

TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMALARINDA KULLANMAK İÇİN

YENİLİKÇİ-YARATICI PROBLEM ÇÖZME YAKLAŞIMI: TRIZ*

*Sadettin KAPUCU ***

*Adil BAYKASOĞLU, Türkan DERELİ ****

*** Gaziantep Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü*

**** Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü*

ÖZET

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) sürekli iyileştirmeyi esas alan bir yönetim felsefesidir. Sürekli iyileştirme süreci dinamik bir süreç olup, üretim sistemini devamlı olarak kontrol altında tutarak sistemin aksayan yönlerini bulmayı ve bunları çözmek için çözüm üretmeyi gerektirir. TKY problemlerin bulunması, analizi ve giderilmesi için çoğu istatistik tabanlı birçok yöntem kullanır. TKY, problemlerin bulunup çözülmesi yanında işlerin daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacak yeni yöntem ve yenilikçi yaklaşımları da ödüllendirir. TKY felsefesini uygulayan Japon işletmelerinde kişi başına düşen yüksek orandaki yıllık yeni proje sayısı bunun en güzel örneğidir. Problemlere yenilikçi ve yaratıcı çözümler üretmek amacı ile ilk kez 1946 yılında G. Altshuller tarafından eski Sovyetler Birliğinde geliştirilmiş olan TRIZ metodolojisi, TKY uygulamaları için çok faydalı bir çözüm tekniği olarak kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı, geçmişte eski olmasına rağmen ülkemizde pek fazla bilinmeyen bu çözüm metodolojisini tanıtmak ve TKY felsefesini uygulama cabası içinde olan işletmelere sağlayabileceği faydaları göstermektir.

Anahtar sözcükler: TRIZ, Problem Çözme, TKY

ABSTRACT

Total Quality Management (TQM) is a management philosophy, which considers the "continuous improvement" as the main goal. "Continuous improvement" is a dynamic process, which requires controlling the production activities continuously and detecting problems and generating solutions for these problems. TQM makes use of many statistics based techniques for the detection, analysis and the elimination of the problems. In addition to the detection and elimination of the problems., TQM also encourages the foundation of new methods, which will enhance the performance of the system. The Japanese firms producing high amount of new projects per worker by implementing TQM can be considered as a good example. TRIZ, which was developed in the former Soviet Union in 1946 by G. Altshuller for generating innovative solutions to the problems can be used as an effective solution procedure for TQM applications. The purpose of this paper is to introduce this relatively old but very little known (in Turkey) method and to present how it can be useful to the firms which are trying to implement TQM.

Keywords: TRIZ, Problem Solving, TQM

** Bu makale, II Kalite Sempozyumu Bildiriler Kitabı'nda yayınlanmıştır. (15-16 Haziran 2001, Bursa, pp. 167-174)*

GİRİŞ

TKY felsefesi sadece problemlerin belirlenmesi ve giderilmesi için değildir. TKY de esas amaç sürekli iyileştirme'dir. Bu ise fırsatların ve yeniliklerin de belirlenmesini gerektirir. Yenilikçi ve yaratıcı düşünce aynı zamanda standart yollarla veya başka şekillerde belirlenmiş fakat standart yollarla çözülemeyen problemlerin çözümü için gereklidir. Dolayısıyla, "yenilikçilik" ve "yaratıcı problem çözme" ile kalitenin birbirinden ayrı tutulamayacağı söylenilebilir. Yenilik, yaratıcı düşüncenin üretim sürecini olumlu etkileyecek şekilde eyleme dönüşmüş halidir. Bir kalite programının amacı, verimsiz yöntemleri ve prosedürleri değiştirerek veya ortadan kaldırarak performansı ve üretim süreçlerini geliştirmektir (Prestwood ve Schumann, 1998). Bunu işleri daha iyi yapmak için yeni yollar bulmak olarak tanımlamak da mümkündür.

Günümüzün değişken üretim ortamlarında işletmelerin rekabetçiliklerini devam ettirebilmeleri için yenilikçi olmaları kaçınılmazdır. Bu ise, işletmelerin yeniliklere

açık olmalarını ve yenilikçi yaratıcı düşünceyi teşvik etmeleri ve bu doğrultuda bir işletme kültürü tesis etmelerini gerektirir. Burada karşılaşılan en temel sorun yenilikçi ve yaratıcı çözümlerin nasıl üretileceğidir.

