Analizi	Gruplaşmamış verileri benzerliklerine göre sınıflandırmak ve uygun, işe yarar, özetleyici bilgiler elde etmek istendiğinde kullanılır.	Varlık (bireyler veya nesneler) örneklerini daha küçük sayıda varlıklar arasında benzerliklere bağlı karşılıklı özel alt gruplar halinde sınıflandırır.
Varyansın çok değişkenli analizi (MANOVA)	Araştırmacının grup cevabının varyansını dikkate alarak hipotezi test etmek için deneysel durumu tasarlamasında iki ya da daha fazla bağımsız değişkenin, birden fazla bağımlı değişken üzerindeki etkisi incelemede kullanılır.	Farklı kategorilerdeki bağımsız değişkenler (genellikle davranışlardan bahseder) ve iki veya daha fazla bağımlı metrik değişken arasındaki ilişkiyi eşzamanlı olarak araştırır.
Çoklu Diskriminant Analizi	Diskriminant fonksiyonları aracılığı ile gruplar arası ayırma en fazla etki eden ayırıcı değişkenleri belirlemede ve hangi gruptan geldiği bilinmeyen bir birimin hangi gruba dahil edileceğini belirlemede kullanılır.	Grup farklılıklarını anlamak ve bir varlığın (birey veya nesne) belirli bir sınıfa veya birkaç metrik bağımsız değişkene dayalı gruba ait olma olasılığını tahmin eder.
Çoklu Regresyon Analizi	Tek bir bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken ile ilişkisinin incelenmesinde kullanılır.	Bağımsız değişkenlerdeki değişimlere yanıt olarak bağımlı değişkendeki değişimleri tahmin eder.

Tablo.3.1 Çok değişkenli Analiz kullanım ve fonksiyonu (Çetin, 2003) devamı

Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi	Kişisel tercihler, tutumlar, eğilimler, inançlar ve bekleyişler gibi davranışsal verilerin analizinde kullanılır.	Nesnelerin yapısını mümkün olduğunca az boyutla orijinal şekle yakın bir biçimde ortaya koyar.
Correspondence Analizi	Özellikle kategorik verilerin analizinde uygundur. Analizin grafik çıktısı karar verme için kullanılabilir zengin bilgiye sahiptir.	Değişkenler arası yakınlıkları bir harita üzerinde resmederek, tablolarda anlatılamayan ilişkileri, görsel olarak sunar.
Conjoint Analizi	Daha çok yeni ya da gözden geçirilen bir ürün ya da hizmetin niteliklerini belirlemek, fiyatların oluşturulmasına yardımcı olmak, satış ya da kullanım düzeyini tahmin etmek ve yeni bir ürün önermek amacıyla kullanılır.	Nitelikleri nicel olarak karşılaştırır.
Kanonik Korelasyon analizi	Çoklu regresyon analizinin uzantısıdır.	metrik bağımsız değişkenler ve farklı bağımlı metrik değişkenleri eş zamanlı olarak ilişkilendirir.

3.1.3 Çok Değişkenli Tekniklerin Sınıflandırılması

Çok değişkenli analizleri daha iyi anlamak için; şekil Ek-1 ve Ek-2 de çok değişkenli tekniklerin bir sınıflandırılması verilmiş. Bu sınıflama yapılırken 3 hüküm göz önünde bulundurulmuştur.

- değişkenler bir teoriye göre bağımlı ve bağımsız olarak bölünebiliyor mu.
- Eğer bölünebiliyorsa kaç tane değişken bağımlı değişken olarak ayrılıyor.
- Değişkenler nasıl ölçülüyor.

Seçilecek doğru çok değişkenli analiz bu üç soruya cevaba dayanır.

Birinci sorunun cevabı olarak kullanılacak analizin bağımlılık veya karşılıklı bağımlılık tekniği olduğunu belirtir. Bağımlılık tekniği bir veya birden fazla bağımlı değişkenin bağımsız değişkenler kullanılarak tahmin edilerek tahmin edilmesi olarak tanımlanabilir. Bu tekniğe örnek olarak da çoklu regresyon analizi verilebilir. Buna mukabil; karşılıklı bağımlılık tekniği; hiç bir değişkenin bağımlı veya bağımsız olarak ayıramayacağı tekniktir. Bu yüzden bu teknikte bütün değişkenlerin eş zamanlı olarak analiz edilir. Bu tekniğe de bir örnek olarak faktör analizi verilebilir (Çetin, 2003).

Bağımlılık teknikleri de iki şeye bağlı olarak sınıflandırılabilir. Bunlar; bağımlı değişken sayısı ve değişkenlere uygulanan ölçme yöntemidir. Bağımlı değişkenlerin sayısına göre; bir bağımlı, birçok bağımsız değişken veya birden çok bağımlı/bağımsız değişken analizi olarak ikiye ayrılır. Eğer analiz tek bir bağımlı değişken içeriyorsa bu durumda uygun teknik çoklu regresyon veya conjoint analizidir. Diğer taraftan tek bağımlı değişken ve metrik değilse: teknik çoklu diskriminant analizi veya lineer olasılık modelleridir **(Hardle ve Simar, 2003)**.

Eğer birçok bağımlı değişken varsa; bir diğer dört teknik uygundur. Bir çok bağımlı değişken metrik ise bağımsız değişkenlere bakarız. Eğer bağımsız değişkenler metrik değilse çoklu varyans tekniğine başvururuz. Eğer metrik ise de kanonik korelasyon tekniği uygundur.

Diğer açıdan birçok bağımlı değişken metrik değilse; (0-1) kukla değişken yöntemi ile metriğe dönüştürülüp yine kanonik korelasyon yöntemi kullanılır.

Son olarak bir bir bağımlı ve bağımsız değişken kümesi ilişkileri isteniyorsa bu durumda yapısal denklem modelleme tekniği seçilir. **(Joseph ve Hair, 1995)**.

Kanonik Korelasyon

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n \quad 3.2$$

(metrik, nometrik) (metrik, nometrik)

Çoklu Varyans Analizi

$$Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots Y_n = X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n \quad 3.3$$

(metrik) (nometrik)

Varyans Analizi

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n \quad 3.4$$

(metrik) (nometrik)

Çoklu Diskriminant Analizi

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots X_n \quad 3.5$$

(nometrik) (metrik)

Çoklu Regresyon Analizi

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \quad 3.6$$

(metrik) (metrik; nometrik)

Conjoint Analizi

$$Y_1 = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n \quad 3.7$$

(nometrik, metrik) (nometrik)

Yapısal Denklem Modelleme

$$Y_1 = X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} \quad 3.8$$

$$Y_2 = X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2n} \quad 3.9$$

$$Y_m = X_{m1} + X_{m1} + X_{m1} + \dots + X_{mn} \quad 3.10$$

(metrik) (metrik; nometrik)

3.2 Vektörler ve Matrisler

Çok değişkenli analiz tekniklerinin bir çoğu matris matematiğine dayanır. Örneğin; temel bileşen analizinin bir diğer adı da matris ayrıştırması; öz değer vektörü ayrıştırmadır.

Çok değişkenli analizleri daha iyi anlamak bu konuların anlaşılması gerekir.

Vektörler

Bir x , $(n \times 1)$ şeklindeki vektör n tane gerçel sayının sıralanmasıdır ve

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad 3.11$$

şeklinde gösterilir. Tek sütun ve n adet satırdan oluşur; sütun vektörü olarak adlandırılır.

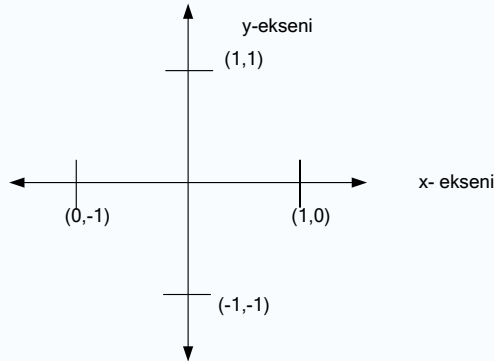
Her bir x_i skaleri x vektörünün bileşenleridir. Bir $(1 \times m)$ x' vektörü x vektörünün satırlarını sütunları ile yer değiştirmiş hali olsun. Tek satır ve m adet sütundan oluşmuştur; bu vektöre x vektörünün tranzpozesi ($\Rightarrow n=m$); genel olarak da satır vektörü denir. Ve de aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \dots x_n] \quad 3.12$$

3.2.1 Koordinat Sistemleri

Kolayca tanımlamak açısından koordinat sistemini öncelikle iki boyutta ele alacağız. Bir koordinat sistemi için 3 şeye ihtiyacımız vardır:

1. $0'=(0,0)$ vektörü tarafından belirlenen sistemin merkezi(orijin) olacak bir nokta.
2. Birbirine dik olacak şekilde orijinden geçen iki doğru
3. merkezden farklı olacak şekilde koordinat eksenleri üzerinde merkeze göre ölçümleme ve yön tayin etmemize yarayacak bir nokta. Bu iki boyut için özel bir ad alacak; standart baz vektörleridir. Şu haldeki standart baz vektörlerimiz: $e'_1 = (1,0)$ ve $e'_2 = (0,1)$ vektörleridir (**Hardle ve Simar, 2003**).



Şekil 3.2 İki boyutlu kartezyen koordinat sistemi

Şimdi eksenleri belirledikten sonra sistemdeki her noktaya bir $a' = (a_1, a_2)$ vektörü ile gösterilebilecek şekilde atama yapabiliriz. Bu tür koordinat sistemleri çok değişkenli analizde(burada iki değişken) değişkenleri göstermek için kullanılır.

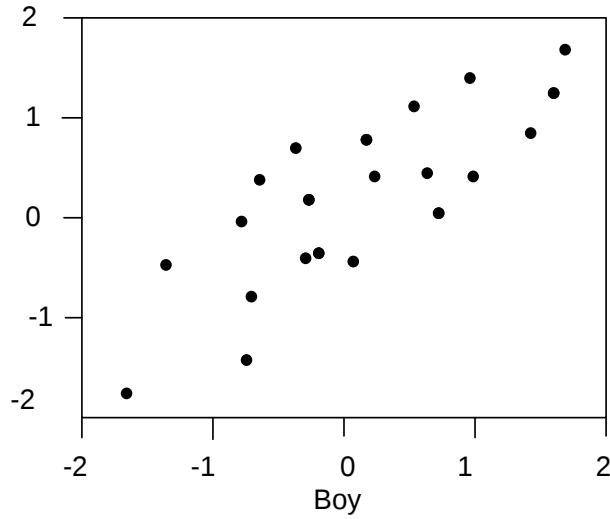
Şimdi sözel olarak; 20 kadının boy ve ağırlıklarını ölçtüğümüzü düşünelim. X_1 ve X_2 değişkenleriyle kadınların boy ve ağırlıklarını gösterelim. Ama dikkat edilirse boy ve ağırlığın ölçüm skalaları ve standart sapmaları farklıdır. Boy cm cinsinde, ağırlıkta kg cinsinden olabilir. İşte bu durumda bunların mukayese edilebilir olması için

verilerin ölçüm skalalarından kurtulması yani standartlaştırılması gerekir. Daha önceki bölümlerde ve aşağıdaki tabloda bahsedildiği gibi standartlaştırma işlemi için X_1 için gözlemlerden (O_x) $\bar{X}_1$ çıkarılır ve X_1 in gözlemlerinin standart sapmalarına (s_1) bölünür. Böylece aynı işlemler X_2 'de uygulanarak iki değişken mukayese edilebilir şekle dönüştürülür.

Tablo 3.2 Veri Standartlaştırma (Hardle ve Simar, 2003)

Gözlemler	X_1	X_2	X_{d1}	X_{d2}	X_{s1}	X_{s2}
	Değişken	Değişken	Ortalama düzeltilmiş	Ortalama düzeltilmiş	Standartlaştırılmış veri	Standartlaştırılmış veri
1	O_{11}	O_{21}	$O_{11} - \bar{X}_1$	$O_{21} - \bar{X}_2$	$(O_{11} - \bar{X}_1) / s_1$	$(O_{21} - \bar{X}_2) / s_2$
2	O_{12}	O_{22}	$O_{12} - \bar{X}_1$	$O_{22} - \bar{X}_2$	$(O_{12} - \bar{X}_1) / s_1$	$(O_{22} - \bar{X}_2) / s_2$
..	..	..	..	..	..	..
..	..	...	..	...	..	...
N	O_{1n}	O_{2n}	$O_{1n} - \bar{X}_1$	$O_{2n} - \bar{X}_2$	$(O_{1n} - \bar{X}_1) / s_1$	$(O_{2n} - \bar{X}_2) / s_2$

Tablo 3.2 standartlaştırılmış tüm verilerin vektör ve matris şeklinde gösterebiliriz. Yukarıdaki tabloyla elde edilecek standartlaştırılmış verilerden iki tane sütun vektörü elde edebiliriz; X_{s1} , X_{s2} . Bunun yanında standartlaştırılmış verilerden oluşan (20×2) lik bir matris de elde edebiliriz. Biraz önceki örnek üzerinden gidecek olursak her bir satır vektörü bir kadının boyu ve kilosu ile ilgili karakteristiği gösterir. İşte bütün bu noktaların koordinat siseminde gösterilmesi ile bir gözlemin diğerine göre göreceli ilişkisi görsel olarak elde edilir. Bu gösterime de şekil 3.3. serpmeye diagramı (scatter plot) adı verilir.



Şekil 3.3. Serpme diagramı

3.2.2 Vektör Çarpımı

Bazı durumlarda da bu iki nitelik hakkındaki standartlaştırılmış verilerin aynı koordinat sisteminde gösterilmesi vardır. Yine aynı örnek üzerinden bu değişkenlerin beraber gösterilmesi üzerine gidersek; aynı etkide bu iki özelliğin etkisini yaratmak istiyorsak; $w_1=w_2=1$ olarak alınır (**Hardle ve Simar, 2003**). Ama bunun yanında genellikle vektörlerin boyuna 1 eşitlemeye yani bir vektörü normalleştirmeye çalışırız. Bunu da vektörü; boyunun tersi ile skaler çarpıma tabi tutarak elde ederiz. Yani başlangıç noktası orijinden geçen bir w vektörü için:

$$w'/\|w\| = (a/\|w\|, b/\|w\|) \quad \text{şeklinde bir vektör olur ve } \|w\|;$$

$$\|w\| = \sqrt{a^2 + b^2} \quad 3.13$$

Dikkat edilmelidir ki; skaler ile çarpımda vektörün sadece boyu değişir.

Vektör Çarpımı Projeksiyon

Eğer vektörü bir sayı ile değil de başka bir vektör ile çarparsak ne olur. Farzedelim ki; a ve b (2×1) şeklinde iki tane sütun vektörü; bu durumda bunların skaler çarpımı:

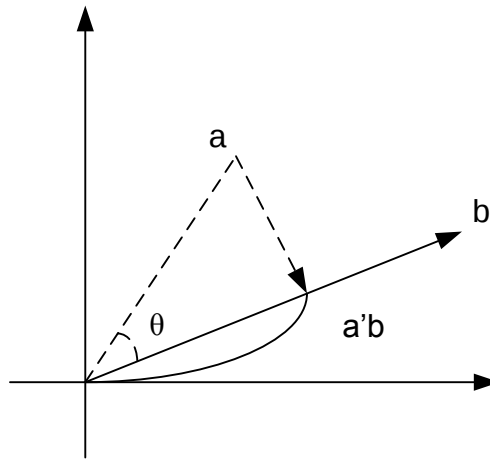
$$a'b = (a_1 a_2) \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = a_1 b_1 + a_2 b_2 \quad 3.14$$

Böylece; $(1 \times 2) \times (2 \times 1) = (1 \times 1)$ olur ve buna skaler çarpım denir.

Daha genel bir ifade ile a ve b gibi iki vektörün skaler çarpımı θ_{ab} ; iki vektörün arasındaki açıyı da içeren aşağıdaki ifade ortaya çıkar;

$$a'b = \|a\| \|b\| \cos \theta_{ab} \quad 3.15$$

Bu çarpımı daha iyi anlamak için öncelikli olarak geometrik ifadesini anlamak gerekir. Bu çarpımın sonucu ortaya çıkan a vektörünün b vektörü üzerine şekil 3.4'deki gibi bir projeksiyonudur. Aşağıda ki şekilden de anlaşılaçağı gibi a vektöründen b vektörüne dik doğru ile orijin arasındaki kalan kısımdır.



Şekil 3.4: Vektör Projeksiyonu

İşte bu projeksiyonları daha önceki örneğimizdeki her gözlem için yapabiliriz. Böylece iki ayrı özelliğin standartlaştırılmış verilerinden oluşan (20×2) lik matrisi ile iki özelliğin eşit ağırlığı olarak nitelendirdiğimiz w (2×1) vektörü ile çarpımı olur. Yani: $z_1 = X_s w$ (20×1) vektörü elde edilir. Ve burada 20 kadının özelliklerinin w tarafından oluşturulmuş doğruya projeksiyonunu içerir. Çoklu regresyon analizinde de yapılan budur.

3.3. Diğer Temel Kavramlar

3.3.1 Ortalama, Düzeltilmiş Ortalama ve Standartlaştırılmış Veri

Verileri özetlemek için kullanılan temel ölçülerden biri merkezi eğilimdir. Merkezi eğilim en önemli ölçüsü de ortalamadır. Ve verilerin toplamının toplam veri sayısına

bölünmesiyle bulunur. Düzeltilmiş ortalama değerler ise gözlemden ortalamanın çıkarılmasıyla elde edilir (**Rencher, 2002**).

Verilerdeki değişim miktarını varyansı kullanırız. j. Değişkenin varyansı aşağıdaki formül ile bulunur.

$$s_j^2 = (\sum_{i=1}^n x_{ij}^2) / (n-1) = SS/df \quad 3.16$$

3.16'da x_{ij} i gözlemin ve j. Elemanın düzeltilmiş ortalaması ve de n de toplam gözlem sayısıdır. Ve görüldüğü gibi pay ortalama farkların yani sapmaların karesi (SS) yani karelerin toplamı olarak ifade edilebilir. Payda yani df de serbestlik derecesini verir. Böylece varyans ortalama düzeltilmiş ortalamaların her serbestlik derecesi için karesi olur. Bu değişkenlerin oranı arasındaki ilişki de iki değişkenin arasındaki covaryans ile ölçülür.

$$s_{jk} = (\sum_{i=1}^n x_{ij} x_{ik}) / (n-1) = SCP/df \quad 3.17$$

Burada: s_{jk} j. ve k. değişkenin kovaryansı, x_{ij} j. elemanın i. Gözlemdeki düzeltilmiş ortalama değerleri, x_{ik} da k. elemanın i. Gözlemdeki düzeltilmiş ortalama değerleridir. Paydadaki n ise gözlem sayısıdır. Yani; çapraz çarpımların toplamının serbestlik derecesine bölümüdür (**Rencher, 2002**).

Kareler toplamı(SS) ve çapraz çarpımların toplamı (SSCP) beraber bir matriste (SSCP) ifade edilir. Varyans ve covaryansta ortak bir covaryans matrisinde (S) ifade edilir (**Rencher, 2002**).

3.3.2 Grup Analizi

Veriler dahilindeki gruplarda bir değişkene göre benzerlikleri veya birbirlerine göre farklarına bakılmak istenirse iki yöntem karşımıza çıkar:

i: Her grup için veriler ayrılır ve benzerlikler grup içinde araştırılır. Buna grup içi analiz denir.

Grup içi analizde iki grubun birleştirilmiş kareler toplamı; çapraz çarpımların toplamı matrisi $SSCP_w$ grupların ayrı ayrı grup matrislerinin toplamı ile elde edilir. Yani;

$$SSCP_w = SSCP_1 + SSCP_2 +SSCP_N \quad 3.18$$

Birleştirilmiş covaryans matrisi de (S_w): $SSCP_w$ matrisinin toplanarak birleştirilmiş grupların serbestlik derecesine bölünmesi ile elde edilir. Yani

$$S_w = \frac{SSCP_w}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \dots + (n_g - 1)} \quad 3.19$$

Korelasyon matrisi de benzer bir yöntemle ayrı ayrı grupların korelasyon matrislerinin toplamı olarak hesaplanır.

ii: Veriler gruplara göre ayrılmadan değerlendirilir ve gruplar arasında benzerliğe bakılır, buna da gruplar arası analiz denir. Bu analizde grup toplamdan nasıl değiştiği ele alınır. Gruplar arası kareler toplamı (SS_j) aşağıdaki hesaplanır (**Hardle ve Simar, 2003**).

$$SS_j = \sum_{g=1}^G n_g (\bar{x}_{jg} - \bar{x}_j)^2 \quad j = 1, \dots, p \quad 3.20$$

SS_j j. Değişken için gruplar arası kareler toplamı; n_g gruptaki gözlem sayısı; $\bar{x}_{jg}$ j. değişkenin g. gruptaki ortalaması; $\bar{x}_j$ ise j. değişkenin bütün verilerdeki ortalamasıdır; G de toplamdaki grup sayısıdır (**Rencher, 2002**).

Gruplar arası çapraz çarpımların toplamı matrisi (SCP) de:

$$SCP_{jk} = \sum_{g=1}^G n_g (\bar{x}_{jg} - \bar{x}_j)(\bar{x}_{kg} - \bar{x}_k) \quad 3.21$$

ile elde edilir.

Yine de: gruplar arası kareler toplamı; çapraz çarpımların toplamı matrisini ($SSCP_b$) yukarıdaki denklemi işletmeye gerek yoktur. Çünkü grup içi ve gruplar arası kareler toplamı; çapraz çarpımların toplamı bütün veriler için olanın toplamına eşittir.

Yani;

$$SSCP_t = SSCP_w + SSCP_b \quad 3.22$$

$SSCP_t$ burada iki grubun toplam varyansı, $SSCP_w$ iki grubun grup içi varyanslarının toplamı, ve $SSCP_b$ iki grubun arasındaki varyanstır.

3.3.3 Standartlaştırma

En son olarak standartlaştırılmış veri ise düzeltilmiş ortalama değerin standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir. Standartlaştırılmış verilerin varyansları her zaman 1 dir. Ve kovaryans aralığı ise -1 ile 1 aralığıdır. Eğer hiç bir lineer ilişki yoksa bu değer 0 olacak. -1 olursa tam ters bir ilişki olacak , 1 olursa da mükemmel bir doğrusal ilişki var demektir. Bu düzeltilmiş verilerin covaryansına özel bir ad verilmiştir. Bu da corelasyon katsayısı veya Pearson korelasyon katsayısı (Pearson product moment correlation) olarak bilinir (**Hardle ve Simar, 2003**) .

Böylece korelasyon matrisi (R); standartlaştırılmış verilerin kovaryans matrisidir.

$$R = \begin{bmatrix} S_j^2 & S_{jk} \\ S_{jk} & S_j^2 \end{bmatrix}$$

3.3.4 Serbestlik Derecesi

İstatistiksel modelin veriye uyarlanması, hata ve kalıntı vektörleri genelde vektördeki bileşenlerin sayısından daha kısıtlı bir boyuta sahiptir. Kalıntı veya hata vektörünün bu daha küçük boyuta sahip olma durumuna hatanın serbestlik derecesi adı verilir'.

Basit bir örnek ile açıklanması gerektiğinde:

$$X_1, \dots, X_n$$

ifadesindeki x'ler, μ beklenen değerine sahip rassal değişkenler olsun ve

$$\bar{X}_n = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} \quad 3.23$$

örneklem ortalaması olsun. Öyleyse $X_i - \bar{X}_n$ büyüklüğü $X_i - \mu$ hata tahmininin kalıntılarını oluşturan bir büyüklüktür.

Hata terimlerinin aksine, kalıntıların toplamının 0 olması gerekir. Yani $n - 1$ boyutlu bir uzayda yer alma kısıtı içindedirler. Eğer kalıntılardan $n - 1$ tanesi bilinirse, sonuncusu da bulunabilir. Dolayısıyla hata terimi için $n - 1$ serbestlik derecesi vardır. Eğer değişken sayısı artarsa serbestlik derecesi de ona göre düşecektir. İki

değişken üzerinden beklenen değer varsa serbestlik derecesi $n-2$; m değişken üzerinden $n-m$ olacaktır (**Hardle ve Simar, 2003**).

