

Kavramsal Tasarımda Zihin Haritalama ve Triz Kullanımı

Murat Mayda
muratmayda@gazi.edu.tr

H. Rıza Börklü
Prof. Dr.

G.Ü. Teknoloji Fakültesi, İmalat
Mühendisliği 06500
Teknikokullar, ANKARA

Sistemik Tasarım tüm otoritelerce en çok bilinen ve kullanılan mühendislik tasarım yaklaşımıdır. Burada tasarım işlemi; ihtiyaç belirleme, kavramsal tasarım, şekil ve detay tasarımları olarak gelişir. Kavramsal tasarım bu işlemdeki en önemli aşamadır. Çünkü bu süreçte belirlenen çözümler, tüm tasarım işlemi ve dolayısı ile ürün maliyetini oldukça etkiler. Burada; temel problemler belirlenir, fonksiyon yapıları geliştirilir, çözüm ilkeleri aranır ve birleştirilir. İşlem, temel bir çözüm (kavram) ile son bulur. Bu işlemin uzun sürmesi ve yaratıcı çözümlerin zor bulunması bu alandaki başlıca sorunlar arasındadır. Teorik çalışmalar bu tür sorunların yaratıcı problem çözme yöntemleri ile giderilebileceğini göstermiş ve bunlardan zihin haritalama ile TRIZ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi) seçilmiştir. Zihin haritalama; bir konuyu zihinde kalıcı yapma ve yaratıcı düşünme sağlar. Dolayısı ile problemi daha iyi anlama ve çözmeyi kolaylaştırır. TRIZ ise yaratıcı, yenilikçi ve özgün problem çözme sağlar. Problemlere hızlı ve yenilik düzeyi yüksek tasarım çözümleri sunabilir. Bu çalışmada geliştirilen yaklaşım kavramsal tasarım işleminde zihin haritalama ve TRIZ yöntemlerinin birlikte kullanımını mümkün kılar. Burada TRIZ, problem belirleyici ve çözücü olarak kullanılmıştır. Zihin haritalama ise tasarımı daha kolay yapar. Böylece kısa sürede ve yaratıcılık düzeyi yüksek kavramsal tasarım çözümleri sağlayan bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşım basit bir delgeç tasarımında uygulanmış ve oldukça iyi / özgün bir çözüm bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Kavramsal tasarım, TRIZ, Yenilikçi tasarım, Zihin haritalama.

1. GİRİŞ

Genel manada tasarım; “bir nesnel amaç veya ihtiyacı karşılayacak çözümler geliştirme ve oluşturmada sarf edilen tüm düşünsel faaliyetler” olarak tanımlanabilir. İlgi ve hitap alanına göre farklılıklar arz edebilir. Yani tasarım, moda ve güzel sanatlardan somut mühendislik projesi ve mimari eserlere kadar geniş bir alanı kapsar. Geçen yüzyılın ilk yarısına kadar genelde bu işlem bir çizim ve sanat faaliyeti şeklinde algılanıyordu. Ancak II. Dünya Savaşı sonrası mühendislik alanında da olgunlaşmaya başlamış ve birçok yaklaşım ortaya çıkmıştır. Özellikle son çeyrek asırlık dönemde tasarım teori ve metodolojisi alanındaki çalışmalar büyük bir ivme kazanmıştır. Çünkü küresel rekabet koşulları firmaları her geçen gün daha faydalı, kaliteli, fonksiyonel ve iş yapma yeteneği yüksek ürünler ortaya koymaya zorlamaktadır. Bu durum ise ancak

tasarımcıların daha iyi eğitim alması yanında tasarım araç, gereç ve yazılımlarının yetenek ve kalitesine bağlıdır [1, 2, 3].

Tasarım bilimi ve metodolojisi bu alanda iki önemli konudur. Bunlardan tasarım bilimi teknik sistem oluşumlarını inceleme ve analizde bilimsel yöntemler kullanır. Tasarım metodolojisi ise tasarım bilimi, bilişsel psikoloji ve pratik bazı deneyimlere dayalı somut teknik sistem tasarlamaya etki eder. Yani tasarım bilimi teknik sistem ve geliştirilme mantıklarını anlamayı sağlarken; tasarım metodolojisi, bundan da faydalanarak nasıl daha iyi veya mükemmel tasarım yapılacağını kolaylaştırır. Bu bağlamda tasarım metodolojisi yeni bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik sistemleri geliştirme ve kullanmaya da hitap eder.

Pahl ve Beitz'in Sistematiik Tasarım yaklaşımı mühendislik tasarım amaçlı tüm dünyadaki en mükemmel ve kapsamlı çalışma olarak kabul edilir [4, 5]. Burada tasarım işlemi; ihtiyaç belirleme, kavram oluşturma, şekillendirme ve detaylandırma şeklinde dört aşamada yapılır. Ayrıca bu işlemleri kolaylaştıracak / destekleyecek birçok tasarım ilke ve kuralı da önerilir. Tasarım işlemindeki en önemli aşamalardan biri kavram oluşturma veya kavramsal tasarım (KT) aşamasıdır. Çünkü burada belirlenen fikir ve stratejiler tüm tasarım işlemi ve dolayısı ile ürün maliyetini %70-80 oranda etkiler [6-8]. KT esnasında önce önemli problemler belirlenir ve sonra genel ve alt fonksiyonlar saptanır. İşlem; çözüm arama, birleştirme ve seçenek oluşturma ile sürer. Çözüm seçenekleri değerlendirilir ve bir veya birkaçı seçilir. Bu çözümler de sonraki aşamalarda daha fazla geliştirilir ve somut hale getirilir.

Son yıllarda KT alanında yoğun araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar genelde yeni tasarım çevre, temsil, yöntem, teori veya yaklaşımları geliştirmeyi amaçlar [9-13]. Yani bu çalışmalar; müşteri ihtiyaçlarını mühendislik parametrelerine aktarma, doğru ve hızlı karar verme, tasarım bilgisini yeniden kullanma vb. konular içerir. Böylece daha kolay / kaliteli tasarım yapma sağlayan yeni bilgisayar destekli sistemler geliştirilebilir. Bu olumlu gelişmelere rağmen KT'da halen önemli eksiklikler vardır. Örneğin; soyut tasarım sürecini kavrama ve uygulama zorluğu [1, 14], bu sürecin uzunluğu [2], endüstride daha az kabul görmesi [1, 3] vb. ifade edilebilir. Bu eksiklikler, klasik tasarım yerine yenilikçi bir tasarım anlayışı ile giderilebilir [3]. Bu amaçla da yaratıcı problem çözme yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemlere beyin fırtınası, zihin haritalama, TRIZ¹ (Yaratıcı Problem Çözme Teorisi) ve ASIT (İleri Sistematiik Yaratıcı Düşünme) örnek olarak gösterilebilir. Beyin fırtınası, genelde sezgisel olup, ekip halinde yaratıcı fikirler geliştirmeyi amaçlar. Sistematiik bir yol izlemekle birlikte yaratıcı çözüm garanti değildir. Çözüm bulma süresi uzun da olabilir. ASIT, TRIZ'i basitleştirme ve genelleştirmeyi amaçlar [15]. TRIZ kadar kapsamlı olmamakla birlikte kolay bir yöntemdir. Zihin haritalama; kelime, resim, sayı, renk, boyut vb. özellikler kullanarak bir konuyu zihinde kalıcı yapma ve yaratıcı düşünme sağlar. Doğrudan yaratıcı çözümler sunmadığında bile problemi daha iyi anlama ve çözmeyi kolaylaştırır. TRIZ ise yaratıcı, yenilikçi ve özgün problem çözme sağlar [16]. Problemlere hızlı ve yenilik düzeyi yüksek çözümler

¹ TRIZ, Rusça "Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch" ve İngilizce "Theory of Inventive Problem Solving" (TIPS) ifadelerinin kısaltılmış halidir ve genelde kaynaklarda "TRIZ" şeklinde yer alır.

sunabilir. Kolay öğrenilir ama TRIZ uzmanlığı için fazla tasarım tecrübesi gerekir. KT işleminde hız, zaman, yenilik, kavrama ve kolaylık gibi sorunlar yaşanmaktadır. Bunların üstesinden gelmede TRIZ (hız, zaman ve yenilik) ve zihin haritalama (kavrama ve kolaylık) kullanılabilir. Yukarıdaki diğer yöntemler kapsam itibarıyla yetersiz kalabilir.