Yaratıcılık ve yaratıcı problem çözme yetisi, insan varlığının genellikle soyut tarafları ile ilişkilendirildiğinden daha çok psikoloji alandaki araştırmacıların çalışma konusu olagelmıştır (Goel ve Singh, 1998). Fakat yaratıcı ve yenilikçi düşüncenin endüstriyel problemlere hızlı ve etken çözümler geliştirilmesi doğrultusunda kullanılabilmesi için psikolojinin yanında bazı somut yöntemlere de ihtiyaç vardır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen yöntemlerden bazıları şunlardır: Us haritaları (mind maps), Fermi Yöntemleri, Beyin Fırtınası ve TRIZ. Bu yöntemlerden "beyin fırtınası" yöntemi en çok bilineni, anlaşılana ve kullanılanıdır. Beyin fırtınası yöntemi, TKY'nin de araçlarından biri olarak kabul edilmiştir. TKY araçları arasında yenilikçilik ve yaratıcılık gerektirecek problemlerin çözümü için beyin fırtınasından başka bir araç da yoktur. Scheuermann ve arkadaşları tarafından 1997 yılında ABD de yapılan bir araştırmada TKY'yi uygulayan işletmelerin en yoğun olarak kullandıkları araç "beyin fırtınası" olarak belirlenmiştir (Scheuermann vd, 1997). Scheuermann ve arkadaşları inceledikleri firmaların %80 inin beyin fırtınası yöntemini kullandıklarını belirlemişlerdir. Bu incelemeden işletmelerin yenilik ve yaratıcılık gerektiren çözümlere sıklıkla ihtiyaç duydukları sonucunu çıkarmakta mümkündür. Bu durumda TKY felsefesini uygulayan işletmelerin yenilikçilik ve yaratıcılık gerektirecek problemlerinin çözümü için yeni yöntemleri araştırmaları ve araç portföylerini genişletmeleri akılcı bir yaklaşım olacaktır. Bu bağlamda TRIZ en dikkat çeken yöntem olarak ortaya çıkmaktadır.

YARATICI (YENİLİKÇİ) PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ (TRIZ)

Teknolojiye ve çağımız teknolojisinin kaynağı olan bilime egemen ülkeler, sanayi başta olmak üzere, bütün ekonomik etkinlik alanlarında mutlak bir üstünlük elde etme yolundadırlar. Kısacası, teknoloji, ulusların rekabet üstünlüğünün tek anahtarı haline gelmiştir. Dolayısıyla da dünya nimetlerinin yeniden paylaşılmasında ve toplumsal refahın yükseltilmesinde bilim ve teknoloji alanındaki üstünlük belirleyici olmaktadır.

Uluslar arası hizmet ve teknolojik alanlarındaki rekabet gittikçe daha çetin olmaktadır. Bu durum bir krizler devri olduğu kadar bir fırsatlar devridir de. Gümrük duvarlarının ve geleneksel korumacılığın giderek kalktığı bir dünyada rekabet edebilmek için belirleyici olan faktör, pazarlanabilir yeni ürün ve üretim

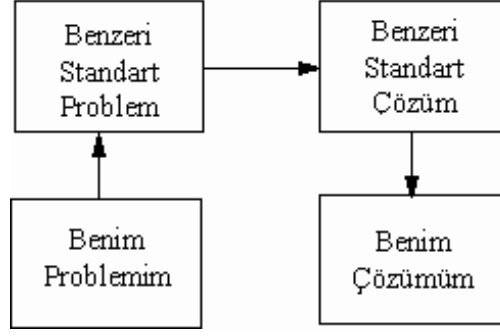
yöntemleri, yeni yönetim teknikleri ve yeni teknolojiler geliştirmeye yönelik, bütünsel bir yeteneğin kazanılmış olmasıdır.

Ancak, bireylerin yaratıcılık yeteneğinin ve kuruluşların problem çözme kabiliyetlerinin, esas temeli insan beyninin soyut kapasitesine dayanmaktadır. İyi bir eğitim görmüş olmalarına rağmen konularında uzman teknik elemanlar ve araştırmacılar her zaman yeterince yaratıcı değildirler.

Yaratıcılık için esin gerekli olmakla beraber sınırlarının ötesini düşünebilmek esas gerekliliktir. "Teknik elemanlar ve araştırmacılar kimya, makina, bilgisayar vb. gibi konularında kendi bilgi ve deneyimlerini artırırlar ancak aynı zamanda da yaratıcılık yeteneklerini kaybetmektedirler" denilmektedir. O halde "yaratıcılık/yenilik yeteneğimizi" nasıl geliştirebiliriz veya artırabiliriz. Yıllardan beri bu sorunun cevabı aranmış ve tamamen insan beyninin soyut kapasitesine bağlı yöntemler geliştirilmiştir. Bu durumun değiştirilmesi olasılığı taşıması konusunda son zamanlarda TRIZ' e dikkat çekilmektedir.

TRIZ NEDİR?

- TRIZ; Yenilikçi, Yaratıcı Problem Çözme Teorisidir. Rusça'daki orijinal isminin kısaltılmışıdır (TRIZ Journal).
- Metodoloji, 1946 yılında ilk kez G. Altshuller tarafından eski Sovyetler Birliğinde geliştirilmiştir (Altshuller, 1996).
- Soğuk savaşın sona ermesiyle birlikte, ABD, Japonya ve Avrupa'da tanınmaya ve kullanılmaya başlanmıştır.
- Teknolojik Ar-Ge'de yaratıcılığını destekler.
- Yenilikçi teknolojilerin incelenmesinden çıkarılan "Buluş Prensiplerini" temel almaktadır.
- Probleminizi çözerken, tüm dünya bilim ve teknolojisinin girdilerini kullanabilme imkanı sağlar.
- Ticari değeri olan yenilikler yapmaya yönlendirir.
- Mekanik, kimya, elektrik ve diğer alanlarda yenilikler için kullanılabilir.