Kovaryans beklenen değerleri $E(X) = \mu$ ve $E(Y) = v$ olan X ve Y olarak tanımlanmış iki gerçel değerli rastsal değişken arasındaki şu ilişkiyi tanımlar:

$$\text{Cov}(X,Y) = E((X - \mu)(Y - v)), \quad 3.24$$

$$\text{Cov}(X,Y) = E((XY)) - E(X)E(Y) \quad 3.25$$

E , beklenen değeri temsil etmektedir. Kovaryansın ne olduğu şu şekilde çok daha basitleştirilebilir: Kovaryans, iki değişkenin beraber değişimlerini inceleyen bir istatistiktir.

3.3.5 Çok Değişkenli Analizin Varsayımlarının Testi

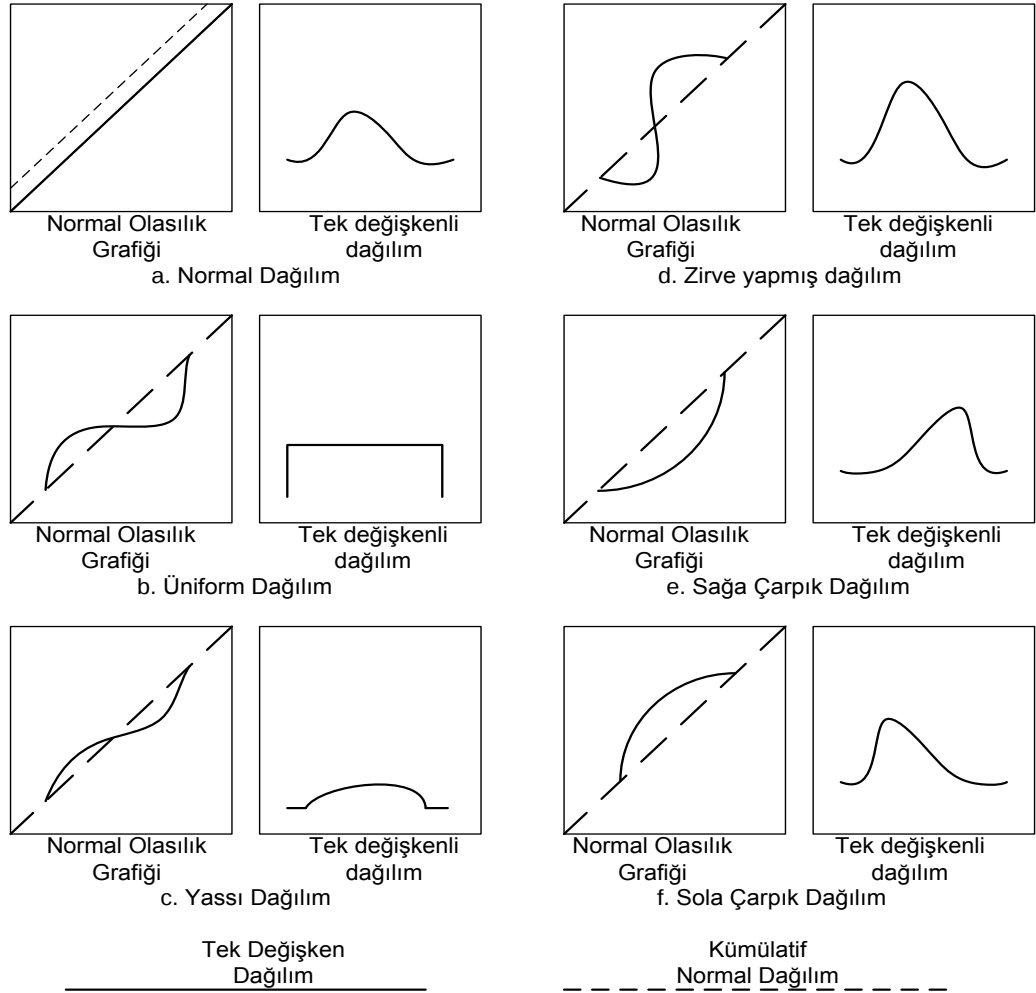
Çok Değişkenli analizin varsayımları iki nedenden ötürü test edilmelidir. Öncelikle değişkenler arası ilişkilerin karmaşıklığı; değişken sayısı arttıkça varsayımların ihlali daha fazla bozulmaya sebep olur. İkinci olarak; bu varsayımların göz ardı edilmesi sonuçlardaki değişiklikleri ve yanlışlıkları maskeleyebilirdi. İşte bu yüzden anlist analiz ve verilerin değerlendirilmesi esnasında; varsayımların doğruluğunu ve uygunluğunu kontrol etmelidir.

Normallik

Çok değişkenli analizin en temel varsayımı normallik yani normal dağılıma uymadır. Yani tekil olarak metrik verilerin dağılımının normal dağılıma karşı gelmesidir. Eğer normal dağılımdan sapma yeteri kadar büyük olursa; bütün sonuçlandırıcı testler geçersiz olur. Çünkü normallik F ve t istatistiği için gereklidir. Normallik tek değişken için kolayca test edilebilir ve önlemleri alınır ama çok değişkenli normallik hem tekil hemde kombinasyonlar halinde normal dağılıma uymaları gerektiği için çok daha zordur. Eğer bir değişken çok değişkenli normal dağılıma uyuyorsa (multivariate normal distribution) kesinlikle söylenebilir ki tek değişkenli normal dağılıma da uyar. Ama tersi durum geçerli değildir. Yani bir çok değişkenli analizde bütün değişkenler normal dağılıma uysalarda; bu demek olmaz ki analizimiz çok değişkenli analiz varsayımı normalliği sağlasın.

Normalliğin Grafiksel Analizi: Normalliğin en kolay testi görsel olarak verinin histogramını; normal dağılım eğrisine göre kontrol etmektir.

Her ne kadar basitliği ile ön plana çıksa da histogram kontrol yönteminin de küçük örneklem sayılarında büyük aldatmacaya sebep olduğu bilinmektedir. Bu yüzden görsel kontrolde en faydalı araç normal olasılık grafiğine (normal probability plot) şekil 3.5'e bakmaktır. Normal olasılık grafiği verilerin kümülatif dağılımını normal dağılımın kümülatif dağılımı ile kontrol eder. Normal dağılım köşegensel bir doğru oluşturur. Ve bu köşegensel doğruyla verilerin oluşturduğu kümülatif doğru karşılaştırılır. Eğer doğruya paralel bir doğru oluşursa veriler normal dağılıma uyar eğer verilerin doğrusu köşegenin altına düşerse veriler normal dağılıma göre daha yassıdır. Doğrunun altına indiği yerlerde Eğer ki doğru normal dağılımın üstüne çıkarsa da daha şişkin olduğu anlaşılır. Eğer köşegen doğrusunun altında bir yay oluşturursa;sağa çarpık dağılım demektir; eğer üstünde bir yay oluşturur ise de sola çarpık bir normal dağılıma uyuyor demektir.



Şekil 3.5: Normal Olasılık Grafiği ve karşılık gelen dağılım (Joseph ve Hair, 1995)

Normalliğin İstatistiksel Testi: Normal olasılık grafiğine ek olarak; normalliği test etmek için istatistiksel testler de kullanabiliriz. Buna en iyi örnek basit olarak; çarpıklık değeri kontrolüdür. Çarpıklık

$$z \text{ değeri} = \text{çarpıklık} / \sqrt{6 / N} \quad 3.26$$

N burada örneklem büyüklüğüdür. Eğer z değeri kritik değeri aşarsa; dağılım normal değildir. Buradaki kritik değer bizim istediğimiz bir anlamlılık derecesine bağlıdır. Eğer z değeri $\pm 2,58$ değerini geçerse .01 anlamlılık seviyesinde normallik varsayımımızı red etmek zorundayız. Bu z değeri konusunda bir başka kullanılan değer de $\pm 1,96$.05 anlamlılık seviyesindeki varsayımı red etmemizdir. Bu testen başka istatistik yazılım programlarında normalliğit test etmek için bir çok test mevcuttur. Bunların en çok kullanılan ikisi: Shapiro-Wilks testi ve geliştirilmiş Kolmogorov-Smirnov testidir. Her iki test de değişik anlamlılık seviyeleri için normal dağılıma uyumu araştırır. Ama bu konularda bir araştırmacının unutmaması gereken en önemli kural; anlamlılık testleri her zaman 30 dan küçük örneklem değerleri için daha az anlamlıdır ve büyük örneklem hacimleri (1000) için çok daha işe yarar sonuçlar ortaya çıkarır (**Joseph ve Hair, 1995**).

Normal Olmayanlara Çözümler

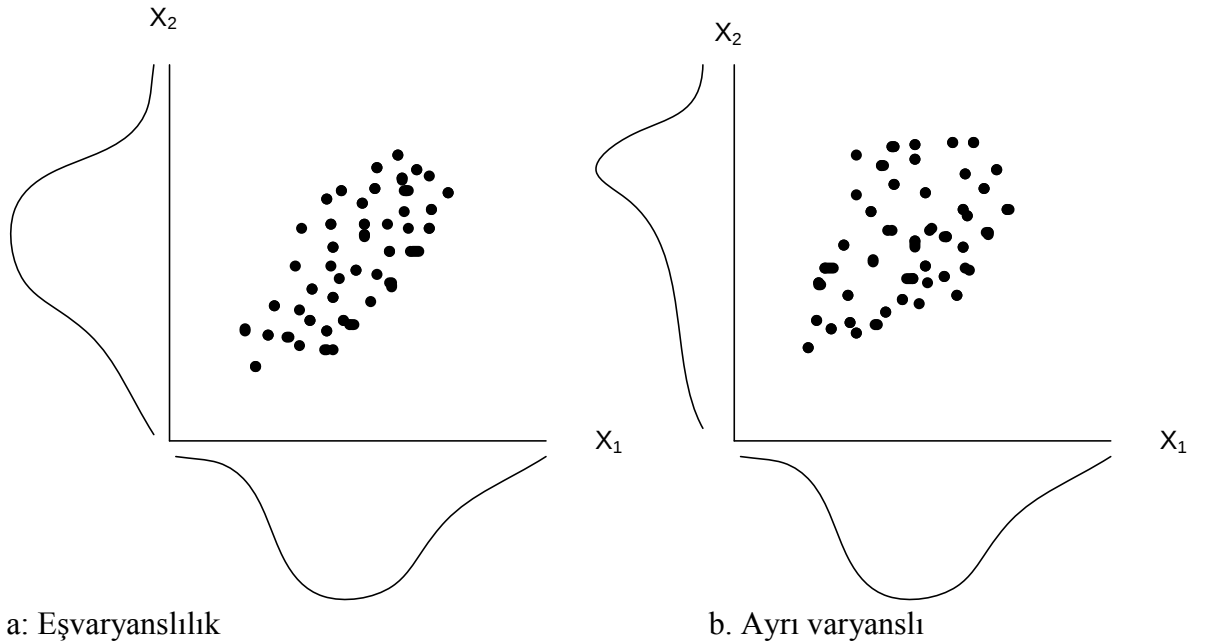
Normal olmayan dağılımları normal dağılıma çevirmek için bir çok dönüşüm mevcuttur. İleride çoklu regresyon ve çok değişkenli varyans analizinden bahsederken bu konuya özellikle değinilecektir. Ama özellikle normal olmamak; çoğunlukla diğer varsayımların ihlalinin bir sonucudur. İşte bu yüzden normallik testi yapılırken; ya diğer varsayımlara çare getirilmesi sonrası veya esnasında yapılmalıdır.

Eşvaryanslılık

Bu kavram değişkenlerin birbiri ile ilişkisine dayanır. Bağımlı değişken veya değişkenlerin bağımsız değişken veya değişkenler boyunca eşit seviyede varyans ortaya koyduğu varsayımına dayanır. Eşvaryanslılık tercih edilir; çünkü bağımlılık ilişkisi araştırılan bağımlı değişkenin varyansı bağımsız değişkenin kısıtlı bir aralığında yoğunlaşmamalıdır. Bağımlı değişkenler metrik olma gereksinimi olmasına rağmen; varyansın bağımsız değişken üzerine eşit yayılma konsepti bağımsız değişkenler metrik olsa da olmasa da uygulanabilir. Metrik bağımsız

değişkenlerle; eşvaryanslılık konsepti bağımlı değişkenin varyansının bağımsız değişken değerleri aralığında dağılmasıdır ki; çoklu regresyon analizi tekniğinde karşı karşıya kaldığımız olay budur. Aynı teknik bağımsız değişkenler metrik olmadığı zaman da uygulanabilir. Bu durumlara örnek de ANOVA ve MANOVA da karşımıza çıkar. Böyle bir durumda; tek bir bağımlı değişkenin varyansının veya çoklu bağımsız değişkenlerin varyans/covaryans matrislerinin metrik olmayan bağımsız değişkenler tarafından oluşturulan grupların üzerinde eşitliğidir. Varyans veya covaryans matrislerinin eşitliği diskriminant analizinde de karşımıza çıkar; ama bu teknikte vurgu bağımsız değişkenlerin metrik olmayan bağımlı değişkenler tarafından oluşturulan gruplar üzerinde yayılımıdır. Bütün bu durumlarda amaç aynıdır: açıklamada ve tahminde kullanılan varyansın değerler aralığında dağılmasıdır. Böylece metrik olmayan değişken ilişkilerinin üzerinde adil bir test yapılabilir. **(Joseph ve Hair, 1995).**

Çoğu durumda elimizde çok farklı ölçüm skalalarından elde edilmiş veriler vardır; kiminin aralığı binlerle kimi de yüzlerle, kimide çok daha dar bir aralıkta değişebilir. İşte bu yüzden verilerin özelliğini bozmadan bağımlı değişkenlerin yayılımı yani varyansı bağımsız değişkenin değerlerinin varyansına eşit olmalıdır.



Şekil 3.6: Varyans Durumları Serpme Diagramı

Şekil 3.6 serpiye diagramı (scatter plot) a da görüldüğü gibi X_1 ve X_2 değişkeni veriler üzerinde eşit bir dağılım yani eşvaryanslılık sergiliyorlar. Ama b serpiye

diagramında görüldüğü gibi X_2 değişkeninin çarpıklığından dolayı ayrı varyanslılık ortaya çıkıyor. Bu da demek oluyor ki değişik X_1 değerleri için X_2 nin değişik dağılım durumları mevcut. Bu varsayımın ihlal edilmesi durumunda yapılan test ya çok duyarlı olur ya da çok yalın olur.

Eşvaryanslılık için İstatistiksel Testler

Eşit varyans dağılımı için kullanılan istatistiksel testler metrik olmayan veriler tarafından oluşturulan gruplar içi varyans ile ilgilidir. Bunun için en çok kullanılan istatistiksel test Leven Testidir. Bu testle tek bir metrik değişkenin varyansının gruplara eşitliği test edilir. Eğer birden fazla metrik değişken test ediliyorsa; karşılaştırma varyans/kovaryans matrisinin eşitliğini de içerir. Bunun için de Box M testi kullanılır **(Joseph ve Hair, 1995)**. Bu test hem çoklu varyans ve diskriminant analizinde kullanılabilir.

Eşvaryanslılık İçin Çözümler

Ayrı varyanslılık durumunun çözümü normallik için yapılanla aynıdır. Daha önce de değindiğimiz gibi ayrı varyanslılık durumu bir değişkenin normal dağılıma uymamasından ileri gelmektedir. Sonuç olarak normalliği sağlayacak her dönüşüm eşvaryanslılığı da sağlayacaktır **(Joseph ve Hair, 1995)**.

Lineerlik

Korelasyonel ölçüm ilişkisine dayanan bütün çok değişkenli tekniklerin ortak varsayımı da lineerliktir. Lineerlik varsayımında bulunan bu teknikler çoklu regresyon, lojistik regresyon, faktör analizi, conjoint analizi ve yapısal denklem modelleridir (structural equation modeling). Çünkü; korelasyon sadece verilerin lineer ilişkilerini gösterir; sağlam lineer olmayan etkiler eğer korelasyonda gösterilmezse; korelasyon değeri düşebilir. Bunun sonucu olarak da lineerlikten sapmaya sebep olacak her türlü etkiyi incelemek ihtiyatlı bir davranış olacaktır.

Lineer Olmayan İlişkilerin Belirlenmesi

Lineerliği belirlemenin en kolay yolu verilerin serpmme diagramının incelenip herhangi bir lineer olmayan durumun belirlenmesidir. Başka bir basit teknik de sapmaları belirlemek için basit bir regresyon testi yapmaktır. Sapmalar bağımlı değişkenin açıklanamayan kısmını yansıtacaktır; böylece lineer olmayan kısım sapmalarda görülecektir. Sapmaların belirlenmesi için ayrıca çoklu regresyon analizi

de uygulanabilir; böylece araştırmacı regresyon değişkeninin de görülmeyen lineer etkileri belirleyebilir (**Joseph ve Hair, 1995**).

Lineer Olmayan Durumlara Çözümler

Eğer lineer olmayan bir ilişki belirlenirse; en çok kullanılan yöntem bir veya her iki değişkenin lineerliği yakalayana kadar dönüştürülmesidir. Bir başka alternatif yöntem de ilişkinin lineer olmayan parçasını yansıtacak bir değişken yaratmaktır.

3.3.6 Veri Dönüşümleri

Veri dönüşümleri iki sebepten ötürü kullanılır. İlk olarak çok dğişkenli analiz tekniklerinin varsayımlarının ihmalini düzeltmek için. İkinci olarakta değişkenler arası ilişkinin güçlendirilmesi için (korelasyon) kullanılır (**Rencher, 2002**).

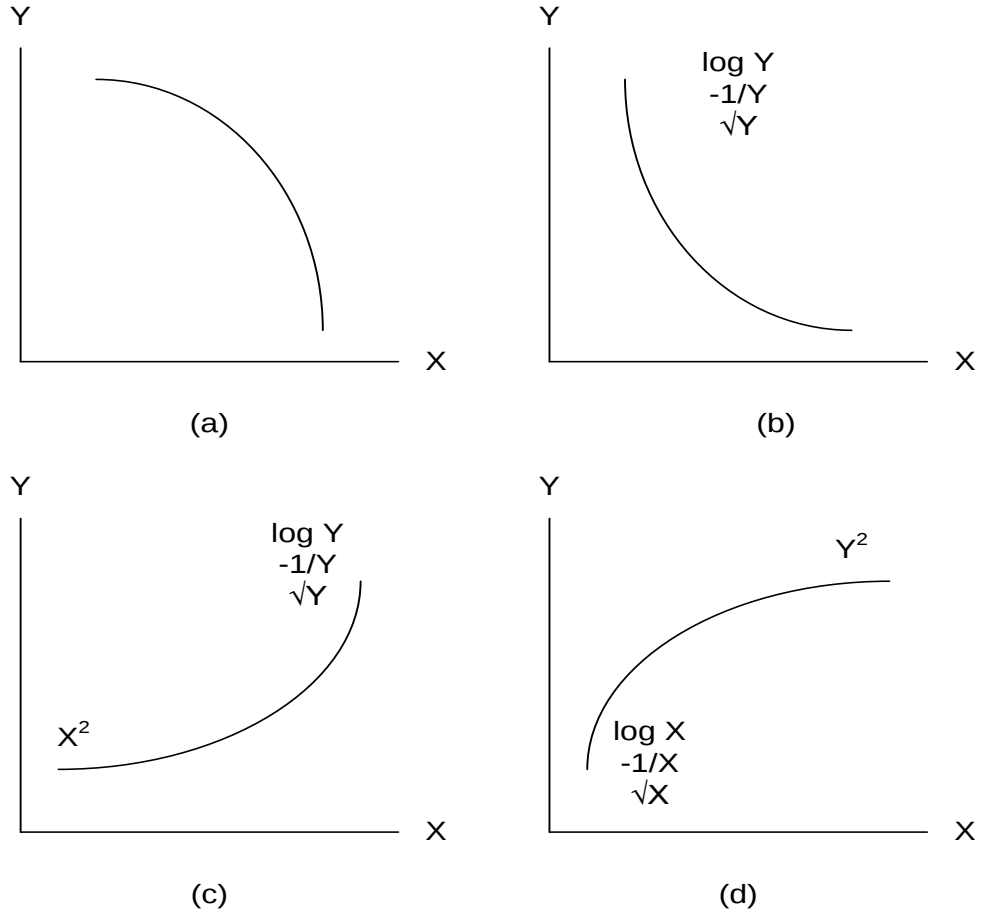
Normallik Ve Eşvaryanslık İçin Dönüşümler

Veri dönüşümleri eşvaryanslık ve normallik varsayımını sağlamak için birincil araçtır. Normal olmayan dağılımlar için en çok bilinen ikisi basıklık ve çarpıklıdır. Basık dağılımlar için, en çok kullanılan dönüşüm tersini alamaktır($1/X$ veya $1/Y$). Pozitif çarpık yani sola çarpık dağılımlar için ise değişkenin logaritmasını almaktır. Tersine; negatif yani sağa çarpık dağılımlar için de normalliği yakalatacak uygun dönüşüm kare kökünü almaktır (**Rencher, 2002**).

Ayrı varyanslılık da ortak bir problemidir; eğer önüne geçilirse normal dağılıma uyma varsayımı da gerçekleşir. Bunun içinde belirli veri tipine göre dönüşümler belirlenmiştir. Eğer frkans sayıları kare kök almaya imkan sağlıyorsa; en uygunu arcsin dönüşümüdür. Bu dönüşümde değişkenin karekökünün arcsinüsünü 2 ile çarpılmasıdır.

Lineerlik İçin Dönüşümler

İki değişken arası lineerliğin sağlanabilmesi için bir çok yöntem mevcuttur. Aşağıdaki şekilde en çok bilinen lineer olmama durumları ve çözümleri verilmiştir. Verilen dört grafik linner olmama durumları ve bunlara karşılık giderme dönüşümleri yukarıdan aşağı verilmiştir. Lineerlik sağlanana kadar verilen çözümler denenmelidir.



Şekil 3.7: Lineerlik için dönüşümler (Joseph ve Hair, 1995)

Dönüşümler Yapılırken Dikkate Edilmesi Gerekenler(Joseph ve Hair, 1995).

1. Dönüşümün etkili olabilmesi için değişkenin ortalamasının standart sapma ile bölümü 0.40 dan küçük olmalıdır.
2. Eğer dönüşümler iki değişkene de uygulanabiliyorsa; birince maddedeki oranı en küçük olanı seçin.
3. Ayrı varyanslılık durumu haricinde; dönüşümler bağımsız değişkenlere uygulanmalıdır.
4. Ayrı varyanslılık durumu bağımlılık ilişkisi içindeki bağımlı değişkenin dönüştürülmesi ile giderilebilir. Eğer bir ayrı varyanslılık ilişkisi aynı zamanda lineer değilse; bağımlı değişken ve hatta bağımsız değişken de dönüştürülmelidir.
5. Dönüşümler verilerin yorumlanmasını değiştirebilir. Mesela değişkenin logaritmasını alarak, oransal bir ölçüm değişikliğine sebep olabilir.

4. ALTI SİGMA YÖNETİM UYGULAMASI

4.1. Uygulama Şirketi Tanıtımı

BSH (Bosch Siemens Ev Aletleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.) Ev Aletleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. İstanbul'da merkez olmak üzere Çerkezköy'de 4 fabrikası ile üretim yapmaktadır. BSH Grubu'nun en büyük üretim merkezi olan BSH Ev Aletleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., toplam alanı 450.000 m²'yi aşan tesislerinde yılda 2 milyon birimden fazla fırın, buzdolabı ve çamaşır makinesi üretir. Yaklaşık 3000 çalışanı ve 823.9 milyon avro değerindeki 2004 ciroyuyla BSH, Türkiye'nin en büyük 25. şirkettir.

Şirket sermayesinin % 90'ı BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH'ye, % 3.5 kadarı Deutsche Bank'a, gerisi ise çeşitli hissedarlara aittir.

