

# EĞİTİM BAŞARISININ ARTIRILMASINDA SÜREÇ GELİŞTİRME YÖNTEMLERİNİN KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA

*Yrd.Doç.Dr Ali ELEREN\**

## ÖZET

Eğitim sisteminde başarı en önemli hedeflerden birisidir. Sistemin başarısı iç ve dış faktörler ile sistemin iyi kurulması ve işletilmesine bağlıdır.

Şimdiye kadar eğitim sisteminde başarının ölçülmesi, iyileştirilmesi üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Eğitimde başarının artırılması için öncelikle yapılması gereken çalışmalardan bir tanesi başarısızlığa iten nedenlerin belirlenmesidir. Bu konuda istatistiksel veya matematiksel yöntemler olmak üzere birçok nicel ve nitel yöntemlere başvurulabilir. Bu yöntemler içerisinde kolay ve pratik uygulanabilen Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemi öne çıkmaktadır. Ancak şimdiye kadar eğitim sürecinin iyileştirilmesi amacıyla bu yöntemin kullanılması örneklerine özellikle ulusal literatürde rastlanılmaması çalışmanın önemini artırmaktadır.

Çalışmanın konusu İşletme lisans programlarında bulunan üretim yönetimi dersinin eğitim sürecinde başarısızlığa neden olan hata türlerinin HTEA ile değerlendirilmesi üzerinedir. Aynı zamanda eğitim sürecinin geliştirilmesi (iyileştirilmesi) çalışmasının da ilk aşamasını oluşturmaktadır.

Üretim yönetimi dersinde elde edilen deneyimler, gözlemler ve öğrencilere yapılan anket uygulamaları çerçevesinde elde edilen bilgiler ışığında derste başarısızlığa neden olan hata türleri belirlenmiş ve HTEA yöntemi ile verilerin değerlendirilmesi sonucu risk öncelik göstergesi (RÖG) puanları hesaplanmıştır. Bu puanların büyükten

---

\* Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

küçüğe doğru sırlanması sonucunda risklerin önem düzeyi sıralamaları da elde edilmiş ve sürecin geliştirilmesine hazır hale getirilmiştir.

Bu çalışmanın devamı olarak süreç iyileştirme faaliyetlerine bir çevrimlik iyileşme sağlanmıştır. Tekrar HTEA yapılarak önceki sonuçlarla karşılaştırıldığında risklerde %21,14 azalma sağlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim Yönetimi, Süreç İyileştirme, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA).

### ABSTRACT

Achievement is one of the most important targets for the educational system. Achievement of the system depends on internal and external factors, construction and operation of the system successfully.

There have been several studies on its evaluation and improvement so far. However, determination of the causes behind the failure has the priority to ensure to achievement. For that purpose, it is possible to use many qualitative and quantitative methods. Among such methods Failure Mod And Effect Analyse (FMEA), has got an easy and practical aspect to be applied. The fact that the number at the studies using this method is rare in the national literature in Turkey increases the significance of the present study.

This study focuses on the evaluation, through FMEA, of the each factor that causes for failure in the learning process of the course of Operation and Production Management Course at the department of management at graduate level. It also constitutes the first step in the improvement of the educational process.

The study first determines the risk factors causing for failure at the Operation and Production Management Course in the light of past experiences, personal observations and the survey applied to the students. Then it calculates Risk Priority Number (RPN) for each factor through FMEA method. Finally, it ranks such factors in order of increasing importance according to the calculated numbers.

In addition to study, process has been developed only first step. And then FMEA method is iterated again. Finally it is

implicated that total risks has been reduced 21,14% when it was compared with initiate solution.

**Keywords :** Operation and Production Management, Process Improvement,, Failure Mode And Effect Analyses (FMEA).

## I. GİRİŞ

Eğitim sisteminde başarı en önemli hedeflerden biridir. Şimdiye kadar eğitim sisteminde başarının ölçülmesi ve iyileştirilmesi konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Eğitimde başarının artırılması için yapılması gereken çalışmalardan ilki başarısızlığa iten nedenlerin belirlenmesidir. Bu konuda ağırlık verilen yöntemler istatistiksel yöntemler olsa da bu yöntemlerin devamı veya alternatifi olarak farklı nicel ve nitel yöntemlere de başvurulabilir. Alternatif yöntemler içersinde kolay ve pratik uygulanabilirliği ile Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemi öne çıkmaktadır. HTEA, ürün geliştirilmesinde, servis, sistem ve süreçlerin iyileştirilmesinde hata türlerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması üzerine sıkça kullanılan bir yöntemdir.

Çalışmanın konusu İşletme lisans programlarında bulunan üretim yönetimi dersinin eğitim sürecinde HTEA yöntemiyle başarısızlığa neden olan hata türlerinin değerlendirilmesi üzerinedir. Aynı zamanda eğitim sürecinin geliştirilmesi, iyileştirilmesi çalışmasının da ilk aşamasını oluşturmaktadır.

Üretim yönetimi dersinde öğrencilere yapılan anket sonuçları, geçmiş deneyimler, gözlemler çerçevesinde elde edilen bilgilerin katkısıyla değerlendirilmiş ve öğrencilerin başarısızlığına neden olan hata türleri belirlenmiştir. Sonra hata türleri HTEA yöntemi yardımıyla değerlendirilmiş ve risk öncelik göstergesi (RÖG) puanları hesaplanmıştır. Bu puanların büyükten küçüğe doğru sıralanması sonucunda risklerin önem düzeyi sıralamaları elde edilmiş ve süreç geliştirmeye hazır hale getirilmiştir.

HTEA yönteminin devamı olarak en yüksek puana sahip beş hata türü belirlenmiş ve bu hataların ortadan kaldırılması için bazı önlemler geliştirilmiştir. Bir ders döneminde yeni süreç uygulanmış ve iyileşme sağlanan hata türü kalemlerindeki şikayet sıklığı takip edilmiştir. Son olarak iyileştirilen sürecin verileri tekrar HTEA

analizine aktarılarak iyileşme oranı hesaplanmıştır.

HTEA yöntemi kullanılması üzerine ulusal ve yabancı literatürde birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Ancak şimdiye kadar eğitim sürecinin iyileştirilmesi amacıyla bu yöntemin kullanılması örneklerine özellikle ulusal literatürde rastlanılmaması çalışmanın önemini artırmaktadır.

## II. EĞİTİMDE KALİTE KAVRAMI

Kalite kavramı günümüzde hayatın tüm aşamalarına girmiştir. Kısaca “belirli bir bedel karşılığı sunulan mal ve hizmetlerin müşteri beklentilerini karşılama düzeyi veya uygunluk düzeyi” olarak tanımlanabilen kalite, gerek mamul ve gerekse hizmet üreten tüm işletmeler için büyük önem taşımaktadır<sup>1</sup>.