Birçok otorite TRIZ'in önemini kabul etmiş ve mevcut yaratıcı yaklaşımlar içinde en güçlü ve sistematiik bir metodoloji olduğu vurgulanmıştır [17]. Bu kapsamda birçok akademik araştırma da yürütülmüştür [18-21]. TRIZ genelde problem çözücü olarak kullanılmış ama Kim [22], TRIZ'den problem belirleyici olarak ta faydalanmıştır. Kim, ileride oluşabilecek problemleri önceden saptayarak; tasarım, üretim ve bakım süresinin kısaltılabileceğini belirtmiştir.

Tasarım işleminde bilgi kullanma ve yeni bilgisayar destekli sistemler geliştirmede çeşitli TRIZ uygulamaları yapılmıştır. Örneğin bir çalışmada ileri bir TRIZ tabanlı teknik sistem ontolojisi geliştirilmiştir [23]. Bu çalışma özellikle patent sınıflandırmada çok yararlı olabilir. Benzer bir çalışmada ürün problemlerini çözecek ve bu bilgiyi yeniden kullanacak bir metodoloji geliştirilmiştir [24]. Bu yaklaşım QFD (Kalite Fonksiyon Dağılımı) ve TRIZ'i birlikte kullanmaktadır. Burada basit ürün problemleri kolayca çözülebilir. Diğer bir çalışmada [25], patent verilerinden çözüm bulacak bir yöntem geliştirilmiştir. Burada; metin çıkarımı, doğal dil işleme, dil dönüşüm ölçüt ve makine öğrenme yaklaşımlarından faydalanılmıştır. Örnek çalışmalarla yöntemin geçerliliği araştırılmış ve ortalama üstü (%73,38 ve %77,12) doğruluk elde edilmiştir. Öte yandan endüstriyel uygulamalarda çözüm bulma amaçlı bir çalışma yapılmıştır [26]. Burada bulanık AFP (Analitik Hiyerarşik Süreç) ve TRIZ birlikte kullanılmıştır. TRIZ araçlarından 40 prensip ve çelişki matrisine dayalı yenilikçi tasarım alternatifleri oluşturulmuştur. 40 prensibin kullanıldığı bir başka çalışmada fonksiyon tabanlı bir yaklaşım ortaya konmuştur [27]. Burada 40 prensip ve fonksiyonel temeller [28] ilişkilendirilmekte ve pratik yenilikçi çözüm bulma desteklenmektedir.

Akademik TRIZ çalışmaları genelde özel ve mevcut ürünleri geliştirme amaçlıdır. Bunlarda TRIZ daha çok doğrudan çözüm bulmada kullanılmıştır. Ancak TRIZ'e dayalı sistematiik, yenilikçi, güvenilir ve güçlü bir yaklaşım kaynaklarda rastlanmamıştır. Bunların yanı sıra problem belirleme ve çözüm oluşturmayı da destekleyecek bir yaklaşım geliştirilecektir.

Zihin haritalama yöntemi bireysel veya ekiple uygulanabilir. Genelde hiyerarşik ve rastgele zihin haritası şeklinde kullanılır. Bunlardan rastgele olanlar tasarımcıların yaratıcılık ve problem çözme kabiliyetlerini geliştirebilir [29]. Mühendislik eğitim veya tasarım işleminde zihin haritalama etkili olabilir. Örneğin endüstri mühendisliği uygulamalarına yönelik bir çalışmada [30]; çizgi, kelime ve resimleri birlikte kullanma; en fazla üç renk çeşidi ve ekip çalışmasının daha faydalı olacağı anlaşılmıştır. Benzer bir çalışma da mühendislik tasarım eğitiminde yapılmıştır [31]. Burada çeşitli öğrenci gruplarına küçük tasarım projelerine ait zihin haritaları hazırlanmıştır. Deneyime bağlı öğrencilerin proje yönetim yetenekleri artmış ve daha kaliteli zihin haritaları ortaya çıkmıştır. Son yıllarda bilgisayar ve kroki tabanlı birçok zihin haritalama aracı geliştirilmiştir. Ancak bu sistemler bazı grafik araçlarıyla sınırlıdır ve etkili bir zihin haritası oluşturmada bazen yetersiz kalabilmektedir. Bu sorun için bir grup araştırmacı tablet PC temelli ve kullanıcı merkezli bir sistem geliştirmiştir [32]. Bu sistemle daha yaratıcı ve özgün zihin haritası oluşturma ve düzenleme olasıdır. KT sürecinde zihin haritalama tek başına veya diğer yöntemlerle birlikte kullanılabilir. Böylece tasarım süresi oldukça azalabilir [33]. Örneğin hava araçları üreten bir firma, tasarım süresi 6 yıl olan bir projeyi zihin haritalama ile 6 ayda bitirmiştir [33]. Bir başka araştırmada ise beyin fırtınası, zihin haritalama, analogi ve bilgi temsilinden oluşan bilgi tabanlı bir sistem geliştirilmiştir [34]. Bu sistem web üzerinde uygulanmıştır. Böylece ağ üzerinde disiplinler arası çalışma, önemli ilişkileri giderme, yaratıcı çözümler bulma ve seçme vb. işlemler yapılabilir.

Bu çalışmada KT eksikleri ve yukarıda özetlenen kaynak araştırması doğrultusunda TRIZ ve zihin haritalama yöntemlerinin birlikte kullanılabilmesi, Pahl ve Beitz'in kavramsal tasarım aşamasını temel alan yenilikçi bir kavramsal tasarım işlemi geliştirmek amaçlanmıştır. Burada TRIZ hem problem belirleme hem de problem çözmede bir destek aracı olarak kullanılmıştır. Zihin haritalama ise tasarım sürecini daha kolay anlama, yürütme ve görsel bir çözüm geliştirme ortamı sunmada kullanılmıştır. Makale şu şekilde düzenlenmiştir: Önce TRIZ ve zihin haritalama hakkında genel bilgi verilmiştir. Sonra, TRIZ ve zihin haritalama yönteminin hangi KT adımlarında neden ve nasıl kullanılacağını gösteren bir yöntem açıklanmıştır. Arkasından bu yöntemin uygulanabilirliğini göstermek için basit bir tasarım örneği verilmiştir. Örnekte TRIZ ile kısa sürede yaratıcı çözümlere ulaşılmıştır. Zihin haritalama ile de daha görsel, kolay anlaşılır, bir tasarım süreci yönetilmiştir. Sonuç olarak TRIZ ve zihin haritalama desteği ile KT süreci kısalmış ve daha yenilikçi çözümler elde edilmiştir.

2. ZİHİN HARİTALAMA

Tony Buzan, yaratıcı düşünme ve beyin kodlama işlemine dayanan bu yöntemi 1960'lı yıllarda geliştirmiştir. Burada kelime, resim, sayı, renk, boyut vb. özellikler zihinde kalıcı şekilde ilişkilendirir. Böylece hem mevcut durumu daha iyi kavramayı hem de yaratıcı fikir keşfetmeyi sağlar. Zihin haritalama yöntemi [35]:

1. Genel zihin harita temasını sayfaya yerleştirme,
2. Alt temalar oluşturma,
3. Bunlara uygun anahtar kelime / resim kullanma,
4. Hatırlamayı kolaylaştıracak sembol ve yazılar ekleme,
5. Elemanları ilişkilendirecek görsel destek (renk, ok vb.) kullanma,
6. Yaratıcı açıdan mevcut ilişkileri yeniden düşünme şeklinde olur.

Yaratıcılığı ve kolay anlamayı desteklemesine karşın zihin haritalama yönteminde:

- Sistematik bir yol izlememe ve
- Standart tasarım çıktısı oluşturma, arşivleme ve yeniden kullanma güçlüğü vb. olumsuzluklar vardır.

Zihin haritalama yöntemi KT'yi bazı açılardan kolaylaştırabilir. Örneğin, karmaşık ve soyut KT işlemi daha basit ve görsel temalarla yürütülebilir. Böylece işlem daha somut ve kolay bir hale gelebilir. Ayrıca tasarımcı ve diğer katılımcıların (farklı disiplin, iş sahibi, müşteri vb.) tasarım problemi ve işlemini daha iyi kavramalarını sağlar. Bu durumda da disiplinler arası çalışma ortamı ve olanağı oluşur, tasarım kalitesi yükselebilir.

