

**YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ (TRIZ) İLE KARTON
AMBALAJLARDAKİ YIRTIKMA PROBLEMİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

Abdurrahman TÜKENMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKNOLOJİ VE İNOVASYON YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2018

AMASYA

**YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ (TRIZ) İLE KARTON
AMBALAJLARDAKİ YIRTIKMA PROBLEMİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ**

Abdurrahman TÜKENMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKNOLOJİ VE İNOVASYON YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mehmet KARA

İkinci Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Levent UĞUR

Haziran 2018

AMASYA

Abdurrahman TÜKENMEZ tarafından hazırlanan “**Yaratıcı Problem Çözme Tekniği (Triz) ile Karton Ambalajlardaki Yırtılma Probleminin İyileştirilmesi**” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARA

Tez Danışmanı, Teknoloji ve İnovasyon Yönetimi Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Levent UĞUR

İkinci Danışmanı, Teknoloji ve İnovasyon Yönetimi Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Teknoloji ve İnovasyon Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Metin YAVUZ (Başkan)

Fizik Anabilim Dalı, On dokuz Mayıs Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet KARA

Fizik Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Doç. Dr. Arif GÖK

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Tarih: 01/06/2018

Bu tez ile Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Abdurrahman TÜKENMEZ



**YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEKNİĞİ (TRIZ) İLE KARTON
AMBALAJLARDAKİ YIRTIILMA PROBLEMİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Abdurrahman TÜKENMEZ

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2018**

ÖZET

Bu çalışmada, karton koliler yardımı ile ürün sevkiyatı yapan bir firmanın karşılaştığı bir problemin çözümü ele alınmıştır. Beyaz eşya sektöründe Dünya çapında üretim yapan bir firma üretim yaptığı ürünleri karton koliler vasıtasıyla sevkiyatını yapmaktadır. Ancak karton kolilerin özellikle elçek bölgelerinde taşıma sırasında hasarlar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu hasarlar özellikle müşteriler üzerinde olumsuz algılar oluşturup ürünün markasını kötü yönde etkilemektedir. Ayrıca taşıma sırasında içerisindeki ürünlerin görsel olarak hasar görmesi veya arızalanması gibi maddi kayıplara sebep olmaktadır. Karşılaşılan bu problem, “Yaratıcı Problem Çözme Tekniği (TRIZ)” problemine dönüştürülmüştür. TRIZ yönteminin problem için önerdiği çözümler arasından, üretim maliyetini arttırmadan yeni bir tasarım yapma gerekliliği çözüm olarak seçilmiştir. Mevcut durumda kullanılan karton koliler referans olarak ve elçek bölgesine montajı yapılacak olan plastik elçek Solid works programı yardımı ile 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Elçek bölgesi için yeni tasarlanan plastik kısım karton koliye montajı yapılmıştır. Elde edilen 3 boyutlu katı modeller sonlu elemanlar yazılımı olan ANSYS Workbench (version 18.0) programına gönderilerek analizleri yapılmıştır. Tüm modellerde aynı sınır şartları uygulanmıştır. Yeni tasarımı yapıp karton koliye montajı yapılan elçekli modeli mevcut durumda kullanılan karton koli ile kıyaslandığında meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmelerin yaklaşık olarak %75 azaltıldığı gözlemlenmiştir. Bu sayede, taşıma sırasında yırtılmalardan dolayı

Özellikle elçek yerlerinde meydana gelen hasarların ortadan kaldırılacağı ve müşteriler üzerinde olumsuz algılar ve müşteri memnuniyetsizliğinin önüne geçileceğı sonucuna varılmıştır.



Anahtar Kelimeler : Sonlu elemanlar yöntemi, Karton koli, TRIZ

Sayfa Adedi : 58

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet KARA

**IMPROVEMENT OF TEARING PROBLEM IN CARDBOARD
PACKAGING WITH THEORY OF INVENTIVE OF PROBLEM SOLVING
(TIPS)**

(Master Thesis)

Abdurrahman TÜKENMEZ

**AMASYA UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCES June
2018**

ABSTRACT

In this study, it has been dealt with the solution of a problem faced by a white goods sector company. A company that produces worldwide in the white goods sector carries its products via cardboard boxes. However, in hand-pull areas of cardboard boxes are particularly susceptible to damage during transport. These damages coming into the market especially create negative perceptions on the customers and affect the product brand in bad direction. It also causes financial loss such as visual damage or breakdown of the products during its transportation. This problem has been transformed into the problem of “Creative Problem Solving Technique (TRIZ)”. The necessity of making a new design without increasing the cost of production was chosen as a solution among from the solutions proposed by the TRIZ method for the problem. The plastic hand-pull to be mounted on hand-pull are modeled as a 3D with the help of the Solidworks program with reference to the carton boxes used in the present case. The newly designed plastic part for the hand-pull area is mounted in cardboard box. The 3D solid models obtained were analyzed by ANSYS Workbench (version 18.0) which is the finite element method software. The same boundary conditions were applied in all models. It has been observed that the maximum equivalent stresses reduced by approximately 75% when compared to the carton box used in the current situation, with the new design cardboard assembly hand-pull model. In this regard, it was concluded that damages caused by tearing

during transportation, especially in hand-pull areas will be removed and customer's negative perceptions and dissatisfaction will be prevented.



Key Words : Finite element method, Carton parcel, TRIZ

Page Number : 58

Adviser : Prof. Dr. Mehmet KARA

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü desteğini esirgemeyen saygı değer danışmanlarım Prof. Dr. Mehmet KARA ve Dr. Öğr. Üyesi Levent UĞUR' a araştırmalarım sırasında bana destek olan aileme, ayrıca görüş ve düşünceleri ile yanımda olan Amasya Üniversitesi Teknoloji ve İnovasyon Yönetimi anabilim dalının tüm öğretim elamanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
RESİMLER LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Genrich Saulovich Altshuller ve TRIZ' in ortaya çıkışı	6
2.2. TRIZ' in yapısı.....	7
2.3. Yaratıcılık düzeyleri	9
2.4. Çelişkiler.....	11
2.5. Mükemmellik/İdeal nihai sonuç	12
2.6. TRIZ Metodolojisi	14
2.6.1. TRIZ'in 39 mühendislik parametresi.....	15
2.6.2. 40 Yaratıcı prensip	18
2.6.3. Çelişkiler matrisi	24
2.7. TRIZ' in kullanım alanları	25
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Oluklu mukavva kutular	26
3.1.1. Hammadde seçimi	26
3.1.2. Sınıflandırılması ve dalga cinsleri.....	26
3.1.3. Kullanılan kâğıt türleri	31
3.1.4. Ambalajın işletmeler açısından önemi	32
3.2. Problemin çözüm aşamalarında kullanılan bilgisayar programları	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34

4.1. Problemin tanımı.....	34
4.2. Sistemin mükemmellik seviyesinin tanımı	34
4.3. Problemi çözüme çalışmaları.....	35
4.4. Sonlu elemanlar modeli	42
4.4.1. Sınır şartları.....	44
4.4.2. Analiz sonuçları	45
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	56
Çelişkiler Matrisi.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	58

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2. 1. Buluş düzeyleri.....	10
Çizelge 3. 1. Oluklu mukavva özellikleri ve dalga (Flute) cinsleri.....	28
Çizelge 4. 1. Malzeme özellikleri.....	43



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1. TRIZ ile ideal çözüme ulaşılması.....	3
Şekil 2. 1. İdeal çözümün farklı uzmanlık sahasında bulunması.....	8
Şekil 2. 2. TRIZ metodu yardımıyla problem çözümü	9
Şekil 2. 3. TRIZ' in uygulanma sahaları.....	25
Şekil 3. 1. Oluklu mukavvaların sınıflandırılması.....	27
Şekil 3. 2. Ondüle cinslerinin kategorilendirme ölçüleri.....	28
Şekil 4. 1. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit.....	35
Şekil 4. 2. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit.....	36
Şekil 4. 3. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit.....	37
Şekil 4. 4. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit.....	38

RESİMLER LİSTESİ

<u>Resim</u>	<u>Sayfa</u>
Resim 3. 1. Çift dalga (B+C) oluklu mukavva	31
Resim 4. 1. Karton kutuların elçek yerlerinde meydana gelen hasarlanmalar.	34
Resim 4. 2. Gerilim sonucu elçek yerlerinden yırtılan kutular	39
Resim 4. 3. İki parça halinde elçek tasarımı	40
Resim 4. 4. Montajı yapılmış elçek tasarımı	41
Resim 4. 5. Elçeğin koliye montelenmiş hali	41
Resim 4. 6. Elçekli modelin ağ yapısı	43
Resim 4. 7. Sonlu elemanlar modeli sınır şartları	44
Resim 4. 8. Elçek bölgesine uygulanan kuvvet	45
Resim 4. 9. Elçek bölgesi üst kısımda ve elçeksiz model	46
Resim 4. 10. Elçek bölgesi orta kısımda ve elçeksiz model	47
Resim 4. 11. Elçek bölgesi üst kısımda ve elçekli model	48
Resim 4. 12. Elçek bölgesi orta kısımda ve elçekli model	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
DFM	İmalat için tasarım
EUROSTAT	Avrupa İstatistik Ofisi
MGB	Moskova Devlet Güvenlik Komitesi
NSSC	Yarı kimyasal ondüle kağıdı
OECD	Avrupa Ekonomik İşbirliği Örgütü
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
VOIR	Uluslararası Mucitler ve Yenilikçiler Topluluğu

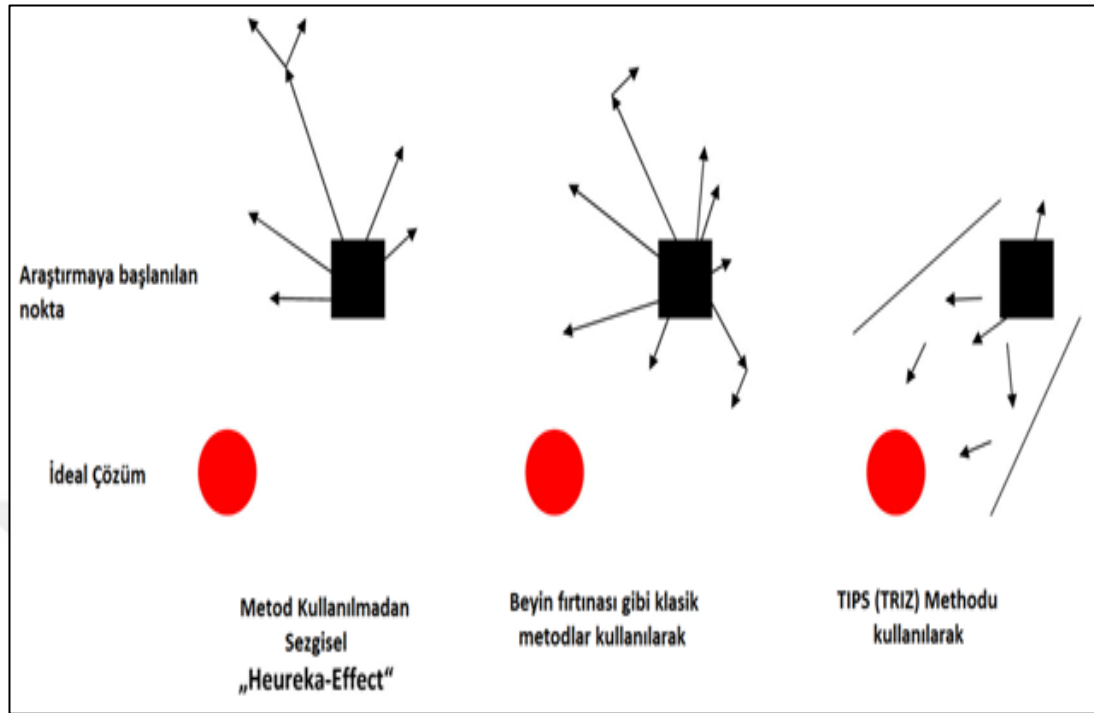
1. GİRİŞ

Teknoloji üreten dolayısıyla bilime önem veren ülkeler lider ülkelerdir. Bu ülkeler dünya zenginliklerinin paylaşımında en büyük dilimi kapamış ve insanların müreffeh yaşadığı yerlerdir. Günümüzde gümrük duvarları yıkılmış olup dünyanın her noktası ile ticaret yapılmaktadır. Bu sebeple rekabet edebilmek için katma değeri yüksek ürünler, pazarlanabilir üretim yöntemleri ve ileri teknolojiler üretmeye yönelik bir sanayi kültürünün kazanılması gereklidir. Eğitimli bireylerin yenilikçi düşünmesi ve karşılaşılan problemleri çözme yeteneğine sahip olması bu kültürün edinilmesine önemli katkı sağlamaktadır.

Günümüzde inovasyon ağır rekabet şartlarında pazarda başarı elde etmek isteyen kurumların ilk önceliği konumundadır [7]. Farklı yazarlar inovasyonu farklı biçimlerde ifade eder. Örneğin; Higgins; “yeni tasarım ve hizmetlerin meydana getirilmesi yada geliştirilmesi amacıyla yeni süreç ve prosedürlerin icat edilmesi” şeklinde tanımlar [15]. OECD ile Eurostat Kurumu Oslo kılavuzunda inovasyon; “ürün ya da hizmet üretiminde veya organizasyonda bütünüyle değişik yeni bir süreç ya da yeni bir pazarlama metodunun tatbik edilmesidir” olarak ifade edilir.

Barker inovasyonu; “değişmek, risk almak, bilinen alanın dışına çıkmak” şeklinde idrak ederek inovasyonun dönüşüm düzeni olması yönüyle incelemiştir [6]. Fisk inovasyonun, tümüyle değişik biçimde görmeyi, değişik şeyler düşünmeyi, farklı ufuklar üretmeyi, pozitif düşünceler ortaya çıkarmayı ve en uygun koşulları ortaya koymanın şart olduğunu ifade ederken aynı şekilde inovasyonun bilhassa farklılaşım yönüne dikkat çekmektedir [14]. Schumpeter, “In the Theory of Economic Development” isimli eserinde inovasyonu, yeni bir; ürün, üretim yöntemi, pazarlama yöntemi ve organizasyonda meydana getirilen değişiklikler şeklinde ifade etmektedir [18]. Yukarıdan da görüldüğü gibi inovasyon kavramı için birçok kişi tarafından birçok farklı tanım yapılmıştır. Bunların yanında Türk Dil Kurumu tarafından inovasyon kelimesinin anlamı yenileşim olarak ifade edilmiştir. Sonuç olarak, üretim

ve hizmet alanında yapılmış olan herhangi bir değişiklik sonucunda istenilen yönde kazanç sağlanıyor ise bu değişiklik inovasyon olarak kabul edilebilir. Ülkeler arasında rekabetin yoğun olduğu günümüzde her alanda inovasyon yapmak oldukça önemli hale gelmiştir. Çünkü ülkeler sahip oldukları yer altı ve yerüstü zenginlikleri ile milli gelirlerini birkaç kat arttırabilirler. Ancak üretimlerine inovasyonu dahil etmeden, katma değeri yüksek ürünler üretmeden gelişmiş ülkeleri yakalamaları mümkün değildir. Bu durumda inovasyon yapma yeteneğimizi nasıl geliştirebiliriz veya karşılaştığımız bir sorun karşısında nasıl bir yöntem izlemeliyiz sorusu akla gelir. Bu soruya cevap olarak insanoğlu edindiği tecrübeler ve beyninin soyut kapasitesine bağlı olarak 300'ün üzerinde yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemler içinden TRIZ' i diğerlerinden ayırt eden en önemli üstünlüğü mantığında yer alan “dosdoğru çözüme gidelim” felsefesi ile çözüme ulaşmamızda zaman kaybının önüne geçerek bize zamandan kazanç sağlamasıdır. Bu konuda Altshuller “Nasıl ki bir ressam, üzerinde çalıştığı resmin ne zaman biteceğini biliyorsa, bir yazar da yazdığı romanın ne kadar süreceğini gayet iyi bilir. Ancak deneme yanılma yöntemini kullanan bir mucidin problemi ne zaman çözebileceğini söylemesi olanaksızdır. Çözüm belki bugün ortaya çıkar, belki de ömür boyu bulunmayabilir” demiştir. Bu durum aşağıdaki şekilde de gösterilmiştir:



Şekil 1. 1. TRIZ ile ideal çözüme ulaşılması [1].