Türkiye'de kurulduğu 1992 yılından bu yana satış ve yatırım grafiğini hızla yükselten BSH'nin ülke çapında 5000 bayiden oluşan güçlü bir dağıtım ağı bulunmaktadır. Bu on üç yıl içinde Türkiye merkezli faaliyetlerine 500 milyon avroya yakın yatırım yapan BSH, Türkiye ev aletleri sektörünün en büyük dış yatırımcı şirkettir.

BSH bünyesindeki 4 fabrikadan biri olan FIW (Otomatik Çamaşır Makinası Fabrikası) BSH Üretim Sistemi uygulama fabrikalardan biri olarak değişik ülkelerdeki uygulama fabrikalardan biri olarak seçilmiştir. Genel özellikleri bakımından tablo 4.1 FIW özelliklerini açıklayıcıdır.

Tablo 4.1: FIW figürleri

Fabrika	İnşa Yılı	Alan (m ²)	Kapasite (2006, adet)	Çalışan sayısı (BP'06)	Üretim (adet,BP'06)	İhracat 2005 (gerçekleşen adet)	İhracat 2006 (BP'06 adet)
FIW	1982	20.379	1.033.770	427	840.000	405.370	356.710

Bu geçiş için yeni genç kadrosu ve nitelikli iş gücüyle hızlı bir değişim dinamiği yakalamıştır. Dünyanın çeşitli ülkelerinde danışmanların (Türkiye, Japonya,

Almanya, İspanya, Avusturya) aldığı destekle dünyanın önde gelen, üretim yöntemlerinde birinciliğe oynayan fabrikalardan biri olma yolundadır. 3 yıllık bir gelişme projesi kapsamında sürekli eğitimler, yeniliklerle mavi yakalıları ve beyaz yakalıları üst düzey yetiştirmiş bir iş gücü yaratma planındadır. Bu gelişimin ve değişimin sürekliliğini sağlamak için sürekli projeler ve eğitimler devam etmektedir. 2007 yılı için yaklaşık 20.000 saatlik rekor sayılacak bir eğitim programı ayarlanmış. Bu uğurda dev bütçeler ve insan gücü kapasitesi yönlendirilmiştir.

Kişi başına yaklaşık 70 saat eğitim planlanmakta; bu eğitimlerin tam bir nokta vuruşu olması ve ayrılan kapasitenin boşa gitmemesi; ayrıntılı bir eğitim programı ve bu verilen eğitimlerin doğru kişilere, doğru şekilde verilerek eğitim verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Bu amaç uğruna bir proje grubu hazırlanarak mavi yaka eğitimlerinin iyileştirilmesi ve belli bir sisteme oturtulması istenmektedir.

Bu doğrultuda ilerleyen bölümlerde 6 Sigma temel çerçevesini oluşturan DMAIC döngüsünün adımları uygulanmıştır.

4.2 Tanımlama

Tanımlama safhası DMAIC döngüsünün ilk aşamasını oluşturur. Bu aşamada aşağıdaki listelenen aşamalar uygulanacak ve 6 Sigma yaklaşımı bir binaya benzetilecek olursa temelleri bu aşamada tanımlanacaktır.

Tanımlama aşamasında aşağıdaki adımlar gerçekleştirilecektir:

- Proje Beyanı
- VOC – KK
- SIPOC
- Detaylı Süreç Şeması
- Süreç Parametrelerinin Belirlenmesi ve Sebep Sonuç Matrisi

4.2.1. Proje Beyanı

Öncelikli olarak proje konusu yani; problemin tanımlanması amacın belirlenmesi gerekir:

Giderlerin büyük bir kısmını oluşturan eğitimlerden daha verimli sonuçlar alınması; mevcut eğitimlerin sonuçlarının değerlendirilebilmesi üst yönetim tarafından öncelik verilen bir konudur. Mavi yakalıya yapılan yatırımın şirket geleceği için çok büyük önem taşıdığı; bir sistem olarak insan kaynakları gelişiminin tabandan başlayacağı, böylece insan kaynakları yönetiminin çok daha etkin bir biçimde olacağı inancındadırlar. Bunun içinde mevcut mavi yaka eğitim programının düzelenmesi ve geliştirilmesi planlanmıştır. Bu doğrultu proje kapsamı proje sözleşmesi ile ek-3.'te belirlenmiştir.

Proje beyanı veya bir diğer adıyla proje sözleşmesi ile projenin adı, kapsamı, proje grubu, iletişim bilgileri, projenin getirisi, hedef bitirme süresi ve projeye ait diğer detaylar proje süresince sürekli olarak geriye dönük güncellenerek projenin sonuçlanması ve kapatılması bu sözleşme üzerinden yapılmıştır. Mavi yakalı eğitimlerinin iyileştirilmesi için yapılan bu 6 Sigma projesinin proje sözleşmesi proje sponsoru ile birlikte yapılmış ve yönetim ve diğer beyaz yakalı çalışanlara sunulmuştur. Bu sözleşmenin herkese sunulmasındaki temel maksat haberdarlık ve projenin diğer çalışanlar taafından benimsenmesinin sağlanmasıdır.

Proje sözleşmesi ile proje detaylarının belirlenmesi ile birlikte, en önemli aşama olan proje sınırlarının belirlenmesi olmuştur. Bu projede proje sınırları analiz aşamasında bulgular ışığında mavi yakalıya verilen eğitimlerde eğitim verilecek kişinin belirlenmesi olarak belirlenmiştir.

Bunun yanında; proje grubu oluşturulmuş matris etkisinin yakalanması için çeşitli bölümlerden konularının uzmanı insanlar seçilmiş ve projede çok disiplinli ve çok yönlü bakış açısının etkin olması sağlanmıştır. Bunlara örnek olarak; geliştirme, bakım, kalite ve üretimden çalışanlar gruba dahil edilmiş ve mesailerinin bir kısmını bu doğrultuda yönlendirmeleri için teşvik edilmişlerdir.

4.2.2. Müşterinin Sesi ve Kalite Kritikleri (VOC ve KK)

Bu iki unsuru belirlerken öncelikli sorulması gereken sorular bu alt adımda grup tarafından irdelenmiştir :

1. Müşteri Kimdir?

Bu aşamada müşteri üst yönetimdir.

2. Müşteri istekleri

Mevcut mavi yaka eğitim programının düzelenmesi ve geliştirilmesi..

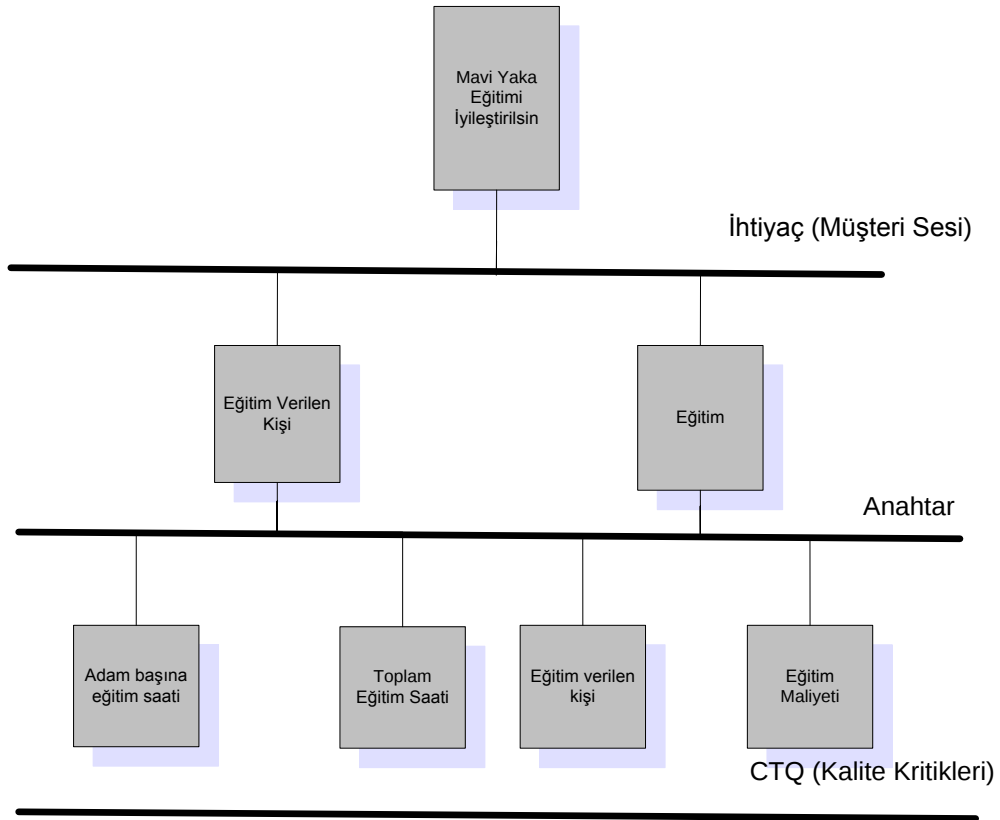
Müşterinin sesi doğrultusunda kalite kritiklerinin oluşturulması için de öncelikle proje grubu isteklerin tam olarak hedeflere dönüştürülebilmesi için gerekli faktörleri, bir başka deyişle ölçütleri grupla beraber aşağıdaki şekilde kapa taslak belirlenmiştir. Bu kalite kritkleri şimdilik ilk adım olarak belirlenmiş; bundan sonraki DMAIC adımlarından analizler sonucunda değerlendirme kalite kritikleri üzerinden iyileştirme çalışmaları yürütülecektir.

KK1: Toplam eğitim sayısı,

KK2: Adam başına düşen eğitim Sayısı

KK3: Eğitim verilen kişi

KK4: Eğitim Maliyeti



Şekil 4.1: Ağaç diyagramı ardımıyla ihtiyaçların kalite kritiklerine dönüştürülmesi

4.2.3. SIPOC (Temel Süreç Adımları)

Süreç şeması girdi sağlayacak çalışmalar S.I.P.O.C. (detaylı süreç adımları) ile bu alt adımda belirlenmiştir. Bu aşamada mavi yakalı eğitimleri toplu halde bütün proses

için düzenlenmiş olup, uygulaması yapılırken süreç adımları baştan sona doğru sırayla belirlenmiştir. SIPOC oluşturmak için temel aşağıdaki temel adımlar proje grubu tarafından belirlenmiştir.

0.Adım. Tedarikçi listesilistesi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

İnsan Kaynakları

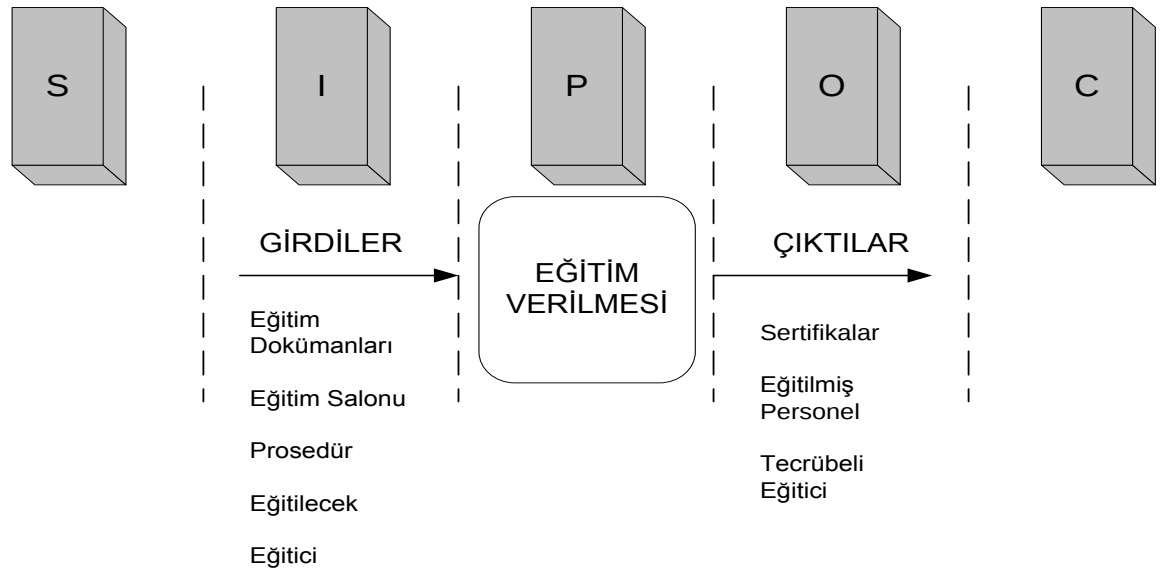
Danışman şirketler

İç eğitimciler

Eğitim Binası

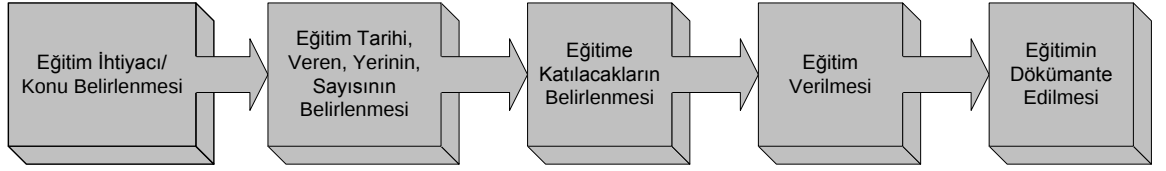
Yöneticiler de başlıca tedarikçiler olarak alınabilir.

1. Adım: Genel girdileri ve müşteri beklentilerini göz önüne alarak önemli çıktıların belirlenmesi yapılmıştır:



Şekil 4.2: Temel girdi ve çıktıların tablosu

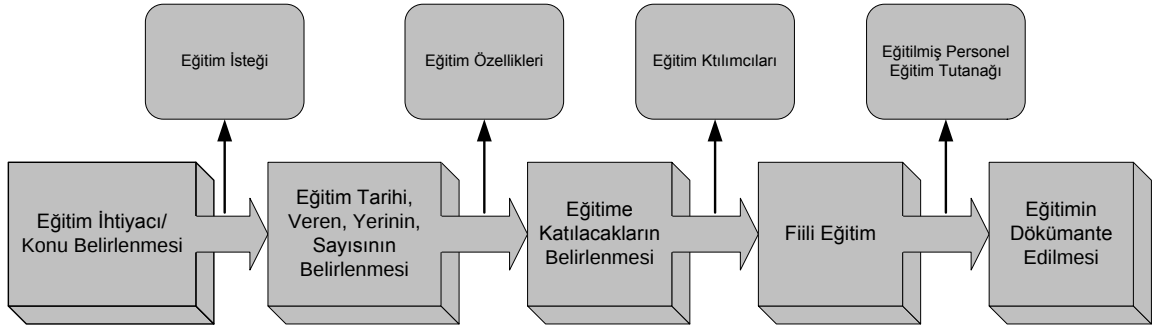
2. Adım: Süreç adımlarının belirlenmesi bu alt adımda yapılmıştır. Süreç adımları belirlenirken, prosedürlerle tanımlanmamış, aşamalar ve adımlar da süreç aşamalarına dahil edilmiş ve bilinmeyen proses aşamaları da gerçek, uygulanan proses aşaması olarak ilave edilmiştir.



Şekil 4.3: Süreç adımlarının belirlenmesi

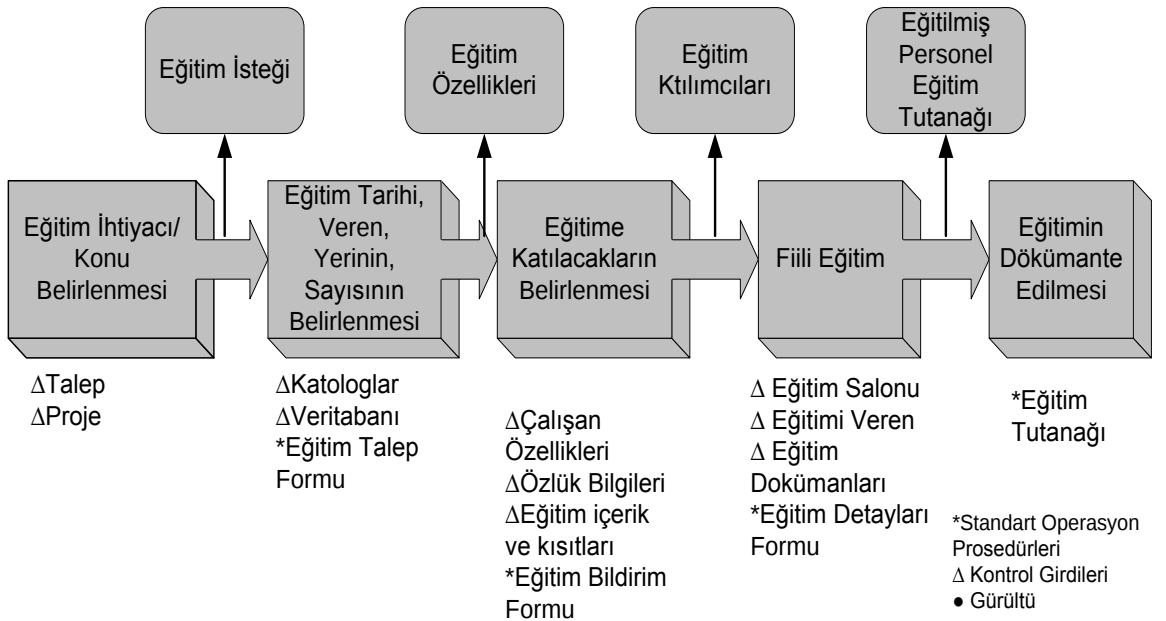
3. Adım: Her süreç adımında temel çıktıları özellikle incelenmiş ilgili aşama sorumlusundan bilgiler alınıp proses adımlarına eklenmiştir.

Şekil4.4 Süreç adımlarının temel çıktıları



Şekil 4.4: Süreç adımlarının temel çıktıları

4. Adım: Her süreç adımının temel çıktıları belirlendiklerden sonra bu çıktıların elde edilmesi için gerekli olan girdiler proje grubu tarafından belirlenmiş ve adım adım geliştirdiğimiz süreç adımları detaylarına eklenmiştir.



Şekil 4.5: Süreç girdileri

6.Adım: Temel girdiler için kontrol edilebilir özellikleri ve etmek istediklerimizi bu aşamada tanımlanmıştır. Bunun için öncelikle bütün özellikler, konuyla ilgili veya ilgisiz görülen her türlü faktör niteliği taşıyanlar hazırlanan sebep sonuç matrisine dahil edilmiş.

Bu faktörler müşteri beklentilerine olan etkilerine göre ağırlıklandırılmış bu ağırlıklandırma yapılırken. Birden dokuz kadar bir skala kullanılmıştır. Burada 1 değeri verilen özellik, müşteri beklentisi üzerinde hiç etkisi olmayandan 9'a kadar müşteri beklentisi üzerinde en etkili olan olarak değerlendirilmiştir. Aynı şekilde müşteri beklentileri de kendi aralarında 1 de 10 kadar artan önem derecelerine göre ağırlıklandırılmış. Böylece ekteki tablo e.3'e tabloya ulaşılmıştır. Sonra her faktörün kalite kritikleri üzerindeki etkilerinin birikimli sonucunda; kırılmanın yani toplam puandaki ani azalmanın olduğu noktaya kadar olan yüksek ağırlıklı faktörler Analiz aşaması için seçilmiştir. Bu faktörler de belirlenmesi ile ekteki şekil e.3'de görülen sonuç ayrıntılı süreç şeması yani SIPOC ortaya çıkmış olur.

Bu çıkan faktörler: Cinsiyet, Yaş, Eğitim sayısı, Askerlik Durumu, Tecrübe, Kısmı, geçici veya kadrolu olduğu, eğitim maliyeti, direkt veya endirekt olduğu, yıllık eğitim sayısı ve tahsil durumu olarak belirlenmiştir.

4.3. Ölçme

Ölçme aşaması proses yeterlilik analizi makina ve ölçüm yeterliliği uygulamasını içerir. Yani ölçüm sisteminin analizini yapılmalıdır.

Yinelenebilirlik (repeatability): Yapılan bir ölçümün aynı kişi tarafından, aynı şekilde (ölçüm aletleri ve teknikleri), aynı ölçülecek üzerinde yapıldığında sonuçların tutmasını; kendi içinde tutarlı olmasıdır. Mavi yakalı eğitim sürecinin iyileştirilmesi için uygulanan bu projede; ölçümlerimiz nicel olduğu ve herhangi bir subjektif değer ve veriler sürekli değil kesikli olduğu için ölçüm yapılmamıştır. Bu projede veriler bir kısmı eğitim verilen mavi yakalıdan; geri kalan alan kodu, sicil numarası, yaşı ve işe giriş tarihi insan kaynakları tarafından tutulan As 400 veri tabanından çekilmiştir.

Yeniden Üretebilirlik (reproducability): Yapılan bir ölçümün farklı kişi tarafından, aynı şekilde (ölçüm aletleri ve teknikleri), aynı ölçülecek üzerinde yapıldığında sonuçların tutmasını; kendi içinde tutarlı olmasıdır. Bizim ölçümlerimiz nicel olduğu

ve herhangi bir subjektif değer ve veriler sürekli değil kesikli olduğu için yinelenebilirlik aşamasındaki aynı tür uygulama burada da uygun görülmüştür.

Sonuç olarak: yeni ölçümler yapılmayacak mevcut system analiz edilerek iyileştirme ve kontrol safhasına geçilecektir. Ama mevcut verilerin toplanıp, analizi için bir veri toplama planına ihtiyaç bulunmaktadır. Sadece kişilerin faktör doğrultusunda eksik bilgileri tamamlaması için formlar hazırlanmış; çalışanlara geri kalan faktörlerle ilgili veriler bir haftalık bir süreçte doldurulmuştur.

Veri toplama planı;

Üretimsel bir süreç olmaması nedeniyle veri kaynağı olarak gerçekleşmiş eğitim parametreleri analiz edilecektir.

Eğitim parametreleri doğrultusunda; ekteki tablo e.2'deki personel ve eğitimlerle ilgili ortak dosya analiz aşamalarında kullanılacaktır.

Toplanacak veriler için, mavi yakalıların şimdiye kadar aldıkları eğitimler toplanmış, bu eğitimlerin maliyetleri, süresi, konusu vb. gibi özellikleri özlük bilgileri ile departmanı, maliyet merkezi gibi özellikleri ile birleştirilerek ortak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

4.4. Analiz

Tablo4.2: Tanımlayıcı İstatistikler

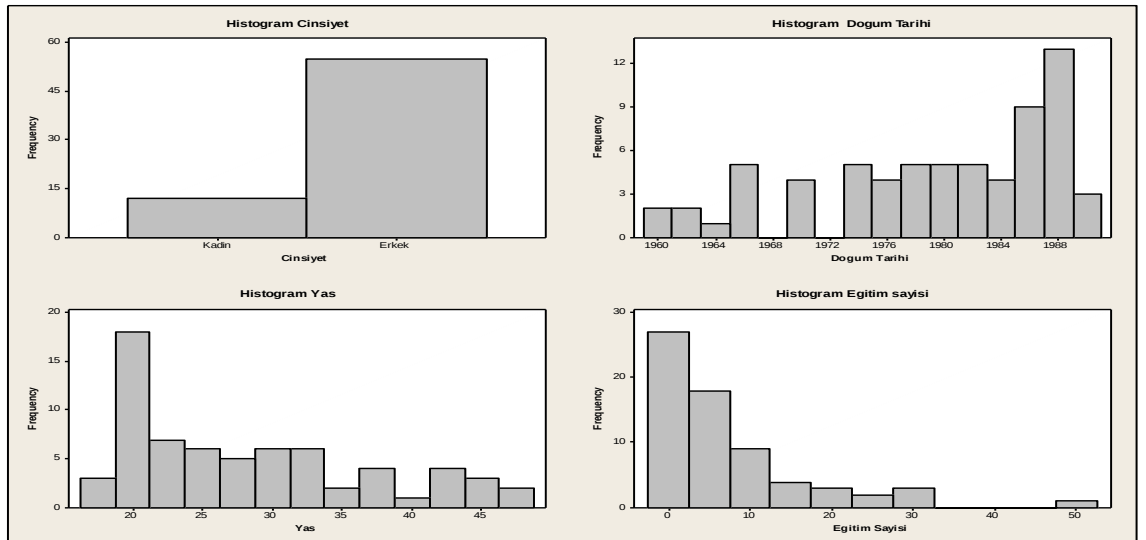
Müdürlük	Bölüm/Kısım	Alan	Sayı
Üretim	Üretim	Ana montaj	13
		Yıkayıcı Blok	4
	Ön Üretim	Boyahane	7
		Kazan hattı	3
		Presler	7
		Tambur Hattı	7
		Gövde hattı	4
Bakım	Bakım	Mekanik Bakım	1
		Elektrik bakım	1
Kalite	Proses kalite	Proses Kontrol	1
	Kalite denetim	Kalite denetim	5
Kontrol Panel	Üretim	Kontrol Panel	14

Uygulamada Tablo 4.2’de görüldüğü gibi 67 kişinin işe girişlerinde şu zamana kadar aldıkları bütün eğitimler değerlendirilmiş; bütün departmanlarda direkt işçi veya endirekt işçiler dahil edilmiş kadroda seçim ilerleyen 3 sene için öncelikli eğitim planında öngörülen departmanlar dahil edilmiştir. Dikkat edileceği üzere en fazla mavi yakalı 13 ana montajdan ve 14 kontrol panelen olmak üzere bu iki bölümden alınmıştır.