3. TRIZ

Altshuller, 1946'dan itibaren ileri mühendislik içerikli binlerce patent analiz ederek TRIZ'i geliştirmiştir [16]. TRIZ, uluslararası düzeyde patent bilgi ve tecrübelerine dayalı geliştirildiği için güvenilir ve yaratıcı bir problem çözme metodolojisi olarak kabul edilebilir. Uzun çalışmalar sonucu çeşitli TRIZ araçları ortaya çıkmıştır. Bu araçlar sadece teknik problem çözümünde değil aynı zamanda teknik sistemin yenilik seviyesini yükseltmede, kolay, çabuk ve etkin çözümler araştırma ve geliştirmede de kullanılabilir. Önemli TRIZ araçları şunlardır [16]: *Standart çözümler ve Madde-Alan (sufield) Analizi*, *ARIZ (Yaratıcı Problem Çözme Algoritması)*, *Özel Etikiler (fiziksel, kimyasal vb.) ve 40 Prensiptir. Standart çözümler*, teorik çözümleri sınıflandırmaya dayanır. *Madde-alan analizi*, problemleri bölgedeki iki madde ve arası alanı

(elektrik, mekanik, ısı vb.) analiz ederek problem kaynağını saptar ve standart çözümlerden faydalanarak bu problemlere çözüm arar. *Özel etkiler* fiziksel, kimyasal ve geometrik etkilerden oluşan ve doğrudan somut çözümler sunan bir listedir. *ARIZ*, zor ve karmaşık problemleri çözmeye kullanılan güçlü bir algoritmadır. Bilgi kaynağı olarak ideal problem çerçevesi, özel etkiler ve standart çözümlerden faydalanır.

TRIZ'in genel problem çözme işlemi Şekil 1'de verilen çerçevede olur. İşlem, çözülecek özel teknik bir problemi analizle başlar. Bu işlem çeşitli TRIZ yöntemleriyle yapılır. Bu yöntemler, çelişki analizi, madde-alan analizi ve ideallik yasası olarak üç gruba ayrılır. Bunlar uygulanınca özel teknik problem daha genel bir ifadeye dönüştürülür. Bu genel ifade teknik çelişki, fiziksel çelişki, madde-alan modeli veya ideal problem tarifi olabilir. Genel problem modeline en uygun genel çözüm prensibi veya ifadesi için TRIZ bilgi kaynaklarına başvurulur. Son olarak genel çözüm ifadesinden mevcut teknik probleme uygun özel çözüm ifadesi elde edilir. Bu işleme ait çözüm yeterli oluncaya kadar TRIZ döngüsü devam eder.

TRIZ'in en çok kullanılan ve ilk araçlarından biri 40 prensip ve çelişki matrisidir. Altshuller'in uzun sürede geliştirdiği 40 prensip, standart çözümlere benzemekle birlikte kapsamı daha geniştir. Mekanik çözümler yanında diğer alanlara da uygulanabilir. 40 prensip Çizelge 1'de verilmiştir. Bu

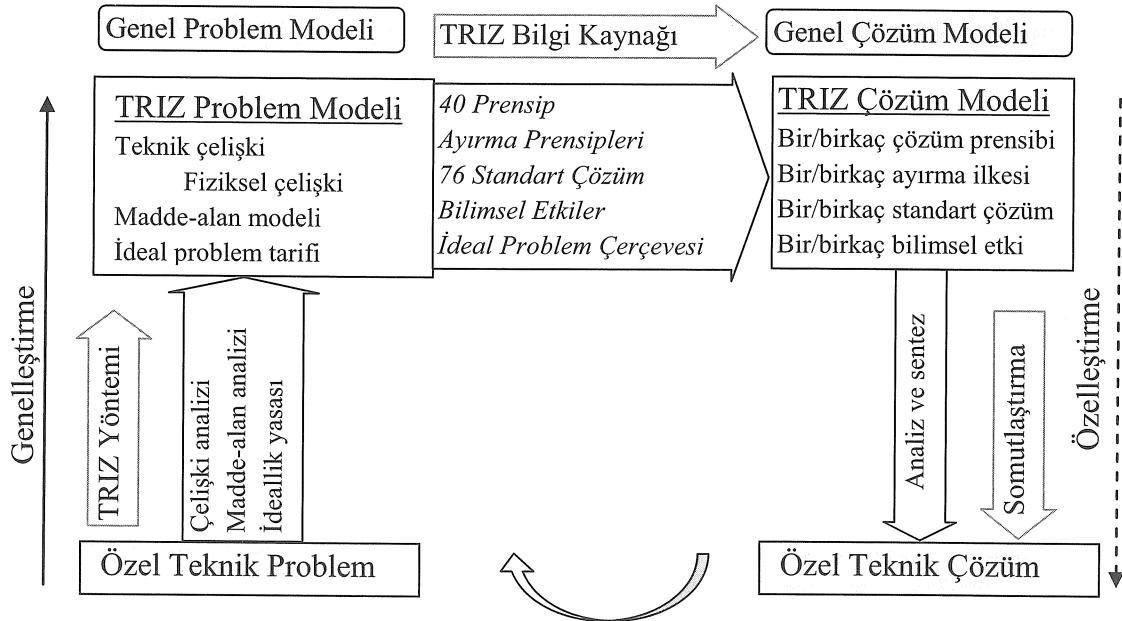
konuda daha ayrıntılı bilgi için [16] nolu kaynağa başvurulabilir.

40 prensip:

- Kolay ve pratik uygulanabilme,
- Diğer TRIZ araçlarına mesnet teşkil etme,
- Sadece mekanik değil elektrik, elektronik, sosyal vb. alana uygulanabilme,
- Problemlere genel yaklaşarak daha geniş çözüm uzayı sağlama gibi açılardan diğer TRIZ araçlarına göre avantajlar sağlamaktadır.

Buna karşın 40 prensip, ayrıntı içeren özel problemlere uygulamada yetersiz kalabilir. Böyle durumlarda madde-alan analizi, ARIZ veya standart çözümler daha etkili olacaktır. KT işleminde TRIZ araçlarından 40 prensibi uygulamanın nedeni:

- Bunun problemlere daha genel yaklaşması ve KT işleminin soyut olması (yani üst düzey bir tasarım işlemi) ve bu nedenle aralarında uyum sağlanabilme,
- Buradaki başlıkların fonksiyon tanımlarına yakın olması ve böylece çözüme daha hızlı gidilebilme,
- Kolay ve pratik uygulanması ile tasarım süresini önemli ölçüde kısaltılabilmektedir.



Şekil 1. TRIZ ile genel problem çözme işlemi

Çizelge 1. TRIZ'de yer alan 40 prensip - [16]

1. Bölme / Parçalara ayırma	2. Ayırma, çıkarma, geri alma	3. Bölgesel kalite	4. Asimetri
5. Birleştirme	6. Çok amaçlılık	7. İç içe geçebilme	8. Ağırlık dengeleme
9. Önlem alma, hataları giderme	10. Ön eylem	11. Önceden güvenilirlik sağlama	12. Eş potansiyellilik
13. Eylemi tersten düşünme	14. Küresellik	15. Dinamiklik	16. Kısmi ve aşırı eylem
17. Yeni bir boyuta taşıma	18. Mekanik titreşim	19. Periyodik eylem	20. Faydalı eylemi sürdürme
21. Eylemi hızlı yapma	22. Zararı faydaya dönüştürme	23. Geri besleme	24. Ara eleman veya nesne kullanma
25. Kendi kendine hizmet	26. Kopyalama	27. İmha edilebilme (kullanıp atma)	28. Mekanik sistem yerine farklı sistem kullanma
29. Pnömatik / hidrolik konstrüksiyon	30. Esnek zar veya ince filmler	31. Gözenekli malzemeler	32. Renk değiştirme
33. Homojenlik	34. Parçaları çıkarma ve tekrar ele alma	35. Özellik dönüşümü (parametre değişikliği)	36. Hal değişimi
37. Isıl genişleme	38. Kuvvetli oksitlendirme / oksijen sağlama	39. Nötr (etkisiz, zararsız) çevre	40. Kompozit malzemeler

4. KAVRAMSAL TASARIMDA ZİHİN HARİTALAMA VE TRIZ KULLANIMI

KT, kapsamlı bir işlemdir ve burada teknik ve ekonomik açıdan önemli çözümler aranır. Bu süreç; problem saptama, fonksiyon oluşturma, çözüm bulma ve değerlendirme şeklinde dört aşamada yapılır. Genelde çözüm değerlendirme öncesi işlemler uzun ve zahmetli olmakta ve böylece endüstri çevrelerinde daha az kabul görmektedir [2]. Bu durumun nedenleri;

- ürünle ilgili problemlerin önceden saptama zorluğu,
- soyut ve sübjektif tekniklerle geniş çözüm uzayında doğru çözümü arama çabaları,
- bulunan çözümlerin yenilik seviyelerinin her zaman istenilen düzeyde olmaması
- bu adımlarda kullanılan nitel yöntem ve tekniklerin ispatının zor olması
- tüm bu soyut işlemlerin zor kavranması ve uygulanması olarak gösterilebilir [14].