Araç sektöründe Ford ve Chrysler markaları, havacılık alanında Boeing ve NASA, teknoloji alanında Hewlett Packard, Motorola, General Electric, Xerox, IBM, LG ve Samsung vb. nice firma tarafından ürün geliştirme evrelerinde TRIZ' den faydalandığı görülmektedir. . Yöntemin adı, Yaratıcı Problem Çözme Teorisi'nin Rusçadaki orijinal adının baş harfleri alınarak TRIZ olarak belirlenmiştir [3].

TRIZ ile problem çözümü 5 önemli temel üzerine kurulmuştur:

- Buluş Prensipleri (Inventive Principles)
- Çelişkiler (Contradictions)
- İdealilik (Ideality)
- Standart Çözümler (Standart Solutions)
- Gelişim Trendleri (Trends of Evolution) [22].

Bu beş temel yaklaşım için kullanılan TRIZ araçları ve teknikleri:

- 40 Buluş Prensipleri

- 39x39 Çelişki Matrisi
- İdeallik
- 9 Pencere Yaklaşımı
- 8 Gelişim Eğilimi
- Kaynaklar
- Fonksiyonel Analiz
- Cisim-Alan Prensibi
- 76 Buluş Standartı
- Minik Cüceler Topluluğu
- Bilimsel Etkiler
- Boyut, Zaman, Maliyet Operatörleri
- ARIZ (ARIZ) [22].

TRIZ ile ilgili yapılmış birçok akademik makale mevcuttur. Bunlara örnek olarak “TRIZ ile patent kapsamını aşma tasarımı” adlı makalede TRIZ ile yaratıcı/yenilikçi problem çözme yöntemi araçlarından bazılarının kullanımıyla bir patentin kapsamını aşma tasarımının elde edilmesine yönelik olarak bir problemin çözümünde izlenen işlemler dizisi ele alınmıştır [21]. “Yenilikçi yaratıcı problem çözme teorisi ile teknolojik öngörü” adlı makalede ise TRIZ’ in bazı temel bilgileri verilerek bir uygulama ile yeni kuşak ürünlerin geliştirilmesinden bahsedilmiştir [20]. “Toplam kalite yönetimi uygulamalarında kullanmak için yenilikçi-yaratıcı problem çözme yaklaşımı: TRIZ” adlı makalede ise TRIZ’ i tanıtmak ve Toplam Kalite Yönetimi felsefesini uygulama cabası içinde olan işletmelere sağlayabileceği faydalardan bahsedilmiştir [19].

Bu tez çalışmasında inovatif problem çözme tekniklerinden, problemlerimizi belirlememizi sağlayan ve bu problemlerin çözümüne yönelik birçok yaratıcı ipucu veren, 200 000 civarında patentin incelenmesi sonucunda elde edilen çelişkiler matrisini temel alan TRIZ den yararlanılarak problemin çözümüne yönelik çalışmalar yapılmıştır. Karton koliler yardımı ile ürün sevkiyatı yapan bir firmanın karşılaştığı bir problemin çözümü ele alınmıştır. Beyaz eşya sektöründe Dünya çapında üretim

yapan bu firma üretim yaptığı ürünleri karton koliler vasıtasıyla sevkiyatını yapmaktadır. Ancak karton kolilerin özellikle elçek bölgelerinde taşıma sırasında hasarlar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu hasarlar özellikle müşteriler üzerinde olumsuz algılar oluşturup ürünün markasını kötü yönde etkilemektedir. Ayrıca taşıma sırasında içerisindeki ürünlerin görsel olarak hasar görmesi veya arızalanması gibi maddi kayıplara sebep olmaktadır. Karşılaşılan bu problem, “Yaratıcı Problem Çözme Tekniği (TRIZ)” problemine dönüştürülmüştür [3].



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Genrich Saulovich Altshuller ve TRIZ' in ortaya çıkışı

İlk buluşunu 14 yaşında yapan Genrich Saulovich Altshuller, 15 Ekim 1926'da Eski SSCB'nin Taşkent şehrinde doğmuştur. Yaşamının uzun bir dönemini Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de geçirmiştir. 1940 larda SSCB ordusunda patent uzmanı olarak çalışan Altshuller 1990 yılında da Karelya'da ki Petrozavodsk kentine yerleşmiştir. Parkinson hastalığına yakalanan Altsuller 24 Eylül 1998 yılında hayatını kaybetmiştir.

Altshuller patent uzmanı olarak çalıştığı dönemlerde fikirlerine sıkça başvurulana biriydi. Gelenlerin hepsinin söylediği şey aynıydı: "Bir problem var ama ben çözemiyorum ne yapabilirim?" şeklinde idi. Altshuller bunun üzerine bütün bilimsel kütüphaneleri araştırdı ama icat etme üzerine yazılmış, en basit bir ders kitabı dahi bulamamıştır. Bilim insanları icatların tesadüfen veya kişinin ruh haline veya "kan grubuna" bağlı olarak ortaya çıktıklarını ileri sürmüşlerdir. Altshuller bunu kabul etmemiştir. Buluş yapmayı sağlayan bir yöntem olmalı, mevcut değilse birinin bunu geliştirmesi gerektiğini düşünmüştür. Altshuller buluşların belli prensipleri kullanarak teknik çelişkileri ortadan kaldırmaktan ibaret olduğunu ve bir mucidin bu prensipleri iyi bilmesi halinde bir şeyler icat etmesinin zor olmadığı kanaatini taşımaktaydı.

Karşılaşılan bir problem için üretilen yenilikçi bir çözüm başka bir problem doğurmaktadır bu bir çelişki oluşturmaktadır. Altshuller tüm dünyada alınan yaklaşık 200 000 civarında patenti inceleyerek bu problemlerin nasıl çözüldüğünü belirlemeye çalışmıştır. İncelemeleri sonucunda patentlerin, problemin çözümünde ortaya çıkan çelişkileri ortadan kaldıran çözümler olduğunu görmüştür. Bunun yanında aynı problemlerin 40 yenilikçi prensip kullanılarak çözüldüğünü belirlemiştir. Bu prensiplerin bilinmesi durumunda mucitlerin problemin çözümüne daha kısa zamanda gidebilecekleri sonucuna varmıştır.

Bu yenilikçi prensipleri temel alan, bilimde ve teknolojik gelişmelerin girdilerini kullanabilme imkânı sağlayan, teknolojiye dayanan, psikolojiye dayanmayan, problemlerimizin ne olduğunu ortaya koyabilen ve bu problemlerin çözümü için ipuçları veren yöntem Altshuller tarafından ortaya atılmıştır [3].

Teorisinin kabul görmesi için çalışan Altshuller, TRIZ ile ilgili ilk seminerini 1968 yılının aralık ayında Gürcistan'ın Dsintary şehrinde düzenlenmiştir. Burada ilk defa, kendilerini onun öğrencileri olarak kabul eden insanlarla tanışmıştır. Bunlar arasında Petrosavodsk'tan Alexander Selioutski, Leningrad'dan Voluslav Mitrofanov, Riga'dan Isaak Buchman ve daha birçokları olmuştur. Sonraki yıllarda bu genç mühendisler ve daha birçokları kendi şehirlerinde TRIZ okulları açabilmişlerdir. Altshuller, teorisinin yaygın kitleler tarafından öğrenilmesi için Sovyetler Birliği'nin birçok kentinde seminerler düzenleyerek 1969'da "Algorithm of Inventing (Yenilik Algoritması)" adlı kitabını yayınlamıştır. Bu kitapta okuyucu ve öğrencilerine 40 prensibi ve karmaşık yaratıcı problemlerin çözümünde kullanılacak ilk algoritmayı sunmuştur. Soğuk savaşın sona ermesiyle günümüzde TRIZ, başta Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa'nın birçok ülkesinde tanınmış, patent başvurularında büyük bir ivme oluşturmuş ve kabul görmüştür.

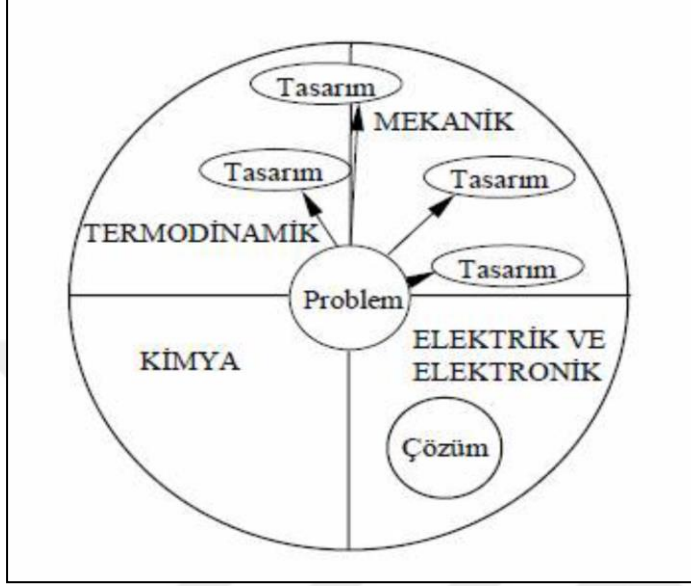
2.2. TRIZ' in yapısı

Genrich Saulovich Altshuller tarafından ortaya atılan TRIZ yöntemi, aşağıda sıralanan özellikleri taşımaktadır

- Çözüm için atılacak adımlarda sistematik bir yol çizer,
- Büyük bir çözüm uzayı içerisinde en ideal çözüm için yönlendirme yapar,
- Kişilerin bilgi ve becerilerinin dışında var olan çözümleri de dikkate alır,
- Tekrarlanabilen ve güvenilir çözümler önerir,
- Yenilikçi bilgiye ulaşabilir ve bu bilgilere ek yapabilir özelliktedir,
- Çözüme giden yol anlaşılabilir basitliktedir.

Kişiler genellikle karşılaştıkları problemler için çözümü, kendi uzmanlık alanlarında sahip oldukları bilgi ve becerileri kullanarak bulmaya çalışırlar, başka bilim

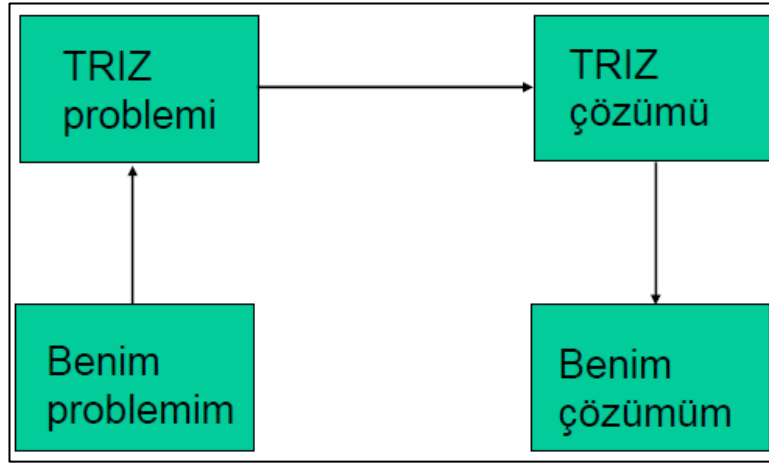
alanlarına ve teknolojilere başvuramazlar ve böylece ideal çözüme ulaşamazlar. Bu durum Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. İdeal çözümün farklı uzmanlık sahasında bulunması [19].

Şekil 2.1.'de, bir makine mühendisi problem için çözümü uzman olduğu alanlarda aramaktadır. Ancak ideal çözüm uzman olmadığı elektrik ve elektronik alanındadır. TRIZ metodu kişilerin bu tür çözümlere doğrudan yönelmelerini sağlamaktadır.

TRIZ metodu, belirli bir problem için belirli bir çözüme ulaşmayı hedefleyen metotların tersine, Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi bir sorunu özet bir probleme dönüştürerek, özet düzeyde düşünme yaklaşımı ile araştırma uzayını önemli ölçüde daraltır ve bu sayede ilgili çözümün hızlı bir şekilde elde edilmesini sağlar.



Şekil 2. 2. TRIZ metodu yardımıyla problem çözümü [29].

2.3. Yaratıcılık düzeyleri

Altshuller alınan patentler ile ilgili gerçekleştirdiği araştırmalar neticesinde patentlerin değerlerinin aynı olmadığı sonucuna varmış ve bu durum için 5 düzey belirlenmiştir. Bu düzeyler ve düzeylerinin dağılım oranları Çizelge 2.1.'de gösterilmiştir [4,33].

Çizelge 2.1.'de gösterildiği gibi buluşların çoğunluklu bir kısmını (%77), yaratıcı fikirler gerektirmeyen, kişisel bilgi ve becerilere dayanarak ve bilinen metotların kullanılmasıyla, küçük değişiklikler yapılarak elde edilen 1. ve 2. düzey buluşlar oluşturmaktadır. Bunun yanında alan dışı metotlar kullanılarak, sistem üzerinde önemli değişikliklerin yapılmasıyla elde edilen çözümler 3. düzey buluşları oluşturmaktadır. Diğer taraftan daha çok bilimsel bilgiye dayanan ve yeni teknolojiler kullanan çözümler 4. Düzey buluşları, tamamen yenilik getiren öncü çözümler ise 5. düzey buluşları oluşturmaktadır. Düzeylerin arasındaki farkları görebilmek amacıyla çözüm arama esnasında meydana getirilen denemelerin miktarı, Çizelge 2.1.'de bu karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2. 1. Buluş düzeyleri [2].