Tablo4.3: Örneklem kitlesi dağılımı

Değişken	N	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Medyan	Maksimum	Aralık
DoğumTarihi	67	1978,8	8,66	1959	1981	1989	30
Yaş	67	28,18	8,66	18	26	48	30
Eğitimsayısı	67	7,7	9,38	0	4	51	51

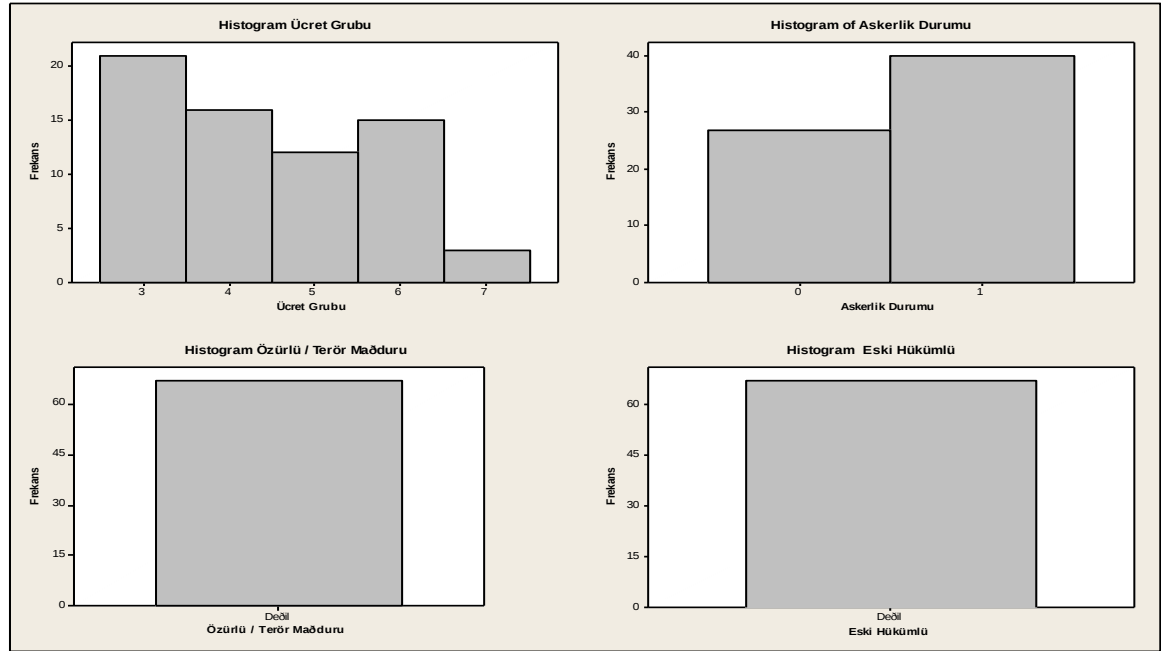
Tablo 4.3’dekiBu oranlamadaki amaç; mevcut kadrolu sayısını örnekleme yansıtmaktır. Diğer bölümlerde deeleman sayıları uyarınca çalışan için örneklem alınmıştır. Ama, bunun yanında fabrikaya şarj edilen ama destek birimlerde çalışan: örnek olarak Lojistik Depo Otomatik Çamaşır Makinası Sorumluları vb. gibi sadece kadroda görülen mavi yakalılar örneklem grubuna dahil edilmemiştir. Kadrolu ve geçici olarak çalışan Mavi yakalıların bütün eğitimlerinin tanımlayıcı istatistiki değerleri tabloda verilmiştir.



Şekil 4.6: Faktörler histogramları

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi çalışanlarımızın çoğunun ücret grubu tecrübelerine bağlı olarak düşük gruptandır. Askerlik durumu olarak da azımsanamayacak bir grubun askerliğini yapmadığı görülmektedir; bayanlar analizlerde askerlik faktörü incelenirken askerlik görevini tamamlamış mavi yakalı çalışan statüsünde incelenmiştir. Buradaki histogramda da aynı şekilde değerlendirilmiştir. Bunun yanında kanuni kurallar doğrultusunda çalıştırılması gereken eski hükümlüler, terör mağdurları ve özürlü mavi yakalı çalışanlar analizlerde mevcut durumu yanlış yansıtılara sebep olmaması için dahil edilmemiştir.

Bütün verilere genel olarak bakmak gerekirse; örneklem temel kriter olarak bütün çalışanlar üzerinde yani ana kütle üzerinde yapılmaya niyetlenilmiş ama etkin bir mavi yaka eğitim takibi yapılmadığı için sağlıklı olarak ulaşılabilen 67 çalışanın erileri ile devam edilmiştir. Örneklem alınırken cinsiyet ve direkt, indirekt ayrımı yapılmadan mevcut üç senelik eğitim taslağına uygun şekilde bütün bölümlere yansıtılmaya çalışılmıştır. Mavi yakalı çalışanlar; işe başlama tarihlerinden, ikinci ve daha çok yeniden işe başlamaları da dahil edilerek veriler elde edilmiştir.



Şekil 4.7: Faktörlerin histogramı

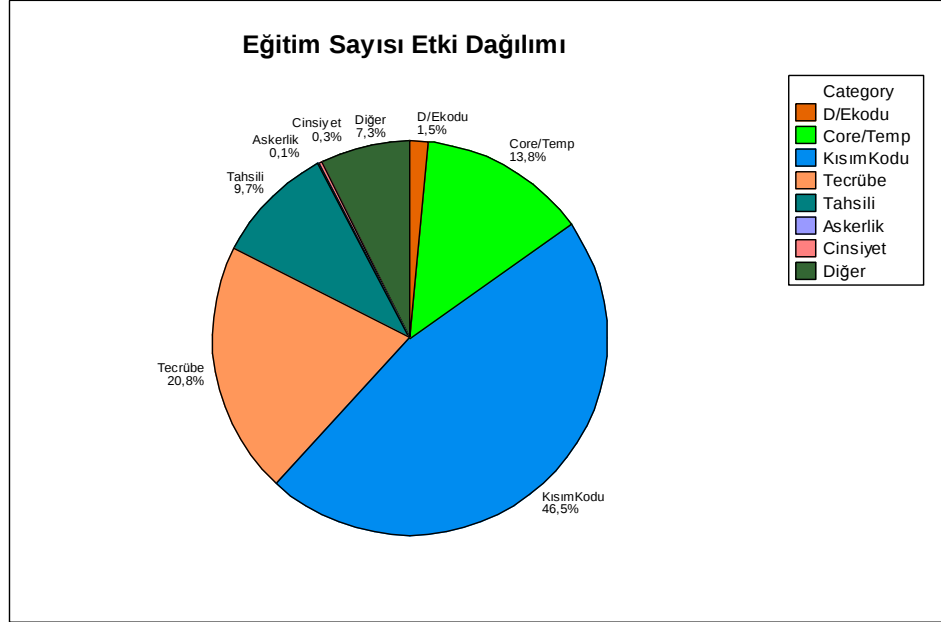
4.4.1 Eğitim Maliyeti Faktörler Arası İlişki Analizleri

Öngörülen faktörlerin *toplam eğitim sayısı* bölü *kişi sayısına*, etkisinin analizi. Bir başka deyişle kişi başına düşen eğitim sayısına diğer faktörlerin etkisi araştırılmıştır.

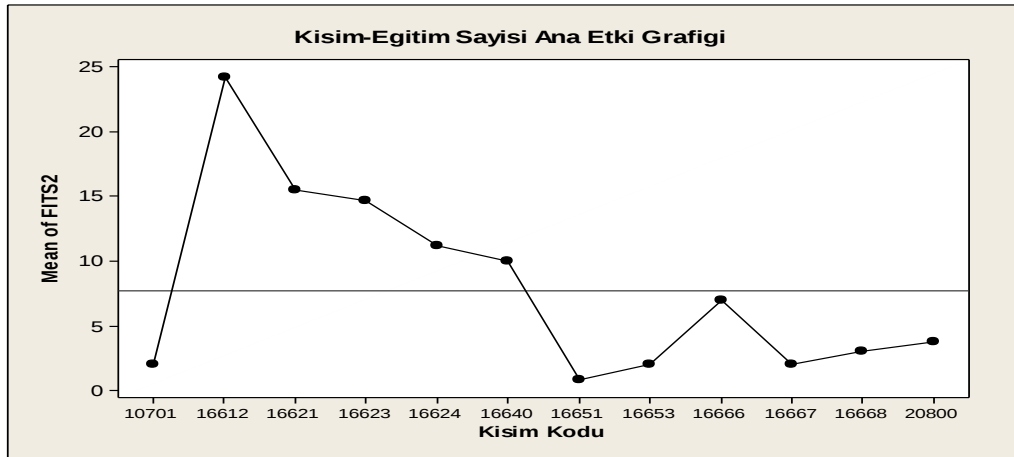
Burada bağımlı değişkenimiz *kişi başına düşen eğitim sayısı* olarak alınmış; bu değişkendeki sapmaların faktörler tarafından açıklanmasına çalışılmıştır. Analizlerde Minitab istatistik programı 14. versiyonu kullanılmıştır. Bu analizde Anova yerine Genel Lineer Model kullanılmamasının sebebi ise birden çok farklı dereceli (Seviye) faktörün bir arada kullanılması zorunluluğudur.

Ek-8 Minitab 14 analiz çıktılarına baktığımızda; ki burada bakmamız gereken yer uyarlanmış kareler toplamının varyans analizi tablosudur. Bu tablodaki p değerleri, yani anlamlılık değerleri; bağımlı değişkenin üzerineki etkisini göstermektedir. Bu sonuçlardan anlaşılır ki; P değer (anlamlılık seviyesi) 0.05 den küçük olduğu durumlarda bağımlı değişken bağımsız değişken cinsinden açıklanabilir. Mevcut durumda anlaşıyor ki; kişi başına verilen eğitimlerin sayısı kısım, tahsil durumu ve tecrübe faktörleri ile belirlenmektedir. Ama diğer yönden çıkarılması gereken diğer husus ise; diğer faktörlerin göz önünde bulunmadığıdır. Askerlik görevini tamamlayıp tamamlamama burada göz önünde tutulmayan faktörlerden biridir.

Şekil 4.8 eğitim sayısı etki dağılımı pasta grafiğinde yansıtılan; bağımlı değişken (kişi başına eğitimin) diğer faktörlerce açıklabilen kısmının yüzde faktörler arasındaki dağılımı yansıtılmıştır. Kısaca; bağımlı değişkenindeki değişim, faktörlerdeki değişimle açıklanabildiği miktarı yüzde olarak pasta digramına yansıtılmıştır. Dikkate edilirse; kişi başına eğitim sırasıyla Kısım, tecrübe, kadrolu olma olmama durumu, tahsili ve diğer faktörlerdir. Burada, anlaşıldığı gibi eğitim verilirken bu faktörler etkili olmuştur, ama etkili olan faktörler olduğu gibi, çok etkili olmayan askerlik faktörü de dikkate alınmadığı için büyük kayıplar olacağı açıktır.

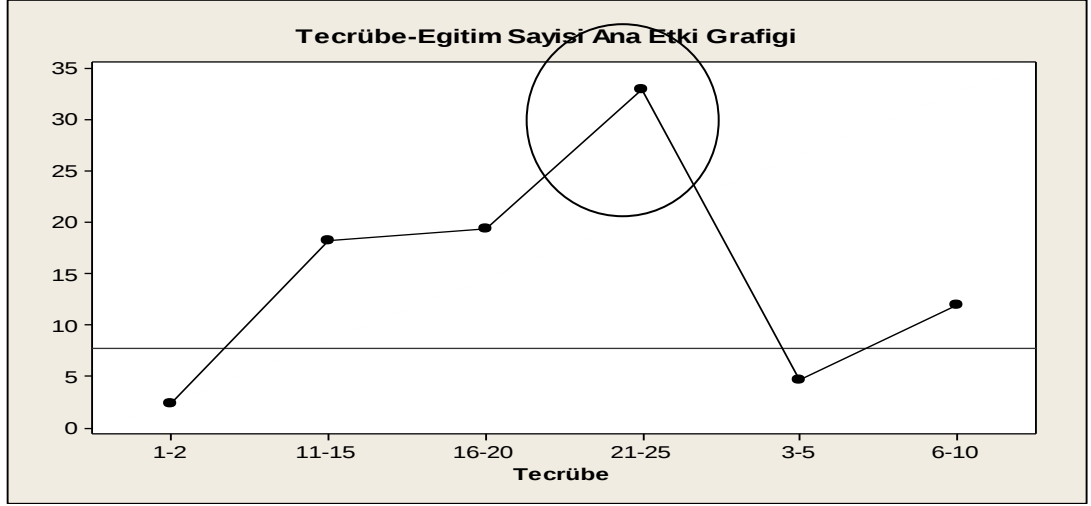


Şekil 4.8: eğitim sayısı etki dağılımı pasta grafiğinde



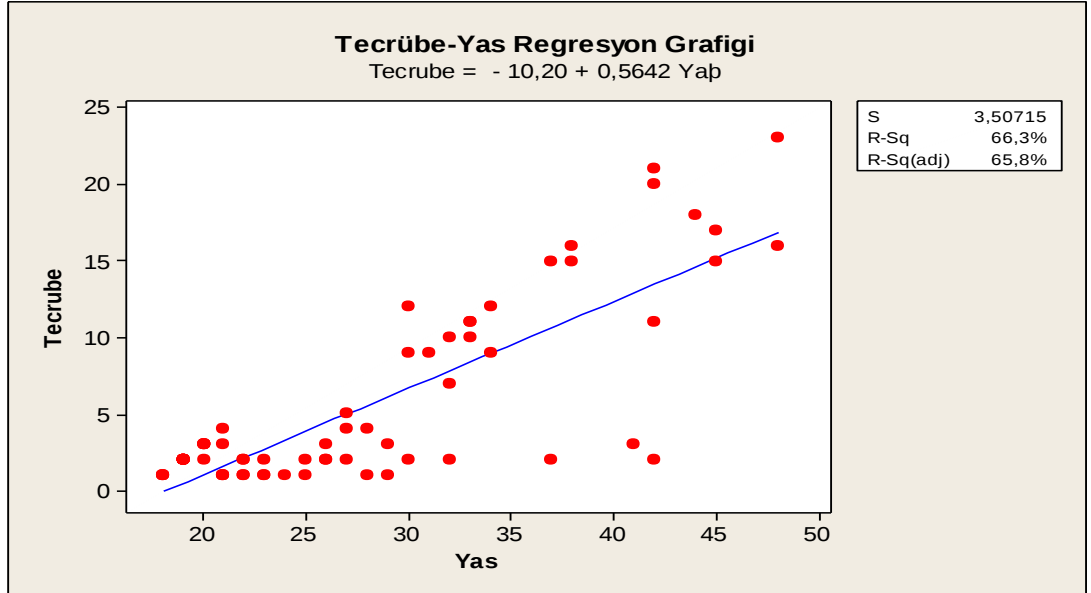
Şekil 4.9 Kısımın eğitim sayısına ana etki grafiği

Şekil 4.9’da anlaşıyor ki kişi başına düşen eğitim sayısı kısımlara göre farklılık göstermektedir; kısımlar arası dengesizlik iyileştirme aşamasında kök nedeni analiz edilip dengeye getirici önlemler alınacaktır.



Şekil 4.10: Tecrübenin eğitim sayısına ana etki grafiği

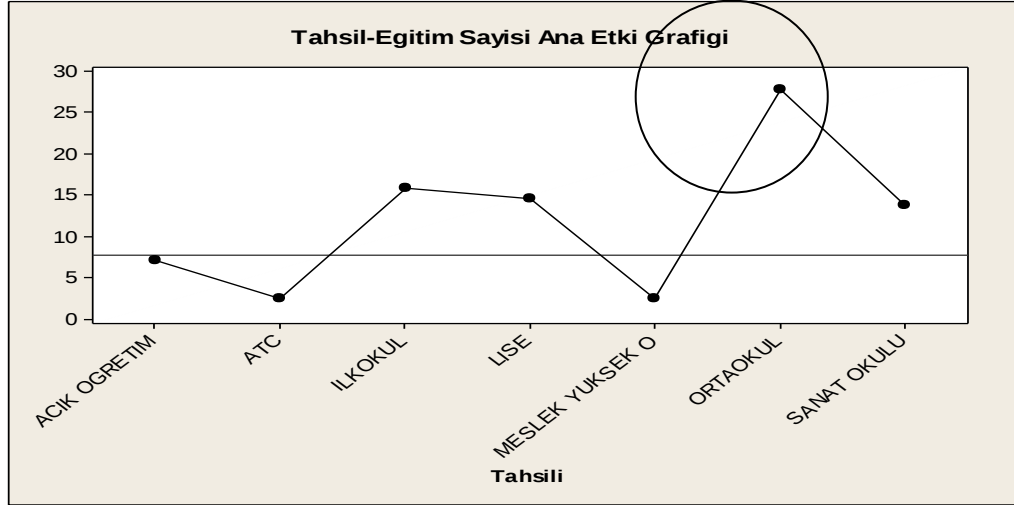
Şekil 4.10'da verilen eğitim sayısına etkili olan faktörlerden biri olan tecrübe yani kişinin ne kadar zamandır çalışmakta olduğu; ana etki grafiğinde anlaşılır ki; zamana göre normal olarak artmaktadır. Fakat işaretli bölgede yükseliş; yani 21-25 yıl tecrübeli çalışanlarda kişi başına düşen eğitim çok hızlı artmakta; emekliliği yaklaşan çalışanlara fazlaca eğitim verilmektedir. İyileştirme aşamasında bu durumun kök sebeplerine inilip, düzenlemeler yapılacaktır.



Şekil 4.11: Yaş ile tecrübe arasındaki regresyon

Bir önceki grafiği doğrulamak için yaş ile tecrübe arasındaki korelasyona da bakılmış (şekil 4.11) ve görülmüştür ki; korelasyon vardır. Bu da doğrular ki; yaşlı ve emekliliği yaklaşmış insanlara eğitim vermekte olup; bir nevi yapılan eğitim yatırımı

çok kısa süreli olmaktadır. İyileştirme aşamasında bu durumun kök sebeplerine inilip, düzenlemeler yapılacaktır.



Şekil 4.12: Tahsil eğitim sayısına ana etki grafiği

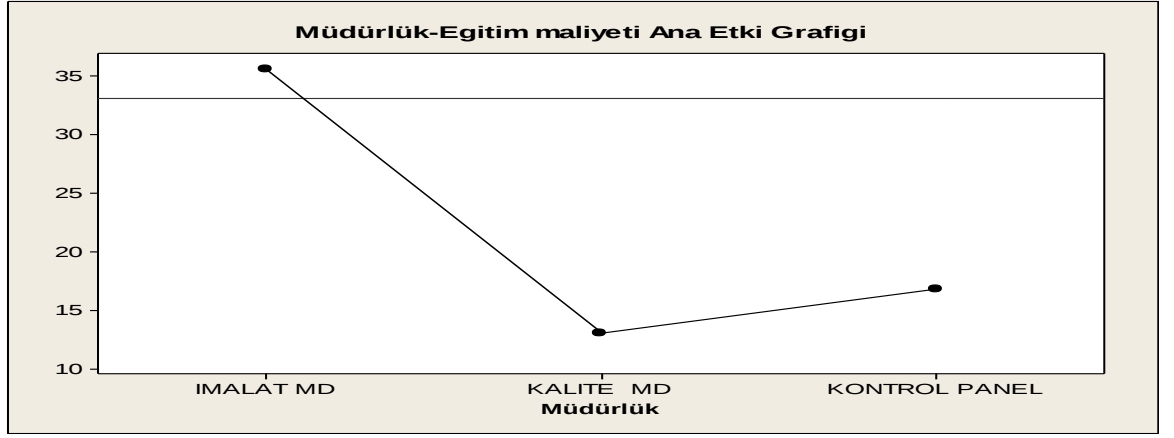
Diğer etkili faktörlerden tahsil durumunun ana şekil 4.12 inceleneince anlaşılır ki: herhangi bir mavi yaka yetiştirme amacı güdülmemiş; orta okulu mezun çalışanlara en fazla sayıda eğitim verilmiştir. Tahsili yüksek olan elemanlara teşvik unsur oluşturmak için eğitimleri vermek yerine demotive edici şekilde eğitimler tahsil durumu düşük insanlara verilmiştir. İyileştirme aşamasında bu durumun kök sebeplerine inilip, düzenlemeler yapılacaktır.

4.4.2 Eğitim Maliyeti Faktörler Arası İlişki Analizleri

İkinci analiz kısmında ise kişi başına düşen eğitim maliyeti bağımlı değişken diğer faktörler bağımsız değişken olarak alınmıştır. Maliyeti yüksek olan eğitim dışarıdan eğitimler olup, dış kaynaklıdır. Ayrıca kişi yetkinliğini arttırıcı olarak bilinen eğitimlerdir. Bu tür eğitimlerin müdürlükler arasındaki dağılım farkı, tahsil durumu arasındaki dağılım farkı, yaş grupları arasındaki dağılım farkı ayrı ayrı analiz edilecektir. Bunun içinde tek yön Anova kullanılmıştır.

Ek-9 da sonuçları görülen tek yönlü anova testimizde görülür ki anova testinin hipotezi $P=0,00 < 0$, olduğu için % 5 anlamlılık seviyesinde testin hipotezi rededilir. Burada Minitab tarafından test edilen hipotez istatistiksel açıdan Müdürlükler arasında eğitim maliyetleri bakımından hiçbir fark olmadığıdır. Anlamlılık seviyesi, p değeri doğrultusunda, birim eğitim maliyeti müdürlükler arasındaki dağılımı

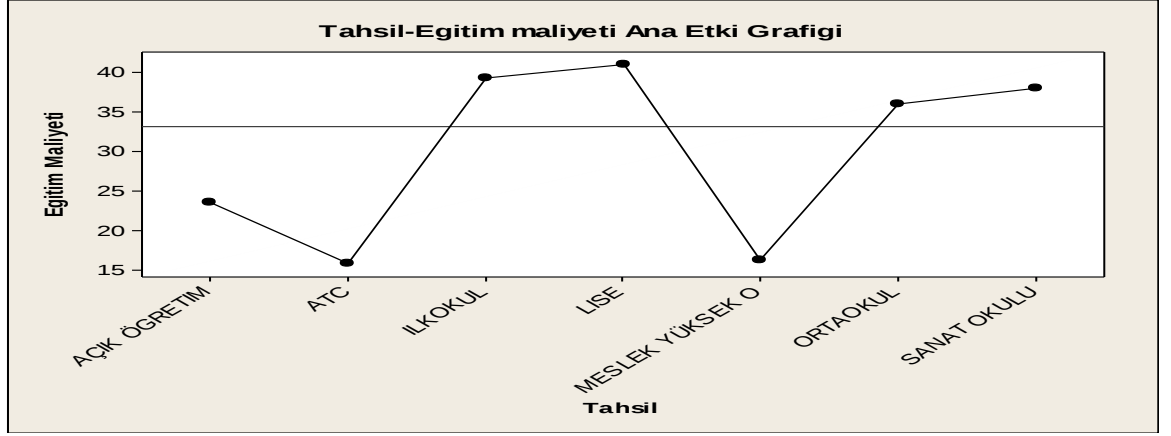
farklılık göstermektedir. Bu sonucun kök sebebi ve iyileştirmesi DMAIC döngüsünün İyileştirme aşamasında yapılacaktır.