Problem saptama, fonksiyon oluşturma ve çözüm bulma adımlarını geliştirmek verimli bir KT süreci için önemlidir. Çünkü burada saptanan yaratıcı problem, fonksiyon ve çözümler ne kadar etkili ise değerlendirme sonu seçilen çözüm de o kadar etkili olacaktır. Ayrıca yineleme sayısı da aynı oranda azalacaktır. Böylece zamandan da tasarruf edilecektir.

Bu çalışmada KT sürecinin geliştirilmesi gereken ilk üç adımı olan problem saptama, fonksiyon oluşturma ve çözüm bulma üzerinde durulmuştur. Çalışmanın genel amacı; yukarıda belirtilen sorunlara TRIZ ve zihin haritalama yöntemlerini birlikte kullanarak çözüm aramaktır. TRIZ ve zihin haritalama yönteminin hangi KT adımlarında kullanılabileceği bir soru ile saptanabilir. Bu soru: "TRIZ ve zihin haritalamanın KT sürecindeki rol ve kapsamı neler olabilir?". Bu soruya cevap bulmak için TRIZ ve zihin haritalama yöntemlerinin kapsam ve sınırlılıkları belirlenmeli, KT sürecindeki rolleri tartışılmalıdır.

TRIZ, bir problem çözme teorisi olarak bilinir. Çeşitli yöntemler ve güçlü patent bilgi tabanından oluşur. TRIZ kullanan bir uzman; problemleri bölgeye yoğunlaşabilir, çözüme ait yaratıcı fikirler edinebilir veya doğrudan hızlı çözümler üretebilir. Ancak bulunan TRIZ çözümleri müşteri, şirket ve ürünün diğer ihtiyaçlarını her zaman optimum şekilde karşılayamayabilir. Bu durumda TRIZ çözümlerini değerlendirecek bağımsız araçlara (seçim kartı, değerlendirme tablosu, değer analizi vb.) ihtiyaç duyulacaktır. Değerlendirme sonunda yetersiz bulunan TRIZ çözümleri yeniden geliştirilir ve değerlendirilir. Bu döngü sonunda amaca uygun çözüm bulma olasılığı artacaktır. Başka bir açıdan bakılırsa KT süreci sonucu elde edilen çözümlerin

TRIZ ile değerlendirilmesi etkili olmayabilir. Çünkü TRIZ çözüm değerlendirme değil problem çözme odaklı bir yaklaşımı takip etmektedir. Bir çözüm değerlendirme aracı, bağımsız ve değişken ihtiyaçları (iş, müşteri, ürün yaşam döngüsü ihtiyaçları vb.) dikkate alarak çalışmaktadır. TRIZ ise patent bilgisine bağlı kalır ve sabit prensiplerden oluşmaktadır. Sonuç olarak TRIZ, tasarım faaliyetinde sadece problemleri saptama ve çözmeye önemli katkılar sunabilir, çözüm değerlendirmede ise yetersiz kalabilir.

Zihin haritalama yöntemi herhangi bir problemi veya konuyu kavrama, analiz etme ve öğrenmede önemli katkılar sağlamaktadır. Model olarak insan düşünce sistemini örnek alır. Yazı, resim, ok ve bunların çeşitli şekilleriyle anlamsal ağlar kurarak insanların konuyu daha iyi kavraması, kapsamlı ve yaratıcı yaklaşmasını sağlar. Böylece zihin haritalama, KT sürecini yönetmede etkin bir şekilde kullanılabilir. Özellikle tasarım görevine uygun problem saptama, fonksiyonlar oluşturma, çözümler araştırma adımları ve bunla arası ilişkiler görsel zihin haritalarıyla desteklendiğinde tasarımcıya pek çok fayda sağlayabilir. Ancak zihin haritalama değerlendirme adımında kullanıldığında detaylı bir karar işlemi yapılamaz. Çünkü bir tasarım çözümünü değerlendirmek için çok fazla ölçüt gerekir. Bu ölçütlerle zihin haritalarının birlikte kullanımı karmaşık bir yapı oluşturabilir. Böyle bir yapı ise diğer değerlendirme araçlarına nazaran önemli bir üstünlük içermeyebilir.

TRIZ ve zihin haritalama ile KT'ye ait sorunların önemli bir kısmı giderilebilir. Bu sorunlar ve bunları çözmeye kullanılacak yöntemler aşağıda verilmiştir:

1. Problemleri önceden saptama - TRIZ (problem bulucu)
2. Yenilikçi çözümlere kısa sürede ulaşma - TRIZ (problem çözücü)
3. Tasarım sürecini kolay ve etkin yönetme - Zihin haritalama (görsel temsil edici)

Sistematik tasarımdaki KT işlem adımları ve bu işlemi geliştirmede kullanılan yöntemlerle ilişkili adımlar, Şekil 2'de gösterilmiştir. Buradaki iki adıma doğrudan TRIZ uygulanmıştır. Bunlar: önemli

problemleri belirleme ve alt fonksiyonlara çözüm arama adımlarıdır. Zihin haritalama ise problem, alt fonksiyon ve çözümlerin grafiksel temsiline kullanılmıştır.

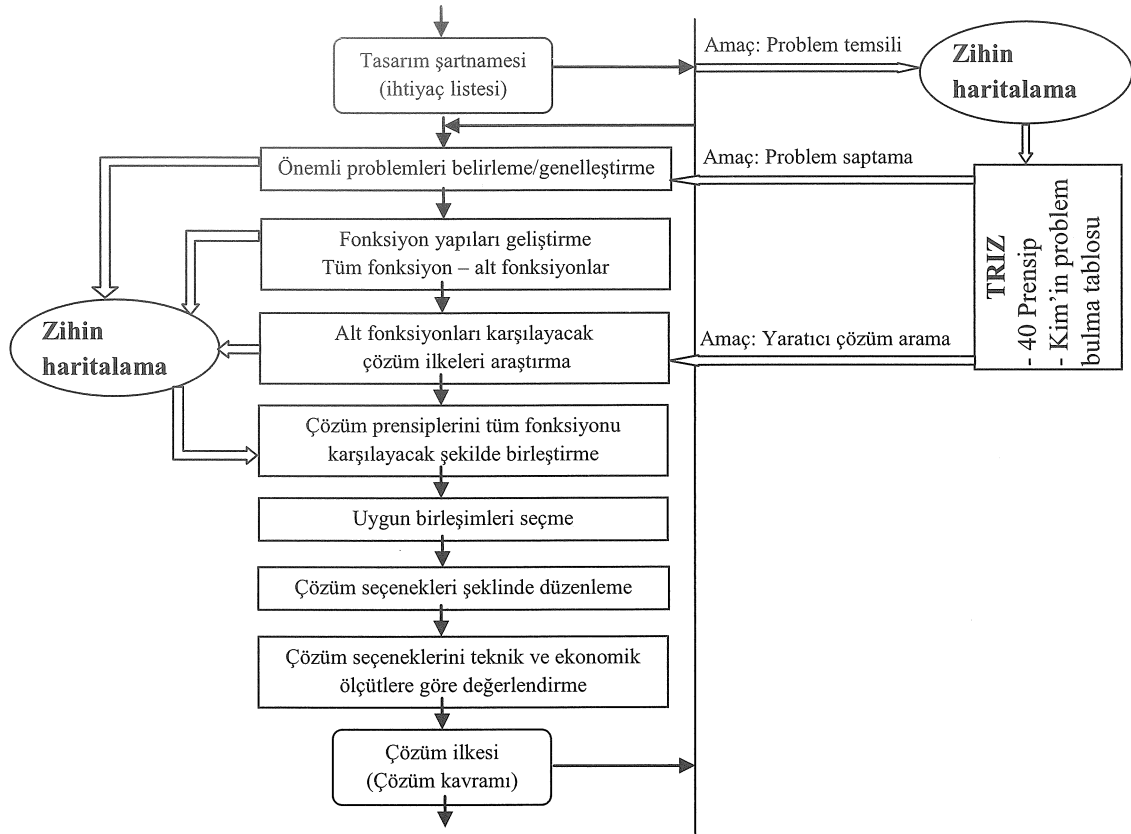
KT'nin değerlendirme adımı bu çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Çünkü:

- Değerlendirme işlemi üzerine yapılan araştırmalar tatminkâr bir düzeydedir.
- KT sorunları genelde değerlendirme öncesi oluşur.
- TRIZ ve zihin haritalama yöntemleri değerlendirmeye önemli katkı sağlayamayabilir.
- Tasarımcı yaratıcılık yeteneğini artırma genelde değerlendirme öncesi olabilir.