Düzyey	Yaratıcılık Derecesi	Çözümlerin Yüzdesi	Bilgi Kaynağı	Yaklaşık Deneme Sayısı
1	Görünen Çözüm	32%	Kişisel bilgi	1 – 10
2	Küçük Geliştirmeler	45%	Şirket içi bilgi	10 – 100
3	Büyük Geliştirmeler	18%	Endüstri içi Bilgi	100 – 1 000
4	Yeni Bir Kavram	4%	Endüstri dışı Bilgi	1 000 – 10 000
5	Yeni Bir Fenomen (Buluş)	1%	Bilinen her şey	100 000 ve daha fazlası

Çizelge 2.1.'de görüldüğü üzere mühendislerin maruz kaldıkları problemlerin büyük çoğunluğu evvelinden çözüme kavuşturulmuş olduğu görülebilir. Şayet mühendis ideal çözüme giden yolu takip ederse ve incelemesini şahsi deneyiminden ve tecrübesinden daha üst düzeyde ararsa, çözümlerin büyük çoğunluğunun şirketinde, endüstrisinde ya da başka bir endüstrideki verilerde yer aldığını gözlemleyebilecektir [24]. Bir mucidin çözüme kavuşturulmamış bir sorunu çözmesi şahsının sıra dışı yaratıcı bir özelliği barındırdığı kanaatini doğurur. Hâlbuki öncesinde gerçekleştirilen ve olumsuz sonuçlanan denemeler olmadan problemin daha iyi anlaşılması güçleşir, belirsizlik ve yapılması gerekli olan deneme miktarı yükselir. Bu nedenle bir problemi çözmeye çalışıp olumsuz netice alan insanların sayısı ne oranda artarsa problemin çözümü o oranda basitleşir. 100 000 denemeyi meydana getirmek bir mucidin kapasitesinin seviyesi içerisinde değildir; fakat bu deneme sayısı her biri 100 deneme içeren 1 000 alana ayrılarak elde edilebilir. Bu şekilde yüksek düzeylerde önemli göreve sahip oldukları kabul edilen buluşsal metotların düşük düzeyli yaratıcı problemlerde kendilerini belli ettikleri ifade edilebilir. Altshuller'in şahsi tecrübeleri, gerçekleştirilen incelemeler, mucitlerin 25 yıllık tecrübeleri yüksek düzeydeki icatların yüksek seviyeli buluşsal metotlarla meydana gelmediğini ifade etmiştir [2].

2.4. Çelişkiler

Probleme çözüm aranırken sistemin bazı parametreleri iyileştirilirken bazı parametrelerde ise istenmeyen yönde kötüleşmeler olmaktadır. Bu durum bir çelişkidir. TRIZ metodunda üç tür çelişki tayin edilmiştir: [10]. Bunlar teknik çelişkiler, fiziksel çelişkiler ve idari çelişkilerdir.

Teknik çelişkiler: Klasik mühendislik alış-verişidir. Sistemdeki bir engelin istenilen neticeye ulaşımı önlemesi ya da bir özellik iyileşirken ötekinin kötüleşmesi şeklinde ifade edilebilir. Örneğin;

- Ürün daha sağlam şekle gelir fakat ağırlığı artar.
- Bant genişliği büyür fakat bu daha fazla güce ihtiyaç doğurur.
- Hizmetler her bir müşteriye özelleştirilir yalnızca hizmet verme mekanizması kompleks duruma gelir.
- Bir otomobilin hava yastığı yolcuyu muhafaza etmek açısından seri bir biçimde açılması lazımdır fakat hızın yükselmesi yaşı küçük çocukların ya da düzgün şekilde oturmayan kişilerin yaralanmasına hatta ölmesine neden olabilir.

Fiziksel çelişkiler: Bir nesnenin zıt gerekliliklere sahip olması şeklindedir. Problemdeki düzenin bir nitelik doğrultusunda istenmesine karşın aynı düzenin aynı nitelik açısından zıt doğrultuda istenmesi vaziyeti fiziksel çelişkiyi meydana getirir. Bu halde akla ilk gelen bu hal mümkün değildir [26]. Örneğin; Gözetleme uçağı gidilecek adrese ulaşabilmek amacıyla hızlı uçmalı; bilgi toplamak amacıyla hedef üzerinde uzun zaman kalmak suretiyle yavaş uçmalıdır.

- Yazılımlar kullanımı basit gerekli fakat birçok kompleks nitelik ve alternatifte sahip olmalıdır.
- Kahve güzel tatlı olması amacıyla sıcak, müşterinin yanmaması amacıyla da soğuk olması gereklidir.

- Eğitim detaylı uygulanmalı fakat uzun sürmemelidir.
- Otomobildeki hava yastığı çabuk ama yavaş bir şekilde açılmalıdır.
- Çikolata kaplamalı şeker, kolay dolum açısından sıcak; çikolatanın erimesini önlemek açısından da soğuk olması gerekir.
- Fren, kazaları engellemek amacıyla ani; denetleme sağlayabilmek amacıyla aşamalı olması gerekir [30].

İdari çelişkiler: Bir sistem veya metodu tamamen ortadan kaldırarak çelişkilerin ortadan kaldırılması durumudur.

2.5. Mükemmellik/İdeal nihai sonuç

Müşterilerin bütün isteklerini sıfır maliyet ve sıfır zararlı tesir ile meydana getiren mekanizma “mükemmel sistem” yani “ideal çözüm” dür. Bunun meydana gelmesi amacıyla da kaynaklardan en verimli şekilde yararlanmak lazımdır. Bu kaynaklar enerji, malzeme, hava, sıcaklık ve yer çekimi gibi mekanizmanın içerisinde veya dışında rahatça temin edilebilecek objelerdir. Şayet bu veriler yararlanılabilir şekle getirilirse ideallığe erişmek amacıyla yok edilmesi gerekli olumsuzluklar da kendi başına yok olabilecektir. İdeal nihai sonuç ise bir mamulün faydalı işlevleri sağlıyor olmasına karşın sitemin olmaması şeklinde tanımlanabilir. Sistemi ideallığe erdştirmek amacıyla maliyetinin aşğı çekilmesi, daha az yer işgale etmesinin sağlanması, enerji sarfiyatının düşürülmesi lazımdır. Yükselen İdeallik Kanunu ya da İdeal Çözüm, TRIZ metodunun temel elemanlarından bir tanesidir. Bu eleman teknik sistemlerden yükselen ideallik mertebesine doğru değişime uğradığını ifade eder. Bir sistemin ideallik derecesi aşğıdaki gibi denklemlerle verilebilir bu denklemlerde,

Y_i : Sistemin faydalı etkenlerinin toplamı, Z_j : Sistemin zararlı etkenlerinin toplamı olmak üzere

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

Şeklinde hesaplanır [27].

Yararlı etkiler, düzenin çalışması neticesinde meydana gelen bütün faydalı neticeleri açıklar iken, zararlı etkiler, maliyet, sarf edilen enerji, kirlilik, tehlike vb. istenilmeyen ürünleri açıklar. Mükemmel hal, TRIZ metodunda hiçbir zararlı etken bulunmadan düzenden yalnızca fayda elde edilmesi şeklinde ifade edilmiştir. Bu hal çelişkileri ortaya çıkarır. Fakat faydalı etkiyi yükseltirken zararlı etki de yükselir. Buradaki amaç bu çelişkileri yok etmek veya zararlı etkileri minimuma indirgeyip düzenin faydalı etkilerini yükseltmektir. Mükemmel sistem, ürün dizaynı açısından, malzeme, enerji, işgücü yani özetle kaynak lazım olmadan, sistemin ifade edilmesi şeklinde ifade edilebilir [28].

Mükemmel çözümün ana avantajları arasında, psikolojik ataleti önlemek ya da ortadan kaldırarak sınırlar ötesi düşünmeyi cesaretlendirmek, ideal sonuca doğru yönelmek ve çözümün sınırlarını şeffaf bir şekilde belirlemek kabul edilebilir. Mükemmellik kanununda değişimin istikameti, yükselen yararlar, düşen maliyetler ve zararlara doğrudur [8]. Bir düzeni mükemmel şekle sokmak amacıyla aşağıdaki yaklaşımlar kullanılabilir:

- Düzenin işlevinin yükseltilmesi
- Düzenin fonksiyonunu gerçekleştirilen bölümüne mümkün olduğunca fazla işlev yüklenmesi
- Düzenin bir takım işlevlerini bir üst düzene ya da çevre dışına çıkarılması
- Var olan ve ulaşılabilir iç ve dış verilerin kullanılması.

2.6. TRIZ Metodolojisi

TRIZ yönteminin, dört ana özelliği mevcuttur: [23].

- Çelişkiler,
- İdeallik ,
- Fonksiyonellik,
- Etkin kaynak kullanımı.

TRIZ metodunda, problemlerin aşağı yukarı % 90'ı tekrarlıdır, belirlidir ve tanımlıdır. Problemler kendi içlerinde yeni problemler meydana getirirler ve bu da çelişkileri meydana getirir. Fakat çelişkiler aynı zamanda yaratıcılığın da temelini meydana getirirler. Mükemmel çözüm ya da ideallik TRIZ metodunun temel hedefidir. Mükemmellik, çözümün faydalı sonuçlarının zararlı sonuçlarına oranı şeklinde ifade edildiği için mükemmel çözüm, çelişkilerden tüm boyutlarıyla temizlenmelidir. Ayrıca mükemmel çözüm işlevsel olmalıdır ve etkin kaynak kullanımı ile meydana getirilmelidir.

Altshuller TRIZ yöntemini dört mertebeli bir süreç kullanarak ifade etmiştir:

1. Problemin tanımlanması
2. Problemin genel TRIZ problemleriyle karşılaştırılması ve eşleştirilmesi
3. Problem çiftine karşılık gelen genel TRIZ çözümünün tespit edilmesi
4. Probleme dair mükemmel çözümün geliştirilmesi [2].

Bu mertebeler TRIZ yönteminin adım adım ilerleyen sistematik bir yöntem olduğunu göstermektedir.

2.6.1. TRIZ'in 39 mühendislik parametresi

TRIZ metodunda, daha önceden de ifade edildiği gibi, bu güne kadar yaklaşık olarak 6 000 000 milyon patentin incelenmesi sonucunda, buluşların temelini oluşturan 39 adet mühendislik parametresi belirlenmiştir [25]. Buluşların temelinde bu mühendislik parametrelerinin iyileştirilmesi yatmaktadır. Kendi başına veya dışarıdan bir kuvvet neticesinde uzayda yerlerini kolayca değiştirebilen nesnelere hareketli nesnelere, nesnenin kullanıldığı ortamlar gözetildiğinde kendi başına veya dış bir kuvvet neticesinde uzayda yerlerini değiştirmeyen nesnelere ise sabit nesnelere olarak tanımlanabilir ve özellikleri aşağıdaki gibi açıklanır.

Mühendislik parametreleri:

1. Hareketli nesnenin ağırlığı: Yer çekimli bir ortamda bir nesnenin kütlesinin gövde desteği ya da süspansiyonunun üzerine uyguladığı kuvvettir.
2. Sabit nesnenin ağırlığı: Yer çekimli bir ortamda bir nesnenin kütlesinin gövdenin desteği, süspansiyonu ya da üzerinde yer aldığı alana uyguladığı kuvvettir.
3. Hareketli nesnenin uzunluğu: Rastgele çizgisel bir boyut olarak tanımlanır.
4. Sabit nesnenin uzunluğu: Rastgele çizgisel bir boyut olarak tanımlanır.
5. Hareketli nesnenin alanı: Bir çizgi tarafından kapatılmış bir yüzeyin ölçümü
6. Sabit nesnenin alanı: Bir çizgi tarafından kapatılmış bir yüzeyin ölçümü
7. Hareketli nesnenin hacmi: Hareketli bir nesne tarafından kaplanan uzayın hacmidir.
8. Sabit nesnenin hacmi: Sabit bir nesne tarafından kaplanan uzayın hacmidir.
9. Hız: Bir nesnenin hızı, bir sürecin ya da işlemin zaman içerisindeki kat ettiği mesafe.
10. Kuvvet: Sistemler arasındaki etkileşimin ölçülmesidir. Newton fiziğinde kuvvet, kütleyle ivmenin çarpımının büyüklüğüne eşittir.
11. Gerilim/Basınç: Birim alana etki eden kuvvetin büyüklüğüdür.
12. Şekil: Sistemin dış görünüşüdür.

13. Nesnenin yapısal kararlılığı: Sistem bütünlüğü, sistemi meydana getiren nesnelere arasındaki bağlar.
14. Dayanım: Bir nesnenin uygulanan kuvvet ile değişime karşı gösterdiği direnç.
15. Hareketli nesnenin dayanımı: Hareketli bir nesnenin fiili meydana getirme süresi yani hizmet süresidir.
16. Sabit nesnenin dayanımı: Sabit bir nesnenin eylemi gerçekleştirme süresi yani hizmet süresidir.
17. Sıcaklık: Nesnenin veya sistemin ısısal koşuludur.
18. Parlaklık: Alan başına düşen ışık akışı ve aydınlık, ışık kalitesi, vb. diğer aydınlatma özellikleridir.
19. Hareketli nesnenin harcadığı enerji: Nesnenin iş yapabilme kapasitesinin ölçüsüdür. Klasik mekanikte iş (enerji) büyüklüğü kuvvet ile yol büyüklüklerinin çarpımına eşittir.
20. Sabit nesnenin harcadığı enerji: Nesnenin iş yapabilme kapasitesinin ölçüsüdür. Klasik mekanikte iş (enerji) büyüklüğü kuvvet ile yol büyüklüklerinin çarpımına eşittir.
21. Güç: Birim zamanda yapılan iş veya enerji kullanımının hızıdır.
22. Enerji kaybı: Yapılan işe katılmayan enerjinin kullanımınıdır.
23. Madde kaybı: Kısmi ya da bütün, kalıcı veya geçici şekilde bir sistemin malzeme, madde, parça veya alt sistem kaybetmesidir.
24. Bilgi kaybı: Kısmi ya da bütün, kalıcı veya geçici şekilde bir sistemde veya bir sistem tarafından veri ya da veriye ulaşımın kaybedilmesidir.
25. Zaman kaybı: Zaman bir eylemin süresidir. Zaman kaybını iyileştirmek eylem için gereken süreyi azaltmak demektir.
26. Madde miktarı: Sistemin tümünden veya kısmi, geçici ya da kalıcı şekilde değişebilecek malzemesinin, maddesinin, parçalarının veya alt sistemlerinin sayısı ya da miktarıdır.
27. Güvenilirlik: Bir sistemin öngörülebilir yollar ve şartlarda istenilen fonksiyonu gerçekleştirebilme özelliğidir.