Kalite, Juran’a göre, “kullanıma uygunluk”, Deming’e göre “amaca uygunluk”, Feigenbaum’a göre, “en düşük maliyetle müşteri tatminini sağlamak” olarak tanımlanmaktadır.<sup>2</sup>

Tüm sektörlerde olduğu gibi eğitim sektörü için de kalite, ulusal ve küresel rekabet için gerekli standartlara ulaşması gerekmektedir. Eğitim işletmeleri kaliteyi sağlarken, kaynakları da israf etmeden etkin kullanmak ve bu bağlamda maliyetleri sınırlamak zorundadır. Rekabetin temel faktörleri içersinde her ne kadar kalite olsa da maliyet, verimlilik, esneklik, yenilikçilik gibi faktörler de önem taşımaktadır.

Kalitenin ölçülmesi, kalitenin şartlarının oluşturulması kadar önem arz etmektedir. Mamul üreten işletmelerde ürünlerin kalitesinin tanımlanması ve ölçülmesi nicel kriter ve yöntemlere bağlı olarak kolayca gerçekleştirilmektedir. Bu konuda istatistiksel kalite kontrol yöntemleri geliştirilmiş ve bu sayede belirli bir önem düzeyinde belirlenen örneklem üzerinden tüm ürün partilerinin kalitesi

---

<sup>1</sup> Mahmut TEKİN, “Toplam Kalite Yönetimi”, 3. Baskı, Selçuk Üniversitesi,2007, s.2-3.

<sup>2</sup> Besim AKIN B.; Canan ÇETİN ve Vedat EROL, “Toplam kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi”, Beta Yayınları, No:805, İstanbul,1998,s.117.

ölçülebilmektedir.

Ancak hizmet üretiminde, hizmet kalitesinin tanımlanması ve ölçülmesi daha zor olmakta, nicel ölçüm yöntemleri bu konuda mamul kalitesi ölçümündeki kadar başarılı olamamaktadır.

Bir hizmet üretimi yapan eğitim işletmelerinde kalite belirlenirken klasik yaklaşımda sadece çıktının kalitesi kavramına dikkat edilmekteydi. Ancak sadece kaliteyi çıktıda aramak günümüzde yanıltıcı ve bir o kadar da çözümleyici olmaktan uzak görülmektedir. Günümüzde eğitim kalitesi belirlenirken eğitim tasarımı kalitesi (müfredat tasarımı) ve çıktının (sonuçların) kalitesi olarak iki yönlü değerlendirilmektedir. Bu kalite yaklaşımında süreçlerin kalitesi konusuna değinilmemektedir<sup>3</sup>.

Sistem yaklaşımı ile değerlendirdiğimizde; bir eğitim sisteminin kalitesi, girdi, süreç ve çıktı kalitesinin toplamından oluşmaktadır. Buradan girdi, süreç ve çıktı değişkenleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir :

- Girdi Değişkenleri (Öğretmen, öğrenci, fiziksel imkanlar ve donanımlar, öğretim yöntemi, temel bilgi ve tecrübe, eğitim materyalleri, ..vb.)
- Süreç Değişkenleri (Eğitim müfredatı veya programı, öğretim teknikleri, strateji, süreç yönetimi, denetim, planlama, zamana dayalı faktörler,..vb.)
- Çıktı Değişkenleri ( Teknik başarı (bilgiye dayalı gelişim), tutum ve davranışa dayalı başarı (tutum ve davranışların iyileşmesi), bir sonraki eğitime hazır olma ve başarı, iş bulma, topluma kazanılma, sosyo-kültürel gelişmeler,..vb.)

Toplam kalite yönetimi çerçevesinde, eğitim işletmelerinde eğitim kalitesinin artırılması ve dolayısıyla başarının artırılması amaçlanmaktadır. Buna ek olarak kalitesizliğe neden olan faktörler belirlenerek, giderilmek suretiyle gerek süreçlerin ve gerekse tüm eğitim sisteminin iyileştirilmesi ve dolayısıyla da kalitenin artırılması

---

<sup>3</sup> Servet, ÖZDEMİR, "Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi". Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,2002, s.255

amaçlanmaktadır.

Çıktının kalitesi, girdi ve sürecin kalitesiyle orantılı olarak artmakta veya azalmaktadır. Eğitim sisteminin başarısı, dışardan çıktıya dayalı odaklaşmayı sağlasa da; çıktı kalitesinin artırılmasının temelinde girdi ve sürece dayalı iyileşme ve gelişmelerin yattığının bilinci ve eğitim kalitesinin artırılması çalışmalarının yürütülmesinde fayda bulunmaktadır.

### **III. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ**

Eğitim sürecinin iyileştirilmesi üzerine literatür taramasında HTEA konusunda bir yayına rastlanılmamıştır. Genelde çalışmalar, ürün ve süreç geliştirme üzerinde yoğunlaşmaktadır.

HTEA analizinin ilk kullanıldığı yıllarda ürün tasarımı gibi teknik konularda kullanımı daha yaygın iken sonraları sistem, süreç ve servis tasarımları ile geliştirme ve iyileştirme uygulamalarına kaymıştır.

Günümüzde çalışmaların son zamanlarda yaygınlaşan bulanık mantık, çok kriterli karar verme, yapay sinir ağları, simulasyon, vb. yöntemlerle birlikte yapıldığı görülmektedir. HTEA analizinin önemli bir parçası olan risk öncelik göstergesinin hesaplanması ve ona göre risk faktörlerinin sıralanması aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci veya Fuzzy TOPSIS yöntemlerinin kullanılması örnek olarak verilebilir.