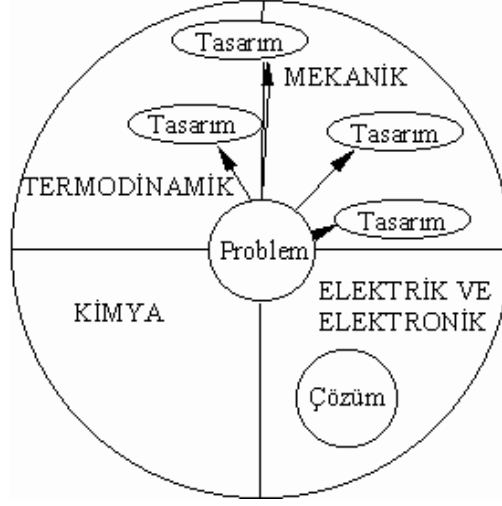


Şekil 1. Genel Problem Çözme Modeli

Yaratıcılık/Yenilikçilik Gerektiren Problemler: Diğer bir problem tipi de çözümü bilinmeyen problemdir. Bu tip problem yaratıcılık/yenilikçilik gerektiren ve çelişki içeren bir problemdir. Yaratıcı/yenilikçi problem çözümü beyin, bilgi kavrama ve buluş yeteneği arasındaki bağlantılarının ortaya çıkarılması çalışmaları psikoloji alanına girmektedir. Genellikle bu tür problemlerin çözümüne yönelik olarak beyin fırtınası ve deneme yanılma gibi metotlar önerilmektedir. Problemin zorluğu ve karmaşıklığına göre deneme sayıları artacaktır. Eğer çözüm makina mühendisliği gibi kişinin uzmanlığı veya alanında ise deneme sayısında biraz azalma olabilir. Bu durumda da eğer çözüme erişilemezse o zaman araştırmacı kendisinin uzmanlık veya bilgi alanının ötesindeki kimya elektronik gibi yeni alanlara yönelecektir. Ancak burada da araştırmacının beyin fırtınası, sezgi ve yaratıcılık gibi psikolojik araçlarda ne kadar usta olduğuna bağlı olarak deneme sayısı artacaktır. Diğer bir problem ise sezgi ve deneyimin kuruluştaki bir başka kişiye aktarılamamasıdır.

Problemin çözümünün kişinin kendi deneyim ve uzmanlık alanında olacağını düşünmesi ve yeni kavramlar geliştirmek için alternatif teknolojilere yönelmemesi "psikolojik atalet" olarak tanımlanmaktadır. Bir problemin çözümü "Çözüm Uzayında" herhangi bir yerde olabilir. Psikolojik Atalet bizi sadece uzman olduğumuz alana yönlendirir. Şekil 2 de gösterildiği üzere problemin ideal çözümü bir makina mühendisinin uzmanlık alanın

dışında elektro mekanik olabilir.



Şekil 2. İdeal Çözüm Sizin Uzmanlık Alanınız Dışında Olabilir

TRIZ' İN DOĞUŞU ve GELİŞİMİ

Teknolojiye dayanan fakat psikolojiye dayanmayan iyi bir yaklaşım Eski Sovyetler Birliğinde 1926 da doğan Genrich S. Altshuller tarafından geliştirilmiştir. İlk buluşunu henüz 14 yaşında, su altı dalma aleti ile ilgili almıştır. Onun bu hobisi meslek olarak makina mühendisliğine yöneltti. 1940'larda Rus ordusunda patent uzmanı olarak, buluşcuların patentlerini doldurmalarına yardımcı olmuştur. Buluşcular problemlerin çözümü için kendisinden sıkça yardım istemesi ve problem çözmeye olan merakı kendisini standart metotları araştırmaya itmiştir. Ancak, bulabildiği psikolojik araçları ve bunların ihtiyaca cevap veremediğini tespit etmiştir. En azından yenilikçilik/yaratıcılık teorisinin aşağıda belirtilenleri sağlaması gerektiğine karar vermiştir.

1. Sistematik olmalı, adım-adım prosedürü,
2. Geniş bir çözüm uzayında ideal çözüme yönlendirebilmeli,
3. Psikolojik araçlara bağlı olmayan ve tekrarlanabilen ve güvenilir olmalı,
4. Yaratıcı/yenilikçi bilgiye erişebilir olmalı,
5. Yaratıcı/yenilikçi bilgiye ekleme yapılabilir olmalı,
6. Şekil 1'de bahsedilen problem çözme gibi kolay olmalı.

Daha sonraki birkaç yıl içinde yaklaşık 200000 patent inceleyerek yaratıcı/yenilikçi problemlerin nasıl çözüldüğünü belirlemeye çalışmıştır. Bugün bu

rakam 1500000 patentin üzerindedir. Bunların sadece 40000 bir şekilde yaratıcı/yenilikçi çözümlerdir. Diğerleri basit geliştirmelerdir. Altshuller yaratıcı/yenilikçi problemi, çözümün diğer bir problemin ortaya çıkmasını sağlaması olarak tanımlamıştır. Örneğin, bir metal plakanın dayanımını artırmak ağırlığının artmasına sebep olması gibi. Patentler üzerine de yaptığı çalışmasında çelişkileri çözen veya yok eden çözümlerin tanımlandığını bulmuştur.