28. Ölçüm doğruluğu: Ölçülen değerin, bir sistemin bir niteliğinin mevcut özelliğine yakınlığıdır.
29. Üretim güvenilirliği: Sistemin veya nesnenin mevcut özelliklerinin belirlenen veya şart görülen özelliklere uyum seviyesidir.
30. Nesneye etki eden zararlı faktörler: Dış kaynaklı zararlı etkilere karşı sistemin duyarlılığıdır.
31. Zararlı yan etkiler: Zararlı etki nesnenin veya sistemin fonksiyonun verimliliğini ya da kalitesini azaltan etkidir.
32. Üretilbilirlik: Nesne veya sistemi meydana getirmedeki kolaylık, rahatlık ve çabasızlıktır.
33. Kullanım kolaylığı: Süreç çok sayıda insan, işlemde çok fazla adım, özel araçlar, vs. gerektiriyorsa kolay değildir. Zor süreçler düşük, basit süreçler yüksek kâra sahiptir.
34. Tamir edilebilirlik: Uygunluk, rahatlık, basitlik gibi özellikler ve bir sistemde hataların veya aksaklıkların düzeltilme süresidir.
35. Adapte edilebilirlik: Bir sistemin veya nesnenin dış değişikliklere ne düzeyde olumlu cevap verdiği.
36. Aletin karmaşıklığı: Bir sistemdeki öğelerin ve öğeler arası ilişkinin kompleksliğidir.
37. Kontrol karmaşıklığı: Pahalı, karmaşık, kurulum ve kullanım açısından daha çok zaman ve iş gücü gerektiren veya bileşenleri arasında kompleks ilişkiler bulunan veya iç içe geçmiş bileşenlere sahip sistemlerin ölçümü ve gösterimi meydana çıkarma ve ölçme güçlüğünü ifade eder.
38. Otomasyonun seviyesi: İnsan katkısı olmadan bir sistemin veya nesnenin kendi işlevlerini sağlama seviyesidir. En düşük düzey elle işletilen araçtır. Orta düzeyde insan aracı programlar, işlemini gözlemler ve gerekirse durdurup tekrar programlar. Yüksek düzeyde makine gerekli işlemi anlar, kendini programlar ve kendi işlemini görüntüler.
39. Verimlilik: Birim zamanda bir sistem tarafından yapılan işlev veya işlem adedidir. Birim zamandaki çıktı veya birim çıktısının maliyetidir [9, 30].

2.6.2. 40 Yaratıcı prensip

Altshuller Mühendislik Parametrelerini ifade ederken mevcut patent başvurularını değerlendirmiş, çelişkileri ortadan kaldırmak için 40 yaratıcı prensip bulunmuştur [24].

40 yaratıcı prensip en rahat kullanılabilen TRIZ elemanı olup, çözümleri basit ve seri bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu prensipler binlerce patent araştırması neticesinde meydana gelen ve çelişkilerin çözümünde kullanılan 40 değişik stratejiyi göstermektedir. 40 yaratıcı prensip açıklamalı olarak aşağıda olduğu gibidir [31].

1. Bölümleme
 - a. Nesnenin bağımsız parçalara ayrılması.
 - b. Nesnenin (kolayca sökülüp takılabilmesi için) parçalara ayrılabilir hale getirilmesi.
 - c. Nesnenin parçalara ayrılabilirlik düzeyinin artırılması.
2. Ayırma
 - a. Nesnedeki "rahatsızlık veren" parçanın veya özelliğin çıkarılması.
 - b. Nesnenin sadece gerekli parçasının veya özelliğin çıkarılması.
3. Lokal kalite
 - a. Bir nesnenin veya bulunduğu ortamın (eylemin) yapısında homojenlikten (bağdaşıklık) heterojenliğe (ayrışıklık) geçişin sağlanması.
 - b. Bir nesnenin farklı parçalarının farklı işlevler kazanmasının sağlanması.
 - c. Bir nesnenin her parçası, onun işleyişi açısından en uygun olan koşullarda çalışmasının sağlanması.
4. Asimetri
 - a. Simetrik şekil (şekiller) yerine asimetric şeklin (şekillerin) kullanılması.
 - b. Eğer bir nesne zaten asimetricse, asimetric düzeyinin artırılması.
5. Kaynaştırma/Birleştirme

- a. Mekanda homojen veya bitişik çalışmaları gereken nesnelere birleştirilmesi.
 - b. Zamanda homojen veya bitişik çalışmaları gereken nesnelere birleştirilmesi.
6. Evrensellik
- a. Bir tek nesne birkaç farklı işlevi yerine getirdiği için bazı diğer parçaların ortadan kaldırılması.
7. Birbirinin içine girebilme
- a. Bir nesnenin diğerinin içine yerleştirilmesi.
 - b. Bir nesne, bir diğer nesnedeki boşluğun içinden geçirilmesi.
8. Karşı ağırlık
- a. Bir nesnenin, kaldırma kuvveti sağlayan başka bir nesneyle birleştirmek suretiyle, nesnenin ağırlığının dengelenmesi.
 - b. Bir nesnenin ağırlığını, içinde bulunduğu ortamdan etkilenen aerodinamik veya hidrodinamik bir kuvvetle dengelenmesi.
9. Başlangıçta hareketsizlik (Eylemsizlik)
- a. Aşırı ve istenmeyen gerilimi dengelemek için nesneye ön gerilim uygulanması.
10. Başlangıçta eylemli
- a. Bir nesnedeki gerekli değişiklikleri tamamen veya kısmen önceden yapılması.
 - b. Nesnelere en uygun yerde derhal çalışmaya başlamaları için onları yerlerine önceden yerleştirilmesi.
11. Önceden güvenirliliği sağlama
- a. Bir nesnenin göreceli olarak düşük olan dayanıklılığını (güvenirliliğini) önceden alınan önlemlerle telafi edilmesi.
12. Eşit potansiyel
- a. İşin yapılışı o şekilde değiştirilir ki işi yapan nesnenin yukarı kaldırılmasına veya aşağı indirilmesine gerek kalmaz.
13. Tersten eylem

- a. Problemi çözmek için yapılması mantıklı gelen bir şeyin yerine bunun tersinin yapılması (örneğin ısıtmak yerine soğutmak).
 - b. Bir nesnenin hareketli parçasını veya ortamını sabitleştirilmesi veya sabit bir parçanın hareketli hale getirilmesi.
 - c. Nesnenin baş aşağı çevrilmesi.
14. Küresellik-Bükümlülük
- a. Doğrusal parçaları eğimli parçalarla, düz yüzeyleri küresel yüzeylerle ve küp şekilli parçaları küre şekilli parçalarla değiştirilmesi.
 - b. Makaralar, küreler ve spirallerin kullanılması.
 - c. Doğrusal hareketin dairesel hareketle değiştirilmesi ve merkezkaç kuvvetinin kullanılması.
15. Dinamik
- a. Bir nesnenin veya içinde bulunduğu ortamın özelliklerin, işlemin her aşamasında en iyi performansın elde edilmesi için değiştirilmesi.
 - b. Nesne hareketsizse hareketli hale getirilmesi. Değiştirilebilir olmasının sağlanması.
 - c. Nesneyi birbirlerine göre olan konumlarının değişmesi mümkün olan parçaların ayrılması.
16. Kısmi veya aşırı eylem
- a. Arzulanan etkiyi %100 oranında elde etmek zorsa, bu etkinin azını veya fazlasının elde edilmesi.
17. Diğer boyut
- a. Nesnelerin tek boyutlu hareket veya yerleşimlerini iki boyutluya, iki boyutlu olanları üçboyutluya vb. dönüştürülmesi.
 - b. Nesnelerin çok katmanlı oluşumlarının kullanılması.
 - c. Bir nesnenin eğimli hale getirilmesi veya yan yatırılması.
 - d. Verilen bir yüzeyin diğer tarafının kullanılması.
 - e. Nesnenin çehresine veya arka yüzüne optik hatların yansıtılması.
18. Mekanik titreşim
- a. Titreşimin kullanılması.

- b. Eğer titreşim varsa, frekansını ses ötesine artırılması.
- c. Rezonans frekansının kullanılması.
- d. Ses ötesi titreşimleri elektromanyetik alanla birlikte kullanılması.

19. Periyodik hareket

- a. Sürekli çalışmanın, periyodik çalışmayla(darbe sonucu) yer değiştirilmesi.
- b. Eğer çalışma zaten periyodikse frekansının değiştirilmesi.
- c. Ek çalışma sağlamak için darbelerin belirli aralıklarla yenilenmesinin sağlanması.

20. Yararlı hareketin devamlılığı

- a. Çalışmanın aralıksız olmasının sağlanması. Nesnenin tüm parçaları sürekli olarak tam kapasiteyle çalışmasının sağlanması.
- b. Kullanılmayan ve arada bir gerçekleşen hareketlerin yok edilmesi.
- c. "İleri-Geri" hareket yerine dairesel hareketlerin kullanılması.

21. Acele etme

- a. Zararlı ve riskli işlemlerin büyük bir hızla gerçekleştirilmesi.

22. Zararı faydaya çevirme

- a. Olumlu bir etki elde etmek için zararlı faktörleri, özellikle çevresel olanların kullanılması.
- b. Zararlı bir faktörü bir diğeriyle birleştirmek suretiyle devre dışı bırakılması.
- c. Zararlı bir işlevin zararlılık düzeyini, artık zararlı olmayacağı bir şekilde artırılması.

23. Geri besleme

- a. Geri beslemenin uygulanması.
- b. Eğer geri besleme mevcutsa, bunun değiştirilmesi.

24. Aracı kullanmak

- a. Aksiyonu aktarmak veya devam ettirmek için aracı bir nesne kullanılması.
- b. Asıl nesneyle kaldırılması kolay olan nesne arasında geçici bir bağlantı kurulması.

25. Self servis

- a. Bir nesne kendini bütünlemeli ve onarım işlemlerini kendi kendine yapar hale getirilmesi.
 - b. Atık malzeme ve atık enerjiden yararlanılması.
26. Kopyalama
- a. Orijinal fakat kırılabilir veya kullanımı zahmetli olan bir nesne yerine, basitleştirilmiş veya pahalı olmayan bir kopyasının kullanılması.
 - b. Eğer gözle görülür optik bir kopya kullanılmışsa, bunun yerine kızılötesi veya morötesi bir kopyanın kullanılması.
 - c. Bir nesneyi (veya nesnelere sistemini) optik görüntüleriyle değiştirilmesi. Bu görüntü daha sonra küçültülebilir veya büyütülebilir olması sağlanır.
27. Ucuz kısa ömürlü nesnelere
- a. Pahalı bir nesneyi diğer özellikleri(örneğin dayanıklılık) uyuşan ama ucuz olanıyla değiştirilmesi.
28. Mekanik sistemin yerine koyma
- a. Mekanik bir sistemi optik, akustik, termal veya ol faktör (koku alma) bir sistemle değiştirilmesi.
 - b. Nesneyle etkileşime girmek için elektriksel, manyetik veya elektromanyetik bir alanın kullanılması.
 - c. Aşağıdaki alanların değiştirilmesi:
 1. Hareketsizleri hareketlilerle.
 2. Değişmeyenleri zaman içinde değişenlerle.
 3. Rastgele olanları yapılandırılmışlarla.
 - d. Alanları ferromanyetik parçacıklarla bağlantılı olarak kullanılması.
29. Pnömatik veya hidrolik yapılar kullanma
- a. Bir nesnenin katı parçalarını gaz veya sıvıyla değiştirilmesi. Bu durumda söz konusu parçaların şişirilmeleri için hava veya su kullanılabileceği gibi, Pnömatik veya hidrolik yastıklar da kullanılabilir.
30. Esnek Kabukların/İnce filmlerin kullanılması
- a. Alışılmış yapıların yerine esnek membranlar veya ince filmlerin kullanılması.

- b. Esnek membranlar veya ince filmler kullanılarak nesneyi içinde bulunduğu ortamdan soyutlaştırılması.
31. Gözenekli malzeme
- a. Nesneyi gözenekli hale getirin veya tamamlayıcı gözenekli maddeler (ara parçalar, örtüler, kapaklar vb.) kullanılması.
- b. Nesne zaten gözenekli ise bu gözenekleri önceden bir maddeyle doldurulması.
32. Renk değiştirme
- a. Nesnenin veya çevresinin renginin değiştirilmesi.
- b. Nesnenin veya çevresinin yarı saydamlık derecesinin değiştirilmesi.
- c. Gözle görülmesi zor bir nesneyi veya işlemi gözlemek için renkli katkı maddelerinin kullanılması.
- d. Bu tür katkı maddeleri zaten kullanılmışsa, kendiliğinden ışıltılı izler veya iz atomlar kullanılması.
33. Homojenlik
- a. Asıl nesneyle etkileşen nesnelerin de, asıl maddeyle aynı maddeden(veya benzer özelliklerdeki malzemeden) yapılması.
34. Atma ve yeniden ele alma
- a. Bir nesnenin herhangi bir parçası çalışma sırasında işlevini tamamladıktan veya işe yaramaz hale geldikten sonra devre dışı bırakılması.
- b. Bir nesnenin kullanılamayacak hale gelen parçaları, çalışma sırasında yenilenmesi.
35. Fiziksel veya kimyasal durum değişikliği
- a. Sistemin fiziksel durumunun değiştirilmesi.
- b. Yoğunluğun değiştirilmesi.
- c. Esneklik derecesinin değiştirilmesi.
- d. Isı veya hacmin değiştirilmesi.
36. Hal geçişleri
- a. Aşama geçişi yönteminin kullanılması (yani hacim değişimi, ısının serbest bırakılması veya emilimi vb.)

37. Isıl genleşme

- a. Malzemenin ısı derecesini değiştirerek genleşme veya büzölmelerinden yararlanılması.
- b. Termal genleşme katsayıları farklı olan çeşitli malzemelerin kullanılması.

38. Kuvvetli oksitlendiriciler

- a. Bir oksitlenme derecesinden, daha yüksek olan dereceye geçişinin sağlanması.
 1. Ortam havasını oksijendirilmiş havaya.
 2. Oksijenlendirilmiş havayı saf oksijene.
 3. Saf oksijeni iyonlaştırılmış.
 4. İyonlaştırılmış oksijeni ozonlandırılmış oksijene.
 5. Ozonlandırılmış oksijeni ozona.
 6. Ozonu tekli oksijene.

39. Durağan çevre

- a. Normal ortamı atıl bir ortamla değiştirilmesi.
- b. Nesneye nötr bir madde veya katkı maddesinin katılması.
- c. İşlemi bir hava boşluğunda gerçekleştirilmesi.

40. Kompozit malzemeler

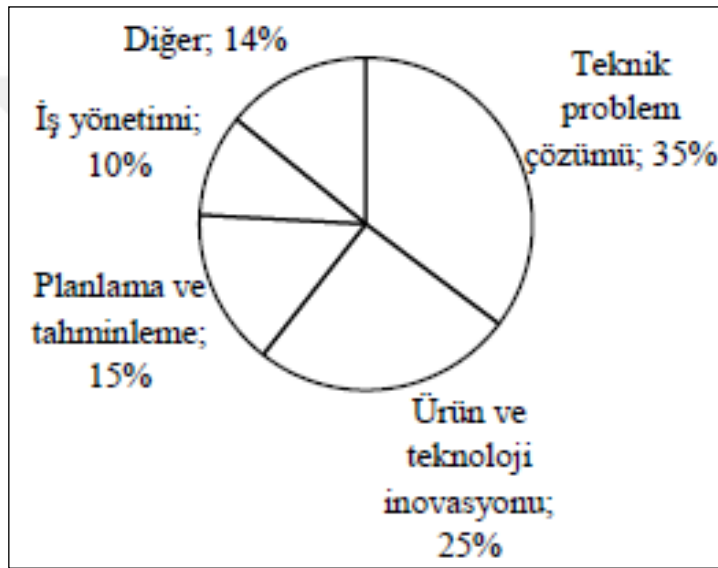
- a. Homojen malzemeler yerine kompozit malzemelerin kullanılması [3].