Şekil 4.13: Müdürlük- eğitim maliyeti ana etki grafiği

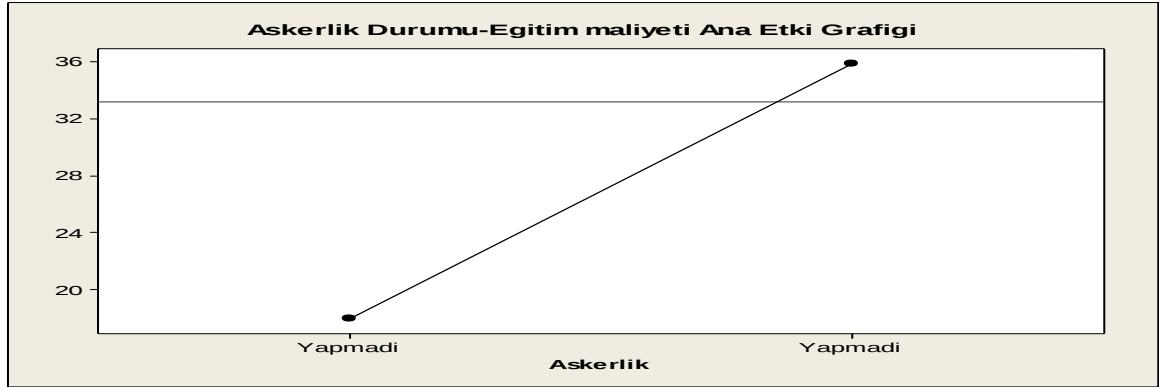
Şekil 4.13 Müdürlüklerin verilen eğitimlerin ortalama maliyetlerine ana etki grafiğini incelediğimizde de görüyoruz müdürlüklerin birim eğitim maliyetini farklılık göstermektedir. Bu grafikten de anlaşılıyor ki; müdürlükler arasında mavi yakalılara verilen eğitimlerin maliyetleri arasında açık farklar vardır. İyileştirme aşamasında kök sebeplerine inilip; homojen bir dağılım imkanı sağlanacaktır.

Ek-10 Minitab sonuçları incelendiğinde görülmüştür ki; tek yönlü anova testinin sıfır hipotezi olan gruplar arasında fark yoktur anlamlılık seviyesi neticesinde rededilir. Anlamlılık seviyesi $P=0,00 < 0,05$ olduğu için birim eğitim maliyeti tahsil seviyesi arasındaki dağılımı farklılık göstermektedir. Bu sonucu grafiksel olarak da görüp İyileştirme aşamasında yapılacak olan iyileştirmeler için incelendiğinde şekil 4.14 dan da anlaşılacağı gibi; mavi yakalıların tahsil durumu maliyetli eğitimler verilirken hiçbir şekilde işçilerin tahsil durumu göz önünde bulundurulmamıştır. Bu durum İyileştirme aşamasında kök sebepleri bulunup, iyileştirmeler bu doğrultuda yapılacaktır.



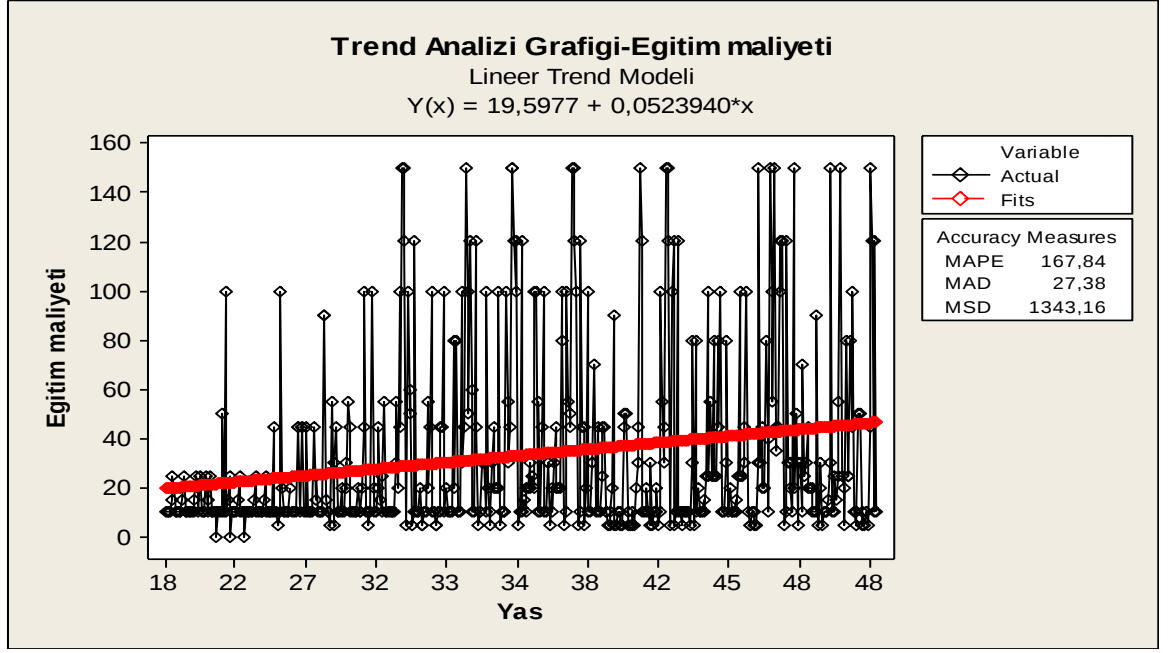
Şekil 4.14: Maliyet tahsil ana etki grafiği

Ek-11'de askerlik eğitim maliyeti tek yönlü Anova Minitab sonuçları incelendiğinde anlamlılık seviyesi $P=0,00 < 0,05$ olduğu için sıfır hipotezi reddedilir ve eğitim maliyeti askerlik durumu arasındaki dağılımı farklılık gösterdiği anlaşılr.



Şekil 4.15 Askerlik durumu eğitim maliyeti ana etki grafiği

Şekil 4.15 ana etki grafiğinde anlaşıldığı gibi askerliğini yapmamış çalışanlara verilen eğitimler çoğunlukla düşük maliyetli eğitimlerdir.



Şekil 4.16 Ortalamaların karşılaştırılması tablosu

Şekil 4.17 ortalamaların karşılaştırılması sonucu da görülmüştür ki; verilen eğitimlerin maliyetinin çalışan yaşına göre dağılımı görülmektedir. Burada görüldüğü üzere; maliyeti yüksek olan eğitimler için adayların belirlenmesinde daha yaşlı çalışanlar tercih edilmiştir. Bu fabrikanın uzun vadeli mavi yakalı geliştirmeye yatırımın geri dönüş süresi bakımından önemli bir faktör olup; iyileştirme aşamasında optimize edilmesi gerekmektedir.

4.4.3. Analiz Aşamasında Çıkan Ana Sonuçlar

Mavi yaka eğitim yönetiminin geliştirilmesinde etkili olan faktörler; müşteri beklentileri olan kişi başına düşen eğitim, eğitim verilen mavi yakalı, eğitim maliyeti kalite kritiklerini yansıtılacak şekilde analizler tamamlanmıştır. Tanımlama aşamasında belirlenen çok sayıda faktör arasından en etkili olan; yani İyileştirme aşamasına girdi olacak olan toplam ana faktörler belirlenmiştir. Bunlar: müdürlükler (kendi içinde kısımlar), yaş, tecrübe, askerlik durumu ve tahsil durumudur. İyileştirme aşamasında bu faktörlerin kişi başına düşen eğitim sayısı ve eğitimin niteliğini belirleyen eğitim birim maliyetinin dengelenmesi; fabrika mavi yakalı geliştirme stratejisi ve uzun vadeli hedefler doğrultusunda optimizasyonu yapılacak ve hangi çalışanın eğitimi alması gerektiği matematiksel model oluşturulacaktır.

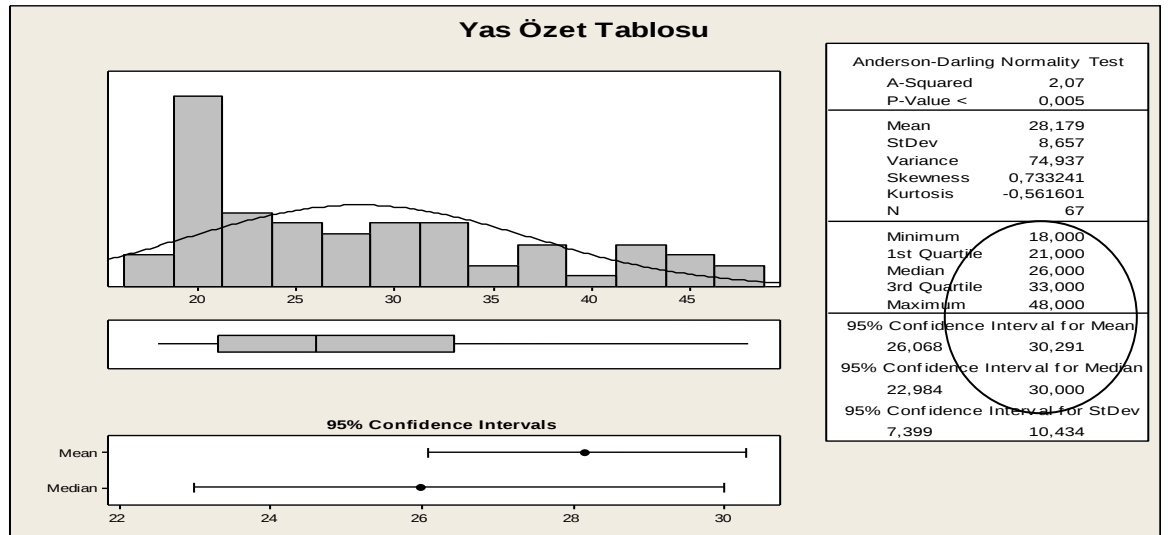
Kontrol aşamasında ise; verilen eğitimlerin belirlenen kurallar çerçevesinde verilip verilmediğini takibini sağlayacak önlemler alınacak ve çeşitli grafiksel yöntemlerle; kontrol fazı görselleşecek ve yönetimin eğitim sistemi izlenebilirliği sağlanacaktır.

4.5. İyileştirme

İyileştirme aşamasında bir önceki adımda belirlenen faktörlerin kök sebebine inilip iyileştirmeler ve bu iyileştirmelerin müşteri beklentileri doğrultusunda matematiksel bir modele dönüştürülmesi çalışması yapılacaktır. DMAIC döğüsünün İyileştirme aşamasında daha derinlemesine inilecek faktörler:

- Maliyetli eğitim/değil ve eğitim sayısı (Performans kriteri)
- Tahsil (ilkokul, ortaokul, lise, sanat okulu, ATC, MYO)
- Askerlik yaptı/yapmadı
- Müdürlük (Kısım)
- Tecrübe
- Yaş

4.5.1 Yaş



Şekil 4.17: Mavi yakalı çalışanlar için Yaş Özet Tablo

Minitab çıktısı mavi yakalı çalışanların yaş faktörüne bakıldığında Fabrika mavi yaka ortalama yaş 28 dir. Şekil 4.18 üzerinde işaretli dörtebirlikler incelendiğinde görülüyor ki: ilk dörtebirlikte 18-21 yaş arası, ikinci dörtebirlikte 21-26 yaş

arasındakiler, üçüncü dörtebirlikte 33-48 yaş arasındakiler vardır. Bu dörtebirlikler göz önünde bulundurularak fabrika mavi yaka yaş dağılımında 21-33 arası en geniş olan gruptur. Bu durumda yaş faktörü nedzinde mavi yakalı çalışanları aşağıdaki şekilde hem gruplandırılmıştır. Bu gruplamalar dahilinde hangi gruba ait mavi yakalı çalışanın diğer gruba göre müşteri yani üst yönetim tarafından tercih edileceğine bakılacaktır.

- 18-21 için
- 21-33 için
- 33 ve sonrası

Bu gruplandırmalar dahilinde müşteriden ikişerli olarak faktörleri değerlendirmeleri Tablo 4.4'deki skalasında istenilmiştir. Bu aşamadan sonra görelî önemlerin belirlenmesi için gerekli matematiksel hesaplar aslında ikili karşılaştırmalar matrislerinin en büyük özvektörünün bulunmasından ibarettir. Tablo 4.4 ikili hükümler bulunduktan sonra vektörlerin önceliklerini yani vektör ağırlıklarının; lineer cebir terimiyle özvektörleri bulunmuştur. Bu hesaplama için de ekili bir sonuç veren: her sütunun elemanı o sütunun toplamı ile bölündükten sonra, satırların toplanıp satır eleman sayısına bölünmesi yaklaşımı kullanılmıştır (Yoon ve Hwang, 1995).

Tablo 4.4.: Değerlendirme Ölçeği (Topçu, 2006)

Sayısal değer	Tanım
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor
3	1. öge 2.'ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor
5	1. öge 2.'ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor
7	1. öge 2.'ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor
9	1. öge 2.'ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor
2.4.6.8	Ara değerler

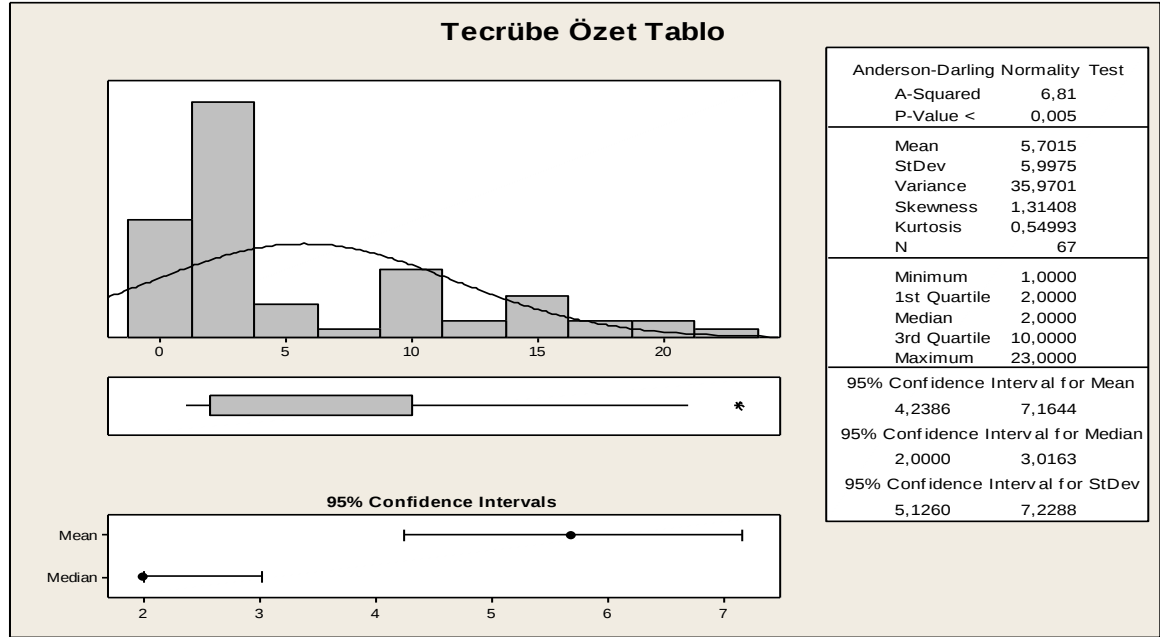
Tablo 4.5: Yaş faktörü için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu

	A	B	C	A	B	C	Satır $\sum$	Ortalama $\sum / 3$
A.18-21 yaş	1,000	0,143	3,000	0,120	0,114	0,231	0,5	0,15
B.21-33	7,000	1,000	9,000	0,840	0,797	0,692	2,3	0,78
C.33 yaş ve yukarı	0,333	0,111	1,000	0,040	0,089	0,077	0,2	0,07
	8,33	1,25	13,00	1,0	1,0	1,0		1,00

Tablo 4.5 dan da anlaşılabacağı gibi belirlenen üç grup için ağırlıklar sırasıyla 0.15, 0.78 ve 0.07 olarak bulunmuştur.

4.5.2. Tecrübe

Bir önceki faktörün iyileştirme yaklaşımını aynı şekilde tecrübe faktörü için de değerlendirilmiştir. Öncelikle Minitab çıktısı olan mavi yaka çalışan tecrübe verilerin özelliği üzerinden gerekli gruplandırmaları yapılmaktadır.



Şekil 4.18: Mavi yakalı tecrübe özet Tablo

Şekil 4.19'dan anlaşılmıştır ki; fabrika mavi yaka tecrübe ortalaması 5.7 yıldır. Bir önceki uygulama gibi şirketin uzun vadeli planlar dahilinde uygulamaya koyacağı stratejiler için genç ve büyük çoğunluğu kapsayan bir gruba eğitim önceliği verilmelidir. Bu doğrultuda fabrika mavi yaka tecrübe dağılımında 2-10 arası en geniş olan gruptur. Diğer gruplar da bu iki dörtebirliğin birleşiminin dışında kalmış olan: birinci dörtebirlik 1-2 yıl tecrübeliler ve 10-23 yıllık tecrübelilerin oluşturduğu dördüncü dörtebirliktir. Aynı şekilde müşteri tarafından tercihleri ikili karşılaştırma tablosu ile elde edilmiş. Bunu takiben aynı yöntemle bu üç grup arasındaki tercihler ağırlık olarak Tablo 4.6'da bulunmuştur. Bu ağırlıklar belirlenen gruplar için sırasıyla: 1-2 yıl tecrübeliler için 0.3; 2-10 yıl arası tecrübeliler için 0.35; 10 yıl ve yukarısı için da 0,35 olarak elde edilmiştir.

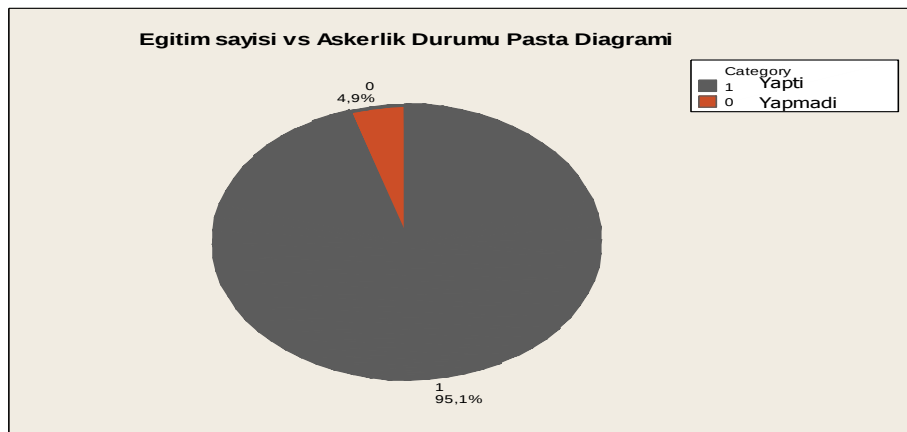
Tablo 4.6: Tecrübe faktörü için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu

	A	B	C	A	B	C	Satır $\sum$	Ortalama $\sum / 3$
A.0-2 yıl	1,0	0,2	3,0	0,16	0,13	0,43	0,7	0,24
B.2-10 yıl	5,0	1,0	3,0	0,79	0,65	0,43	1,9	0,62
C.10 yıl ve yukarı	0,3	0,3	1,0	0,05	0,22	0,14	0,4	0,14
	6,3	1,5	7	1,0	1,0	1,0		1,00

4.5.3. Askerlik

Şekil 4.20 pasta digramına bakıldığında anlaşılır ki: toplam eğitimlerden % 5 i askerliğini yapmamış olan çalışanlara verilmiştir. Askerlik nedeniyle ayrılanların % 50 si tekrar devam etmemektedir. Bu yüzden askerlik nedeniyle işten ayrılmalar, kaynakların israfına neden olmaktadır. Bu durumda özel nedenler olmadığı sürece askerliğini yapmamış çalışanlara zorunlu eğitimler harici eğitim verilmemesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda mavi yakalı çalışanlar askerlik faktörü bakımından askerlik görevini tamamlamış ve askerlik görevini tamamlamamış olarak iki ana gruba ayrılmıştır. Aynı şekilde müşteri yani bu durumda üst yönetim tarafından iki karşılaştırma matrisi doldurulmuş ve bu matrisin özvektörleri hesaplanarak bu iki grubun ağırlıkları tablo 4.7’de gösterilmiştir. Bu hesaplanan özvektörler doğrultusunda askerlik yapmış ve yapmamış olanların ağırlıkları sırasıyla 0.88 ve 0.12 lik önem olmuştur.



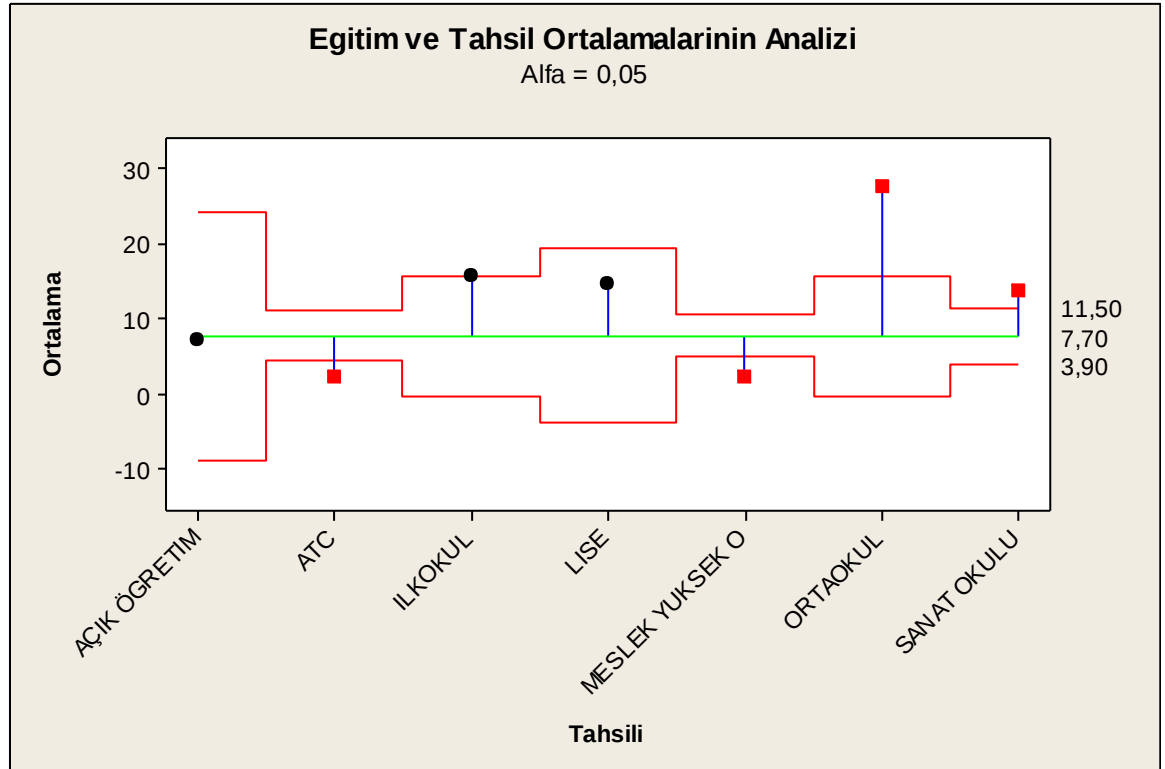
Şekil 4.19: Askerlik durumu eğitim sayısı pasta diagramı

Tablo 4.7: Askerlik için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu

	A	E	A	E	Satır Σ	Ortalama $\Sigma / 2$
Yapıldı	1	7	0,9	0,9	1,8	0,88
Yapılmadı	0,143	1	0,1	0,1	0,3	0,125
	1,143	8	1,0	1		1

4.5.4. Tahsil Durumu

Tahsil durumu için analiz safhasında çıkan sonuçları daha iyi değerlendirebilmek için tahsil durumuna göre eğitim sayısının ortalamalar analizi yapılmıştır. Şekil 4.21 ortalamalar analizine bakıldığında genel eğitim ortalamalarında çok farklılıklar gözümektedir. Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir husus da en çok eğitimin ortaokul mezunlarına verildiğidir. Fabrikada son iki yıl çerisinde alınan karar doğrultusunda, mavi yaka personel seçiminde lise ve üzeri tahsil durumu aranmaktadır. Bunun yanında eğitim ortalamasının üzerinde eğitim verilen tahsil grupları ilkokul, ortaokul ve lise mezunlarıdır. Diğer yüksek tahsilli çalışanların hepsi ortalama eğitim sayısının altında eğitim almışlardır.