**Tablo-1 : HTEA Analizi Literatür Özeti**

YIL	YAZARLAR	ÇALIŞMA KONUSU
1978	LEG	Mühendislere HTEA yönteminin tanıtılması amaçlanmıştır
1992	KARA vd.	Risk önem düzeylerinin belirlenmesine çalışılmıştır.
1993	GILCHRIST	Maliyet analizleri ve bu amaçla maliyet artıran risklerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
1997	PRICE	Isı sistemlerinde oluşan risklerin değerlendirilmesine çalışılmıştır.
1998	VANDENBRANDE	Çevresel risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi üzerine çalışılmıştır.
2000	YILMAZ	Kalite geliştirme problemlerinde HTEA yönteminin nasıl kullanılacağı incelenmiştir.
2000	HOUTEN ve KIMURA	Sanal ürün tasarımı ve görsel bakım sistemleri geliştirilmesinde kullanılmışlardır.
2000	CRISTIANO vd.	Ürün yönetiminde kalite geliştirme modeli üzerinde çalışmışlardır.
2001	SANKAR ve PRABHU	Risklerin önem düzeylerine göre sıralanması üzerine çalışılmıştır
2002	PRICE	Hata/risk olasılıklarının simulasyon yardımıyla belirlenmesine çalışılmıştır.
2002	SCIPIONI vd.	Üretim döngüsünde HACCP sistemine uygun operasyonel performansın artırılmasında kullanılmış ve bir italyan gıda işletmesinde uygulanmıştır.
2003	SEUNG ve KOSUKE	Bir imalat sürecinde maliyet tabanlı htea yönteminin uygulanmasına çalışılmıştır.
2003	ERYÜREK ve TANYAS	Maliyet artıran riskler ELECTRE yöntemi ile sıralanmış ve HTEA ile değerlendirilerek azaltılmaya çalışılmış.
2004	MUSUBEYLİ ERGİNEL	Müşteri beklentilerinin AHP yöntemi ile değerlendirilmesi ve sonrasında HTEA' da uygulanması
2004	TEOH ve CASE	Bilgi tabanlı modellerde verilerin analiz edilmesinde kullanılmıştır ve bu amaçla yazılım tasarımı yapılmıştır.
2004	TARI ve SABATER	TKY'de kullanılan kalite geliştirme yöntemleri ve sonuçlara etkileri değerlendirilmektedir. Bu amaçla vaka analizi üzerinde bazı kritik faktörler belirlenerek süreç kalite için geliştirilmeye çalışılmaktadır.
2005	ATMACA	Otomotiv sektöründe kalite yönetim sistemlerinin geliştirilmesinde istatistiksel çalışmalarla HTEA 'nın uygulanabilirliği araştırılmıştır.
2005	LAUL vd.	Kimya sektöründe çalışanlar üzerinde kimyasalların olumsuz etkilerini incelerken HTEA analizinden yararlanmışlardır.
2005	GARCIA vd.	Risklerin belirlenmesi ve sıralanmasında Fuzzy DEA yöntemi kullanılmıştır
2005	KILIÇ	İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği yönetim sistemlerinde bir metod olarak FMEA yöntemini incelemiştir.
2005	LEWIS	Teknoloji eğitiminde ideal ve başarılı bir sürecin geliştirilmesinde uygulanabilir yöntemler ele almakta ve bunlardan birini de HTEA olarak tanıtmaktadır.
2006	HO ve XIE	Çalışma yüksek öğrenimde 6 sigma çerçevesinin uygulanmasının fizibilitesi üzerine uygulanmıştır. İçinde HTEA analizine de yer verilmiştir. Burada 6 sigma uygulanabilirliğinin belirlenmesindeki amaç mühendislik eğitim sürecinde başarılı ve etkin eğitim süreci planlamasıdır.
2007	SU ve CHOU	Altı Sigma projelerinde kriterlerin önem düzeylerine göre AHP ile değerlendirilmesi ve sonrasında her proje için risk analizinin HTEA ile yapılmasını amaçlamıştır.
2007	PLAZA ve MEDRANO	Çalışmada, iki yıl kadar süren elektronik laboratuvar kursunda kalite felsefesinin yerleşmesi ve dolayısıyla eğitim kalitesinin ve başarısının artması üzerine hazırlanmıştır. İki hedef bulunmaktadır: Birincisi öğrencilerle ilgili problemlerin yönetimi ve sürekli iyileşme; ikincisi de öğrencilerin seviyelerinde ve başarılarında istenen artışın sağlanmasıdır. Bu çalışmada eğitimde problemlerin belirlenmesi ve analizinde FMEA uygulanmıştır.
2007	ELEREN ve ELİTAŞ	Hedef maliyetleme yöntemi uygulayan bir işletmede maliyetleri artıran risklerin belirlenmesinde HTEA analizinin uygulanması yer almaktadır.
2007	ELEREN ve SOBA	İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Odaklı Süreç Geliştirme Faaliyetlerinde Hata Türü Ve Etkileri Analizi Yönteminin Uygulanması

Hata Türü ve Etkileri (HTEA), sistem, süreç, yöntem, model, servis veya ürünler geliştirilirken veya iyileştirilirken; mevcut veya potansiyel hata/risk türlerini önceden belirlemek, sıralamak ve iyileştirme/geliştirme aşamasında öncelikleri belirlemek üzere geliştirilmiş bir yöntemdir.

HTEA ilk olarak A.B.D. ordusunda uçuş kontrol sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Bu amaçla 1949'da ilk olarak "Hata Türleri, Etkileri ve Kritiği Analiz Etmek İçin Prosedürler" el kitabı yayınlanmış, sistem ve ekipman arızalarının etkilerini belirleyecek güvenilirlik analiz tekniği olarak geliştirilmiştir. 1960'lı yıllarda ABD havacılık sanayinde kullanılmaya başlanmıştır. İşletmelerde ise ilk Ford otomobil işletmesi tarafından kullanılmıştır.<sup>4</sup>

HTEA yönteminin uygulanmasının temel nedenlerin başında sürekli iyileşme ve gelişme ihtiyacı yatmaktadır. Sürekli iyileşme ve gelişme Toplam Kalite Yönetimi'nin de temel hedefidir. Bu nedenle HTEA yöntemi, TKY uygulamalarında da sıkça başvurulabilir bir kalite yöntemi olarak düşünülebilir.

HTEA yöntemi, ağırlıklı olarak potansiyel hatalar üzerine yoğunlaşmaktadır ve zamanla güncelliğini korumaktadır. HTEA yöntemi her süreçte ve tüm zaman periyotlarında tekrarlanmak suretiyle hataların ayıklanması ve gelişmelerin sağlanmasına imkan vermektedir.

HTEA yöntemi ;

- Yeni bir sistem, ürün, süreç, yöntem, model tasarımına ihtiyaç olduğunda,
- Mevcut sistem, ürün, süreç, yöntem veya modelde bir değişiklik olduğunda,
- Sistem, ürün, süreç, yöntem veya modelde bir geliştirme

---

<sup>4</sup> Adil BAYKASOĞLU, vd., *Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Gaziantep'te Orta Ölçekli Bir Firmaya Uygulanması*, II. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, 2003, s.157.



veya iyileşme düşünüldüğünde,  
kullanılabilir.

HTEA çalışması genellikle bir ekip çalışması olarak görülmektedir. Bu çalışmalarda yer alacak ekibin konuya vakıf, çok disiplinli çalışmaya uygun konuyla doğrudan ilgili kişilerden oluşması çalışmaların başarısı açısından önemlidir. Bunun yanında, yöntem tek yönlü olmaktan uzak, ürün/süreç vb geliştirme programlarında tüm programın bir parçası olarak yer almaktadır.

### **A) HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ ÇEŞİTLERİ**

HTEA Yöntemi genellikle dört türde ele alınmaktadır:<sup>5</sup>

- **Sistem HTEA:** Sistemleri ana ve alt sistemler olarak analiz eden ve sistemi oluşturan faktörler arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir.
- **Tasarım HTEA:** Ürün ve teknolojilerin tasarımı veya geliştirilmesi aşamasında geçmişte oluşan hata ve şikayetleri değerlendiren ve yeni ürün ve teknolojilerin tasarımı veya geliştirilmesi aşamasında potansiyel hata türlerini belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir.
- **Servis HTEA:** Henüz servis müşteriye ulaşmadan servisin analizine imkan veren ve potansiyel hata türlerini belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir.
- **Süreç HTEA :** Süreçleri ana ve alt süreçler olarak analiz eden ve süreci oluşturan faktörler arasındaki potansiyel hata türlerini belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir.