2.6.3. Çelişkiler matrisi

TRIZ yönteminde 39 Mühendislik Parametresi, matris şeklinde tasarlanmış ve Çelişkiler Matrisi olarak adlandırılan 39x39 şeklinde kare matris oluşturulmuştur. Çelişkiler Matrisinin dikeyde (Y-ekseni) ve yatayda (X-ekseni) aynı Mühendislik Parametreleri bulunur. Çelişkiler Matrisinde satırlar aksiyon problemleri, sütunlar ise reaksiyon problemleri belirtir. Çelişkiler Matrisi EK' te verilmiştir [35]. Bu matris ilgili sorunları çözüme kavuşturmak amacıyla oluşturulan ve bize sorunlarımızı çözmeye önemli ipuçları veren bir metot haline gelmiştir [25].

2.7. TRIZ' in kullanım alanları

TRIZ, eskiden mühendislik sorunlarını çözüme kavuşturmada kullanılmakta idi. Son zamanlardaysa bu çözüm metodu; ulaştırma, haberleşme, bilişim ve eğitim gibi birçok alanda da kullanılmaya başlanmıştır. Tasarım zorluklarının aşılmasını hedefleyen TRIZ metodu, küçük büyük bütün iş yerinde uygulanabilmektedir. Aşağıdaki şekilde de TRIZ 'in uygulama sahaları gösterilmiştir.



Şekil 2. 3. TRIZ' in uygulanma sahaları [17].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Oluklu mukavva kutular

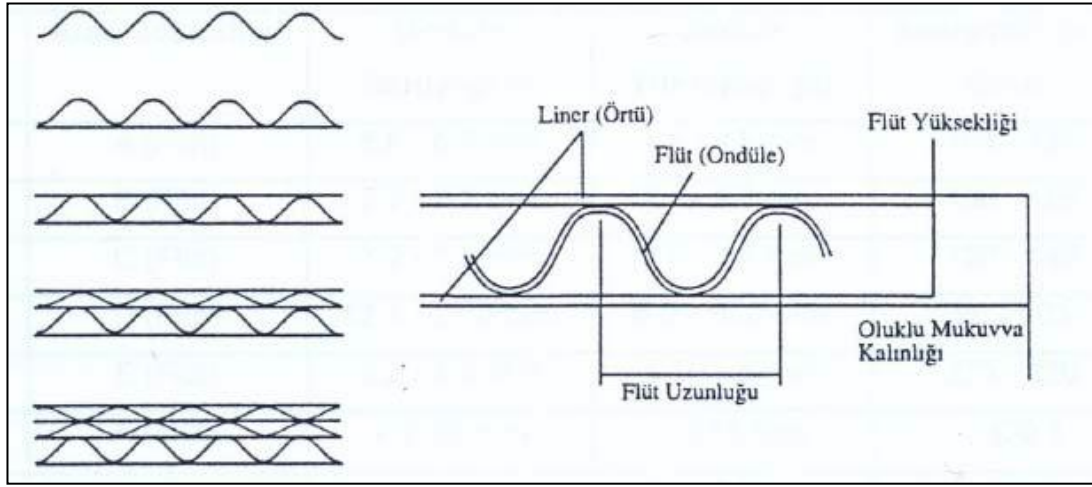
3.1.1. Hammadde seçimi

Oluklu mukavva bakır ya da dönüştürülmüş selüloz liflerinden meydana gelen kâğıtlardan üretilir. Oluklu mukavva astar olarak adlandırılan iki düz levha ile bu levhaların arasında yiv olarak adlandırılan oluklu bölgenin birbirine yapıştırılmasından oluşur [27].

Oluklu mukavvayı meydana getiren öğeler, yüzlerde faydalanılan “Liner”, ondülede faydalanılan “Fluting” türü kâğıtlardır. Liner şeklinde ifade edilen kâğıtlar, arzu edildiğinde esmer, beyaz ya da renklendirilmiş olan “Kraft Liner”, “Test Liner” ve “Schrenz” (Recycled), ondülede yararlanılanlar ise “NSSC Fluting”, “Saman Fluting” ve “Schrenz”dir.

3.1.2. Sınıflandırılması ve dalga cinsleri

Ondüle kesitinde yararlanılan kâğıtlar fluting kâğıtlar olarak adlandırılır. Dış yüzeyler ve ara tabakalarda düzgün bir yüzey oluşturmak amacıyla faydalanılan kâğıtlar liner kâğıtlar olarak adlandırılır. Oluklu mukavvanın ondüle katmanını meydana getiren dalga biçimi flute veya dalga olarak adlandırılır [5].



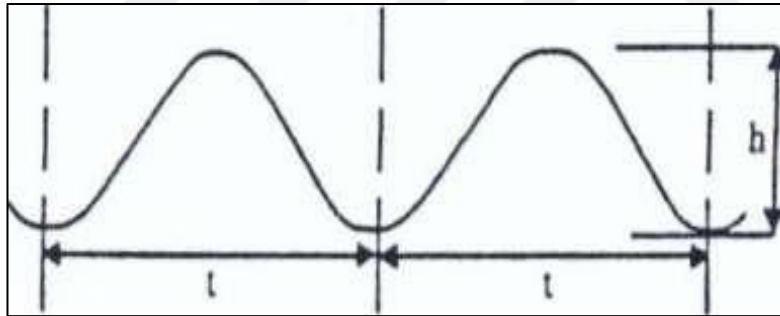
Şekil 3.1. Oluklu mukavvaların sınıflandırılması [5].

Şekil 3.1. 'de görüldüğü üzere, bir tane ondüle katmanına ve bir tane liner katına sahip oluklu mukavvaya tek yüzlü oluklu mukavva, bir adet ondüle tabakaya ve iki tane liner tabakasına sahip oluklu mukavvaya tek dalga oluklu mukavva, iki tane ondüle tabakasına ve üç tane liner tabakasına sahip oluklu mukavvaya çift dalga oluklu mukavva, üç tane ondüle tabakasına ve dört tane liner tabakasına sahip oluklu mukavva da üç dalga oluklu mukavva olarak adlandırılmaktadır.

Bu kategorilendirme oluklu mukavva kategorilendirme iken, ondüle yükseklikleri yönünden de isimlendirme yapılabilir. Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi ondüle genişliği (t), ondüle yüksekliğine (h) seçtiğimizde Çizelge 3.1.'deki değerleri verebiliriz.

Çizelge 3. 1. Oluklu mukavva özellikleri ve dalga (Flute) cinsleri [5].

Ondüle Cinsi	Kısa Gösterilişi	Ondüle Genişliği (t)	Ondüle Yüksekliği (h)	Metredeki Oluk Sayısı
İri Dalga	A (Flute)	8,5 – 8,9 mm	4,5 – 4,8 mm	104 - 125
İnce Dalga	B (Flute)	5,7 – 6,3 mm	2,1 – 3,2 mm	150-185
Orta Dalga	C (Flute)	7,2 – 7,4 mm	3,5 – 3,7 mm	120-145
İri Dalganın Üstü	D (Flute)	12,1 - 21,6 mm	6,0 -10 mm	90-103
Mikro Dalga	E (Flute)	3,2 – 4,0 mm	1,1 -1,8 mm	275- 320
Süper Mikro Dalga	F (Flute)	2,38 mm	0,75 mm	~ 420,1
Süper İri Dalga	K (Flute)	12,40 mm	5,6 – 8,5 mm	-80,6



Şekil 3. 2. Ondüle cinslerinin kategorilendirme ölçüleri [5].

Yukarıda da gösterildiği üzere kombine dopel ve triple mukavvalar meydana getirilebilmektedir. Doppel mukavva A+B, A+C, A+E, C+B, B+E, C+E olarak altı türde meydana getirilmektedir. A'dan E'ye kadar olan oluklu mukavvaların ambalaj imalında seçimi, taşınacak ürünlerin kırılabilirliği, taşıma uzunluğu ve koşullarına göre ayarlanır. Yüksek seviyede bir muhafaza, kaliteli bir yastıklama, dikey istifleme mukavemeti istenilen kısımlarda D ondüle seçilir. Bu niteliklerdeki düşme ile E ondüle niceliklerine dek inilmektedir. A ile B ondüle kıyaslandığında, B ondülede birim uzunluğa düşen ondüle sayısındaki fazlalık ve düşük ondüle yüksekliğinden

ötürü daha sert olup, şok emiciliği düşüktür. Ancak B ondüle daha fazla yerden desteklendiği için ezilme direnci daha iyidir. Oluklu mukavvaya uygulanan baskıda yüzey muntazamlığı ve ezilme direnci yükseldikçe, baskı esnasında denetim pratikleşir. Netice olarak oluk genişliği yükseldikçe yastıklama, alçaldıkça yüzey ezilme direnci yükselir.

Oluklara dik olan kesitte görülen ondüle, biçimi sebebiyle dalga (flute) şeklinde ifade edilir ve yüksekliğine, boyuna, metre'de ki sayısına göre kategorilendirilir. Dalga şekli, oluklu mukavvanın ondüle tabakasında liner'a kıyasla daha çok kâğıt sarfiyatına sebebiyet verir. 1 metre liner'a karşın, dalga cinsine göre sarf edilen fluting miktarı, ondüle katsayısı (take-up faktörü) ile ifade edilir.

A Dalga; oluk yüksekliğine göre kalın duvarlı olması, düşeydeki ağırlıkları çok iyi taşımasını, yatayda ise kolay ezilebildiği için çok iyi yastıklama yapmasını sağlar.

B Dalga; duvar kalınlığının cüzî olması sebebiyle düşeydeki ağırlıkları yüklenmek teki zayıflığına karşın, dalgalarının daha sık olması sebebiyle yüzey ezilmeye epeyce kuvvetlidir.

C Dalga; A ve B dalgadan sonra meydana gelen, ve her ikisinin de kaliteli niteliklerini barındıran bu dalga cinsi, iyi yüklenicidir ve baskıda iyi netice sağlar.

E Dalga; metredeki oluk sayısının çok olması sebebiyle, fevkalâde yüzey ezilme direnci olan E dalga, baskıda, öteki dalga cinslerine karşın en iyi neticeyi sağlar.

Oluklu mukavva, en az üç tabaka kâğıdın, geometrik bir desen verilerek bir araya getirilmesi ile meydana getirilen levhaya denir. İç, dış, ara ve iki ondüle olarak, beş kat kâğıdın birbirine yapıştırılmasıyla, çift dalga oluklu mukavva meydana getirilir. Bilhassa ihracat kutularında ve ağır malzeme taşıyan kutuların imalatında kullanılmaktadır. İç, dış, iki ara ve üç ondüle olmak üzere yedi kat kâğıdın birbirine yapıştırılması ile üç dalga oluklu mukavva meydana getirilir.

Faydalanma hedefine uygun olacak şekilde, değişik kalite ve gramajda kağıt ve dalga seçimi ile, farklı nitelikte oluklu mukavva meydana getirilebilir. Oluklarının niteliklerine göre, başlıca tek dalga oluklu mukavva çeşitleri A,B,C,E olarak dört adettir. Bu oluklar kendi içinde: E+B, B+A, B+C vb. birleştirilerek çift dalga; E+B+B, B+C+C, A+C+B, C+B+E gibi birleştirilerek üç dalga mukavvaları meydana getirirler.

A dalga: Hassaten kendisi taşıyıcı olmayan mamullerin ambalajlanmasında ve çok sıra üst üste düzenlenecek ambalajların üretiminde; yastık görevi üstlenmesi ve şok emici olması sebebiyle, ara bölme, takviye vb. gereçlerin imalatında faydalanılır.

B dalga: Farklı çeşit ürünün, hassaten kendisi de taşıyıcı olan mamullerin ambalajında, kalıplı kutuların imalatında faydalanılır.

C dalga: Yaş sebze meyve dahil, birçok mamulün ambalajında yararlanır.

E dalga: Epeyce ince bir dalgadır, sağlam baskı yapılabilmesi sebebiyle, müşteri ambalajı imalatında kapsamlı şekilde yararlanır.

Çift dalga: Güçlü gövdesi sebebiyle büyük ağırlıkları taşıyabilir, üst üste istiflenmeye oldukça müsaittir. Patlamaya, delinmeye karşı oldukça dirençlidir. Ağır mamullerin, dökme mamullerin ambalajında, teleskopik kutular şeklinde ifade edilen narenciye ve çiçek kutularında faydalanılır.

Üç dalga: Çeşitli dalga cinslerinin niteliklerini barındırması nedeniyle hacimli ve çok ağır mamullerin taşıma ambalajı şeklinde yararlanır. Kalınlığı 12 mm' ye kadar olabilir [27].

Problemimizde kullandığımız karton kutumuzun imalinde kullanılan oluklu mukavvamız çift dalga (B+C)' dir. Aşağıdaki resimde karton kutumuzda kullanılan BC dalganın şekli gösterilmiştir.



Resim 3. 1. Çift dalga (B+C) oluklu mukavva [5].

3.1.3. Kullanılan kâğıt türleri

Oluklu mukavvaların nitelikleri; cinslerine, üretimlerinde faydalanılan kâğıtlara ve yardımcı malzemeye göre seçilir. Oluklu mukavvaların imalatında kullanılan kâğıt türleri aşağıda gösterildiği gibidir:

a. Ondüle kâğıtları

- Yarı kimyasal ondüle kâğıdı (NSSC)
- Atık kâğıtlardan imal edilen ondüle kâğıdı
- Kraft ondüle kâğıdı
- Saman ondüle kâğıdı (Saman Fluting)

b. Liner (Örtü) kâğıtları

- Kraft liner
- Testliner
- White topliner
- Mikro liner

Bizim problemimizde kullandığımız karton kutumuzun hammaddesi saman ondüle (Saman Fluting) kâğıdıdır. Saman Ondüle Kâğıdı (Saman Fluting): Samanın yarı

kimyasal şekilde işlenmesi ile imal edilen birincil elyafa, yaklaşık % 60 oranında ikincil elyaf katılarak, çoğunlukla 90–160 g/m² şeklinde imal edilen fluting kâğıtlarıdır. Yüzey ezilme oranları yüksek olmasına rağmen, nemden kolay etkilenirler [12].

Saman selülozu, sönmüş kireç ve sudan oluşan bir pişirme likörüyle, pişirme kazanlarında üretilir. Saman çoğunlukla eskiden bu yana oluklu kâğıt hammaddesidir. Pahalı pişirme tesisleri gerektirir, ezilme direnci için kimyasal ilave maddelerin ilave edilmesiyle sonsuz elekli makinede üretilir. Çevre kirlenmesi sorunu meydana getirir. Saman hamuru içerisinde %40–60 oranında eski kraft kâğıdı hamuru ilave edilirse kaliteli oluklu kâğıt oluşturulabilir. Bir başına samandan meydana getirilen oluk kâğıdı rutubet çekmekte ve yumuşak olmaktadır. Saman heterojen bir madde olduğu için, kalite değişimleri sebebiyle, hamur hazırlama esnasında bazı olumsuzluklar meydana gelmekte, ondüle üzerinde çekme ve gerilme olumsuzlukları meydana gelmektedir. Yalnız eski kâğıtlarla karıştırılırsa daha mukavemetli oluk kâğıtları meydana getirilir [11].