Altshuller bu patentleri farklı bir şekilde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmayı otomotiv, tekstil vb gibi endüstrileri yerine problem çözme işlemini göz önüne alarak yapmıştır. Aynı problemlerin kırk ana yaratıcı/yenilikçi prensipler kullanılarak tekrarlı çözüldüğünü belirlemiştir. Eğer buluşçular bu prensipleri daha önceden biliyor olsalardı çözümlere daha kolay ve kısa zamanda ulaşabilecekleri sonucuna varmıştır.

ÇÖZÜM SEVİYELERİ

Altshuller, 1960 ve 1970'li yıllarda çok miktarda patentlerin analizi sonucunda buluşların değerlerinin aynı olmadığı sonucuna varmış ve buluşlar için beş seviye önermiştir.

Seviye 1. Yaratıcılık gerektirmeyen, kişisel bilgilerle ve metotlarla çözümün kolayca bulunabilen problemlerin çözümü. Çözümlerin yaklaşık % 32 bu sınıfa girmektedir.

Seviye 2. Endüstrideki bilinen metotları kullanarak mevcut sistemin üzerinde küçük değişikliklerin yapılması. Çözümlerin yaklaşık % 45 bu sınıfa girmektedir.

Seviye 3. Endüstri dışı bilinen metotları kullanarak mevcut sistem üzerinde yapılan önemli değişiklikler. Çelişkiler çözülmüştür. Çözümlerin yaklaşık % 18 bu sınıfa girmektedir.

Seviye 4. Sistemin fonksiyonunu yerine getiren yeni bir prensip kullanan yeni jenerasyon teknoloji kullanılması. Çözüm teknolojiden çok bilim içerir. Çözümlerin yaklaşık % 4 bu sınıfa girmektedir.

Seviye 5. Öncü bir sistemin veya tamamen bilimsel bir buluş. Çözümlerin yaklaşık % 1 bu sınıfa girmektedir.

Bu tablodan da anlaşılacağı gibi mühendislerin karşı karşıya oldukları problemlerin %90'ının çözümü bir yerde çözülmüş olarak mevcuttur. Eğer mühendis ideal çözüme giden yolu izlerse ve çalışmasını kişisel bilgisinden ve tecrübesinden daha

üst seviyede ararsa, çözümlerin bir çoğunun şirketinde, endüstrisinde veya diğer bir endüstrideki bilgilerle hali hazırda çözümün olduğunu belirleyecektir.

Altshuller patentlerdeki problemlerin çelişkilerini ve çözümlerini inceleyerek TRIZ olarak isimlendirilen yaratıcı/yenilikçi problem çözme teorisini geliştirmiştir.

TRIZ YARATICI/YENİLİKÇİ PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ

Geçmiş 40 yıldan beri, TRIZ, çeşitli karmaşık teknik problemlerin çözümü ve yenilikçiliği için bir takım pratik aletler olması geliştirilmiştir. Bugün birkaç TRIZ aletleri (yöntemleri) ve hatta diğer metot ve yöntemlerin birleştirilerek, "sistemik yaratıcılık" problem çözümü ve yenilikçilik (yaratıcılık) için kullanılmaktadır. Altshuller'i izleyenler ve öğrenciler 15 yılı aşkın bir süredir de bu mevcut tekniklere yenilerini eklemektedir. Bu bölümde bazı temel TRIZ kavramlarının tanıtımı yapılacaktır.

Teknik sistemler: Bir işlev sergileyen her şey teknik sistemdir. Arabalar, kalemler, kitaplar, bıçaklar, teknik sisteme örnek olarak verilebilir. Her bir teknik sistem bir veya birkaç alt sistemden oluşur. Bir arabanın motoru, direksiyon mekanizması, frenleri vb.. alt sistemlerini oluşturur. Bunların her biri de kendi içinde bir teknik sistemi oluştururlar ve kendi fonksiyonlarını yerine getirirler. Teknik sistemdeki hiyerarşi az karmaşıklıktan (iki elemanlıktan), daha karmaşıklığa (birçok, birbirleriyle ilişkili, elemanlığa) doğrudur.

Taşıma sistemi için teknik sistem hiyerarşisi Tablo 1 de görülmektedir. Sol kolonda teknik sistemlerin isimleri yer almaktadır. Bunla azalan bir sıralamada yapılmıştır. Yatay kolonlarda, sol tarafta belirtilen teknik sistemlerin alt sistemlerinin isimleri yer almaktadır. Örneğin, Fren teknik sistemi otomobilin alt sistemidir aynı zamanda Fren balatasının bir üst sistemidir.

Bir sistem yetersiz veya zararlı bir fonksiyon üretiyorsa (yapıyorsa) iyileştirilmelidir. Bunun için sistemin en basit haline hayali olarak indirgenebilmesi gereklidir. TRIZ'de basit, sistem birbirine enerji aktaran iki elemandan oluşan bir sistem demektir.