### **B) HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ UYGULAMA SÜRECİ**

HTEA uygulama süreci üç aşamadan oluşmaktadır<sup>6</sup> :

---

<sup>5</sup> BAYKASOĞLU vd., : 159.

<sup>6</sup> Ali ACILAR vd.. “Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması”, *KOBİ’ler ve Verimlilik Kongresi*, İKÜ, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi (C.IX ,S II, 2007)

- Hazırlık Aşaması,
- Sistem Analizi Aşaması,
- Sonuçların Değerlendirmesi Aşaması.

HTEA süreci aşağıdaki sırayla uygulanabilir :

- Fonksiyonların belirlenmesi ve tanımlanması,
  - Hata türlerinin belirlenmesi ve tanımlanması,
  - Hata nedenlerinin belirlenmesi,
  - Hata olasılıklarının belirlenmesi,
  - Hata şiddetinin belirlenmesi,
  - Hatanın tespit edilebilirliğinin belirlenmesi,
  - Risk Öncelik Göstergesi (RÖG) hesaplanması ve büyükten küçüğe doğru sıralanması,
  - Risk ve hataları azaltıcı önlemlerin alınması
- olarak özetlenebilir.

Potansiyel hata türleri, nedenleri ve olası etkilerinin belirlenmesinden sonra hatanın oluşum sıklığının da belirlenmesi gerekmektedir. Geçmiş veriler incelenmek suretiyle her hata karşılaşımla sıklığı nicel olarak belirlenebilir veya uzman tarafından nitel olarak değerlendirilebilir.

Hata olasılıklarının belirlenmesinden sonra, önemli bir çalışma da hatanın şiddetidir. Hata şiddeti ile kastedilen ürün, hizmet veya sürecin ana hedefine ulaşmada hatadan kaynaklanan olumsuzlukların etki düzeyidir.

Hatanın tespit edilebilme zorluğu, üretiminin veya sürecin tamamlanmadan hatanın bulunabilme olasılığı veya zorluğudur.

HTEA yönteminin uygulanması ve süreç iyileştirme çalışmaları birlikte bir tablo üzerinde yürütülmektedir. Bu tabloda;

- Süreç (Fonksiyon) Analizi: İncelenecek ürün veya sürece

---

İstanbul,2006,s.454 ; Burcu Selin YILMAZ, “Hata Türü ve Etkileri Analiz”i, Dokuz Eylül İİBF, Dergisi, C.2., S.4, 2000,s.136.

ait bölümler, sayfalar yer almaktadır. Her safha sınıflandırma ve sıra ile gösterilmek üzere tanımlanmaktadır.

- Risk Analizi: Potansiyel hata veya risk faktörlerinin belirlenmesi ve tanımlanması ile risk öncelik göstergesi (RÖG) hesaplanması ve sıralanması aşamalarından oluşmaktadır.

- Süreç Geliştirme : Süreç geliştirme, mantık olarak önceki bölümde belirlenen ve tanımlanan potansiyel hata veya risk faktörlerinin önlenmesi amacıyla alınabilecek önlemler ve uygulamalardan oluşmaktadır. Bu bölümde öncelikle alınacak önlem veya uygulamalar ve şartları tanımlanır. Sonra RÖG puanının büyüklüğüne veya her fonksiyonun toplam RÖG puanındaki ağırlığına göre bir sıralama ile dönemlik önlemler belirlenir ve uygulanarak iyileştirme yapılır.

- Risk Analizinin Tekrarlanması: Bir aşama (dönem) iyileştirilmiş süreç için RÖG puanları tekrar hesaplanır ve önceki adımda hesaplanan puanlarla karşılaştırılır. Bu şekilde iyileşme yüzdesi teorik olarak hesaplanmış olur.

HTEA yöntemi ve süreç iyileştirmeyi birlikte ele alan iki örnek Tablo-2 ve Tablo-3’de görülmektedir.

**Tablo-2: Bir Ürün Geliştirme Sürecinde HTEA Uygulama ve Önlemler**

Parça Adı: Parça Kodu:					Tarih: Formu Dolduran:											
					MEVCUT KOŞULLAR					DÜZELTİCİ ÖNLEMLER			İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR			
Parça adı	Parçanın fonksiyonu	Hata türü	Hata sebebi	Hatanın etkisi	Kontrol Önlemleri	Ortaya çıkma olasılığı	Şiddet derecesi	Keşfedilebilirlik	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	Öncelen iyileşmeler	Tamamlanma Planı ve Sorumluluk	Tamamlanan önlemler	Ortaya çıkma olasılığı	Şiddet derecesi	Keşfedilebilirlik	RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ

*Erginel, 24*

Tablo-2’de iyileşme RÖG puanlarında değişim yüzdesi ile belirtilmektedir. Ancak bu farklılık Tablo-3’te risk veya hataların

maliyeti üzerinden oluşan farklılıkla açıklanmaktadır.

**Tablo-3: Bir Ürün Geliştirme Sürecinde HTEA Uygulama ve Önlemler**

HATA TÜRÜ ETKİ VE ÖNLEM ANALİZİ								
Hata Türü	Hatanın Etkisi	Hata Maliyeti	Selüp	Önlem 1	Önlem 2	Önlem 3	Önlem n	Sonuç Hata Maliyeti
Hata Türü 1	Etki 1	Maliyet 1	Selüp 1					Kalın Hata Maliyeti 1
			Özellik	Kriter 1				
		Kriter n						
	Selüp 1							
Hata Türü 2	Etki 1	Maliyet 1	Selüp 1					Kalın Hata Maliyeti 2
			Özellik	Kriter 1				
		Kriter n						
	Selüp 1							
Hata Türü 3	Etki 1	Maliyet 1	Selüp 1					Kalın Hata Maliyeti 3
			Özellik	Kriter 1				
		Kriter n						
	Selüp 1							
Hata Türü 4	Etki 2	Maliyet 2	Selüp 2					Kalın Hata Maliyeti 4
			Özellik	Kriter 1				
		Kriter n						
	Selüp 2							

*Eryürek ve Tanyaş, 2003*

Uygulamalarda sürecin iyileştirilmesinde hata türlerinin en büyük RÖG puanından aşağıya doğru değerlendirilmesi esası düşünülecek olursa, bazı uygulamalar için yüzlerce hata türünün değerlendirilmesi durumunda iş yükünü hafifletmek ve yöntemi kolaylaştırmak için bir basamak değeri belirlenmektedir.

Basamak değeri belirleyebilmek için istatistiksel yöntemlere başvurulabilir. Bu amaçla öncelikle belirli bir güven aralığının kabul edilmesi uygun olacaktır. Her üç öncelik kriteri için 10'lu derecelendirme kullanıldığı varsayılırsa, basamak değeri 1000 üzerinden belirlenecektir. Örneğin %95 güven aralığında kabul edilebilir hata veya başka bir ifade ile önem düzeyi %5 'tir. Bu değer 50/1000 'e karşılık gelmektedir. Buradan basamak değerinin 50 puan olduğu görülmektedir. Yani 50 puan üzeri RÖG değerlerini değerlemeye almamız %95 güven aralığında istediğimiz amaca ulaştıracaktır. Bu basamak değeri aynı hesaplamayla %99 güven

aralığında 10, %90 güven aralığında ise 100 puana karşılık gelmektedir.