3.1.4. Ambalajın işletmeler açısından önemi

Ambalaj imalatı, meydana getirilen mamulleri taşıma sırasında kaplayan, depolayan, saklayan, taşıyan ve satımını kolaylaştıran endüstriyel mamul şeklinde de ifade edilebilir. Çoğunlukla tüm sanayi ve tarım alanlarında mamullerin düzgün bir şekilde ifade edilmesi amacıyla ambalajlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan düşünüldüğünde ambalaj ve hususıyla kâğıt ambalaj tüm alanların vazgeçilmezi ve öncüsü konumundadır.

Bir ülkede ambalajın yani sektörün gelişmişliği ve birey başına tüketim yüzdesi o ülkenin gelişmişliğiyle aynı düşünülebilir. Yurdumuzda var olan ve hızlı bir şekilde gelişime açık şekilde olan sanayi dallarında, tarım mamullerinde, kozmetik ve gıda mamullerinde hedefe cazip pazarlanması ve basit lojistiklerinin yapılması hedefiyle hızlı bir şekilde gelişmektedir. Hususıyla ihracat mamullerinde karton ambalaj büyük bir öneme sahiptir. Bu amaçla bu çalışmada beyaz eşya üretimi yapan bir

firmanın ürettiği ürünlerin fabrikadan müşteriye nakli yapılırken, ambalajlamada kullanılan karton kutularda yaşanan problemler konu edilip problemin incelenmesi yapılmıştır [11].

3.2. Problemin çözüm aşamalarında kullanılan bilgisayar programları

Problemin çözümü aşamalarında Solid Works® (Das-sault Systems, USA) ve ANSYS programlarından faydalanılmıştır. Solid Works® (Das-sault Systems, USA); iki ve üç boyutlu bilgisayar tabanlı çizim amacıyla kullanılan bir tasarım programı türüdür. 1995'li yıllardan bu yana geliştirilmekle beraber Solid Works programı, Windows işletim sistemleri ile çalışan tarihteki ilk üç boyutlu tasarım programıdır. Solid Works günümüzde gerek iki boyutlu gerekse üç boyutlu çizimlerde dinamik şekilde faydalanılmaktadır. ANSYS; bilgisayar tabanlı olarak mühendislik çalışmalarında analiz ve simülasyonlarının yapılabildiği bilgisayar tabanlı mühendislik programıdır. ANSYS programı mekanik, yapısal analiz, hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ısı transferi gibi farklı disiplinlerde etkili çalışmalara imkân sağlar. Diğer tüm ülkelerde olduğu şekilde ülkemizde de en fazla yararlanılan bilgisayar tabanlı mühendislik programlarının başında gelen ANSYS programı sonlu elemanlar metodu kullanmaktadır. Sonlu elemanlar metodu ile tek parça şeklinde analizi güç olan karmaşık biçimdeki cisimlerin küçük ve çok miktarda parçalara ayrılarak ayrı ayrı analizleri yapılabilmektedir. Sonlu sayıdaki elemanın analizi neticesinde ulaşılan sonuçlar bir araya getirilerek tek ve tutarlı bir analiz sonucuna ulaşılır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Problemin tanımı

Beyaz Eşya üretimi yapan bir firma, üretimini yaptığı ürünlerin sevkiyatını karton kutular vasıtasıyla gerçekleştirmektedir. Ancak karton kutuların özellikle elçek yerlerinde taşıma esnasında hasarlar, yırtılmalar meydana gelmektedir. Meydana gelen bu hasarlar, yırtılmalar özellikle müşteri memnuniyetini olumsuz yönde etkilemektedir. Karton kutuların elçek yerlerinde meydana gelen hasarlara örnekler aşağıdaki resimde gösterilmektedir.



Resim 4. 1. Karton kutuların elçek yerlerinde meydana gelen hasarlanmalar

4.2. Sistemin mükemmellik seviyesinin tanımı

Üretimi yapılan ürünlerin müşteriye ulaştırılması amacıyla yapılan sevkiyat esnasında karton kutuların elçek yerlerinde meydana gelen yırtılmaların yok edilmesi veya minimize edilmesi, ambalaj içerisindeki ürünün korunarak ürünün marka değerinin kötü yönde etkilenmesinin önüne geçilmesi ve müşteri memnuniyetinin üst seviyede olması mükemmellik seviyesi olarak tanımlanmaktadır.

4.3. Problemi çözüme çalışmaları

Cözüm çalışması 1

Yaratıcı problem çözüme metodu TRİZ'i kullanılarak problemin çözümüne yönelik çözüm önerileri araştırılmış, elde edilen mühendislik parametreleri ve yaratıcı prensipler aşağıda gösterilmiştir.

Geliştirilmek istenilen özellik / Sorun: Kutunun özellikle elçek yerinin uygulanan kuvvete karşı dayanımı, direnci artırılmak istenmektedir.

Geliştirmeye karşı kötüleşen özellik / Çelişki: Kutunun özellikle elçek bölgesinin uygulanan kuvvete karşı gösterdiği direncin artırılmasına yönelik geliştirilecek sistemin üretilebilirliği karşımıza çıkan çelişkidir.

		Kötüleşen Özellik											Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı
		Güç	Enerji kaybı	Maddede kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Maddede miktarı	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zarar	Zararlı yan etkiler		
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
9	Hız	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	32, 28, 13, 12
10	Kuvvet	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25
11	Gerilim ve basınç	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11
12	Şekil	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26
13	Nesnenin dengesi	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27	15, 32, 35		13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30
14	Dayanıklılık, güç	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 25, 2
15	Hareketli nesnenin dayanıklılığı	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	12, 27

Şekil 4. 1. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit

Elde edilen yaratıcı prensipler: 3, 10, 11, 32

- 3: Lokal kalite
- 10: Başlangıçta eylemli
- 11: Önceden güvenilirliği sağlama
- 32: Renk değiştirme

	Geliştirilen Özellik	Kötüleşen Özellik											Üretilebilirlik	Kullanım kolaylığı
		Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilirlik	Ölçülerin doğruluğu	Üretimin doğruluğu	Nesneye etki eden zarar	Zararlı yan etkiler		
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
9	Hız	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 35, 21	35, 13, 8, 1	32, 28, 13, 12
10	Kuvvet	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	1, 28, 3, 25
11	Gerilim ve basınç	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35, 37	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	11
12	Şekil	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 26
13	Nesnenin dengesi	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27	15, 32, 35		13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19	32, 35, 30
14	Dayanıklılık, güç	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	32, 40, 25, 2
15	Hareketli nesnenin dayanıklılığı	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	12, 27
16	Sabit nesnenin dayanıklılığı	16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24		17, 1, 40, 33	22	35, 10	1

Şekil 4. 2. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit

Elde edilen yaratıcı prensipler: 1, 4, 27

- 1: Bölümleme
- 4: Asimetri
- 27: Ucuz kısa ömürlü nesnelere

Cözüm çalışması 2

Geliştirilmek istenilen özellik / Sorun: Kutunun özellikle elçek yerinin uygulanan kuvvete karşı dayanımı, direnci artırılmak istenmektedir.

Geliştirmeye karşı kötüleşen özellik / Çelişki: Kutunun özellikle elçek bölgesinin uygulanan kuvvete karşı gösterdiği direncin artırılmasına yönelik geliştirilecek sistem kolinin madde miktarını, alt sistem sayısını artırması karşımıza çıkan çelişkidir.

	Geliştirilen Özellik	Kötüleşen Özellik						
		Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	Güvenilirlik
		21	22	23	24	25	26	27
9	Hız	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28
10	Kuvvet	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21
11	Gerilim ve basınç	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35
12	Şekil	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16
13	Nesnenin dengesi	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27	15, 32, 35	
14	Dayanıklılık, güç	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3
15	Hareketli nesnenin dayanıklılığı	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13

Şekil 4. 3. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit

Elde edilen yaratıcı prensipler: 10, 27, 29

- 10: Başlangıçta eylemli
- 27: Ucuz kısa ömürlü nesnelere
- 29: Pnömatik veya hidrolik yapılar kullanma.

		Kötüleşen Özellik						Güvenilirlik
		Güç	Enerji kaybı	Madde kaybı	Bilgi kaybı	Zaman kaybı	Madde miktarı	
Geliştirilen Özellik		21	22	23	24	25	26	27
9	Hız	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26		10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28
10	Kuvvet	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5		10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21
11	Gerilim ve basınç	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37		37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35
12	Şekil	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16
13	Nesnenin dengesi	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40		35, 27	15, 32, 35	
14	Dayanıklılık, güç	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3
15	Hareketli nesnenin dayanıklılığı	19, 10, 35, 38		28, 27, 3, 18	10	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13
16	Sabit nesnenin dayanıklılığı	16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40

Şekil 4. 4. Çelişkiler matrisinden problemin çözümüne yönelik alınan kesit

Elde edilen yaratıcı prensipler: 3, 10, 35, 40

- 3: Lokal kalite
- 10: Başlangıçta eylemli
- 35: Fiziksel veya kimyasal durum değişikliği
- 40: Kompozit malzemeler.

Problemin çözümüne yönelik yapılan çalışmalar neticesinde çelişkiler matrisinden elde edilen yaratıcı prensiplerden 3,10,11,27 nolu yaratıcı prensipler problemin çözümünde kullanılmıştır. Çözüm için seçilen bu yaratıcı prensipler incelenerek bazı çözüm önerileri elde edilmiştir.

Çözüm prensiplerinden 3 ve 27 nolu yaratıcı prensipler kullanılarak elde edilen çözüm önerisi aşağıda gösterilmiştir.

Prensip 3: Lokal kalite

- a. Bir nesnenin veya bulunduğu ortamın (eylemin) yapısında homojenlikten (bağdaşıklık) heterojenliğe (ayrışıklık) geçişin sağlanması.
- b. Bir nesnenin farklı parçalarının farklı işlevler kazanmasının sağlanması.
- c. Bir nesnenin her parçası, onun işleyişi açısından en uygun olan koşullarda çalışmasının sağlanması.

Prensip 27: Ucuz kısa ömürlü nesnelere

- a. Pahalı bir nesneyi diğer özellikleri (örneğin dayanıklılık) uyuşan ama ucuz olanıyla değiştirilmesi.

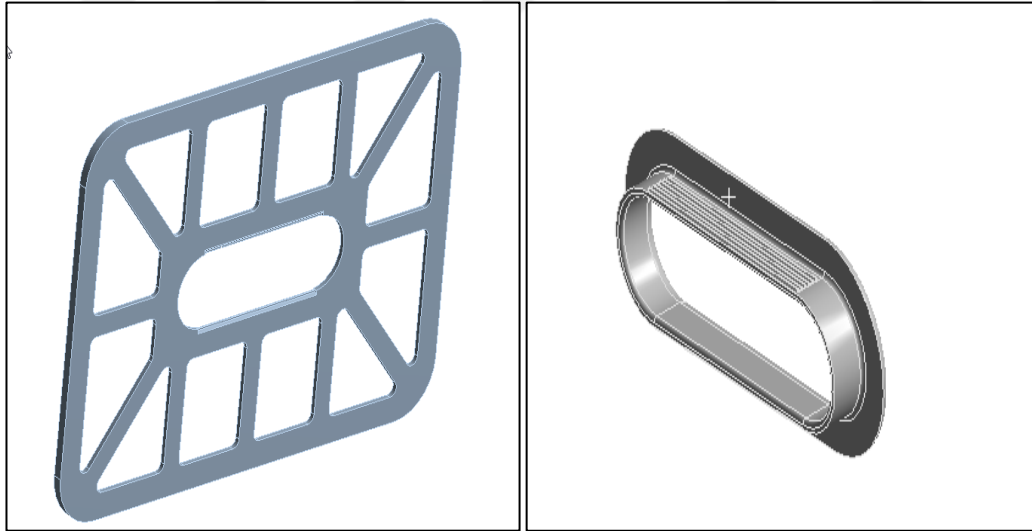
3 ve 27 nolu yaratıcı prensiplerden yola çıkarak karton kutuların elçek bölgesine uygulanan kuvvet sonucu meydana gelen gerilim azaltılmak istenmiştir. Aşağıdaki resimde de görüldüğü üzere yırtılmalar elçek bölgesinin kuvvete karşı olan direncinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.



Resim 4. 2. Gerilim sonucu elçek yerlerinden yırtılan kutular

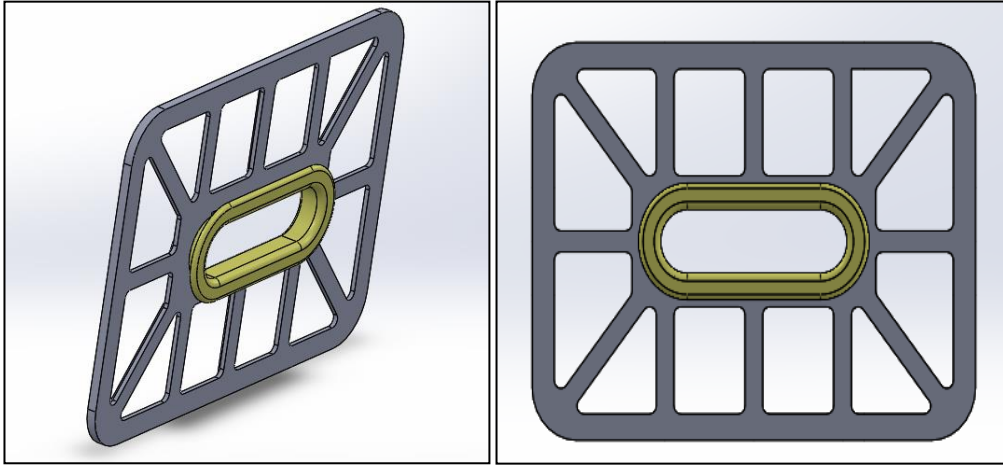
Bu doğrultuda, ucuz ve kısa ömürlü plastik malzemedен imal edilen bir elçek tasarımı yapılmıştır. Bu elçek tasarımı yapılırken maliyeti minimumda tutmak amacıyla ucuz hammadde kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan hammadde miktarını düşürmek amacıyla delikli, boşluklu yapıda tasarlanmıştır. Elçek kolinin iç kısmına ve dış kısmına monte edilmek üzere iki parça olarak tasarlanmıştır. Yapıştırma, silikon vs. maliyetlerini ortadan kaldırmak amacıyla bu iki parça birbirine geçmeli tırnaklı yapıda tasarlanmıştır. Tasarlanan bu elçek Ansys programı kullanılarak sanal olarak koliye monte edilmiş ve elçek kullanılmadan önce meydana gelen gerilim ile tasarlanan bu elçek kullanıldığı zaman meydana gelen gerilmeler karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

Solid Works® (Das-sault Systems, USA) Programı yardımı ile tasarlanan elçek aşağıdaki resimde görüldüğü gibi iki parça halinde ve yapıştırma, silikon maliyetini ortadan kaldırmak amacıyla birbirine geçmeli tırnaklı yapıda tasarlanmıştır.