Şekil 4.20: Ortalamalar Analizi

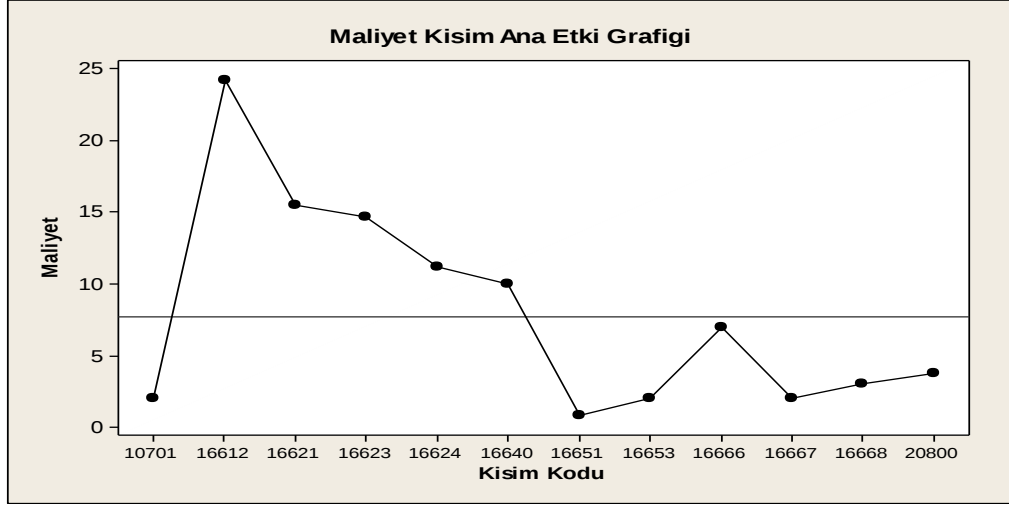
Bu bilgiler doğrultusunda müşteri beklentilerini sayısal model için gerçekleyebilmek için; ikili tercih matrisi üst yönetime doldurtulmuş, aynı bir önceki faktörlerin ele alınma şekilleri ile ele alınmıştır. Tablo 4.8 da bu doğrultuda özvektörleri yani tahsil gruplarının ağırlıkları elde edilmiştir. Sonuç olarak tahsil durumları ilkokul, ortaokul, lise, ATC, sanat okulu, MYO ve Açık öğretim mezunları sırasıyla 0.02-0.03-0.09-0.12-0.13-0.23-0.38 ağırlıklar almışlardır. Bu sayede yüksek tahsilli insanların yetiştirilmesine öncelik verilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 4.8: Tahsil için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu

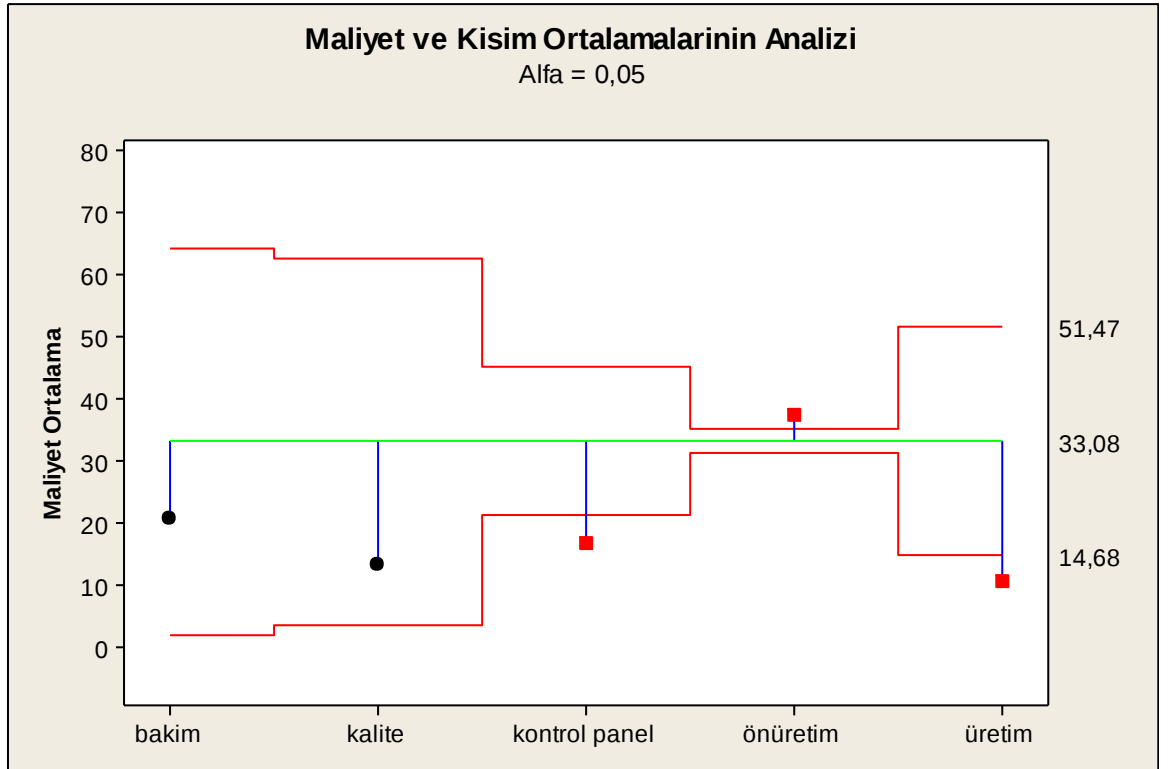
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	Satır $\sum$	Ortalama $\sum / 7$
A.AO	1,00	3,00	5,00	5,00	5,00	7,00	9,00	0,5	0,6	0,5	0,3	0,4	0,2	0,2	2,6	0,38
B.MYO	0,33	1,00	3,00	3,00	5,00	7,00	9,00	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	1,6	0,23
C.ATC	0,20	0,33	1,00	3,00	1,00	5,00	9,00	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,9	0,12
D.Lise	0,20	0,33	0,33	1,00	0,33	5,00	9,00	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,6	0,09
E.Sanat okulu	0,20	0,20	1,00	3,03	1,00	7,00	9,00	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,9	0,13
F.Ortaokul	0,14	0,14	0,20	0,20	0,14	1,00	3,00	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,03
G.İlkokul	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,33	1,00	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,02
	2,2	5,1	11	15	13	32	49	1	1	1	1	1	1	1		1,00

4.5.5. Kısım

Analiz aşamasında orataya çıkan faktörlerden biri olan müdürlük faktörü, kısımlarla doğrudan ilgili olduğu için beraber olarak bu aşamada incelenmiştir. Yapılan ileri analizde şekil 4.22 kısımların eğitim maliyetlerine göre yapılan ana etki diagramında anlaşılmıştır ki: kısımlar arasında verileneğitimlerin ortalama maliyetleri açısından farklılık vardır. 16612 kısım koduyla gösterilen ek-12 presler bölümünde çalışanlarının diğerlerine oranla daha maliyetli eğitimler aldıkları görülmüştür. İlgili kısımlar bir müdürlük altında toplanarak ortalamalarının analizi yapılmıştır. Şekil 4.23 ortalamaların karşılaştırılması grafiğinden de anlaşılabacağı gibi sadece Önüretim kısmına ortalamanın üstü maliyetli eğitim verilmiştir. Bu durum daha derinine araştırıldığında mavi yakalı vardiya ayarlamasının diğer hatların üç vardiya çalışıp, makinaların hızlı olduğu ve iki vardiya çalışan Önüretim kısmında daha kolay olması sonucu eğitimlerin bu kısımda yığıldığı anlaşılmıştır. Hatırlanacağı gibi önüretim kısmının eğitim sayısı diğer kısımlardan daha fazlaydı.



Şekil 4.21: Kısımların eğitim maliyetlerine ana etki grafiği



Şekil 4.22: Maliyet ve Kısım ortalamaları Analizi

Yukarıdaki ileri analizler sonucunda Müşteriden kısımlar arasında stratejik olarak mavi yakalı eğitim önceliği olarak ikili olarak ağırlıklandırılması istenmiştir. Bunun sonucunda Tablo 4.9 da belirtilen ikili önceliklendirme ve önceki hesaplama yöntemi ile kısımlar için ağırlıklar belirlenmiştir. Bu ağırlıklar: üretim için 0.16, önüretim için 0.36, kontrol panel için 0.23, kalite için 0.05 ve bakım için 0.20 olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.9: Kısımlar için ikili karşılaştırmalar ve ağırlık hesaplama Tablosu

	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	Satır Σ	Ortalama $\Sigma / 5$
A. Üretim	1	0,3	1	3	1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,8	0,16
B.Ön Üretim	3	1	1	5	3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,5	1,8	0,36
C.Kontrol Panel	1	1	1	5	1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	1,1	0,23
D.Kalite	0,3	0,2	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,05
E.Bakım	1	0,3	1	7	1	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	1,0	0,20
	6,3	2,9	4,2	21	6,1	1,0	1	1	1	1		1

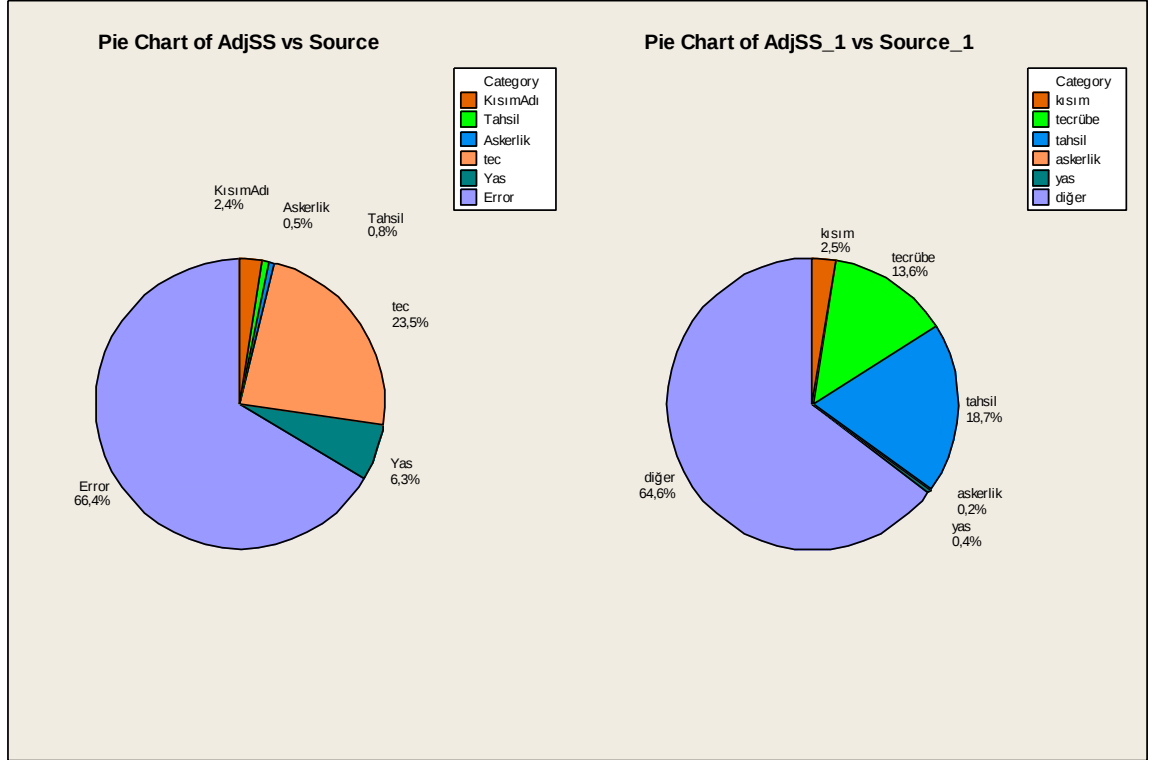
4.5.6. Faktörler Arası Ağırlıklar

Önceki adımlarda, faktörlerin kendi arasındaki ağırlıklarının hesaplanılmasına çalışılmıştır. Ama bunun yanında unutulmaması gereken diğer önemli unsur ise faktörlerin kendi aralarındaki ağırlıkların belirlenmesidir. Bu aşamada faktörlerin kendi arasındaki ağırlıkları hesaplamak için önceki içsel hesaplama yöntemi kullanılmayacaktır. Yapılan analizlerde faktörleri değerlendirmede iki önemli kıstas, yani bağımlı değişken olan eğitim maliyetleri ve eğitim sayısı faktörlerin kendi arasındaki ağırlıklarını hesaplamada kullanılacaktır. Bu yöntemi uygulayabilmek için de bütün faktörlerin eğitim maliyeti ve sayısı üzerindeki etkisi üzerinden gidilecektir.

Bu etkiyi de hesaplayabilmek için bu iki bağımlı değişkene Ek-13 ve Ek-14'deki Genel Lineer Model testleri uygulanmıştır, bu uygulamada Anova testi yapılmamasının nedeni faktörlerin seviyelerinin birbirinden farklı olmasıdır. Burada eklerdeki Minitab çıktı tablosundan uyarlanmış kareler toplamına göre faktörlerin iki bağımlı değişken üzerindeki etkisinden şekil 4.24 daki pasta diagramları oluşturulmuştur. Bu pasta diagramlarındaki faktör yüzde etkileri de faktörlerin aralarındaki etkileşim ağırlıklarını hesaplamak için Tablo 4.10' da kullanılmıştır.

Bu çıkan sonuçlara göre: Kısım adı 6.28%, tahsil seviyesi 46.9%, askerlik durumu 12.6, tecrübe durumu 34.1% ve yaş faktörü 0.01 ağırlığa sahip olmaktadır.

Bu aşamaya kadar matematiksel model için faktörlerin kendi içlerindeki ve birbirleri arasındaki ağırlıkları hesaplanmıştır. Bundan sonraki aşamada bu sayısal ağırlıkların içsel ve dışsal ağırlıkların bütün hale getirilmesi aşaması izleyecektir.



Şekil 4.23: Eğitim maliyeti ve sayısına faktörleri etkisi pasta diagramı

Tablo 4.10: Faktörler arası yüzde ağırlık tablosu

Faktörler	Eğitim Maliyeti Etkisi	Eğitim Sayısı etkisi	Faktörler Arası Yüzde Ağırlık
Kısım adı	2,50%	2,40%	6,28%
Tahsil Seviyesi	18,70%	0,10%	46,94%
Askerlik	5,00%	2,00%	12,55%
Tecrübe	13,60%	23,50%	34,14%
Yaş	0,04%	6,30%	0,10%
Toplam	39,84%	34,30%	100%

4.5.7 Matematiksel Model

Şu ana kadar faktörler arası ve faktörler kendi içinde ağırlıklar belirlenmiştir. Bu belirlemeden sonra bu iki ağırlık grubunun birbiri ile çarpılması ile her mavi yakalının eğitimde önceliğini belirleyecek bir model kurulması kalmıştır. Tablo 4.11 da bütün belirlenen model için gerekli olan katsayılar sonuç sütununda verilmiştir. Bu sütun eğitim maliyeti ve sayısının ağırlıklarının faktör içi grup ağırlıkları ile çarpımından elde edilmiştir.

Tablo 4.11:Faktör içi ve faktörler arası ağırlıkların birleştirilmesi

Faktörler	Faktörler Arası Yüzde Ağırlık	Seviyeler	Katsayı	Sonuç
Kısım adı	6,28%	Üretim	16,0%	1,0%
		Önüretim	36,0%	2,3%
		Kontrol Panel	23,0%	1,4%
		Kalite	5,0%	0,3%
		Bakım	20,0%	1,3%
Tahsil Seviyesi	46,94%	AO	38,0%	17,8%
		MYO	23,0%	10,8%
		ATC	12,0%	5,6%
		Lise	9,0%	4,2%
		Sanat okulu	13,0%	6,1%
		Ortaokul	3,0%	1,4%
		İlkokul	2,0%	0,9%
Askerlik	12,55%	Yapıldı	88,0%	11,0%
		Yapılmadı	12,0%	1,5%
Tecrübe	34,14%	0-2 yıl	24,0%	8,2%
		2-10 yıl	62,0%	21,2%
		10 yıl ve yukarısı	14,0%	4,8%
Yaş	0,10%	18-21 yaş	15,0%	0,0%
		21-33	78,0%	0,1%
		33 yaş ve yukarısı	7,0%	0,0%
Toplam	100%		500,0%	100,0%

Tablo 4.11’de elde edilen sonuç sütunu ile mavi yakalı eğitim seçimi için faktörler belirlenmiş ve bu faktörler için ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda modelimiz aşağıdaki oluşmuştur. Bir mavi yakalıya eğitim verileceği zaman model üzerinden toplam puanı hesaplanacak toplam puanı en yüksek mavi yakalı çalışan eğitime gönderilecektir.

$$\text{Eğitim almak için öncelik puanı} = \alpha + \beta + \delta + \theta + \lambda \quad \mathbf{4.1}$$

α = kısım katsayısı, β = Tahsil katsayısı, δ =askerlik katsayısı, θ = tecrübe katsayısı, λ =Yaş katsayısı

Tablo 4.12 da mavi yakalı 5 tane mavi yakalı çalışan için formül 4.1 kullanılarak bu eğitim katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 4.12: Mavi yakalı eğitim öncelikleri hesaplaması tablosu

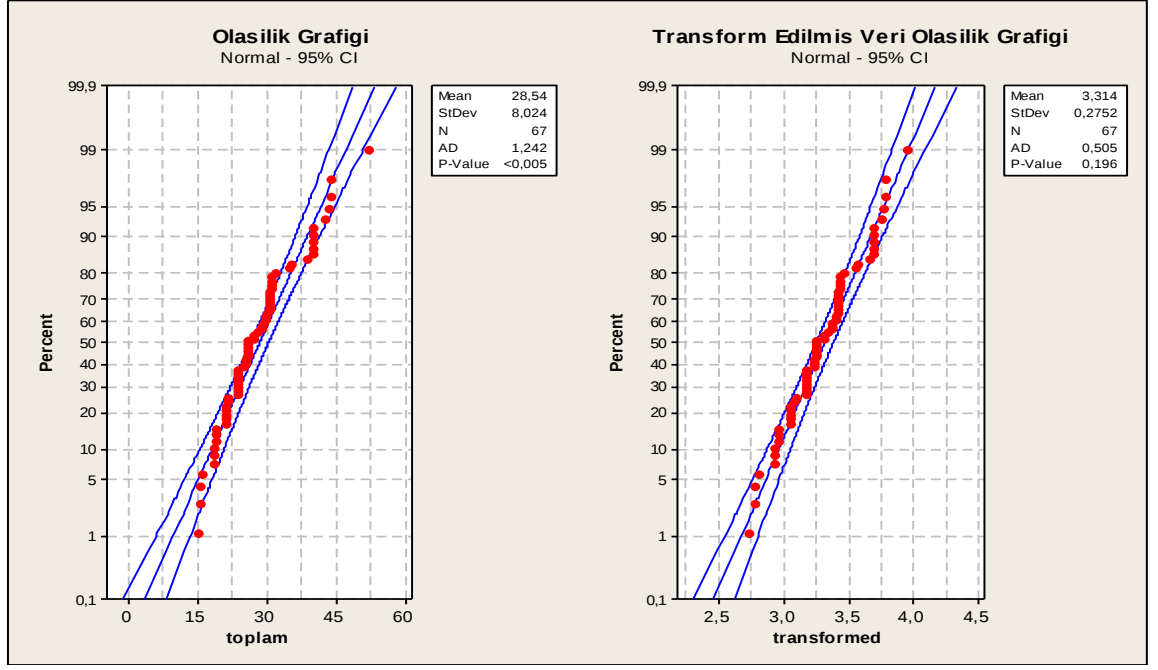
	Kısım adı	Tahsil Seviyesi	Askerlik Durumu	Tecrübe	Yaş	Sonuç
Mavi Yaka1 Katsayı	Önüretim 2,30	Orta Okul 1,50	Evet 11,00	2-10 yıl 21,20	21-33 0,08	36,08
Mavi Yaka2 Katsayı	Üretim 1,00	İlkokul 0,90	Hayır 1,50	2-10 yıl 21,20	21-33 0,08	24,68
Mavi Yaka3 Katsayı	Kalite 0,30	MYO 10,80	Evet 11,00	10 yıl ve yukarısı 4,80	21-33 0,08	26,98
Mavi Yaka4 Katsayı	Bakım 1,30	MYO 10,80	Hayır 1,50	10 yıl ve yukarısı 4,80	33 yaş ve yukarısı 0,00	18,40
Mavi Yaka5 Katsayı	Kontrol Panel 1,40	İlkokul 2,00	Evet 11,00	0-2 yıl 8,20	21-33 0,08	22,68

Tablo 4.12 da modelden çıkan sonuca göre mavi yakalıların eğitime alınma sırası hesaplanan katsayı uyarınca sırasıyla: mavi yaka1, mavi yaka3, mavi yaka2, mavi yaka5 ve mavi yaka4 olacaktır.

4.6 Kontrol

Ek-15'de örneklem mavi yakalıların hesaplanmış puanları mevcuttur. Listedeki mavi yakalı çalışanların katsayı ağırlıklarına göre eğitim alıp almadıklarının izleneceği ve oluşturulan matematiksel modelin uygulanışının kontrol edileceği bir kontrol sistemi gerekmektedir. Kontrol edilecek projenin başında CTQ olarak belirlenen kişi başına eğitim sayısı olacaktır.

Buna göre mevcut durumda fabrikada çalışan mavi yakalı personelin puan dağılımı analiz edilecektir.

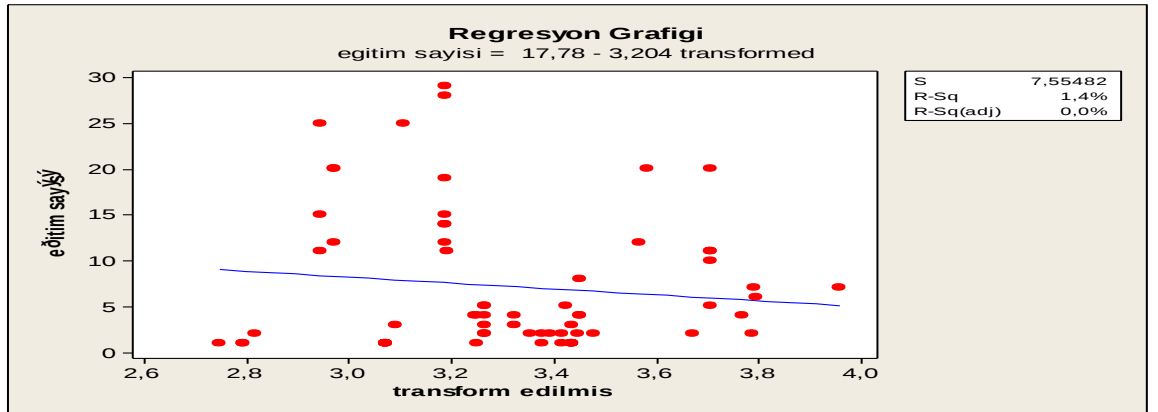


Şekil 4.24: Transform edilmiş ve edilmemiş veri olasılık grafikleri

Bu durumda dağılım normal çıkmamaktadır. Şekil 4.25’de ilk önce Box-Cox transformasyonu ile dağılım normalleştirilmiş ve normallik testi tekrar yapılmıştır. Transform edilmiş verilerin normale daha yakın olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak kontrol sistemi transform edilmiş verilerle dizayn edilecektir.