Tablo 1. Taşıma Sistemindeki Alt ve Üst Sistemler

Teknik Sistem	Teknik Sistemin Alt Sistemleri
Ulaşım	Otomobil, Yollar, Haritalar, Sürücüler, Servis istasyonları
Otomobil	Güç aktarımı, Frenler, Isıtma, Direksiyon, Elektrik aksamı
Frenler	Fren pedalı, Hidrolik silindir, Akışkan, Fren balata sistemi
Fren balata sistemi	Balata Bağlantı parçası, Perçinler
Balata	A parçacıkları, B parçacıkları, Kimyasal bağlar
Kimyasal bağ	A molekülleri, B molekülleri

Tüm alt sistemler üst sistemin sınırları içerisinde birbirleriyle ilişkili şekilde birleşirler. Herhangi bir alt sistemdeki değişiklikler üst sistemde değişikliğe neden olabilir. Teknik bir problemi çözerken daima teknik sistemin alt sistemlerini ve üst sistemleri göz önünde bulundurulmalıdır.

İdeal (Mükemmel) Nihai Sonuç: Herhangi bir sistemin amacı bazı fonksiyonları yerine getirebilmesidir. Genel mühendislik düşüncesi şöyledir: "Böyle ve böyle bir fonksiyonu yerine getirmelidir. Dolayısıyla biz böyle ve böyle bir mekanizma veya alet imal etmeliyiz", TRIZ ise; "Böyle ve böyle bir fonksiyonu sisteme yeni bir mekanizma ve alet eklemeksizin yerine getirmesi gereklidir" düşüncesindedir.

İdeallik (mükemmellik) kanunu herhangi bir teknik sistemin çalışma ömrü boyunca basit, etkili ve güvenli olması gerektiğini ifade eder. Bir teknik sistem her zaman yeniliğe açıktır. Sistemi mükemmelliğe maliyetini düşürerek, daha az yer kaplamasını sağlayarak, enerji kullanımını azaltarak vb. gibi taşıyabiliriz.

İdeallik daima, sistemin içinde ve dışındaki mevcut kaynakların maksimum kullanılmasını yansıtır. Ne kadar mevcut kaynaklar iyi bir şekilde kullanılırsa sistem o kadar mükemmelliğe yakındır. O halde sistemin idealliği aşağıdaki denklemlerle ifade edilebilir.

$$Mükemmellik = \frac{\sum Y_i}{\sum Z_j} \quad (1)$$

Y_i : sistemin yararlı etkilerinin toplamı; Z_j : sistemin zararlı etkilerinin toplamı

Yararlı etkiler sistem fonksiyonlarının tüm değerli sonuçlarını kapsamaktadır. Zararlı etkiler ise kirlenme, tehlikeli, enerji tüketimi, fiyatı gibi istenilmeyen girdileri içermektedir. İdeal durum zararlı etkilerin olmadığı sadece faydaların olduğu bir sistemi tanımlar. Sistemin geliştirilmesi gereken nihai durumu ifade eder. Tasarım açısından bu duruma bakıldığında, mühendisler en çok faydayı sağlayacak bununla birlikte işçilik masrafları, malzeme, enerji ve zararlı etkileri azaltacak şekilde sistemi geliştirmeye devam etmelidirler. Normalde yararlı etkiyi artırırken zararlı etkiler de artar fakat ideallik kuralı tasarımcıyı tasarım çelişkilerini çözülmesine veya yok edilmesine yönlendirir. İdeal Nihai Sonuç bir ürünün yararlı fonksiyonları yerine getiriliyor olmasına rağmen sistemin kendisinin olmamasıdır.

Problemin tanımlanması ve formülasyonu: Genellikle çözümü için üzerinde çalışılan problem gerçek problem değildir. Dolayısıyla, üzerinde çalışılması gereken gerçek problemin tanımlanabilmesi için çalışma çevresi, kaynak gereksinimleri, zararlı etkiler, ana yararlı işlevi ve ideal sonucun belirtilmesi gerekmektedir. Sistemdeki çelişkiler ile problemi tekrar tanımlanarak Problemin Formülasyonu gerçekleştirilir. Oluşabilecek problemleri belirlenir. Problemi çözmek için bir teknik karakteristiğini iyileştirirken bir diğeri kötüleşiyor mu? İkinci bir probleme sebebiyet veriyor mu? Problemin çözümünün ticarileşmesini engelleyecek teknik zıtlıklar var mı? gibi sorulara yanıt aranır.

Çelişkiler: Çelişkiler teknik bir sistemin bir karakteristiğini veya parametresinin iyileştirilmesi arzulanırken diğeri bir karakteristiğinin veya parametresinin kötüleşmesiyle ortaya çıkar. Altshuller yaklaşık 1500000 patenti inceleyerek çelişkiye sebebiyet veren 39 teknik çelişki belirlemiştir. Bunlar "39 standart mühendislik parametresi" olarak isimlendirilmektedir (Bkz. Tablo 2). Problemin teknik çelişkisi; iyileştirilmesi gereken mühendislik parametresi ile kötüleşen mühendislik parametresi olarak tanımlanmalıdır Teknik çelişkilerin çözümü için "40 yenilikçi prensip" kullanılmaktadır.