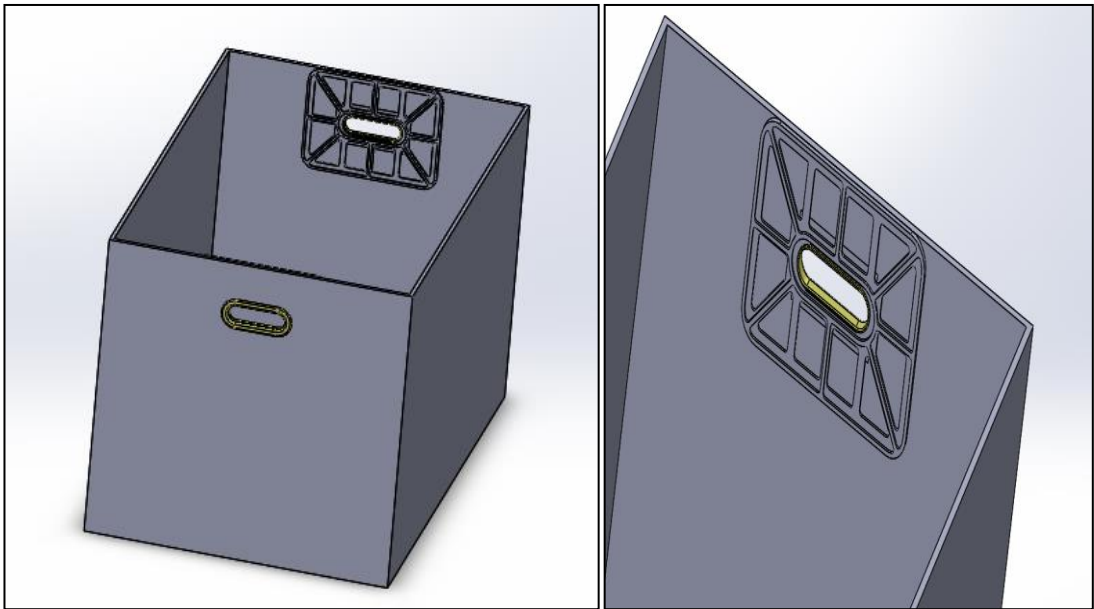
Resim 4. 3. İki parça halinde elçek tasarımı

İki parça halinde ve tırnaklı yapıda tasarlanan elçeğin Solid Works® programında montaj edilmiş hali resim 4. 4' de gösterilmiştir.



Resim 4. 4. Montajı yapılmış elçek tasarımı

Elçek, kolinin iç kısmına ve dış kısmına monte edilmek üzere iki parça olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan bu elçek tırnaklı yapıdadır ve koliye montajı yapıldığı zaman ortaya çıkan resim aşağıda gösterildiği gibidir.



Resim 4. 5. Elçeğin koliye montelenmiş hali

Çözüm prensiplerinden 10 ve 11 nolu yaratıcı prensipler kullanılarak elde edilen çözüm önerisi aşağıda gösterilmiştir.

Prensip 10: Başlangıçta Eylemli

- a. Bir nesnedeki gerekli değişikliklerin tamamen veya kısmen önceden yapılması.
- b. Nesnelerin en uygun yerde derhal çalışmaya başlamaları için onları yerlerine önceden yerleştirilmesi.

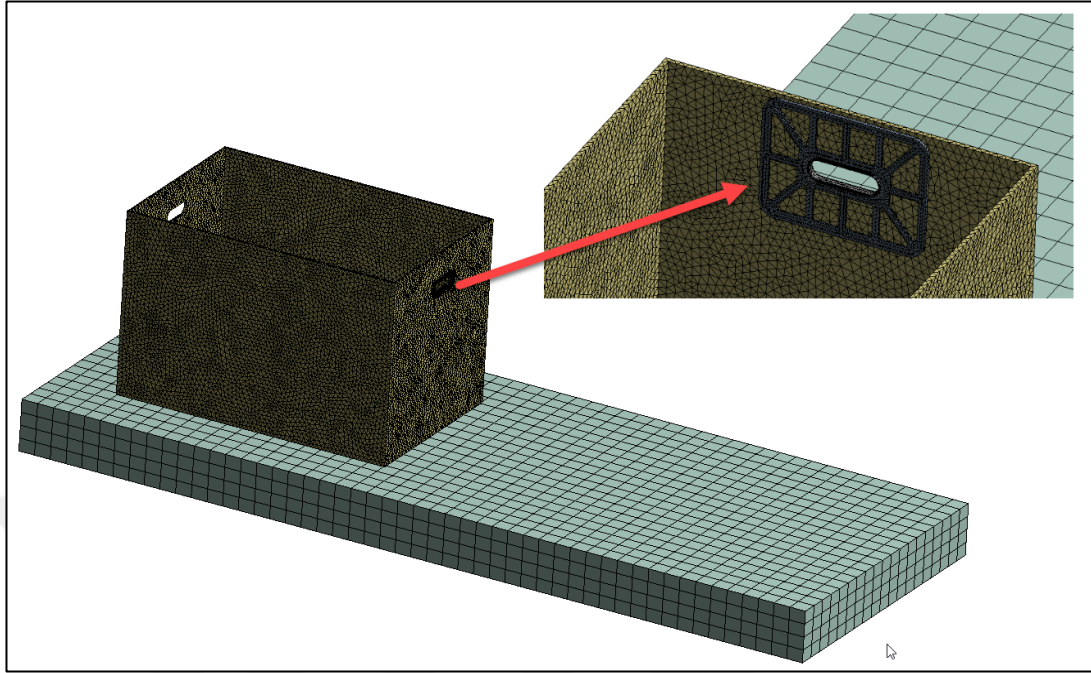
11. Önceden Güvenirliliği Sağlama

- a. Bir nesnenin göreceli olarak düşük olan dayanıklılığını (güvenirliliğini) artırmak için önceden gerekli önlemlerin alınması.

Bu 10 ve 11 no'lu yaratıcı prensiplerden yola çıkarak mevcut kolide var olan elçek yerlerinde değişiklik yapılmıştır. Yapılan bu değişiklikte ki amaç uygulanan kuvvet neticesinde kolilerin özellikle elçek yerlerinde meydana gelen gerilimi minimuma indirmektedir. Elçek yerlerinde yapılan değişiklik neticesinde karton kolide meydana gelen gerilmelerdeki değişimler sonlu elemanlar analiz (SEA) yöntemi kullanılarak ANSYS programı yardımıyla incelenip değerlendirilmiştir.

4.4. Sonlu elemanlar modeli

Dinamik analizler için ANSYS Workbench (Version 18.0) yazılımında Transient Analiz modülü kullanıldı. Aşağıdaki resimde de görüldüğü gibi ağ yapısı oluşturuldu. Modellerimizde sabit yer için ağ yapısı boyutu 40 mm olarak karton koli için ise ağ boyutu 10 mm ve son olarak elçek bölgesi için ağ boyutu 5 mm olarak tanımlandı. Modellerimiz ortalama olarak 211240 node ve 100231 elemandan oluşmaktadır. Eleman çeşidi olarak solid186 ve solid187 kullanıldı. Analizler non-linear olarak yapıldı.



Resim 4. 6. Elçekli modelin ağ yapısı

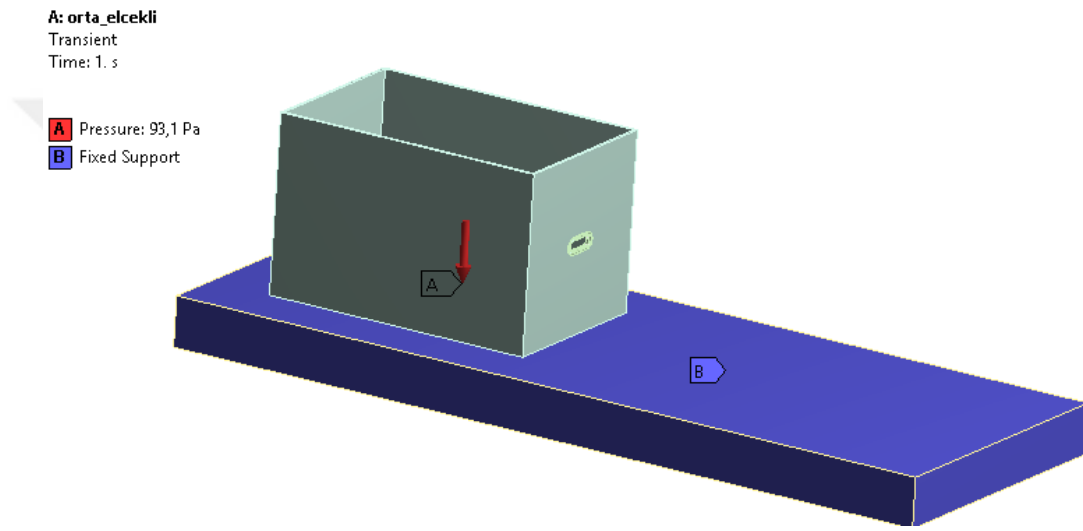
Literatürde yer alan çalışmalara göre karton koli ile yer için malzeme özellikleri Çizelge 4.1.'de gösterildiği gibi seçilmiştir [15].

Çizelge 4. 1. Malzeme özellikleri [15].

Karton Koli		
Elastic modulus (MPa)	E_x	7600
	E_y	4020
	E_z	38
Shear modulus (MPa)	G_{xy}	2140
	G_{xz}	20
	G_{yz}	70
Poisson Oranı	V_{xy}	0,34
	V_{xz}	0,01
	V_{yz}	0,01
Density (kg/m ³)		404,5
Elçek (PPH)		
Elastic modulus (MPa)	E	150
Poisson Oranı	V	0,3
Rijit Düzlem		
Elastic modulus (GPa)	E	2000
Poisson Oranı	V	0,3

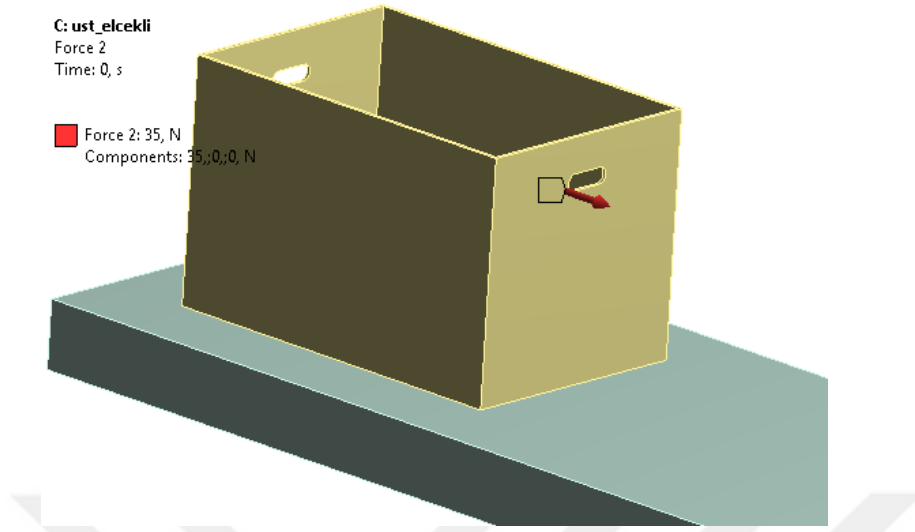
4.4.1. Sınır şartları

Malzeme özelliklerinin tanıtılmasından sonra karton koli ile yer arasında sürtünmeli kontak (friction) kontak tanımlaması yapılmıştır. Sürtünme katsayısı olarak karton-demir için 0,2 girilmiştir. Resim 4.7.'de görüldüğü gibi kutunun içine konan 9.5 kg'lık ağırlık için yaklaşık olarak 93,1 Pa'lık bir basınç uygulanmıştır. Taban kısmı sabit olarak seçilmiştir.



Resim 4. 7. Sonlu elemanlar modeli sınır şartları

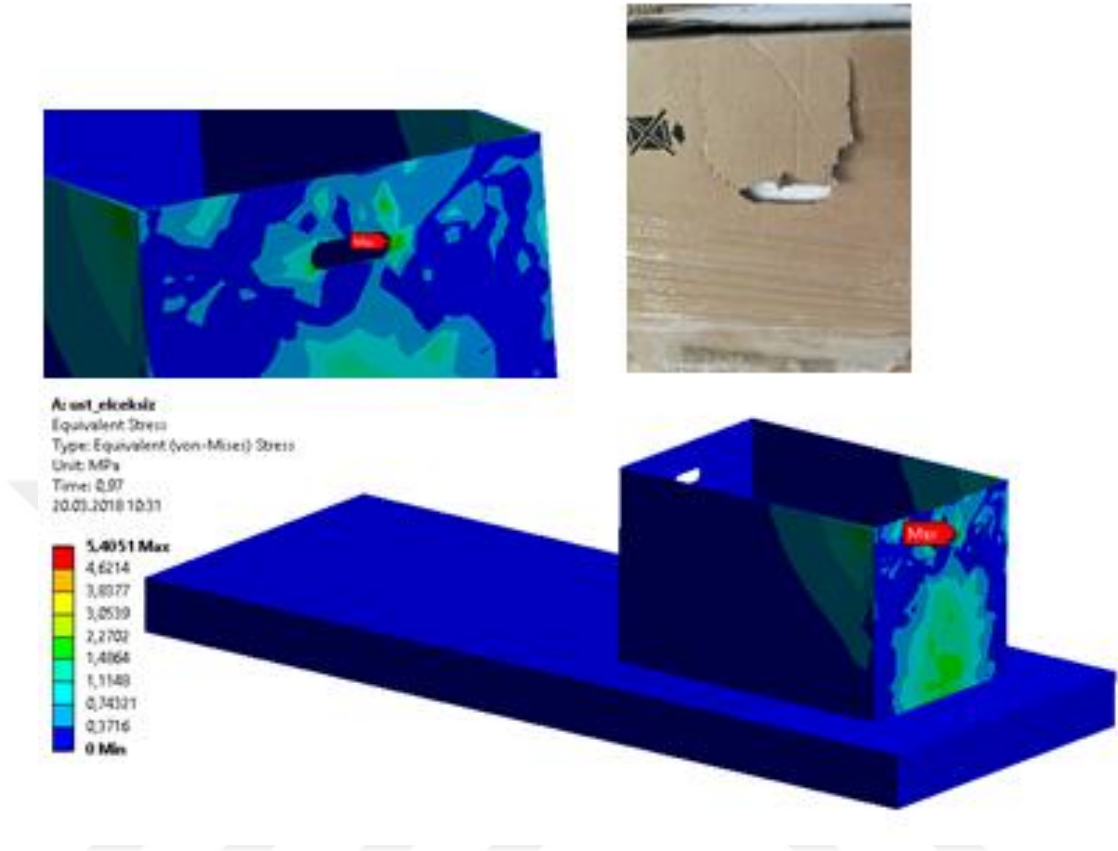
Elde edilen modeli 1 metre hareket ettirmek için gerekli olan kuvvet yine sonlu elemanlar yöntemi ile hesaplanarak 35 N olarak bulunmuş ve resim 4.8'de gösterildiği gibi elçek bölgesine uygulanmıştır. Tüm modellerde aynı sınır şartları uygulanmıştır.