İstatiksel model uyarınca fabrikada çalışan mavi yakalıların aldıkları eğitim sayısının, matematiksel model sonucu her kişi için ayrı ayrı hesaplanan katsayı puanlarıyla ilişki içerisinde olmak zorundadır.

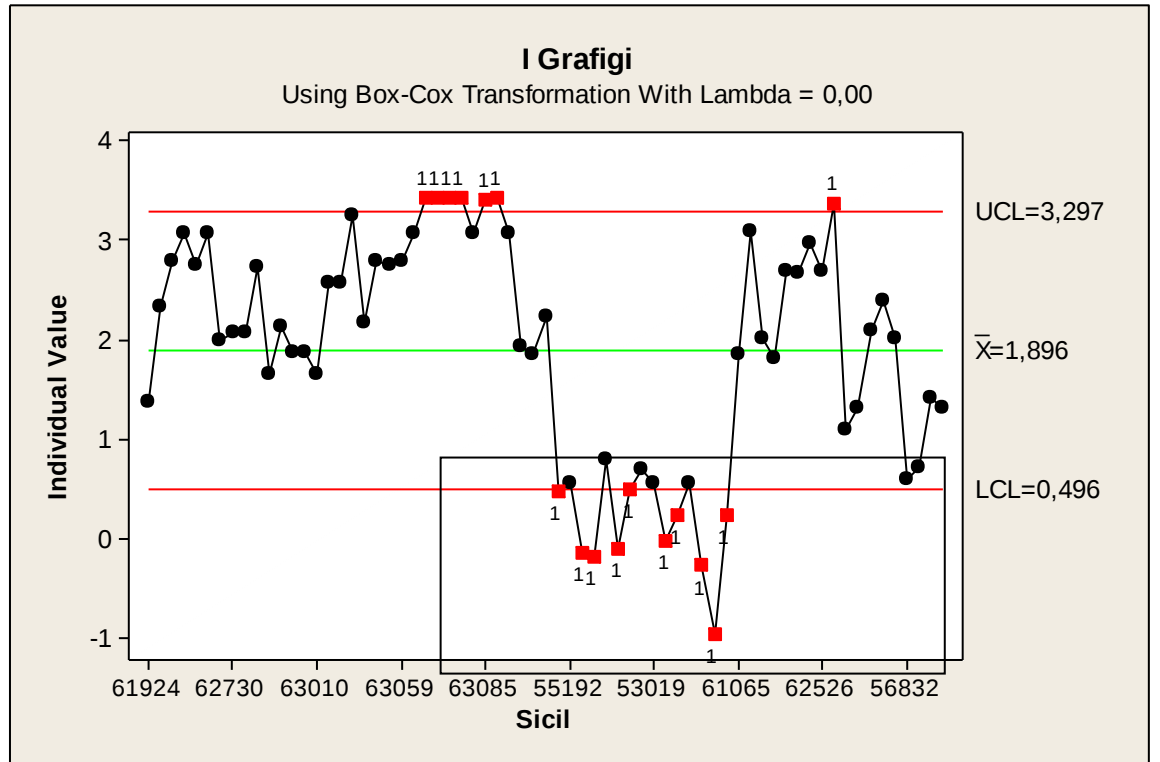
Mevcut durumda regresyon analizi yapılmıştır ve mavi yakalıların aldıkları eğitim sayısı fabrika yönetiminin belirlediği kriterlerin dışında olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.25: Eğitim sayısı eğitim puanı regresyon grafiği

Mevcut durumdaki değişkenliğin matematiksel modele daha kısa sürede uygulanabilmesi ve özel durumların bir an önce belirlenip yok edilebilmesi için Kontrol edilecek veri olarak (eğitim sayısı/katsayı) ilişkisi belirlenmiştir.

Matematiksel modelin uygulama safhasının izlenebileceği bir kontrol grafiği belirlemek gerekmektedir. Her kişiye ait bir tek veri olduğu için I-chart seçilmiştir. Ve datalar transform edilmiş halde ilk kontrol grafiği oluşturulacaktır. Değişkenliği çok çok yüksek olan verileri ilk planda görebilmek için şekil 4.27 de aşırı miktarda kontrolden çıkmış mavi yakalılar belirlenmiştir.



Şekil 26: Eğitim/puan sayısı kontrol grafiği

Şekil 4.27 kontrol grafiğinde sadece 1. test kullanılmış ve kişilerin aldığı eğitimler/katsayısının ortalama 3 sigma uzakta bulunan çalışanlar belirlenmektedir.

Grafikten de anlaşılacağı üzere bazı çalışanları gereğinden çok düşük eğitim verilmiştir.

Kontrol grafiğinden de görüldüğü üzere LCL nin altında kalan kişilere eğitim verme durdurulmuştur. Çünkü gereğinden fazla verilmiş ve ekstrem noktalardadır ve kontrol grafiğinden bu özel noktalar sistemden elimine edilmemiştir. Bu grafiğin sürekli olarak verilen eğitimler ve mavi yakalı çalışanların puanlandırılmaları

sonucunda güncellenmesi ile çıkan matematiksel modelin uygulanıp uygulanmadığı takip edilecektir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Uygulamamızda da gördüğümüz gibi; üretim sektörünün bir yaklaşımı olarak bilinen 6 Sigma yaklaşımı pekala yönetim alanında da kullanılabilmektedir. Her ne kadar gücünü istatistiksel araçlardan karışık verilerden özetlenmiş veriler çıkarma yeteneğinden alsa da genel çerçeve ve olayları ve problemleri ele alma yeteneği olarak çok disiplinli bir yaklaşım sergileyerek mevcut kullanılan bir çok metodu planlı ve birbiri ile bağlantılı bir şekilde kullanma yapısı ile düşünüldüğünün aksine yönetim ve hizmet sektöründe kullanma açısından son derece elverişlidir.

Bu uygulamada da bir yönetim uygulaması olarak mavi yakalı eğitimlerinin iyileştirilmesi için 6 Sigma yaklaşımı kullanılarak bir matematiksel modele ulaşılmaya çalışılmıştır. Mevcut sistem DMAIC çatısı altında incelenmiş; mavi yakalı eğitim programı şimdiye kadar ki verilen eğitimler içinden alınan verilerle önemli faktörlerin belirlenip müşterinin istekleri doğrultusunda modelin kurulabilmesi için çeşitli istatistiksel tekniklerle işlenmiştir. Bir yönetim uygulaması ele alınarak 6 Sigma yaklaşımı ile çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

İlk olarak: 6 Sigma bel kemiğini oluşturan DMAIC metodolojisi geliştirilmek istenen proses için adım adım ele alınmıştır. DMAIC döngüsünün ilk adımı olan Tanımlama aşamasında mavi yaka eğitimine ilişkin iş akışları, girdiler, çıktılar, sınırlar, tedarikçiler ve müşteriler haritalandırılmıştır. Bu adım sayesinde uygulayıcı grup eğitim prosesi hakkında detaylı bilgi sahibi olmuş. Proses içsel ilişkileri ve etkileşimleri belirleyip tanımlayarak yorum yapabilme ve iyileştirmeye yönelik uygulamaları sergileyebilme yetenekleri artmıştır. Bu adımda ayrıca iyileştirilmeye açık yönler, müşterinin beklentileri doğrultusunda bir sonraki adım olan Ölçme için eğitim prosesinin ölçülecek faktörleri belirlenip bir sonraki için gerekli altyapı hazırlanmıştır.

İkinci adım olan Ölçme’de ise bir önceki adımda belirlenen faktörler için ölçme planı doğrultusunda gerekli veriler toplanmış. Mavi yakalı eğitimi İyileştirme aşamasında kullanılacak verilerin derlenip, gerekli birimlere ve gruplara ayrılması sağlanmıştır.

Üçüncü adım olan Analiz aşamasında ise bir sonraki adım olan İyileştirme için mavi yaka eğitim prosesine ilişkin birinci adımda belirlenen; ikinci adımda verileri toparlanan faktörlerin analizi yapıp mevcut faktör sayısı azaltılmış. Etkin faktörler ve etkileri bir sonraki aşama için sayısal bir hale getirilmiştir. Bu aşama sonucunda mavi yakalı eğitimi için personel seçiminde etkin olan faktörler: yaş, askerlik durumu, tecrübe, kısım ve tahsil seviyesi olarak bulunmuştur.

Dördüncü adım olan İyileştirme safhasında bir önceki adımda belirlenen, seçilen faktörler üzerinde daha ayrıntılı analizler yapıp; bu faktörlere ilişkin kök sebeplerine inilmeye çalışılmış. Bu çalışmalar ve müşteri beklentileri ile birleştirilerek mavi yakalı eğitim prosesi için iyileştirme matematiksel modeli oluşturulmuştur. Bu oluşturulan model içi her bir mavi yakalı çalışan için katsayılar belirlenmekte son çıkan rakam mavi yakalı eğitim önceliği puanı olarak belirlenmektedir.

Beşinci adım olan kontrol aşamasında ise; uygulanan modelin sonuçlarını değerlendirebilmek ve DMAIC döngüsüne yeniden başlamayı gerektirip gerekmediğine karar vermek için kontrol grafiği oluşturulmuştur. Ve geliştirilen matematiksel modelin işlerliğinin yani performansın müşteri beklentilerini karşılayıp karşılamadığı bu aşama ile kontrol edilir hale getirilmiştir. Kontrol fazı ile birlikte DMAIC döngüsünün asıl amacı olan, iyileştirme safhasının kontrolü yani iyileştirmenin sonuçlarının denetlendiği sistem kurulmuştur.

Sonuç olarak; mavi yakalı eğitimleri için belirlenen iki performans ölçütü olan, maliyet ve eğitim sayısı için 6 Sigma yaklaşımı kullanarak eğitim verilecek mavi yakalı özellikleri üzerinden matematiksel bir model kurulmuş, verilecek eğitimler belirlenen kontrol ölçütleri doğrultusunda takip edilmeye başlanmıştır.

KAYNAKLAR

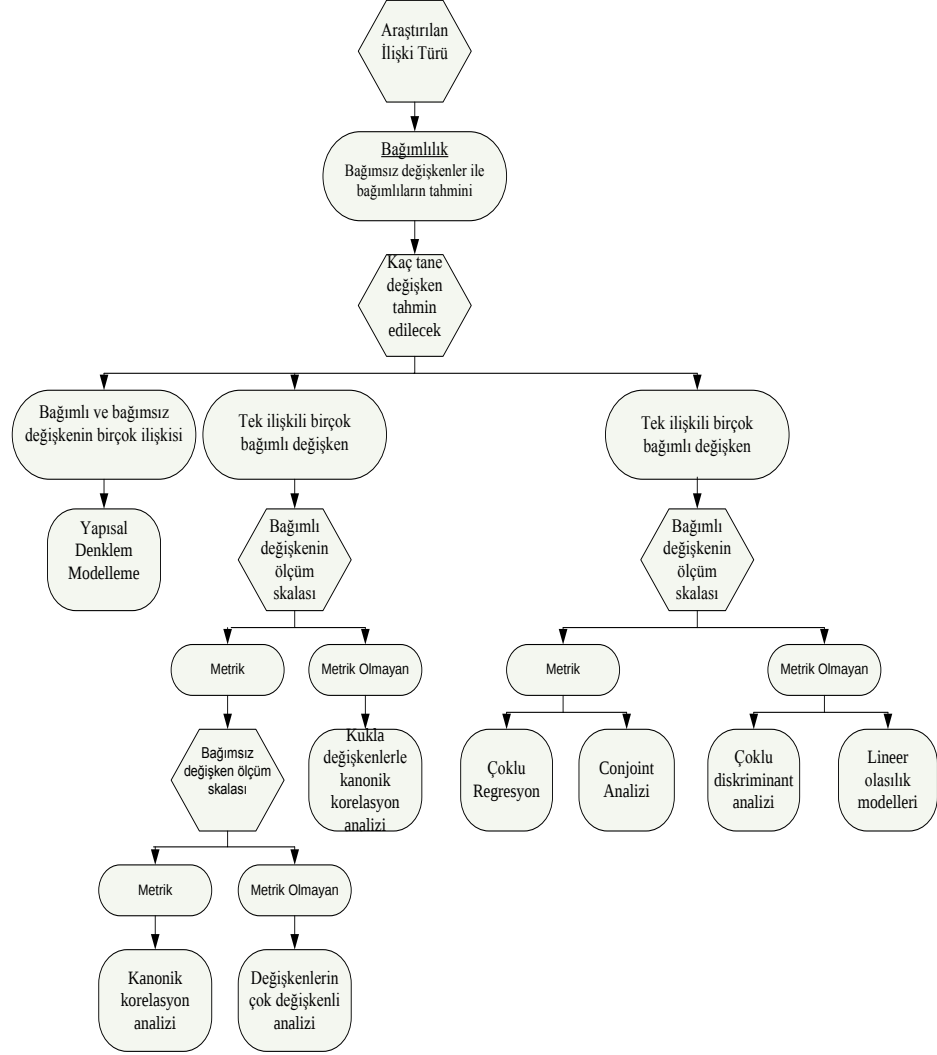
- Altoni, J.G., and Speltzer J.R.**, 1991. Worker Characteristics, Job Characteristics, and the Receipt of On-the-Job Training, *Industrial and Labor Relations Review*, **45**, 58-79.
- Arthur, L.**, 2001. Six Sigma simplifies: quantum improvement made easy, Life Star, Colorado.
- Bartel, A.P.**, 1989. Formal Employee Training and Their Impact on Labor Productivity: Evindence From a Human Resources Survey, *PhD Thesis*, Columbia University, New York.
- Breyfogle, F.W.**, 2001. Implementing Six Sigma; smarter solutions using statistical methods. John Wiley and Sons, New York.
- Breyfogle, F.W.**, 2001. Managing six sigma; a practical guide to understanding, assessing and implementing the strategy that yields bottom line success. John Wiley & Sons New York.
- Chen, C. and Roth, H.**, 2005. Big Book of Six Sigma Training Games, McGraw Hill. New York.
- Chowdhury, S.**, 2001. The inspiring practices, in *The power of six sigma; an inspiring tale of how six sigma is transforming the way we work*, Dearborn Trade, Chicago.
- Curtain, R.**, 2000. Participation in, and Barriers to, Training: The Experience of Older Adults, *Australasian Journal on Ageing*, **4**, 172-179.
- Çetin, İ.E.**, 2003. Çok Değişkenli Analizlerin Pazarlama ile İlgili Araştırmalarda Kullanımı: 1995-2002 arası yazın taraması, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, **5**, 32-47.

- Duncan, G.J., Hoffman, S.,** 1979. On-The-Job Training and Earnings Differences by Race and Sex, *The Review of Economics and Statistics*, **69**, 594-603.
- Hardle, W. and Simar, L.,** 2003. Applied Multivariate Statistical Analysis, Springer Verlag, Berlin.
- Heckman, J.J., Holland, P.W., Hotz, B.J., Moffitt, R.,** 1989. Choosing among Alternative Nonexperimental Methods for Estimating the Impact of Social Programs: The Case of Manpower Training, *Journal of the American Statistical Association*, **84**, 878-880.
- Hoerl, R.W.,** 1998. Six Sigma and the future of the quality profession, *Quality Progress* , **31**, 35-42 .
- Joseph, F. and Hair, Jr.,** 1995. Multivariate data analysis with readings. Prentice Hall, New Jersey
- Kaya, İ., Gözen, Ş.,** 2005. Personel Seçim Sürecinde Uzman Sistem Yaklaşımı ve Konya Büyükşehir Belediyesinde Bir Uygulama, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, **6**, 177-200.
- Kıngır, S.,** 1995. Bir Hizmet Sektörü İşletmesi Olarak Beş Yıldızlı Otel İşletmelerinde Yönetmel Sorunlar, *Anatolia Journal*, **5**, 34-40.
- Lehner, M.J. and Dikany, M.,** 2003. International Briefing 15: Training and Development in Austria. *International Journal of Training and Development*, **7**, 217-226.
- Naumann, E.,** 2001. Customer Centred Six Sigma; linking customers, process improvement and financial results .ASQ Quality Press, Wisconsin.
- Nave, D.,** 2002. How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints, *Process Improvement*, **0203**, 73-78.
- Pande, P. and Neuman, R. and Cavanagh, R.,** 2000. The Six Sigma Way How GE, Motorola and other top companies are honing their performance. McGraw-Hill, New York.
- Pande, P.S.,** 2002. What Is Six Sigma, McGraw-Hill, New York.

- Pzydek, T.**, 2001. The Six Sigma handbook; a complete guide for greenbelts, blackbelts and managers at all levels. McGraw-Hill, New York.
- Rencher, A.C.**, 2002. Methods of Multivariate Analysis, John Wiley & Sons, New York.
- Royalty, A.B.**, 1996. The Effects of Job Turnover on the Training of Men and Women, *Industrial and Labor Relations Review*, **49**, 506-521.
- Schroeder, H.M.**, 2000. Six Sigma the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. Currency, New York.
- Sels L.**, 2002. 'More is not necessarily better': the relationship between the quantity and quality of training efforts, *Personel and Human Resource Management*, **13**, 1279 – 1298.
- Snee, R. and Hoerl, R.**, 2002. Leading Six Sigma. ASQ Quality Press, Wisconsin
- Tennant, G.**, 2001. Six Sigma: SPC and TQM in Manufacturing and Service Gower Publishers, London.
- Topcu, İ.**, 2006. “Ahs” *Ders Notları*, İ.T.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Yoon, K.P. and Hwang C.L.**, 1995. Multiple Attribute Decision Making; An Introduction. Sage, Thousand Oaks.

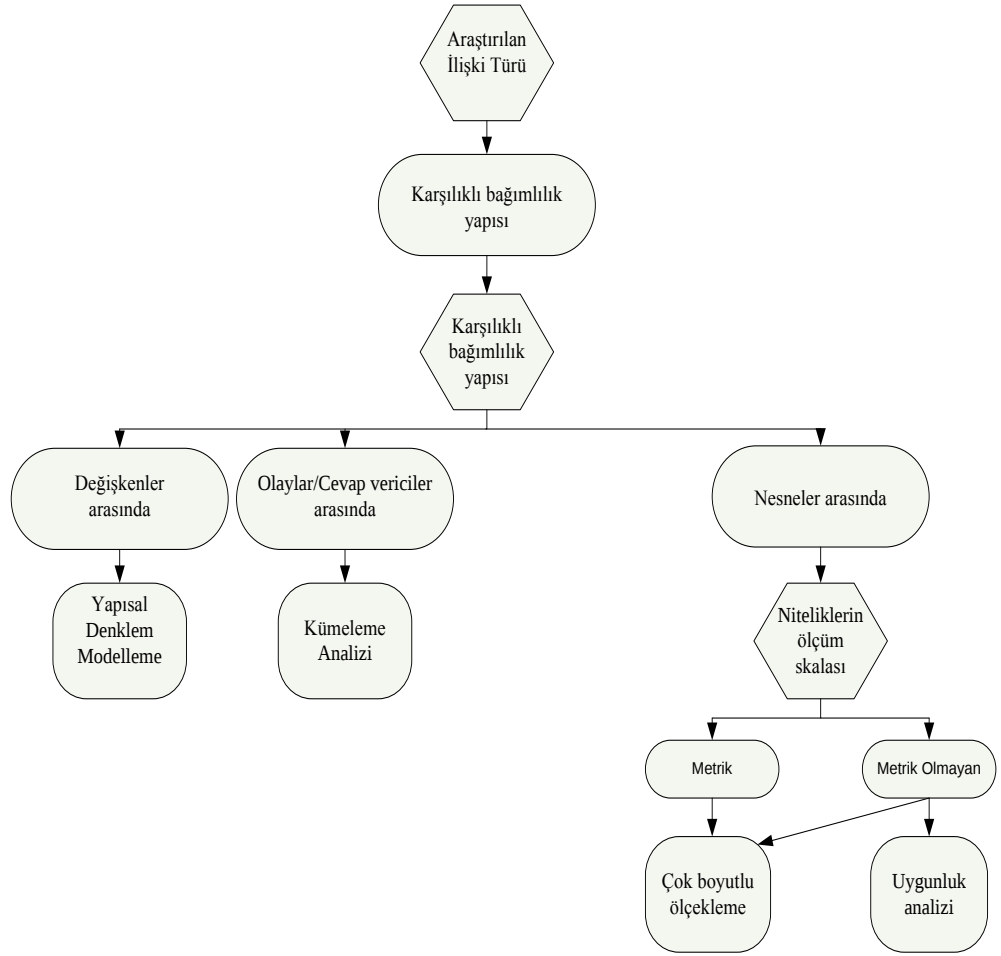
EKLER

Ek 1: Çok değişkenli yöntem seçimi



Şekil E.1: Çok değişkenli yöntem seçimi

Ek 2: Çok değişkenli yöntem seçimi devamı



Şekil E.2: Çok değişkenli analiz seçimi devamı

Ek 3.: Proje Sözleşmesi

 6 Sigma Project Charter B/S/H/			
Proje Adı	Mavi Yaka Eğitimlerinin İyileştirilmesi	İş Yeri	FIW
Lider	Erdoğan Çetin	Telefon	90 282 736 68 23
Koç	Alpaslan Terekli-MBB	Telefon	90 282 736 67 39
Sponsor	M.Yücel-MF Manager	Telefon	90 282 736 68 04
Başlama Tarihi	26.01.2007	Hedef Bitiş Tarihi	30.04.2007

Proje Detayları

Proje Tanımlaması	Mavi Yaka Eğitimlerinin İyileştirilmesi	
İş Tanımı	Mavi yaka eğitim programının düzenlenmesi ve geliştirilmesi planlanmıştır.	
Problem İfadesi	Mavi yakalı eğitimleri faydasız	
Proses Sahibi	D.Çelikel-MFA HoS	
Sınırlar	Başlangıç:	Eğitim talebi
	Bitiş:	Eğitim verildi
	Dahil	Bütün Proses
	Hariç:	

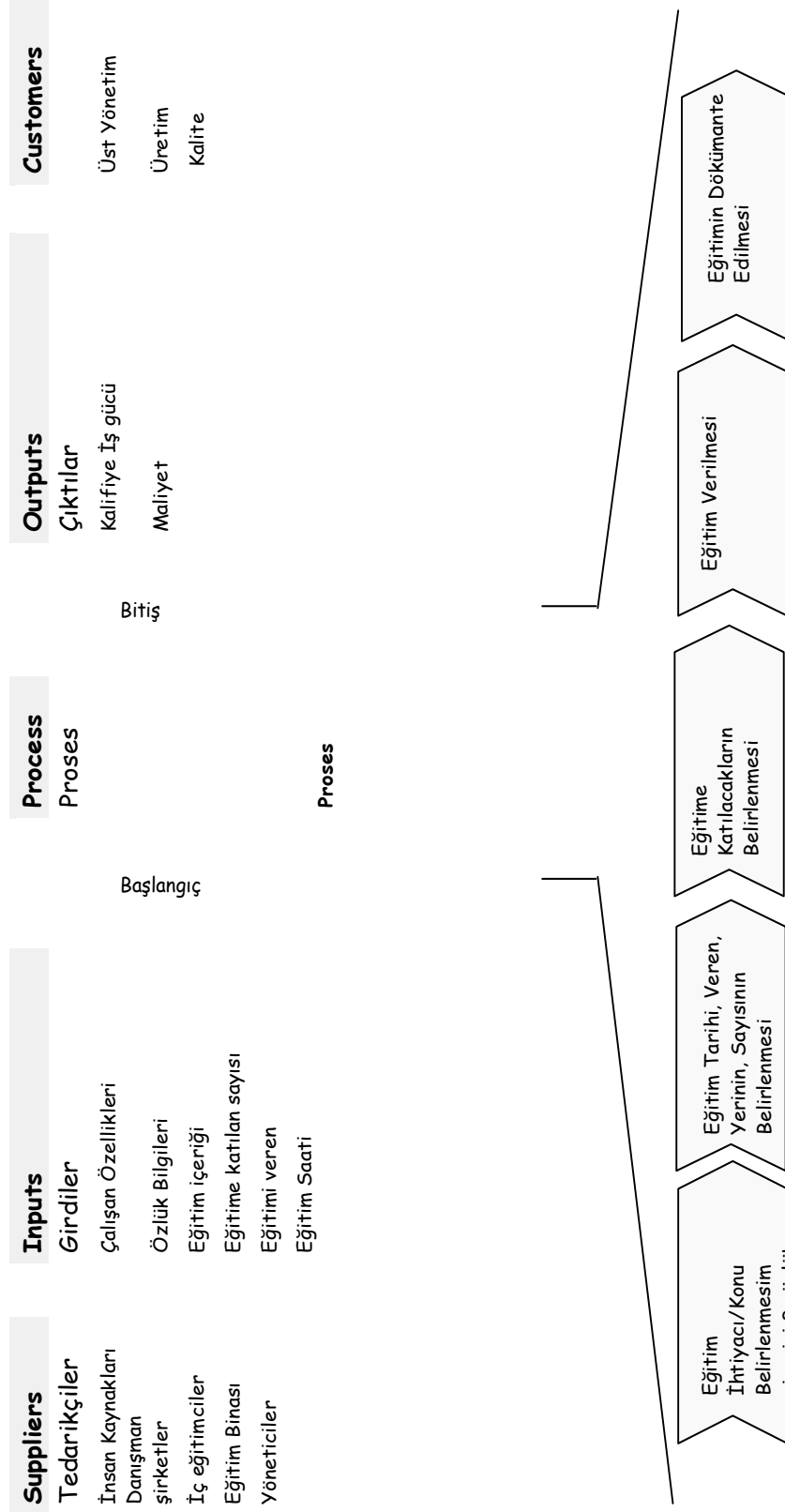
Proje Amaçları	Ölçüt	Başlangıç	Şu Anda	Amaç
KK 1			0	
KK 2			0	
KK 3			0	
KK 4			0	