TRIZ ve zihin haritalama yöntemi ile geliştirilen yeni KT sürecinde değerlendirme aşamasına kadar olan işlem sırası şöyle olabilir:

1. Tasarım şartnamesindeki ihtiyaçları kapsayan genel problem başlıkları belirlenir.
2. Problem başlıklarından hareketle TRIZ ile daha detaylı problem tanımı yapılır (Çizelge 2'de verilen Kim'in [22] problem bulma çizelgesi kullanılır).
3. Problem başlıklarına uygun alt fonksiyonlar oluşturulur.
4. Alt fonksiyonlara TRIZ ile yaratıcı çözümler aranır (40 prensip kullanılır).
5. Bu çözümlerin yaratıcı problemleri karşılayıp karşılamadığını kontrol edilir.
6. Tüm bu işlemleri zihin haritalarıyla görselleştirilir.

Buraya kadar hızlı, yenilikçi ve yaratıcı bir kavramsal tasarım işleminin nasıl olabileceğine ait teorik analiz ve sentez yapılmıştır. Bu teorik çerçevenin uygulanabilirliği bir örnek tasarımla gösterilebilir. Böylece işlem somut bir şekilde anlaşılabilir. Burada basit bir örneğin seçilmesi daha faydalı olabilir ve bu yüzden delgeç seçilmiştir. Mevcut bir delgeç tasarımının yeni KT çerçevesi ile nasıl geliştirildiği sonraki bölümde ayrıntılı olarak gösterilecektir.



Şekil 2. KT işlemini [6] TRIZ ve Zihin haritalama yöntemleri ile destekleme

Çizelge 2. Kim'in problem bulma çizelgesi [22]

40 Prensip	Problem çözme yöntemi	Problem bulma kuralı
1, 2, 3	Böl/ayırıştır	Bölünmeme
5,6	Bölme/birleştir	Bölünme
7, 17, 9, 10, 11	Kaynak bul	Kaynak eksikliği
16, 21, 27, 34, 18, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 39	Verimliliği artır	Düşük verimlilik
15, 29, 30, 31	Dinamiklik veya esneklik sağla	Katı veya durağan
23	Geri bildirim artır	Yetersiz geri bildirim
23, 25	Kontrolü artır	Yetersiz kontrol
26, 32	Ölçümü artır	Yetersiz ölçüm
33	Homojenlik sağla	Farklı yapı
14, 15, 29, 30, 31, 40	Dayanımı artır	Yetersiz dayanım
21, 22	Zararı ortadan kaldır	Zararlı
24, 26	Dolaylı kullanım	Doğrudan kullanım
12, 13, 19, 20	Koşulu değiştir	Farklı koşul
4, 8	Asimetri, simetri	Denge, dengesizlik
1, 8, 25, 28, 29, 30, 31, 40	Ağırlığı azalt	Ağırlık

5. ÖRNEK ÇALIŞMA: DELGEÇ KAVRAMSAL TASARIMI

Delgeç, standart delik çapı ve aralık mesafesine göre kâğıt destesini (A4, A5 vb.) insan kuvvetiyle delen basit bir sistemdir. Ofislerde sıkça kullanılan örnek bir delgeç, Şekil 3'te gösterilmiştir. Burada amaç, mevcut bir delgeç sistemini yenilikçi açıdan tekrar geliştirerek özgünlük düzeyini yükseltme ve böylece bu yeni yaklaşımın faydalarını göstermektir.



Şekil 3. Örnek bir delgeç

Yenilikçi bakış açısıyla ideal bir delgeç tanımlamak gerektiğinde; "en az insan gücü kullanan, en az yer kaplayan, ergonomik, en ucuz, en hafif bir delgeç" tanımı yapılabilir.

5.1. Genel Problemleri Belirleme ve TRIZ ile Yaratıcı Çözümler Bulma

Delgeçe ait varsayılan genel problem tanımları ve ilgili problem başlıkları aşağıdaki olabilir.

- Kâğıt destesi en az insan kuvvetiyle delinmeli (kuvvet)
- En az 70 sayfayı bir defada delinmeli (kapasite)

- Delme işlemi öncesi kâğıt destesi kolaylıkla ortalanmalı (hizalama)
- Delme işlemi sonrası iz, çapak, katlanma olmamalı (iz, çapak)
- Kâğıt atıkları etrafa dağılmamalı ve kâğıt haznesi tam kapasite dolmalı (atıklar)

Genel problem tanımları artırılabilir ya da geliştirilebilir. Burada genel problem tanımları, beş ana problem başlığında (kuvvet, kapasite, hizalama, iz-çapak ve atıklar) toplanabilir. Bundan sonraki süreçte TRIZ kullanılarak çözüme yönelik yaratıcı problem veya çözüm tanımları aranır. Yaratıcı çözüm tanımları fonksiyonlara çözüm aramada tasarımcıyı doğrudan çözüme odaklamayı amaçlar. Böylece çözümlere hızlı bir şekilde ulaşılabilecektir. Kim'in problem bulma çizelgesine [22] göre delgeçe ait problem/çözüm bulma süreci Şekil 4'te verilmiştir.

Çözüm tanımı aranırken önce genel problem başlığına uygun problem kuralı aranır. Örneğin "hizalama" ve "iz" başlıklarına en uygun problem bulma kuralı "kaynak eksikliği" olabilir. Çünkü kaynak eksikliği, problemin olduğu noktadaki eksiklik veya olumsuzlukları yeni kaynaklarla önleme amaçlı bir kuraldır. Çizelgeye göre kaynak eksikliği kuralına göre "kaynak bul" çözümüne 7, 17, 9, 10, 11 nolu TRIZ prensipleri önerilir. Bunlardan 10. prensip seçilmiştir. Seçim yapılırken her TRIZ prensibinin çözülecek probleme uygunluğu tartışılır ve probleme en yakın olan prensip seçilir. Analiz ve seçim işlemi uzmanın TRIZ bilgi ve tecrübesine göre değişebilir.

40 Prensip	Problem çözme yöntemi	Problem bulma kuralı	
1, 2, 3	Böl/ayırıştır	Bölünmeme	
5,6	Bölme/birleştir	Bölünme	
7, 17, 9, 10, 11	Kaynak bul	Kaynak eksikliği	← Hizalama ve iz
16, 21, 27, 34, 18, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 39	Verimliliği artır	Düşük verimlilik	← Kapasite, iz ve çapak
15, 29, 30, 31	Dinamiklik veya esneklik sağla	Katı veya durağan	← Kuvvet
23	Geri bildirim artır	Yetersiz geri bildirim	
23, 25	Kontrolü artır	Yetersiz kontrol	
26, 32	Ölçümü artır	Yetersiz ölçüm	
33	Homojenlik sağla	Farklı yapı	
14, 15, 29, 30, 31, 40	Dayanımı artır	Yetersiz dayanım	
21, 22	Zararı ortadan kaldır	Zararlı	
24, 26	Dolaylı kullanım	Doğrudan kullanım	
12, 13, 19, 20	Koşulu değiştir	Farklı koşul	
4, 8	Asimetri, simetri	Denge, dengesizlik	← Atıklar
1, 8, 25, 28, 29, 30, 31, 40	Ağırlığı azalt	Ağırlık	

Şekil 4. Kim'in problem bulma çizelgesine [22] göre delgeçe yaratıcı problemler saptama

Aşağıda hizalama ve iz problemlerine 10. prensibe göre problem/çözüm tanımları yapılmıştır. Daha sonra diğer problem başlıklarında da aynı yolla TRIZ çözüm tanımları aranmıştır.

1) Hizalama ve iz problemlerine 10. prensibe göre çözüm arama:

10. Prensipten: Ön eylem

A- Bir nesneye, gerekli değişiklikleri tamamen veya kısmen önceden uygulamak.

B- En uygun konum ve hızda faaliyete geçecek şekilde nesnelere önceden yerleştirmek.

10. prensibe göre hizalama ve iz problemlerine en uygun çözüm tanımı şöyle yapılabilir: “Kağıt destesi delinmeden önce kolay bir şekilde ortalanmalı ve deste sabitlenmelidir”. Böylece hızlı ve sarsıntısız bir delme işlemi yapılabilir. Kâğıtlarda daha az iz görülebilir.