Diğer tip çelişki de fiziksel çelişkidir. Bunlar da teknik sistemin kendisinden veya teknik sistemdeki bir elemandan farklı iki özelliğe sahip olması gerektiğinde ortaya çıkarlar. Fiziksel çelişkilerin çözümleri için farklı metotlar vardır.(Çelişkili gereksinimlerin zamanda ve/veya uzayda ayrıştırılmasıyla, bir maddenin fiziksel halini değiştirmek gibi)

Tablo 2. 39 Mühendislik Parametresi

1. Hareketli nesnenin ağırlığı	21. Güç
2. Statik nesnenin ağırlığı	22. Enerji Kaybı
3. Hareketli nesnenin boyu	23. Madde kaybı
4. Statik nesnenin boyu	24. Bilgi kaybı
5. Hareketli nesnenin alanı	25. Zaman kaybı
6. Statik nesnenin alanı	26. Madde miktarı
7. Hareketli nesnenin hacmi	27. Güvenilir olma
8. Statik nesnenin hacmi	28. Ölçüm doğruluğu
9. Hız	29. Üretim hassaslığı
10. Kuvvet (şiddeti)	30. Nesnenin etkilendiği zararlı faktörler
11. Gerilim veya basınç	31. Nesnenin Ürettiği zararlı faktörler
12. Şekil	32. Üretim kolaylığı
13. Nesnenin yapısal kararlılığı	33. Operasyon kolaylığı
14. Dayanım	34. Tamir kolaylığı
15. Hareketli nesnenin etki süresi	35. İntibakı veya çok yönlülüğü
16. Sabit nesnenin etki süresi	36. Aletin karmaşıklığı
17. Sıcaklık	37. Ortaya çıkarma ve ölçme zorluğu
18. Aydınlatma şiddeti	38. Otomasyon kapsamı
19. Hareketli nesnenin enerjiyi kullanması	39. Verimlilik
20. Durgun nesnenin enerjiyi kullanması	

40 yenilikçi/yaratıcı prensip: Altshuller incelediği patentlerden aynı zamanda "40 yenilikçi (yaratıcı) prensip" çıkarmıştır. Bu prensipler problemin çözümüne yönelik mühendise oldukça yaratıcı (patentleşebilir) çözüm elde etmek için ip uçları verecektir. Bu 40 yenilikçi/yaratıcı prensip Tablo 3 de verilmiştir. Problemi çözmek için hangi yenilikçi prensibin kullanılacağını belirlemek için Altshuller çelişkiler matrisini oluşturmuştur. Bu çelişkiler matrisindeki x eksenini (sütunlar) istenilmeyen etkileri gösteren "39 mühendislik parametresini", y eksenini (kolonlar) ise iyileştirilmesi istenilen 39 mühendislik parametresini gösterir. Kolon ve sütunun kesişimi de problemin çözümü için uygun yenilikçi prensibi listeler (Bkz. Şekil 3).

Tablo 3. 40 Yenilikçi/Yaratıcı Prensip

- | |
|--|
| Prensip 1. Dilimlemek, bölmek, parçalamak |
| Prensip 2. Çıkarma, Ayırma |
| Prensip 3. Lokal kalite |
| Prensip 4. Simetri |
| Prensip 5. Kaynaştırma, Birleştirme |
| Prensip 6. Genellik |
| Prensip 7. Birbirinin içine girebilme |
| Prensip 8. Ağırlığını azaltma, Ağırlık dengeleme |
| Prensip 9. Başlangıçta hareketsizlik (eylemsizlik) |
| Prensip 10. Başlangıçta eylemli |
| Prensip 11. Önceden güvenciliği sağlama. |
| Prensip 12. Eşit potansiyellik. |
| Prensip 13. Diğer yoldan dolanma. |
| Prensip 14. Küresellik- bükümlü |

Prensip 15. Dinamik.

Prensip 16. Kısmi veya aşırı eylem

Prensip 17. Diğer boyut

Prensip 18. Mekanik titreşim.

Prensip 19 Periyodik hareket.

Prensip 20. Yararlı hareketin devamlılığı

Prensip 21. Acele etme

Prensip 22. 'Limonları limonataya çevirmek'

Prensip 23 Geri besleme

Prensip 24. Aracı kullanmak.

Prensip 25. Self servis

Prensip 26. Kopyalama.

Prensip 27. Ucuz kısa ömürlü nesnelere.

Prensip 28. Mekanik yerine koyma

Prensip 29. Pnömatik ve hidrolik

Prensip 30. Esnek kabukların ve ince filmlerin kullanılması.

Prensip 31. Gözenekli materyal

Prensip 32. Renk değiştirme.

Prensip 33. Aynı cinsten olma.

Prensip 34. Atma ve yeniden ele alma.

Prensip 35. Parametre değişikliği.

Prensip 37. Hal geçişleri

Prencip 37. Termal genleşme

Prencip 38. Kuvvetli oksitlendiriciler.