Aslında basamak değerinin sadece istatistiksel bir hesaplama dayandırılması düşünülemez. Geliştirme programı çerçevesinde tüm şartlar ve öncelikler dikkate alınarak ekibin sorumluluğunda bu değer belirlenmesi gerekir.

HTEA uygulandıktan sonra belirlenen öncelikli riskler, geliştirme programında mevcut para,süre, kaynak vb imkanlar dikkate alınarak giderilmeye veya bir başka ifadeyle iyileştirmeye çalışılacaktır. Bu amaçla iş görev programları yapılarak ilgili geliştirme ekibi üyelerine görevler dağıtılır. Bu şekilde geliştirme programı döngüsel olarak tamamlanır.

HTEA, geliştirme programı tamamlandıktan sonra da yapılmalıdır. Bu aşamada ikinci kez uygulanan HTEA yönteminde bir önceki riskler en aza indirgenmiş olması, gelişme ve iyileşmenin düzeyini gösterecektir.

#### **IV. EĞİTİM SÜRECİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

HTEA yöntem olarak genellikle ürün/üretim yönetimi konularında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Süreçlerin geliştirilmesi veya iyileştirilmesi çalışmaları çoğunlukla üretim veya servis süreçleri temelinde uygulanmıştır. Bu uygulamalarda temel amaç, süreçlerin kalite, süre veya maliyet odaklı geliştirilmesi olmuştur. Süreçlerde elde edilen ürün ve hizmetlerin kalitesinin artırılması, maliyetlerin ve üretim-işlem sürelerinin azaltılması ile rekabet avantajı elde edilmesi düşünülmektedir.

HTEA yöntemi uygulamasıyla ilgili amaç, kapsam ve yöneme dair bilgiler aşağıdaki gibidir :

##### **A) AMAÇ**

Üretim yönetimi dersinde başarısızlığa neden olan hata türlerinin analiz edilmesi ve sürecin başarıyı artıracak şekilde iyileştirilmesidir.

##### **B) YÖNTEM**

Hata türlerinin analizinde Hata Türü ve Etkileri Analizi, süreç

iyileştirmede ise süreç iyileştirme döngüsü yöntemi kullanılacaktır.

### **C) KAPSAM**

Afyonkarahisar ve Uşak İİBF işletme bölümlerinde tek dönem ve zorunlu ders olarak okutulan üretim yönetimi dersini, dersi alan öğrencileri ve ders içeriklerini kapsamaktadır.

### **D) VERİLERİN HAZIRLANMASI**

Risk öncelik göstergesinin hesaplanmasında kullanılan girdiler, sıklık, şiddet ve belirleme zorluğu değerleri nitel değerler olup 1-10 arası değişim göstermektedir. Risklerin ve her riske ait nitel değerlerin belirlenmesi amacıyla 2 yıl süresince güz dönemi ve yaz okulu programlarında öğrenciler üzerinde gözlem ve anket uygulaması yapılmıştır. Anketler 5'li likert ölçeğine dayalı (1:Hiç katılmıyorum .. 5: Tamamen katılıyorum) sorularından oluşmaktadır ve dersi alan tüm öğrencilere (602 öğrenci) uygulanmıştır. Güvenirlilik katsayısı Cronbach Alpha 0,827 çıkmıştır.

### **E) UYGULAMA**

Uygulama safhaları dört grupta değerlendirilmektedir:

- Süreç analizi ile sürecin safhalarının tanımlanması,
- Risk analizi ile risklerin tanımlanması, öncelik gösterge puanlarının hesaplanması ve sıralanması,
- Alınabilecek önlemlerin ve iyileşme şartlarının ve harcanacak kaynakların belirlenmesi ve iyileşme planının bir dönemlik yapılması,
- Tekrar HTEA uygulanması ve ilk RÖG puanları ile karşılaştırılarak teorik iyileşme yüzdesinin belirlenmesidir.

#### **1. Süreç Analizi**

Bu aşama, uygulamanın ilk aşamasını oluşturmaktadır. Sürecin safhalarının tanımlanması veya başka bir ifade ile süreç (fonksiyon) analizinde süreci oluşturan her bir alt sürecin veya etki eden faktörlerin sıralanmasına ve tanımlanmasına çalışılmaktadır. Uygulamanın başarısında ilk şart doğru ve mantıklı bir süreç

çalışmasıdır. Bu nedenle bu aşamanın üzerinde titizlikle durulması gerekmektedir. Her bir fonksiyon, riskler olsun veya olmasın bütünlüğün sağlanması için çalışmaya dahil edilmektedir.

Bu amaçla üretim yönetimi dersine ait fonksiyon analizi Tablo-4'de verilmiştir.

## **2. Risk Analizi**

Üretim yönetimi dersinin her alt sürecinde başarıyı engelleyen riskler (hata türleri) belirlenmiştir. Alt süreçlerin herhangi birinde hata türleri hiç olmayabilir veya çok sayıda da olabilir. Bu durum ana ve alt süreçlerin temel şartlarından kaynaklanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, gerek alt süreç sayısında gerekse her alt sürece ait hata türü sayılarında problemi tanımlayabilen yeterli sayılara ulaşmaktır. Başka bir deyişle aşırıya kaçmamak gerekmektedir.

Çalışmada hata türleri anket yoluyla öğrencilerin verdikleri bilgiler ile dersi veren öğretim elemanının gözlem ve şahsi değerlendirmeleri çerçevesinde belirlenmiştir. Bu şekilde 42 tane hata türü belirlenmiş ve 5'li likert ölçeğinde anket formuna dönüştürülerek öğrencilere tekrar anket uygulanmıştır. Sonra her sorunun ortalaması alınmıştır. Anket soruları potansiyel sorunların belirlenmesi ve buna dayalı frekans dağılımları ile her sorunun önem düzeylerinin belirlenmesi ve bu düzeylere göre derecelendirilmesi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Buradan frekans dağılımı ile "sıklık", önem düzeylerine göre değerlendirme sonuçları yardımı ile de "şiddet" sütunları 1-10 arası değerlere dönüştürülerek doldurulmuştur. Hatanın belirlenme zorluğu sütunu karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Sonra her hata türü için bu üç değer çarpılarak 1-1000 arası değerlerden oluşan risk öncelik göstergesi (RÖG) hesaplanmıştır(Bkz :Tablo-4).

Tabloda RÖG puanları iki farklı türde incelenebilir :

- Tüm hata türleri RÖG puan sıralamasına tabi tutulur ve önem düzeylerine göre değerlendirilir.
- Tüm alt süreçlerin puanlarının toplam (ana süreç) RÖG puanı içersindeki ağırlıkları belirlenerek sıralamaya tabi tutulur ve önem düzeyine göre değerlendirilir. Bu yöntem süreçlerde bir bütün

olarak iyileştirme amaçlandığında uygulanabilir.