2) Kapasite ve çapak problemlerine 16. ve 21. prensiplere göre çözüm arama:

16. Prensipten: Kısmi veya aşırı eylem

A- Arzulanan etkiye %100 ulaşmak zorsa bu etkiyi daha az veya fazla uygulamak.

16. prensip incelendiğinde kapasite problemlerine en uygun çözüm tanımı şöyle olabilir: “Kâğıt destesini delme işleminde yüksek kuvvete ihtiyaç vardır”. Yüksek kuvvet uygulayarak daha çok kâğıt delinebilir.

21. Eylemi hızlı yapma

A- Zararlı ve tehlikeli işlemleri çok yüksek hızlarda yapmak.

21. prensibe göre çapak problemlerine en uygun çözüm tanımı şöyle yapılabilir: “Delme işlemi hızlı yapılmalıdır”. Böylece çapakların delinmiş kâğıt üzerinde kalma ihtimali azalabilir.

3) Kuvvet problemlerine 15. prensibe göre çözüm arama:

15. Dinamiklik

A- Bir nesnenin veya dış ortamın karakteristikleri, operasyonun her aşamasında optimal performans sağlayacak şekilde değiştirilmelidir.

B- Nesne hareketli değilse hareketli veya tam tersi yapılmalıdır. Böylece değiştirilebilir hareket sağlanmalıdır.

C- Nesneyi, birbirine bağlı olarak pozisyonları değiştirebilen elemanlara ayırmak.

15. prensibe göre kuvvet problemlerine en uygun çözüm tanımı şöyle olabilir: “Kol mekanizması, en az insan kuvvetiyle en çok basma kuvveti oluşturabilmelidir”. Az insan kuvvetiyle daha çok kuvvet üretmede moment mesafesini uzatmak ilk akla gelen çözümdür.

4) Atık problemlerine 4. prensibe göre çözüm arama:

4. Asimetri

A- Simetrik biçimleri asimetrik biçimlerle değiştirmek.

B- Eğer bir nesne asimetrik ise asimetri derecesini artırmak.

4. prensibe göre atık problemlerine en uygun çözüm tanımı şöyle yapılabilir: “Atık haznesi kâğıt atıkların kayabileceği asimetrik eğimli bir yüzey içermelidir”. Bu yüzey sayesinde atıklar kolayca kayar ve hazne tamamen doluncaya kadar sistem tıkanmadan çalışabilir.

Çözüm ararken; eşleştirilen problem kuralları, TRIZ prensiplerinin seçimi ve çözüm tanımları tasarımcının tecrübesine göre değişebilir. Burada bulunan çözüm tanımları geliştirilebilir esnekliğine sahiptir. Yukarıda genel problem başlıklarına uygun 5 ayrı yaratıcı çözüm tanımı yapılmıştır. Bunlar aşağıda P1, P2, Pn şeklinde ifade edilebilir.

P1 Kâğıt destesi delinmeden önce kolay bir şekilde ortalanmalı ve deste sabitlenmelidir.

P2 Kâğıt destesini delme işleminde yüksek kuvvete ihtiyaç vardır.

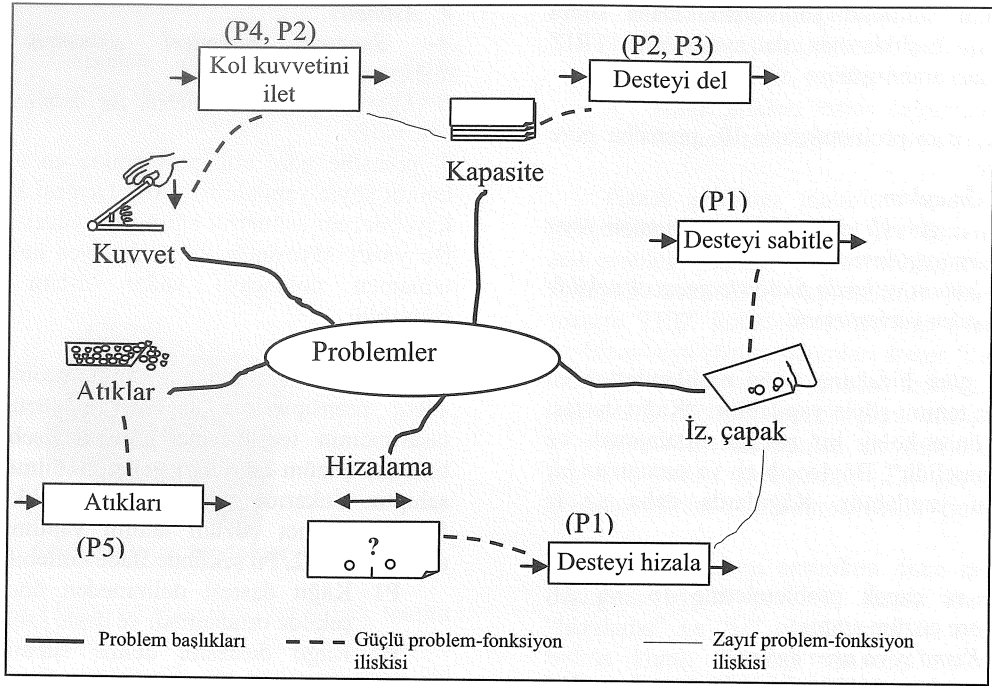
P3 Delme işlemi hızlı bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

P4 Kol mekanizması, en az insan kuvvetiyle en çok basma kuvveti oluşturabilmelidir.

P5 Atık haznesi kâğıt atıklarının kayabileceği eğimli asimetrik bir yüzey içermelidir.

5.2. Problem Başlık, Çözüm Tanım ve Alt Fonksiyonları Zihin Haritasıyla Gösterme

Yaratıcı çözüm tanımları yapıldıktan sonra alt fonksiyonlar belirlenmelidir. Alt fonksiyonları belirlemede genel problemlerden faydalanılabilir. Tasarım sistemine ait temel problemlere dayalı alt fonksiyonlarla oluşturulan bir sistem daha yenilikçi ve çözüm odaklı olacaktır. Delgeç örneğinde alt fonksiyonlar genel problem başlıklarıyla ilişkilendirilerek belirlenmiştir. Delgeç ait alt fonksiyonlar, ilişkili oldukları genel problem başlıkları ve yaratıcı çözüm tanımları, Şekil 5’te zihin haritasıyla gösterilmiştir. Örneğin, “kol kuvvetini ilet” fonksiyonu “kuvvet” problemini doğrudan, “kapasite” problemini ise dolaylı karşılamaktadır. Öte yandan “kol kuvvetini ilet” fonksiyonu, P4, P2 nolu çözüm tanımlarını da içermektedir. Özellikle çözüm tanımları doğrudan TRIZ çözümlerine işaret ettiği için alt fonksiyonlara çözüm arama adımında önemli kolaylıklar sağlayabilir. Diğer taraftan zihin haritasıyla KT adımlarını birbiriyle ilişkilendirmek yapılan tasarım faaliyetini daha iyi kavramayı sağlayacaktır.



Şekil 5. Problemler ve fonksiyonlar arası ilişkinin zihin haritası

5.3. Alt fonksiyonlara TRIZ ile Çözüm Arama ve Zihin Haritası ile Gösterme

Sıradaki işlem alt fonksiyonları karşılayan çözümleri bulmaktır. Burada çözüm bulma aracı olarak TRIZ'in 40 prensibi kullanılmıştır. Her fonksiyon için tüm prensipler tamamen taranmış, içlerinden uygunları seçilmiş ve en uygun prensiplere göre düşünülen çözüm kroki olarak çizilmiştir. Delgeç alt fonksiyonlarına bulunan çözümler Şekil 6'da zihin haritası ile gösterilmiştir. Burada çözümler krokiler halinde çizilmiştir. Ayrıca çözümlerin hangi TRIZ prensiplerine göre tasarlandığı belirtilmiştir.

Örnek olarak "desteyi hizala" alt fonksiyonuna çözümlerin TRIZ prensiplerine göre nasıl belirlendiği aşağıda açıklanmıştır.