Prencip 39. Eylemsiz atmosfer

Prencip 40. Kompozit malzemeler

	Kötüleşen Özellik → İyileştirilen Özellik ↓	Hareketli nesnenin ağırlığı	Statik nesnenin ağırlığı	Hareketli nesnenin boyu	Statik nesnenin boyu	Hareketli nesnenin alanı	Statik nesnenin alanı	Hareketli nesnenin hacmi	Statik nesnenin hacmi	Hız	Kuvvet (şiddeti)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Hareketli nesnenin ağırlığı	+	-	15, 8, 29,34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37
2	Statik nesnenin ağırlığı	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35
3	Hareketli nesnenin boyu	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4
4	Statik nesnenin boyu		35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10
5	Hareketli nesnenin alanı	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2
6	Statik nesnenin alanı	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-		-	1, 18, 35, 36

Şekil 3. Çelişkiler Matrisinin Bir Kısmı

Teknik Sistemlerin Gelişimi (TSG): Geleneksel teknolojik öngörü metotları "makinaların, yöntemlerin, veya tekniklerin gelecek karakteristikleri" diye bir kestirimde bulunmaya çalışır. Bu yaklaşım incelemelerin, benzetimlerin ve eğilimlerin gelecekteki gelişmelerinin olası bir modelini çıkarmaya yöneliktir. Bir öngörü verir ancak öngörüdeki teknolojiyi belirleyemez.

Altshuller, yüz binlerce patent üzerinde yaptığı çalışması sonucunda zamanla teknolojik sistemlerin nasıl değiştiğine örnek olarak alınabilecek 8 kalıp belirlemiştir. Bu kalıplar insanların ne düşündüklerinden çok nasıl düşündüklerine

dayandırılmıştır. TSG gelecek için bir yol haritası gibidir. Gelecek teknolojilerinin kestirimi yerine bir kişiye TSG kullanarak gelecek teknolojilerinin sistematik olarak yaratılmasını / bulunmasını sağlar. Bu sekiz kalıp aşağıda verilmektedir.

1- Teknolojinin bir ömrü vardır; doğar, büyür, doğar, büyür, gelişir ve ölür.

2- Mükemmelliğin Artırılması,

3- Çelişkiler sonucu alt sistemlerin orantısız gelişimi.

4- Dinamikliğin ve kontrol edilebilirliğin artırılması.

5- Karmaşıklığın basit sistemlerin bir araya getirilerek artırılması.

6- Parçaların uyuşması veya uyuşamaması.

7- Makro sistemden mikro sisteme enerji alanlarının daha iyi kullanılarak performans veya kontrol için geçişi.

8- Otomasyonun artırılmasıyla insan katkısının azaltılması.

Ürünlerimizde şimdiki teknoloji seviyesini ve çelişkilerini analiz ederek, geliştirme prosesini ve gelecek nesil ürünler yaratabiliriz.

Standart Çözümler: Standartlar teknik sistemin formülasyonun oluşturulması ve sentezi için kullanılan yapısal kurallardır. Standartlar yeterince anlaşılmaları ve uygulanmasında biraz deneyimle çok karmaşık problemlerin üstesinden gelmenize yardımcı olurlar.

Standartların iki önemli fonksiyonu vardır:

1- Standartlar mevcut bir sistemin veya yeni bir problemin sentezinin geliştirilmesine yardım eder.

2- Standartlar bir problemin grafik bir modelini sağlamaya yönelik oldukça çok etkili bir metottur. Bu grafik S-Alan modelleme olarak isimlendirilmektedir.

Bir teknik problemin S- Alan modellenmesi operasyon bölgesinde gerçekleştirilir. Bu bölge, gerçek çelişkinin bulunduğu, problemin özünü içeren alanı oluşturur. Bu bölgede iki madde (eleman) ve bir alan (enerji) olmalıdır. S-Alan modellemenin

analizi teknik sistemin iyileştirilmesindeki gerekli değişikliklerin belirlenmesinde yardımcı olur. Aşağıda belirtilen standart çözümler kullanılarak yaratıcı çözümler geliştirilebilir.

Altshuller ve Arkadaşları 5 sınıfa ayrılmış 76 standart çözüm önermiştir:

Sınıf 1: Sistemde küçük bir değişiklik veya değişiklik yapmaksızın iyileştirme (13 Standart Çözüm)

Sınıf 2: Sistemi değiştirerek iyileştirme (23 Standart Çözüm)

Sınıf 3: Ana sistemden bir üst sisteme ya da mikro seviyeye geçiş (6 Standart Çözüm)

Sınıf 4: Teknik sistemdeki herhangi bir şeyi ortaya çıkar veya ölçümünü yap (17 Standart Çözüm)

Sınıf 5: Teknik sisteme madde veya alanları nasıl konulacağını tanımla (17 Standart Çözüm)

Toplam 76 Standart Çözüm

ARIZ Yaratıcı/Yenilikçi Problem Çözme Algoritması: ARIZ, TRIZ'in analitik metodudur. Karmaşık problemlerin bir çözümü için geliştirilen bir algoritmadır. ARIZ'in ilk yorumu 1968'de geliştirildi ve daha sonraki yirmi yılda birçok değişiklikler yapıldı. ARIZ'in en son yorumu ARIZ-85C, 1985 yayınlanmış ve aşağıdaki 9 adımı içermektedir.