Ek 4: Sebep Sonuç Matrisi ile faktörlerin belirlenmesi

Tablo e.1: Sebep ve sonuç matrisi

Müşteri için önemi			10	7	5	6			
SEBEP&SONUÇ MATRİSİ		ÇIKTILAR	Çalışan verilen eğitim	Eğitim sayısı	Eğitim verilen kişi özellikleri	Eğitim maliyeti			
#	SÜREÇ	GİRDİLER					TOPLAM	Fark	Kırılma
1	Katılımcıların belirlenmesi	Tahsili	9	5	9	7	212	0	
2	Fiili Eğitim	Eğitim süresi	9	5	9	5	200	12	
4	Eğitim için kaynak belirleme	Eğitim Maliyeti	7	7	7	7	196	4	
5	Katılımcıların belirlenmesi	Askerlik Durumu	9	7	5	5	194	2	
6	Katılımcıların belirlenmesi	Cinsiyet	9	5	7	5	190	4	
7	Katılımcıların belirlenmesi	Sözleşmeli/kadrolu statüsü	9	9	5	1	184	6	
8	Eğitim için kaynak belirleme	Yıllık eğitim sayısı	7	5	7	7	182	2	
9	Katılımcıların belirlenmesi	Çalıştığı departman	5	5	9	7	172	10	
10	Katılımcıların belirlenmesi	Katılımcı Yaşı	5	9	5	5	168	4	
11	Katılımcıların belirlenmesi	İş tecrübesi	5	9	5	5	168	0	
12	Katılımcıların belirlenmesi	Katılımcı sayısı	9	1	5	7	164	4	
13	Eğitimin dokümanite edilmesi	Sertifika uygulaması	1	5	7	9	134	30	X
14	Eğitim ihtiyacının belirlenmesi	Eğitim konusu	1	5	7	9	134	0	
15	Fiili Eğitim	Eğitim salonu	9	1	5	1	128	6	
16	Fiili Eğitim	Eğitim saati	7	1	7	1	118	10	
17	Eğitim için kaynak belirleme	Cinsiyet	5	5	5	1	116	2	
18	Katılımcıların belirlenmesi	Eğitim sonrası katma değer	5	5	5	1	116	0	
19	Eğitim ihtiyacının belirlenmesi	Eğitim kategorisi	1	5	7	5	110	6	
20	Eğitim ihtiyacının belirlenmesi	Eğitim geçerlilik süresi	5	1	7	1	98	12	
21	Eğitim için kaynak belirleme	Danışmanlık	1	1	7	5	82	16	
22	Fiili Eğitim	Eğitimi veren kişi	1	1	5	1	48	34	
Çıktılar için Toplam			119	97	0	0			

Ek 5: Ayrıntılı SIPOC



Şekil e.3: Ayrıntılı SIPOC

Ek 6: Analizde kullanılan özet veriler tablosu

Tablo e.2: Analizlerde kullanılan özet veriler

Kısım Kodu	Sicil	Adı	Soyadı	Giriş Tarihi	Tecrube	Tahsili	Askerlik Durumu	Cinsiyet	Yas	Eğitim Sayısı
10701	60220	İBRAHİM	AKBAŞ	1998	9	MESLEK YÜKSEK O	1	2	31-35	4
16612	60789	DİNÇER	ERGENE	2000	7	AÇIK ÖĞRETİM	1	2	31-35	7
16666	61065	TUNCAY	BİLGÜ	2002	5	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	7
16651	61405	ZAFER	AKSU	2003	4	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	2
20800	61554	FAİK	ÜSTÜN	2004	3	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	6
16624	61918	KUDRET	KENAR	2003	4	ATC	0	2	21-25	5
20800	61924	LEVENT	DERE	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	31-35	8
16668	61967	SÜLEYMAN	AKYOL	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	36-40	3
20800	62500	ERDİNÇ	ÇELİK	2004	3	ATC	0	2	18-20	2
10701	62505	ONUR	İNANLI	2004	3	ATC	0	2	18-20	2
20800	62524	MEHTAP	AKSU	2004	3	ATC	0	1	21-25	2
16653	62526	HARUN	ÖZER	2004	3	ATC	0	2	18-20	2
16651	62527	GÖKHAN	ÖZKAN	2004	3	ATC	0	2	18-20	0
16624	62552	TUNCAY	AY	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	2
16651	62724	Adem	FİDAN	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	1
16667	62725	EZGİN	ÜRKMEZ	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	2
16651	62727	BİRCAN	ÇAĞAN	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	1
20800	62728	SERCAN	ÇAĞAN	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	3
20800	62730	YALÇIN	ÖZTÜRK	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	21-25	4
20800	62746	CEM OĞUZ	HİÇSÖNMEZ	2005	2	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	4
10701	62787	BAHTİYAR	ŞAKİROĞLU	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	21-25	2
20800	63003	GÖZDE	ÖZEL	2005	2	ATC	0	1	18-20	5
20800	63004	ÜMİT	ÖZKAN	2005	2	ATC	0	2	18-20	2
20800	63007	BUKET	ÖZCAN	2005	2	ATC	0	1	18-20	4
16653	63009	GAMZE	ÖZCAN	2005	2	ATC	0	1	18-20	4
20800	63010	SEVGİ	ELİGÜL	2005	2	ATC	0	1	18-20	5
20800	63018	BÜŞRA	GÜNDOĞDU	2005	2	ATC	0	1	18-20	2
20800	63022	ÖZGE	AKPINAR	2005	2	ATC	0	1	18-20	2
16651	63025	SİNEM	AKAR	2005	2	ATC	0	1	18-20	1
20800	63030	NEŞE	SEVİ	2005	2	ATC	0	1	18-20	3
16651	63035	TAYFUN	BİÇİCİ	2006	1	ATC	0	2	18-20	1
10701	63052	CANER	DUĞAN	2006	1	ATC	0	2	18-20	1
16651	63059	SEMİH	ÖZTÜRK	2006	1	ATC	0	2	18-20	1
16621	60374	ERCAN	AKÇAY	1998	9	SANAT OKULU	1	2	31-35	11
16640	61222	KEMAL	ARGUN	2004	3	SANAT OKULU	1	2	26-30	5
16624	61532	ŞEVKİ	MUTLU	2005	2	SANAT OKULU	1	2	26-30	4
16612	62567	KEMAL	YASAVUR	2005	2	LİSE	1	2	36-40	4
16640	62682	BURÇİN	ÖZGÜNER	2005	2	SANAT OKULU	1	2	21-25	3

Tablo e.2: Analizlerde kullanılan özet veriler devamı

Kısım Kodu	Sicil	Adı	Soyadı	Giriş Tarihi	Tecrube	Tahsili	Askerlik Durumu	Cinsiyet	Yas	Eğitim Sayısı
16651	63066	RECEP	DURUKAN	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	0
16651	63069	ALEV	ELİGÜL	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	0	1	21-25	1
16653	63073	SAMET	CANTÜRK	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	21-25	1
16651	63076	ERKAN	UĞURLU	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	21-25	1
16653	63077	ERHAN	KAYMAZ	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	1
16651	63081	TUNCAY	KIRBAŞ	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	1
10701	63085	RAMAZAN	KARACAN	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	26-30	1
16651	63105	SERHAT SERTAÇ	ÇEVİK	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	1	2	21-25	0
16651	63119	MAHMUT	SEVGİ	2006	1	MESLEK YÜKSEK O	0	2	21-25	1
16612	51671	MEHMET	AKBIYIK	1984	23	ORTAOKUL	1	2	36-40	51
16640	52831	İSMAİL	USLU	1986	21	İLKOKUL	1	2	36-40	15
16640	53019	TURAP	KARAKOÇ	1987	20	İLKOKUL	1	2	36-40	11
16624	53210	İSMAİL	GÜN	2004	3	İLKOKUL	1	2	36-40	12
16624	53731	EROL	ÖMEROĞLU	1989	18	ORTAOKUL	1	2	36-40	28
16621	54030	ALİ	ERİŞMİŞ	1990	17	SANAT OKULU	1	2	36-40	19
16640	54758	SALİH	KIRCALI	1991	16	SANAT OKULU	1	2	36-40	14
16612	54882	KEMAL	KENAR	1991	16	İLKOKUL	1	2	36-40	25
16624	55087	ERCAN	BAŞAR	1992	15	SANAT OKULU	1	2	36-40	15
16623	55192	TUNCER	TAŞKIN	1992	15	SANAT OKULU	1	2	36-40	14
16612	55226	MÜMÜN	PAŞA	1992	15	SANAT OKULU	1	2	36-40	28
16612	56065	AHMET	ELMA	1995	12	SANAT OKULU	1	2	31-35	29
16640	56091	GÜLLÜ	AKYOL	1995	12	SANAT OKULU	0	1	26-30	11
16612	56431	ÖMER	BİROL	1996	11	LİSE	1	2	36-40	25
16624	56474	ERDİNÇ	ÇELİK	1996	11	ORTAOKUL	1	2	31-35	12
16621	56487	ADNAN	İLBEY	1996	11	SANAT OKULU	1	2	31-35	12
16621	56832	MEHMET EMİN	DENİZ	1997	10	ORTAOKUL	1	2	31-35	20
16623	56987	HAMZA	RECEPOĞLU	1997	10	SANAT OKULU	1	2	31-35	20
16640	60088	FERDA	KARABULUT	2003	4	SANAT OKULU	0	1	26-30	11
16623	60341	VEDAT	PAMUKÇU	1998	9	SANAT OKULU	1	2	26-30	10

Ek 8: Genel Lineer Model Eğitim sayısı diğer faktörlerle

General Linear Model: eğitim sayısı versus D/E kodu; Core/Temp; ...

Factor	Type	Levels	Values
D/E kodu	fixed	2	0; 1
Core/Temp	fixed	2	1; 5
Kısım Kodu	fixed	12	10701; 16612; 16621; 16623; 16624; 16640; 16651; 16653; 16666; 16667; 16668; 20800
Tecrübe	fixed	6	1-2; 11-15; 16-20; 21-25; 3-5; 6-10
Tahsili	fixed	7	AÇIK ÖĞRETİM; ATC; İLKOKUL; LİSE; MESLEK YÜKSEK O; ORTAOKUL; SANAT OKULU
Askerlik Durumu	fixed	2	0; 1
Cinsiyet	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for eğitim sayısı, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	SeqSS	AdjSS	Adj MS	F	P
D/E kodu	1	84,30	0,63	0,63	0,06	0,810
Core/Temp	1	799,12	2,91	2,91	0,27	0,604
KısımKodu	11	2703,00	847,69	77,06	7,25	0,000*
Tecrübe	5	1210,03	385,02	77,00	7,24	0,000*
Tahsili	6	564,68	559,57	93,26	8,77	0,000*
AskerlikDurumu	1	6,46	1,08	1,08	0,10	0,751
Cinsiyet	1	15,16	15,16	15,16	1,43	0,239
Error	40	425,28	425,28	10,63		
Total	66	5808,03				

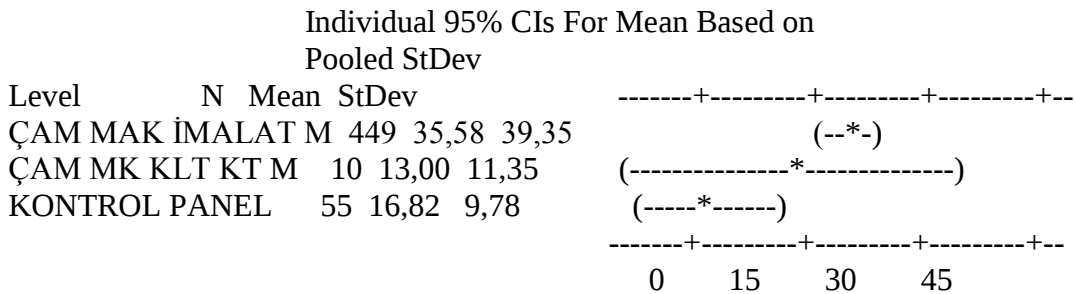
S = 3,26068 R-Sq = 92,68% R-Sq(adj) = 87,92%

Ek 9: Tek Yön Anova maliyet müdürlük

One-way ANOVA: Eğitim maliyeti versus Müdürlük

Source	DF	SS	MS	F	P
Müdürlük	2	21379	10690	7,80	0,000
Error	511	700178	1370		
Total	513	721557			

S = 37,02 R-Sq = 2,96% R-Sq(adj) = 2,58%



Ek 10: Tek Yön Anova Maliyet Tahsil

One-way ANOVA: Eğitim maliyeti versus Tahsil

Source	DF	SS	MS	F	P
--------	----	----	----	---	---

Tahsil 6 41209 6868 5,12 0,000

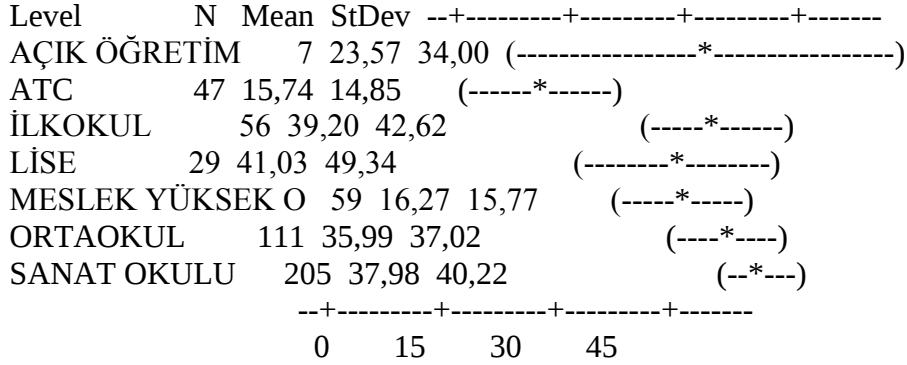
Error 507 680348 1342

Total 513 721557

S = 36,63 R-Sq = 5,71% R-Sq(adj) = 4,60%

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



Pooled StDev = 36,63

Ek 11: Tek Yön Anova Maliyet Askerlik

One-way ANOVA: Eğitim maliyeti versus Askerlik

Source DF SS MS F P

Askerlik 1 20774 20774 15,18 0,000

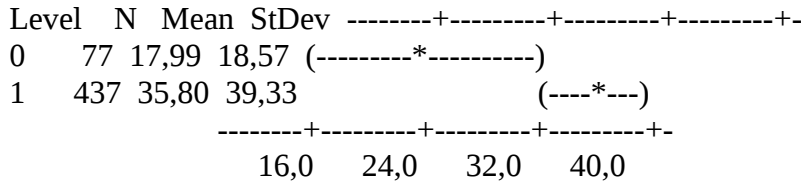
Error 512 700783 1369

Total 513 721557

S = 37,00 R-Sq = 2,88% R-Sq(adj) = 2,69%

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



Pooled StDev = 37,00

Ek 12: Kısım Kodları

Tablo e.3: Kısım Kodları

Kısım Adı	Kısım Kodu
İş Güvenliği ve CIP	20000
SIP VE İŞ GÜVENLİĞİ	10901
IT Projeleri Koordinasyon	10902
Ön Montaj	16601
Presler	16612
Gövde Hattı	16621
Bakım	16666
Eurowasher Tambur Hattı	16624
Fx Washer Tambur Hattı	16624
KALIP BAKIM	
Boyahane	16640
Plastik Enjejsiyon Makinaları	16623
Montaj	16602
Yıkayıcı blok	16653
Ana Montaj	16651
Son Montaj&Paketleme	16651
Proses	16668
Metod	16603
Üretim Planlama	20402
Ambar Yönetimi	20402
Ürün	10701
Giriş Kalite	10703

Ek 13: Genel Lineer Model Eğitim sayısı faktörler

General Linear Model: C5 versus Kısım Adı; Tahsil; Askerlik; tec; Yas

Factor Type Levels Values

Kısım Adı fixed 12 ANA MONTAJ; BOYAHANE; ELEKTRİK BAKIM;
GÖVDE HATTI;

MEKANİK

BAKIM; PRESLER; PROSES KONTROL; TAMBUR HATTI;
YIKAYICI BLOK

Tahsil fixed 7 AÇIK ÖĞRETİM; ATC; İLKOKUL; LİSE; MESLEK
YÜKSEK O;

ORTAOKUL; SANAT OKULU

Askerlik fixed 2 0; 1

tec fixed 17 1; 2; 3; 4; 5; 7; 9; 10; 11; 12; 15; 16; 17; 18; 20;
21; 23

Yas fixed 24 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30;
31; 32; 33; 34; 37; 38; 41; 42; 44; 45; 48

Analysis of Variance for C5, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	SeqSS	AdjSS	Adj MS	F	P
KısımAdı	11	11257,3	2704,3	245,8	1,48	0,136
Tahsil	6	9270,1	938,5	156,4	0,94	0,465
Askerlik	1	38,8	592,3	592,3	3,56	0,060
tec	16	34045,7	26883,9	1680,2	10,11	0,000
Yas	23	7247,3	7247,3	315,1	1,90	0,008
Error	457	75925,6	75925,6	166,1		
Total	514	137784,7				

S = 12,8895 R-Sq = 44,90% R-Sq(adj) = 38,02%

Ek 14: Genel Lineer Model Maliyet faktörler

General Linear Model: eğitim sayısı versus kısım; Tecrübe; ...

Factor Type Levels Values

kısım fixed 5 bakım; kalite; kontrol panel; önüretim; üretim

Tecrübe fixed 3 <10; 1-2; 2-10

Tahsili fixed 7 AÇIK ÖĞRETİM; ATC; İLKOKUL; LİSE; MESLEK
YÜKSEK

O; ORTAOKUL; SANAT OKULU

Askerlik Durumu fixed 2 0; 1

yas fixed 3 >33; 18-21; 21-33

Analysis of Variance for eğitim sayısı, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	SeqSS	AdjSS	Adj MS	F	P
kısım	4	2696,88	58,18	14,55	0,49	0,743
Tecrübe	2	1045,96	319,19	159,59	5,38	0,008
Tahsili	6	530,41	438,47	73,08	2,46	0,036
Askerlik	1	11,18	5,20	5,20	0,18	0,677
yas	2	9,77	9,77	4,89	0,16	0,849
Error	51	1513,82	1513,82	29,68		
Total	66	5808,03				

S = 5,44819 R-Sq = 73,94% R-Sq(adj) = 66,27%

Ek 15: Mavi yakalı eğitim öncelik puanı hesaplanmış tablosu**Tablo e.4: Mavi yakalı eğitim öncelik hesabı**

Sicil No	Ağırlıklandırılmış katsayılar					Toplam
	Kısım	Tahsil	Askerlik	Tecrübe	Yaş	
61924	1,4	10,8	11	8,2	0,1	31,5
61967	1	10,8	11	8,2	0	31
62552	2,3	10,8	11	8,2	0,1	32,4
62724	1	10,8	1,5	8,2	0,1	21,6
62725	1,3	10,8	11	8,2	0,1	31,4
62727	1	10,8	1,5	8,2	0,1	21,6
62728	1,4	10,8	1,5	8,2	0,1	22
62730	1,4	10,8	11	8,2	0,1	31,5
62746	1,4	10,8	11	8,2	0,1	31,5
62787	0,3	10,8	11	8,2	0,1	30,4
63003	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63004	1,4	5,6	1,5	8,2	0	16,7
63007	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63009	1	5,6	11	8,2	0	25,8
63010	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63018	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63022	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63025	1	5,6	11	8,2	0	25,8
63030	1,4	5,6	11	8,2	0	26,2
63035	1	5,6	1,5	8,2	0	16,3
63052	0,3	5,6	1,5	8,2	0	15,6
63059	1	5,6	1,5	8,2	0	16,3
63066	1	10,8	1,5	8,2	0,1	21,6
63069	1	10,8	11	8,2	0,1	31,1
63073	1	10,8	11	8,2	0,1	31,1
63076	1	10,8	11	8,2	0,1	31,1
63077	1	10,8	11	8,2	0,1	31,1
63081	1	10,8	1,5	8,2	0,1	21,6
63085	0,3	10,8	11	8,2	0,1	30,4
63105	1	10,8	11	8,2	0,1	31,1
63119	1	10,8	1,5	8,2	0,1	21,6
61532	2,3	6,1	11	8,2	0,1	27,7
62567	2,3	4,2	11	8,2	0	25,7
62682	2,3	6,1	11	8,2	0,1	27,7
55087	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
55192	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
55226	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
56065	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
56091	2,3	6,1	11	4,8	0,1	24,3
56431	2,3	4,2	11	4,8	0	22,3
56474	2,3	1,4	11	4,8	0	19,5
56487	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
53019	2,3	0,9	11	4,8	0	19
53731	2,3	1,4	11	4,8	0	19,5
54030	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2

Tablo e.4: Mavi yakalı eğitim öncelik hesabı devamı

54758	2,3	6,1	11	4,8	0	24,2
54882	2,3	0,9	11	4,8	0	19
51671	2,3	1,4	11	4,8	0	19,5
52831	2,3	0,9	11	4,8	0	19
61065	1,3	10,8	11	21,2	0,1	44,4
61405	1	10,8	11	21,2	0,1	44,1
61554	1,4	10,8	11	21,2	0,1	44,5
61918	2,3	5,6	1,5	21,2	0,1	30,7
62500	1,4	5,6	1,5	21,2	0	29,7
62505	0,3	5,6	1,5	21,2	0	28,6
62524	1,4	5,6	11	21,2	0,1	39,3
62526	1	5,6	1,5	21,2	0	29,3
62527	1	5,6	1,5	21,2	0	29,3
53210	2,3	0,9	11	21,2	0	35,4
60088	2,3	6,1	11	21,2	0,1	40,7
61222	2,3	6,1	11	21,2	0,1	40,7
60220	0,3	10,8	11	21,2	0	43,3
60789	2,3	17,8	11	21,2	0,1	52,4
56832	2,3	1,4	11	21,2	0	35,9
56987	2,3	6,1	11	21,2	0,1	40,7
60341	2,3	6,1	11	21,2	0,1	40,7
60374	2,3	6,1	11	21,2	0,1	40,7

ÖZGEÇMİŞ

Erdinç ÇETİN, 29 Ekim 1981 tarihinde Anamur’da dünyaya geldi. Anamur Lisesi’nden 1999 yılında mezun oldu. 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi’nde Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programına başladı. Şu an BSH Ev Aletleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.’de proje mühendisi olarak görevini sürdürmektedir.