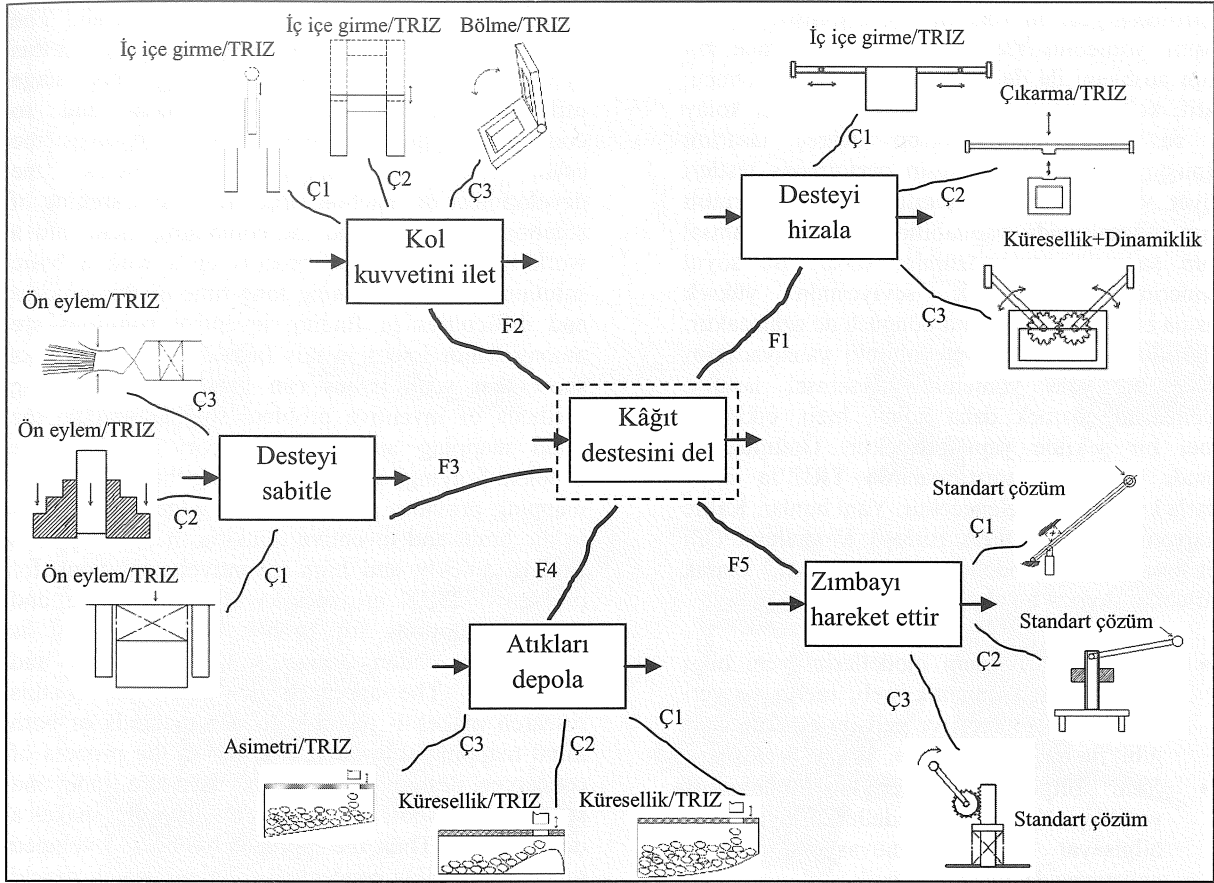
Çözüme ulaşmak için 40 prensibin tamamı ayrı ayrı incelenmiştir. İnceleme sonucunda dört prensibe dayalı üç çözüm alternatifi belirlenmiştir. Çözümlerden ikisi tek prensibe, birisi iki prensibe dayanır. Bu prensipler: *İç içe geçebilme*, *çıkarma*, *küresellik+dinamiklik* olabilir. Bu sayı artırılabilir ve birden fazla prensipten tek çözüm üretilebilir. Çözüm alternatifleri olarak:

- 1. çözümde, *iç içe geçme* prensibiyle iç içe girebilen ve uzayıp kısalabilen bir kâğıt ortalama çubuk veya mekanizması düşünülmüştür. Bu mekanizma A4, A5

veya standart olmayan değişken boyutlu kâğıtları bile ortalayabilir. Ayrıca kullanılmadığı zamanlarda küçültülerek sistemin daha az yer kaplaması sağlanır.

- 2. çözümde, *çıkarma* prensibiyle çıkarıp takılabilen bir kâğıt ortalama çubuğu düşünülmüştür. Kullanılmazsa, çıkarılır ve sistemin daha az yer kaplaması sağlanır.
- 3. çözümde, *küresellik* ve *dinamiklik* prensipleri birleştirilmiştir. Burada bir çark çiftine kollar bağlanmıştır. Bir kol döndüğünde diğeri de ters yönde döner ve kollar arası mesafe azalır artar. Böylece kâğıtlar kolayca ortalayabilir. Burada dönme hareketi *küresellik*, kolların birlikte hareketi *dinamiklik* prensibiyle açıklanabilir.

Diğer alt fonksiyonların çözümlerinde de aynı yol takip edilmiştir. Her alt fonksiyona en az üç çözüm bulunmuştur. Bu çözümler çoğaltılabilir veya geliştirilebilir niteliktedir. Burada her alt fonksiyon F1, F2, Fn; her çözüm ise Ç1, Ç2, Çn şeklinde gösterildiğinde 1. alt fonksiyonun 1. çözümü F1.Ç1 olarak ifade edilebilir. Bu tür kodlama türü özellikle bilgisayar destekli kavramsal tasarım çalışmalarında faydalı olabilir.



Şekil 6. Delgeç alt fonksiyonlarına ait çözümler ve zihin haritası ile gösterimi

Çözümlerin bir araya getirilmesiyle delgeç sistemi oluşturulacaktır. Örneğin F3.Ç1, F1.Ç1, F2.Ç3, F5.Ç3, F4.Ç1 örnek bir çözümler birleşimine ait sistemin katı modeli Şekil 7'de gösterilmiştir. Burada delgeç sistemi tam ve düşük kapasite çalışma halleriyle gösterilmiştir. Sonuç olarak yaratıcı problem çözme teknikleriyle yürütülen bir KT süreciyle:

- Basit bir tasarımda bile patent düzeyinde çözümlere hızlı ulaşılabildiği,
- Tasarım sürecinin kolay ve anlaşılır şekilde yönetilebildiği,
- Böylece tasarım süresinin kısaltılabildiği görülmüştür.

Kavramsal tasarım çözümleri nihai çözüm olmayıp tasarımcıyı kesin çözüme götürmeyi amaçlar. Burada bulunan çözümler, tasarım çözümüne ait ilke ve strateji kapsamlı fikirlerdir. Bu soyut ve düşünsel bulgular sonraki tasarım

aşamalarını etkiler ve yönlendirirler. Kavramsal çözümlerin isabet ve yaratıcılık düzeyine bağlı olarak ileri aşamalarda olası işlem döngüleri azalacaktır. Dolayısı ile kavramsal aşamada elde edilen bulgular tüm tasarım çözümü üzerinde hayati bir yer ve öneme sahiptir.

6. SONUÇ

Kavramsal tasarım, mühendislik tasarım işlemindeki en önemli aşamalardan biridir. Çünkü burada belirlenen fikir ve kavramlar sonraki işlemler yanında ürünün kalitesini de doğrudan etkiler. Bu nedenle son yıllarda bu alanda yoğun araştırma çalışmaları yapılmıştır. Ancak, uzun işlem ve fikir bulma süresi, zor tasarım yönetimi ve hayati önemine rağmen endüstride rağbet görmemesi, çözümü gerekli konular arasındadır. Bu araştırma kapsamında bu tür sorunlar çözülmeye çalışılmış, bu amaçla zihin haritalama ve TRIZ yöntemleri kullanılmıştır. Burada Sistemik Tasarım yaklaşımındaki kavramsal tasarım işlemi esas alınmış ve diğer tekniklerle

birleştirilerek yeni bir yöntem elde edilmiştir. Ayrıca bu yeni yöntemin nasıl uygulanacağı örnek bir tasarım problemi ile de gösterilmiştir. İşlem sonucu; portatif, kolay kullanılan, yüksek kapasitede, kolay imal ve monte edilebilir bir delgeç tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımın kesin performans testleri (malîyet, verim vb.) ancak şekillendirme ve ayrıntılı tasarım aşamalarında yapılabilir. Çünkü kavramsal tasarım sadece soyut çözümler sunar. Bu soyut çözümlerin mükemmellik seviyesinin yüksek olmasına bağlı olarak tasarım döngüsü de azalacaktır. Bu durum da genel maliyete olumlu yansıtacaktır. Böylece bu yeni yöntemle kavramsal tasarım problemlerini çözmek daha kolay, hızlı, etkin ve yaratıcı bir şekilde yapılabilecektir. Önümüzdeki dönemde yapılacak araştırmalarda TRIZ'in diğer araçlarla kullanımı incelenecektir. Yani bunlar; Kalite Fonksiyon Yayılımı (QFD), Birleşik Modelleme Dili (UML) ve Sistem Modelleme Dili (SysML) olarak belirtilebilir. Ayrıca bu alanda:

- Yenilikçi KT işlem modellerini yeni bilgi teknolojileri (semantik web, metin ve veri çıkarımı, kaos teori ve gelişim algoritmaları gibi) ile bütünleştirme ve
- Yeni bilgi teknolojileriyle bütünleşmiş yenilikçi KT işlem modellerini uygulayan bilgisayar destekli inovasyon araçları geliştirme de ele alınabilir.