Adım 1 : *Problemin analizi*

Problemin anlaşılabilir cümlelerinden (Problemi tanımlarken anlaşılabilir dil veya özel endüstriye ait terminoloji kullanılmaksızın) basit bir problem tanımlamasına dönüştürülerek başlanması.

Adım 2 : *Problem modelinin analizi*

Operasyon alanındaki çelişki basitleştirilmiş grafik modellemesi çizilir.

Adım 3 : *"İdeal son sonucun" formülasyonu (IFR)*

Genellikle, IFR cümlesi operasyon alanındaki sistemin teknik kısmının çelişkili gereksinimini ortaya koyar. Bazı problemlerde Adım 3'te problemin çözümü bulunabilir. Eğer böyle bir durum söz konusuysa adım 7, 8 ve 9'a gidebilirsiniz.

Adım 4: Dışarıdan madde ve alan kaynaklarının kullanımı (yararlanma)

Adım 5 : Bilgi data bankasının kullanımı (yararlanma)

Fiziksel etkiler bilgi tabanı ile bağlantılı standartlar uygulanarak problemin çözümünü düşünün.

Adım 6: Problemin tekrar formülasyonu veya değiştirilmesi

Eğer hala problem çözülmediyse, ARIZ başlangıç noktasına geri dönülmesini ve problemin üst sisteme göre tekrar formülasyon yapılmasını önerir. Bu döngü birkaç kere yapılabilir.

Aşağıdaki adımlar bir çözüm bulunduktan sonra uygulanır.

Adım 7 : Fiziksel çelişkinin giderilmesinde kullanılan metodun analizi

Bu adımın ana hedefi çözümün kalitesini kontrol etmektir. Fiziksel çelişki en ideal şekilde çözüme kavuşturuldu mu?

Adım 8 : Bulunan çözümün kullanılması

Bu adım yeni sistemin veya yan sistemlerin yerindeki etkilerinin analizine yardımcı olur. Hatta bulunan çözümü diğer teknik problemlerin çözümünde kullanılmasını da zorlar.

Adım 9 : Çözüme götüren adımların analizi

Bu adım problemin çözümünde nerede gerçek işlevi kullanıldığının ARIZ'ın önerdiğiyle karşılaştırılmasıdır. Sonuçların gerçek kullanımı için analizleri içerir.

SONUÇ

Bu makalede, TKY uygulamalarında karşılaşılan ve çözümlenmesi oldukça zor olan bazı problemlerin çözümünde kullanılabilecek alternatif bir çözüm tekniği olarak TRIZ metodolojisi tanıtılmıştır. TKY de nitel ve nicel birçok araç kullanılmaktadır. Kullanılan araçlar genellikle problemlerin belirlenmesi ve analizi için geliştirilmiştir. Belirlenen problemlerin çözümü için ise günümüzde genellikle

"beyin fırtınası" tekniği kullanılmaktadır. Oysa günümüzün hızla ilerleyen teknolojisi yeni fırsatlarla beraber çözümleri gereken birçok yeni problemi gündeme getirmektedir. Bunun yanında piyasada var olmak için sistemleri ve ürünleri sürekli geliştiren yeni çözümler üretmek zorunluluğu doğmuştur. Bu yeni problemlerin çözümü ise yeni tekniklerin kullanılması ve öğrenilmesini zorunlu kılmaktadır. TRIZ özellikle teknik problemlerin çözümünde bu ihtiyacı karşılayacak potansiyele sahip bir çözüm tekniğidir. Dünyanın önde gelen sanayi ülkelerinde TRIZ büyük bir başarı ile uygulanmakta ve üniversitelerde bir problem çözme tekniği olarak okutulmaya başlanmıştır. TRIZ metodolojisini kullanan bazı firmalar çeşitli yenilikler geliştirerek patentler almış bulunmaktadır. TKY felsefesi içerisinde önemli bir yere sahip olabileceğini düşündüğümüz TRIZ, uygulanması halinde ülkemiz sanayisine de olumlu yönde birçok katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. **G. Altshuller**, "And Suddenly the Inventor Appeared, TRIZ The Theory of Inventive Problem Solving", Technical Innovation Center. Inc. Worcester, Massachusetts, 1996.
2. **P. S. Goel, N. Singh**, "Creativity and Innovation in Durable Product Development", Computers ind. Engng, Cilt. 35, No. 1-2, 1998, s. 5-8.
3. **L. Scheuermann, Z. Zhu, S. B. Scheuermann**, "TQM Success Efforts: Use More Quantitative Or Qualitative Tools?", Industrial Management & Data Systems, Cilt. 97, No. 7, 1997, s. 264-270.
4. **D. Prestwood, P. Schumann**, "Kalite ve Yenilik", Executive Excellence, Cilt. 1, No. 10, 1998, s.18-19.
5. TRIZ Journal, <http://www.triz-journal.com>