İlk değerlendirme temel alındığında; (RÖG) puanlarının 0,020–0,324 arasında değiştiği görülmektedir. Burada en önceliği Ölçme ve Değerlendirme bölümünde 0,324 puanla “Soruların yanlış veya eksik anlaşılması” riski oluşturmaktadır. Bunu 0,280 puanla “Soruların zorluk düzeyinin yüksek olması” takip etmektedir.

İkinci değerlendirme temel alındığında; Ölçme ve Değerlendirme grubu, %19,9 ağırlıkla öne çıkmaktadır. Bu, risk ağırlığının ölçme ve değerlendirme aşamasında yoğunlaştığını göstermektedir. Üretim Planlama ve Kontrol grubu %13,82 ile takip etmektedir. Risklerin en az bulunduğu grup ise %3,07 ile ürün yönetimidir (Bkz :Tablo-4).

### 3. Süreç İyileştirme Analizi

HTEA sonuçları, eğitim sürecinin iyileştirilmesi aşamasının ilk basamağını oluşturmaktadır. İyileştirme uygulamaları iki aşamada yürütülmektedir :

- Risk ve hataların azaltılmasına dönük önlemlerin alınması,
- Yeni iyileştirilen sürece HTEA analizinin tekrar yapılması ve teorik iyileşme yüzdesinin belirlenmesidir.

İyileştirme süreci bir dönemlik döngülerden oluşmaktadır. Her döngü tamamlandığında süreç belirli bir düzeyde iyileşme gösterecektir. Burada amaç, bir dönemde harcanacak kaynakların (zaman,insan gücü, araç.-gereç, para,..vb.) kıtlığı sebebiyle RÖG puanları en yüksek olan hatalara yönelmek, dolayısıyla en az kaynakla en etkili hata türlerini iyileştirmektir.

Çalışmada ilk dönem için iyileştirme programına en yüksek RÖG puanına sahip ilk beş hata türü alınmıştır. Hataların nedenleri dikkate alınarak uygulanabilir önlemler geliştirilmiştir. Bu önlemler sonucu olarak dönem sonunda tekrar HTEA analizi uygulanmıştır. Sonuç olarak beş hatanın görülme sıklığında azalma olmuş ve bu da yeni RÖG puanlarına azalma şeklinde tablolara yansımıştır. (Bkz: Tablo-5 ve Tablo-6) Eski ve yeni HTEA analizi karşılaştırıldığında;



- Hata türlerine ait RÖG sıralaması değişmiş, iyileşen hatalar daha alt sıralara kaymıştır,
- Toplam RÖG puanı 3907'den 3081'e düşmüş ve tüm süreçte teorik olarak %21,14 azalma belirlenmiştir.
- İyileştirme fiilen bir dönem uygulanmış ve konusal anlamda benzer sorulara dayalı bir ölçme ve değerlendirme sisteminde dersi ilk defa alanlar üzerinde yapılan bir değerlendirmede; önceki dönemin başarı not ortalaması ile yeni dönemin ortalamaları arasında %19.85'lik bir artış gerçekleştiği görülmüştür.

Sürekli iyileştirme amacıyla her dönem süreç iyileştirme döngüleri tekrarlandıkça RÖG toplam puanlarında azalma ve sıralamalarda da sürekli değişim beklenmektedir. Ancak temel şartlar değişmediği sürece, sürekli iyileşmenin adım büyüklüğü azalarak devam edecek ve bir noktadan itibaren sabit hale geleceği söylenebilir. Çünkü belirli bir noktadan itibaren iyileştirme faaliyetleri tüm riskler için tamamlandığı ve her riskin %100 iyileşmesi söz konusu olamayacağı için bu sonuç beklenmektedir.

### SONUÇ

HTEA ürün, servis, sistem ve süreçlerin geliştirilmesi /iyileştirilmesi faaliyetlerinin ilk aşamalarında kolayca uygulanabilmekte ve faydalı sonuçlar vermektedir.

Üretim yönetimi işletme programlarında zorunlu bir derstir ve işletme lisans eğitimi alan öğrenciler için üretim fonksiyonu ve bu fonksiyonu icra eden üretim işletmeleri hakkında gerekli bilgilerin alınması, diğer bilgilerle karşılaştırılması açısından önemli bir derstir. Bu nedenle derste başarının artması öğrencilerin lisans eğitiminden kazanımlarını da artıracak ve pekiştirecektir.

Çalışma her ne kadar üretim yönetimi dersinin eğitim süreci üzerine kurulsun da diğer eğitim konuları için uygulanabilir bir örnek teşkil etmektedir. Bu tür yöntemlerin eğitim bilimlerinde pek kullanılmadığı düşünülürse çalışmanın önemi artmaktadır.

Çalışmada üretim yönetimi dersinde başarısızlığa neden olan hata türleri fonksiyonel olarak gruplanmış ve HTEA yöntemi ile sıralanmıştır. Hata türlerinin tek tek veya grup ağırlıkları dikkate

alınarak değerlendirmesi sonucunda ölçme ve değerlendirme aşamasında oluşan hata türlerinin göreceli ağırlıkları öne çıkmıştır.

Çalışma sonucunda bir dönemlik iyileşme yüzdesinin teorik olarak %21,14, fiili olarak %19,85 olarak gerçekleştiği görülmüştür. İyileştirme için ayrılacak imkanlar sınırlı olduğu için tüm riskler bir dönem içersinde düşürülmeyebilir. Her dönem yeni belirlenecek önceliklere göre risk önleyici çalışmalar tekrarlanarak sürekli iyileşme sağlanacaktır.

#### KAYNAKLAR

ACILAR,A.; ÖZCAN,G.”Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması”, *KOBİ’ler ve Verimlilik Kongresi*, İKÜ, İstanbul, 2006.

AKIN B.; ÇETİN, C. ve EROL V., *Toplam kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi*, Beta Yayınları, No:805, İstanbul,1998.

ATMACA, E., “Bursa İli Otomotiv Sektöründe TS16949 Kalite Yönetim Sisteminin Rekabetçi Avantajları”, *Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, Ticaret Üniversitesi, 2005, ss.209-214.

BAYKASOĞLU,A.;DERELİ,T.;YILANKIRAN,N.;YILANKIRAN, A., “Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Gaziantep’te Orta Ölçekli Bir Firmaya Uygulanması”,*II.Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi*, Konya,s.157-163, 2003.

BEN-DAYA, M., RAOUF, A. "A Revised Failure Mode And Effect

Analysis Model", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 13 No.1, 1996, pp.43-7.

CIISTIANO, J.J., LIKER, J.K., WHITE, C.C. "Customer-driven product development through quality function deployment in the US and Japan. *Journal of Product Innovation Management*", 17, 4 (2000), pp.286–308.

DALE, B. G ve SHAW, P., "Failure Mode and Effects Analysis in the U.K. Motor Industry", *A State-of-the-art Study. Quality and Reliability*, 1995, pp.179-188.

ELEREN, Ali; ELİTAŞ, Cemal, (2007), "Hedef Maliyetlemede Hata Türü ve Etkileri Analizi ile Risklerin Değerlendirilmesi", *MUFAD Dergisi*, Ekim-2007.