THE USE OF MIND MAPPING AND TRIZ IN CONCEPTUAL DESIGN

The systematic design is an approach of engineering design which is the most known and used by all authorities. The design process here progress as the determination of requirements, conceptual

design, designs of embodiment and detail. The conceptual design is the most important stage in this process. Solutions obtained during this stage influence the whole design process and so considerably the costs of products. It involves: the establishment of fundamental problems, the development of function structures, the searching of solution principles, and the combining them into a working structure. The process ends with a basic solution (concept). Taking long time of this process and difficulties in finding inventive solutions are among major issues in this field. Theoretical works show that such issues can be tackled by using methods of inventive problem solving and so the mind mapping and TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) are chosen among them. The mind mapping provides retaining knowledge permanently in the brain and inventive thinking. It also supports finding quickly and high inventively solutions for problems. TRIZ provides creative, inventive and original solutions for problems. Therefore it is possible to obtain design solutions quickly and inventively. The approach developed during this research makes it possible to use methods of both mind mapping and TRIZ together in the process of conceptual design. Here TRIZ is used as a finder and solver of problems while the mind mapping makes a design easier. Thus, the approach has been developed to support finding conceptual solutions which should be obtained in a short time and have a high inventive level. The approach has been applied in the design of a simple punch and found a very good and original solution.

Keywords: Conceptual design, TRIZ, Innovative design, Mind mapping.



Şekil 7. Örnek bir delgeç tasarım birleşimine ait katı modeller

6. KAYNAKLAR

- 1- Maria C. Yang, "Design Methods, Tools, and Outcome Measures: A Survey of Practitioners", ASME Conf. Proc. (2007), 217.
- 2- Birkhofer, H., "The Future of Design Methodology", London, UK: Springer; 1st Edition, (2011), p. 1-314.
- 3- T. Tomiyama, P. Gu, Y. Jin, D. Lutters, Ch. Kind, F. Kimura, Design methodologies: Industrial and educational applications, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 58(2) (2009), 543-565.
- 4- Xu, C., Computational Foundations For Computer Aided Conceptual Design of Multiple Interaction-State Mechatronic Devices, Doctoral Dissertation, USA, 2005.
- 5- Kurtoglu, T. , Tumer, I., Y. and Jensen, D., C., A functional failure reasoning methodology for evaluation of conceptual system architectures, Research in Eng. Design, 21(4) (2010), 209-234.
- 6- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. and Grote, K. H., Engineering Design – A Systematic Approach, Springer Verlag, 3. Baskı, London, UK , 2007.
- 7- Chong, Y., T., Chen, C.-H. and LeongRes , K.F., A heuristic-based approach to conceptual design, Research in Engineering Design, 20 (2009), 97–116.
- 8- Li, W., Li, Y., Wang, J. and Liu, X., The process model to aid innovation of products conceptual design, Expert Systems with Applications, 37 (2010), 3574–3587.
- 9- Chang, X., Sahin, A. and Terpenney, J., An ontology-based support for product conceptual design", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 24 (2008), 755–762.
- 10- Malak, R., Aughenbaugh J., M. and Paredis C., Multi-attribute utility analysis in set-based conceptual design, Computer-Aided Design, 41 (2009), 214-227.
- 11- Christophe, F., Bernard, A. and Coatanéa, É., RFBS: A model for knowledge representation of conceptual design, CIRP Annals – Manufacturing Technology, 59 (2010), 155–158.
- 12- Zhang, Z. and Chu, X., A new approach for conceptual design of product and maintenance, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 23: 7 (2010), 603 - 618.
- 13- Uflacker M. and Zeier, A., A semantic network approach to analyzing virtual team interactions in the early stages of conceptual design, Future Generation Com. Systems, 27 (2011), 88-99.
- 14- Badke-Schaub, P., Daalhuizen, J. and Roozenburg, N., "Towards a Designer-Centred Methodology: Descriptive Considerations and Prescriptive Reflections", In: The Future of Design Methodology book. ed. / Herbert Birkhofer. London, UK: Springer, (2011), 177-196.
- 15- Nakagawa, T., "Creative Problem-Solving Methodologies TRIZ/USIT: Overview of My 14 Years in Research, Education, and Promotion", The Bulletin of the Cultural and Natural Sciences, Osaka Gakuin University, 64 (2012), 1-5.
- 16- Genrich Altshuller, TRIZ keys to technical innovation, Technical Innovation Center, INC. WORCESTER, MA, 2005.
- 17- Kucharavy, D., Theoretical Grounding and Principles of TRIZ, INSA, Laboratory of Engineering Design, Graduate School of Science and Technology, Strasbourg, 2006.
- 18- Changqing, G., Creative conceptual design ideas can be gotten with TRIZ methodology, Proc. of the TRIZ Conference, School of Mechanical Engineering, Shandong University, Jinan, 2005.
- 19- Rantanen, K. and Domb, E., Simplified TRIZ: new problem-solving applications for engineers & manufacturing professionals, CRC Press, USA, (2002), 7-8.
- 20- Fresner, J., Jantschgi, J., Birkel, S., Barnthaler, J. and Krenn, C., The theory of inventive problem solving (TRIZ) as option generation tool within cleaner production projects, Journal of Cleaner Production, 18 (2010), 128–136.
- 21- Butdee, S. and Vignat, F., TRIZ method for light weight bus body structure design, Journal of achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2, 31 (2008), 456-462.
- 22- Kim, I., 40 Principles as a Problem Finder, Technical Report, Korea, 2004.
- 23- Prickett, P. and Aparicio, I., The development of a modified TRIZ Technical System ontology, Computers in Industry, 63 (2012), 252–264.
- 24- Vezzetti, E., Moos, S., and Kretli, S., A product lifecycle management methodology for supporting knowledge reuse in the consumer packaged goods domain, Computer-Aided Design, 43 (2011), 1902–1911.
- 25- Li, Z., Tate, D., Lane, C. and Adams, C., A framework for automatic TRIZ level of invention estimation of patents using natural language processing, knowledge-transfer and patent citation metrics, Computer-Aided Design, 44 (2012), 987–1010.

- 26- Li, Te-S. and Huang, H.-H. Applying TRIZ and Fuzzy AHP to develop innovative design for automated manufacturing systems, *Expert Systems with Applications*, 36 (2009) 8302-8312.
- 27- Nix A., A., Sherrett B. and Stone R.B., A Function Based Approach to TRIZ, *ASME Conf. Proc.*, (2011), 285.
- 28- Hirtz, J. et al., A Functional Basis for Engineering Design: Reconciling and Evolving Previous Efforts, *Research in Engineering Design*, 13(2) (2002), 65-82.
- 29- Kokotovich, V., Problem analysis and thinking tools: an empirical study of non-hierarchical mind mapping, *Design Studies*, 29 (2008), 49-69.
- 30- Lin, C.-C. and Shih, D.-H., "Mind Mapping: A Creative Development in Industrial Engineering Education", *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2009. *WiCom '09*, 5th International Conference on, vol., no., pp.1-4, 24-26 Sept. 2009.
- 31- Eggermont, M., Brennan, R. and Freiheit, T., "Improving A Capstone Design Course Through Mindmapping, *Advances in Engineering Education*", Volume 2, Number 1, Spring 2010.
- 32- Chik, V., Plimmer, B. and Hosking, J., "Intelligent mind-mapping", In *Proc. of the 19th Australasian conf. on Computer-Human Interaction: Entertaining User Interfaces (OZCHI '07)*. ACM, New York, NY, USA, (2007), 195-198.
- 33- Chen J., "The using of mind map in concept design", *Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design, CAID/CD 2008*, 9th Int. Conf. on, vol., no., 1034-1037 (2008), 22-25.
- 34- Salah F. and Abdalla, H., "A knowledge-based system for enhancing conceptual design", *Int. J. Computer Applications in Technology*, Vol. 40, 23-36 (2011), Nos. 1/2.
- 35- Buzan, T., *The Mindmap Book*, BBC Books, London, 1993.