ELEREN, Ali, (2007), "İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Odaklı Süreç Geliştirme Faaliyetlerinde Hata Türü Ve Etkileri Analizi Yönteminin Uygulanması; Mermer Ocak İşletmesi Örneği", *Verimlilik ve KOBİ'ler Kongresi, İKÜ, İstanbul*.

ERYÜREK, Ömer.; TANYAŞ Mehmet, "Hata Türü ve Etkileri Analizinde Maliyet Odaklı Yeni Bir Karar Verme Yaklaşımı", *İTÜ Dergisi*, C.2, S.6, 2003, s.31-40.

FORD MOTOR COMPANY, *Potential failure mode and effects analysis in design (design FMECA) and for manufacturing and assembly process (process FMECA): instruction manual*", Internal report, September, Ford Motor Company, Detroit, MI, 1988.

FORD, *FMEA Handbook, Ford Motor Company Engineering Materials and Standarts*, Dearborn, Michigan,1992.

GARCIA, P.A.A., SCHIRRU, R, FRUTUOSO E., “A Fuzzy Data Envelop Analysis Approach For FMEA” , *Progress In Nuclear Energy*, V.46, N.2-4,2005,pp.359-375.

GENERAL MOTORS, *FMEA Reference Manual*, General Motors Corporation,Detroit, Michigan,1998.

GILCHRIST, W., "Modeling failure mode and effect analysis", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.10 No.5, 1993,pp.16-23.

KARA-ZAITRI. C. ve FLEMING, P. V.,“Applications of Fuzzy Inference Methods to Failure Modes Effects and Criticality Analysis”, *International Conference on Safety and Reliability*,1997,pp.2403-2414.

KARA-ZZAITRI, C., KELLER, A.Z., FLEMING, P.V., "A smart failure mode and effect analysis package", *Proceedings of Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 1992,pp.414-21.

KILIÇ, Özlem, *İş Sağlığı Ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri Ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, TİSK Yayın No: 246, 2005.

LAUL, B.J., etc. “Perspektives on chemical hazard characterization and analysis proceed at DOE”, *Division of Chemical*

*Health and Safety of The American Chemical Society,2005.*

MIL-STD 1629, *Military Standard Procedures for Performing a Failure Mode Effects and Criticality Analysis*, Dept of Defense, Washington, DC,1980 .

MUSUBEYLİ ERGİNEL, Nihal., “Tasarım Hata Türü ve Etkileri Analizinin Etkinliği İçin Bir Model ve Uygulaması”, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, C.15, S.3,2004, ss.17-26.

ÖZDEMİR, Servet, “Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi”. *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,2002, ss.253-270

SCIPIONI, A., SACCAROLA,G, CENTAZZO,A.,ARENA,F., “FMEA Metodology Design, Implementation and Integration with HACCP system In A Food Company”, *Food Control*, V.13, 2002, pp.495-501.

SEUNG J. R, KOSUKE, “Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability”, *Advanced Engineering Informatics* ,v.17,2003, pp.179–188.

SHARMA,R.,"Fuzzy logic methodology to prioritize failure causes in FMEA", *Proceedings of International Conference on Emerging Technologies, ICET-2004*, Allied Publishers, New Delhi,2004 pp.298-306.

STAMATIS, D.H., *Failure Mode and Effects Analysis – FMEA from Theory to Execution*,ASQC Publications, Quality Press,

Winsconsin, New York,1995.

TARI, J. SABATER, V., "Quality tools and techniques: Are they necessary for quality management?" *International Journal of Production Economics* V. 92, I.18, 2004, pp. 267-280

TENG, S.H., HOU, S.Y., "Failure mode and effects analysis: an integrated approach for product design and process control", *International Journal of Quality & Reliability*, Vol. 13 No.5, 1996, pp.8-26.

TEOH, P.C., Case K., " Failure Modes And Effects Analysis Through Knowledge Modelling", *Journal of Material Processing Technology*, (153)154,2004, pp.253-260.

XU, K., TANG, L.C., "Fuzzy assessment of FMEA for engine systems", *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 5,2002, pp.17-29.

YILMAZ, B.S., Hata Türü ve Etkileri Analizi, *Dokuz Eylül İİBF, Dergisi*, C.2., S.4, 2000,s.132-150.

**Tablo-4 Hata Türü ve Etkileri Analizi (1)**

EĞİTİM SÜRECİ	RİSK / HATA TÜRLERİ	SIKLIK (1-10)	ŞİDDET (1-10)	ZORLUK (1-10)	RÖG (/1000)	RÖG SIRASI	GRUP AĞIRLIĞI	GRUP SIRASI
Temel Gereksinimler ve Hazırlık	1- Temel ve yardımcı ders kitaplarının eksikliği veya takip edilmemesi	1	8	5	40	37	476 12,18%	3
	2- Fiziksel imkanların(derslik, araç-gereç vs) yetersizliği	3	8	3	72	22		
	3- Derse devamsızlık nedeniyle başarısız kalma,	8	9	1	72	23		
	4- Derse ve ödevlere katılımın olmaması.	6	8	2	96	17		
	5- Derse karşı soğukluk, ilgisizlik, ön yargı.	4	7	7	196	5		
Temel Bilgi, Tanım ve Kavramlar	1- Geçmiş dönemlere ait hazırlık bilgilerinin yetersizliği,	6	9	4	216	3	258 6,60%	9
	2- Üretim Yönetimi temel kavramlarının anlaşılabilmesi,	3	7	2	42	36		
Ürün Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	8	3	48	34	120 3,07%	12
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilme	3	8	3	72	24		
Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	5	9	3	135	11	324 8,29%	6
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilme	7	9	3	189	7		
Kapasite Planlama	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	5	2	20	42	338 8,65%	5
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	4	10	3	120	13		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	6	7	3	126	12		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	4	6	3	72	25		
Üretim Planlama ve Kontrol	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	5	6	3	90	18	540 13,82%	2
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	7	10	3	210	4		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	8	7	3	168	8		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	4	6	3	72	26		
Stok Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	3	6	3	54	31	315 8,06%	7
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	4	10	3	120	14		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	5	7	3	105	16		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	2	6	3	36	38		
Teknoloji yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	4	7	4	112	15	304 7,78%	8
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilme	6	8	4	192	6		
Kuruluş Yeri Seçimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	6	3	36	39	234 5,99%	10
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	2	10	3	60	29		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	5	6	3	90	19		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	2	8	3	48	35		
Fabrika İçi Düzenleme	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	4	3	24	41	228 5,84%	11
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	2	10	3	60	30		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	4	6	3	72	27		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	3	8	3	72	28		
Ölçme ve Değerlendirme	1- Sorularda konu içeriğinin dışına çıkılması	2	9	3	54	32	770 19,71%	1
	2- Soruların zorluk düzeyinin yüksek olması	7	8	5	280	2		
	3- Sınav süresinin yetersizliği	5	8	2	80	21		
	3- Soruların yanlış veya eksik anlaşılması	6	9	6	324	1		
	4- Sürpriz soruların sorulması	2	8	2	32	40		
Diğer	1- Eğitiminin bilgi, tecrübe ve otoriter yönden yetersizliği,	2	9	5	90	20	448 11,47%	4
	2- Eğitiminin dersi hazırlama ve sunuş teknikleri kaynaklı sorunlar	4	6	6	144	10		
	3- Sınıfta kalabalık, gürültü, kargaşa vb.	6	9	1	54	33		
	4- Diğer derslerle üretim yönetimi konuları arasında ilişki kurulması	5	8	4	160	9		

**Tablo-5 : Bir Aşama İyileştirme Uygulanan Süreçler ve Hata Türleri**

HATA TÜRÜ	RÖG <sub>(n)</sub> PUAN	RÖG <sub>(n)</sub> SNO	HATANIN OLUŞ NEDENLERİ,	ALINAN ÖNLEMLER	SIKLIK 1-10	ŞİDDET 1-10	ZORLUK 1-10	RÖG <sub>(j)</sub> PUAN	AZALMA %	RÖG <sub>(j)</sub> SNO
1.5	196	5	Eski öğrencilerden gelen ve önyargı oluşturan bilgiler Dersi geçememek korkusu, yılgınlık Sayısal konulara önceden gelen ön yargı	İlk derslerde önyargıları yıkacak açıklamalar, örnekler vermek. İlk derslerde öğrenciyi derse hazırlamak Sayısal bilgileri hatırlayıcı çalışmalar yapmak	2	7	7	98	50,0%	13
2.1	216	3	Temel teşkil edecek matematik, pazarlama, finans gibi derslerden eksik bilgiler. Geçmiş konuları tekrarlamadan derse başlamak	İlk derslerde hazırlayıcı bilgiler vermek Bu dersleri veren öğretim elemanlarıyla istişare etmek	3	9	4	108	50,0%	11
6.2	210	4	Yöntem anlatılırken öğrencinin ders takibinde yetersizlik, teori ve uygulama eksikliği Uygulama ve pratik yetersizliği	Öğrenciyi tahtaya kaldırmak, quiz sorular hazırlamak, öğrenciyi zinde tutmak Ödevle takip, daha çok uygulama yapmak.	2	10	3	60	71,4%	27
11.2	280	2	Öğretim elemanı tarafından soruların sınıf seviyesine uygun tartılanamaması Öğrencilerin seviyesinin düşüklüğü (ÖSYM puanında düşüklük)	Soruların öğrencinin seviyesine göre daha dikkatli tartılanması Okul yönetimiyle görüşerek daha yüksek puanlı öğrencileri çekecek nedenlerin araştırılması ve uygulanmasının sağlanması	2	8	5	80	71,4%	18
11.4	324	1	Derste yapılan örneklerin ezberlenmesi ve sınavdaki sorulara bu mantıkla bakılması Teori ve uygulamalarda öğrencinin yetersizliği Ezbercilik, acele edilmesi, heyecan.	Derslerde verilen örneklerden farklı sorular sorulacağına sürekli hatırlatılması, farklı kaynaklardan sorular çözülmesinin yönlendirilmesi Kaynak kitap edinilmesi, ödev ve uygulamalarla öğrencinin zinde tutulması Derslerde ve sınav sorularında ezberciliğe özendirilmemesi, quiz sınavlar ve soru-cevap uygulamaları	1	9	6	54	83,3%	32



**Tablo-6: İyileştirme Sonrası Hata Türü ve Etkileri Analizi (2)**

EĞİTİM SÜRECİ	RİSK / HATA TÜRLERİ	SIKLIK (1-10)	ŞİDDET (1-10)	ZORLUK (1-10)	RÖG (/1000)	RÖG SIRASI	GRUP AĞIRLIĞI	GRUP SIRASI
Temel Gereksinimler ve Hazırlık	1- Temel ve yardımcı ders kitaplarının eksikliği veya takip edilmemesi	1	8	5	40	37	378 12,27%	3
	2- Fiziksel imkanların(derslik, araç-gereç vs) yetersizliği	3	8	3	72	20		
	3- Derse devamsızlık nedeniyle başarısız kalma,	8	9	1	72	21		
	4- Derse ve ödevlere katılımın olmaması.	6	8	2	96	14		
	5- Derse karşı soğukluk, ilgisizlik, ön yargı.	2	7	7	98	13		
Temel Bilgi, Tanım ve Kavramlar	1- Geçmiş dönemlere ait hazırlık bilgilerinin yetersizliği,	3	9	4	108	11	150 4,87%	11
	2- Üretim Yönetimi temel kavramlarının anlaşılabilmesi,	3	7	2	42	36		
Ürün Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	8	3	48	34	120 3,89%	12
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilme	3	8	3	72	22		
Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	5	9	3	135	6	324 10,52%	5
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilme	7	9	3	189	2		
Kapasite Planlama	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	5	2	20	42	338 10,97%	4
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	4	10	3	120	8		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	6	7	3	126	7		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	4	6	3	72	23		
Üretim Planlama ve Kontrol	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	5	6	3	90	15	390 12,66%	2
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	2	10	3	60	27		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	8	7	3	168	3		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	4	6	3	72	24		
Stok Yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	3	6	3	54	30	315 10,22%	6
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	4	10	3	120	9		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	5	7	3	105	12		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	2	6	3	36	38		
Teknoloji yönetimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	4	7	4	112	10	304 9,87%	7
	2- Konu ve kavramları tanımlama ve açıklayabilmek	6	8	4	192	1		
Kuruluş Yeri Seçimi	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	6	3	36	39	234 7,59%	9
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	2	10	3	60	28		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	5	6	3	90	16		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	2	8	3	48	35		
Fabrika İçi Düzenleme	1- Öğrencinin teorik bilgi eksikliği	2	4	3	24	41	228 7,40%	10
	2- Sayısal problemlerde yöntem hataları	2	10	3	60	29		
	3- Sayısal problemlerde işlem hataları	4	6	3	72	25		
	4- Konuyu açıklayıcı çözümlü örnek yetersizliği.	3	8	3	72	26		
Ölçme ve Değerlendirme	1- Sorularda konu içeriğinin dışına çıkılması	2	9	3	54	31	300 9,74%	8
	2- Soruların zorluk düzeyinin yüksek olması	2	8	5	80	18		
	3- Sınav süresinin yetersizliği	5	8	2	80	19		
	4- Soruların yanlış veya eksik anlaşılması	1	9	6	54	32		
	4- Sürpriz soruların sorulması	2	8	2	32	40		
Diğer	1- Eğitiminin bilgi, tecrübe ve otoriter yönden yetersizliği,	2	9	5	90	17	448 14,54%	1
	2- Eğitiminin dersi hazırlama ve sunuş teknikleri kaynaklı sorunlar	4	6	6	144	5		
	3- Sınıfta kalabalık, gürültü, kargaşa vb.	6	9	1	54	33		
	4- Diğer derslerle üretim yönetimi konuları arasında ilişki kurulması	5	8	4	160	4		