Resim 4. 8. Elçek bölgesine uygulanan kuvvet

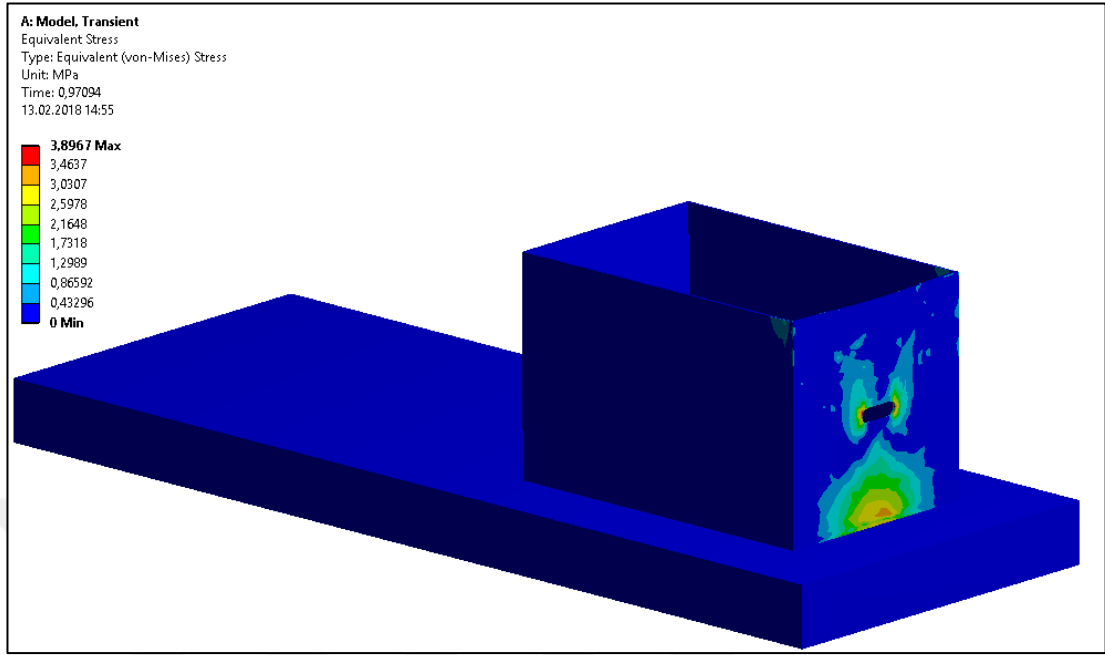
4.4.2. Analiz sonuçları

Oluşturulan modeller ve sınır şartlarına göre karton kolinin 1 m' lik yer değiştirmesi hareketinin dinamik olarak SEA'sı gerçekleştirildi. Sonuçlarda meydana gelen eşdeğer gerilmeler, her bir model için ayrı ayrı kaydedilmiştir. Elçek bölgesinin üstte olduğu mevcut durumda şekil 4.9'da görüldüğü gibi 5,404 MPa 'lık bir maksimum gerilme elde edilmiştir. Elde edilen maksimum gerilmenin yırtılma bölgesinde meydana geldiği görülmektedir.



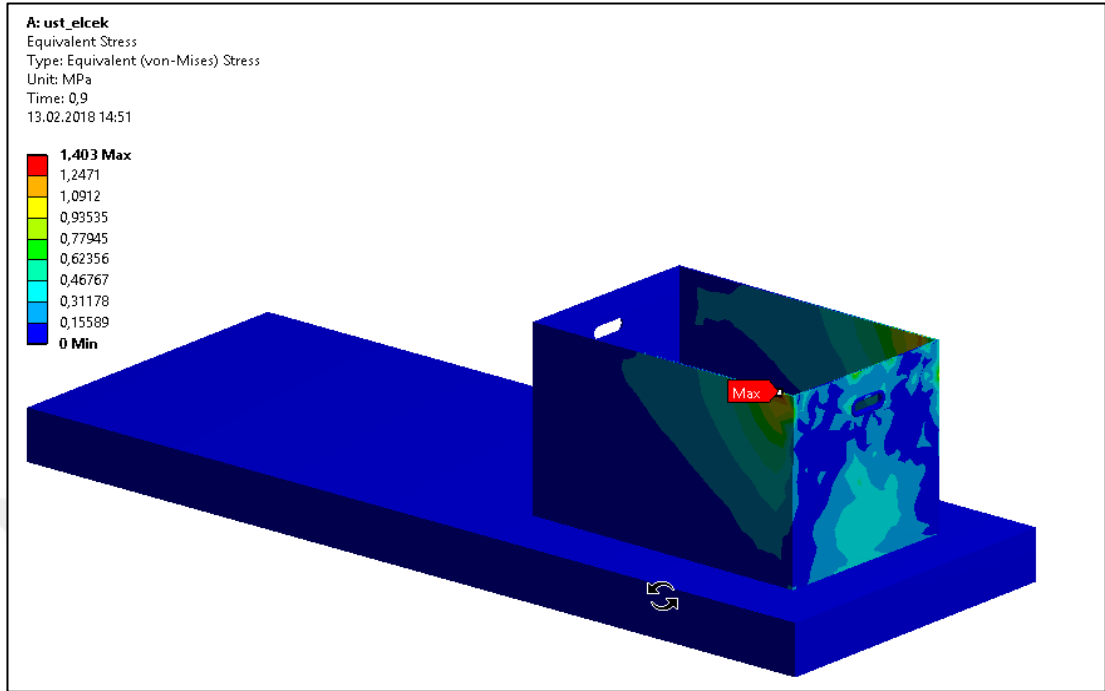
Resim 4. 9. Elçek bölgesi üst kısımda ve elçeksiz model

Elçek bölgesinin yerinin değiştirilmesi ile karton kolide resim 4.9'da görüldüğü gibi 3,8967 MPa'lık bir maksimum gerilme kaydedilmiştir.

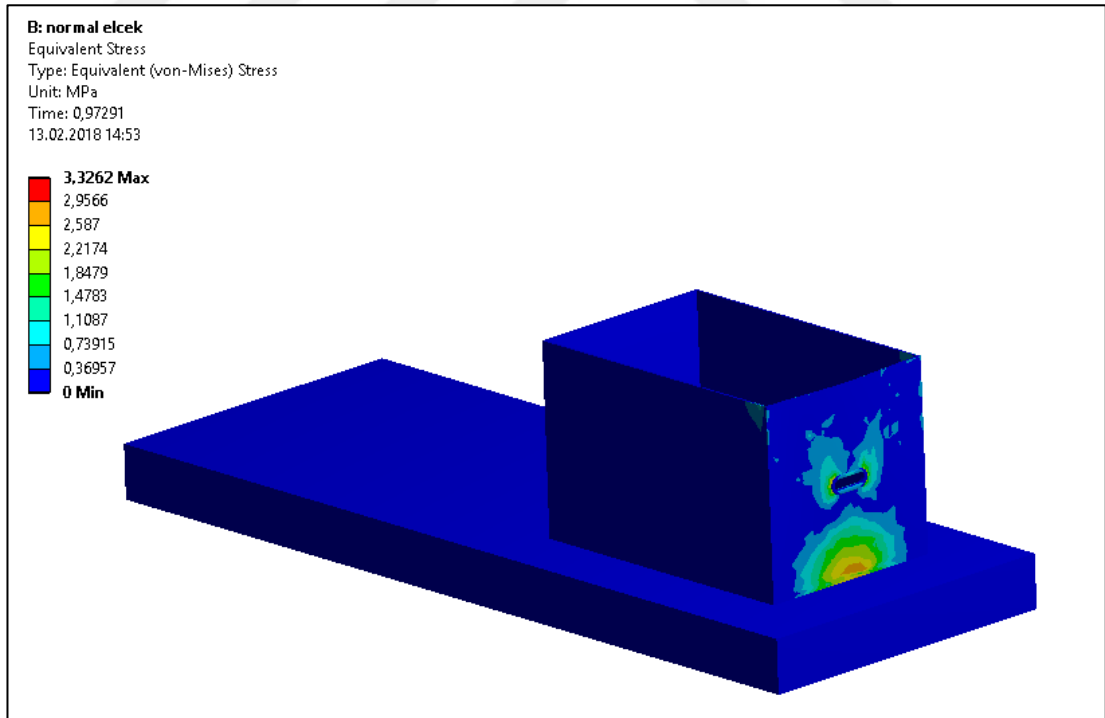


Resim 4. 10. Elçek bölgesi orta kısımda ve elçeksiz model

Yeni tasarım elçek bölgesinin sırasıyla üst ve alt elçek bölgesine montaj yapılması ile karton kolide meydana gelen maksimum gerilmeler resim 4.11 ve resim 4.12’de görülmektedir. Yeni tasarım elçeğin üst kısma montajı ile 1.403 MPa’lık maksimum gerilme elde edilirken orta kısma montajı ile 3.3262 MPa’lık maksimum gerilme elde edilmiştir.



Resim 4. 11. Elçek bölgesi üst kısımda ve elçekli model



Resim 4. 12. Elçek bölgesi orta kısımda ve elçekli model

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, TRIZ tekniğinin yenilikçi ve yaratıcı ürün tasarımı açısından etkili, özgün ve önemli bir metodoloji olduğu görülmüştür. Türkiye’de bilinirliği ve uygulanabilirliği az olmasına karşın ülke dışında TRIZ; firmalarda, operasyonlarda ve markalarda hızlı bir şekilde yayılım sağlayarak inovasyon yapma süreçlerinde, proje yönetimi ve risk yönetimi vb. sahalarda sıklıkla faydalanılmaktadır.

Günümüzde müşteri memnuniyeti de çok önemli hale gelmiştir. Bu düşünceden hareketle bu tez çalışmasında; uygulamanın yapıldığı firmanın ürünlerini müşterilerine ulaştırmada kullandığı karton kutularda taşıma esnasında meydana gelen hasarlanmaların önüne geçilerek müşteri memnuniyetsizliğinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Yaratıcı problem çözme tekniği (TRIZ) ile problem ele alınmış ve çözüm olarak plastik malzemeden tasarlanan elçek, kutulara monte edilerek gerilmelerde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Ayrıca mevcut kutularda bulunan elçek bölgesinin yeri değiştirilerek meydana gelen gerilme en aza indirgenmiştir.

Analizler sonucunda, mevcut durumda kullanılan karton kutuda meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmeler ve yeni tasarımı yapılmış elçek ile montaj edilmiş karton kolide meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmeler kaydedilmiştir. Ayrıca elçek bölgesinin orta kısımda olası durumda meydana gelen eşdeğer gerilmeler ve yeni tasarımı yapılmış elçek ile orta bölüme montaj edilmiş karton kolide meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmeler kaydedilmiştir. Her dört durum için karton kutuda meydana gelen deformasyonlar belirlenmiştir. Oluşturulan modeller ve sınır şartlarına göre hareketinin dinamik olarak sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilmiştir. Mevcut durumda meydana gelen maksimum gerilmelerin yırtılan bölgeler ile benzerlik göstermiştir. Mevcut durumda karton kolide 5,404 MPa’lık bir gerilme meydana gelirken yeni tasarlanan elçekli modelde elde edilen maksimum gerilmenin 1,4021 MPa olduğu gözlemlenmiştir. Yeni tasarımı yapıp karton koliye

montajı yapılan elçekli modeli ile mevcut durumda kullanılan karton koli ile kıyaslandığında meydana gelen maksimum eşdeğer gerilmelerin yaklaşık olarak %75 azaltıldığı görülmüştür. Elçek bölgesinin üstte olduğu modelde 5,405 MPa 'lık bir gerilme elde edilirken elçek bölgesinin yerinin değiştirilmesi ile 3,396 MPa'lık bir gerilme kaydedilmiştir. Elde edilen veriler bununda %37'lik bir gerilmenin azaltıldığı görülmüştür. Bu sayede taşıma sırasında yırtılmalardan dolayı meydana gelen hasarların ortadan kaldırılacağı ve müşteriler üzerinde olumsuz algılar ve müşteri memnuniyetsizliğinin önüne geçileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Aksoy A. ,2016 TRIZ Yaratıcı Sorun Çözme Teorisi <http://www.ahmetaksoy.com.tr/endustri-muhendisligi/triz-yaratici-sorun-cozme-teorisi.html> erişim tarihi: 05.06.2018
- [2] Altshuller, G., 2000. The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, Inc., Worcester.
- [3] Altshuller, G., "Innovation Algorithm", Çeviri Editörleri, Sinan GÜRTUNCA, Sistem Yayıncılık İstanbul, 310-331 (2013).
- [4] Arciszewski T, and Zlotin B., 1998. Ideation/TRIZ: Innovation Key To Competitive Advantage and Growth.URL: http://www.ideationtriz.com/paper_ITRIZ_Innovation_Key.asp, erişim tarihi: 17.04.2017.
- [5] Aşan, S. G. ve Fenman, T.: Ambalaj Sözlüğü Günümüzde Ambalaj Üretimleri ve Türkiye Ambalaj Endüstrisi, Nurol Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi A.Ş., Ankara, Türkiye, (2000) 3-4, 22, 29, 118-132.
- [6] Barker, A. (2002). Yenilikçiliğin Simyası (A. Kardam, Çev.). İstanbul: Mess Yayın
- [7] Demirci, Ahmet Emre, 2012. Temel Kavramlar, Yenilik Yönetimi, Ed: Cevahir Uzkurt ve Ahmet Emre Demirci, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını
- [8] Domb, E., 1997, The ideal final result: Tutorial, TRIZ Journal, February 1997 issue. www.triz-journal.com/ideal-final-result-tutorial/ , erişim tarihi: 12.12.2017.

- [9] Domb, E.(1998). The 39 Features of Altshuller's Contradiction Matrix, TRIZ Journal, 1998 November issue. from <http://www.triz-journal.com/archives/1998/11/d/index.htm> , erişim tarihi:15.04.2015.
- [10] Domb, E., 2000, Managing Creativity for Project Success, 7th Project Leadership Conference, June, www.triz-journal.com/whatistriz/, erişim tarihi: 11.12.2013.
- [11] Erođlu, H.: Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, 2. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakóltesi Yayınları, Trabzon, Türkiye, (1990) 522-527.
- [12] FEFCO (European Federation of Corrugated Board Manufacturers), <http://www.fefco.org/index.php?id=4> erişim tarihi: 19.11.2009.
- [13] Fey, V. and Rivin, E., 2001, Ideal system, or why the question what? may be more important than the question how?, TRIZ Journal, December 2001 issue, www.triz-journal.com/ideal-system-question-may-important-question/, erişim tarihi: 14.12.2013.
- [14] Fisk, P. 2011. Yaratıcı Deha (N. Özata, Çev.). İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri.
- [15] Güleş H. Kürşat ve Bülbül Hasan (2004). Yenilikçilik, İşletmeler İçin Stratejik Rekabet Aracı, Ankara: Nobel Basım Yayın.
- [16] H. Guang-jun, H. Xiang, and F. Wei, "Finite element modeling and buckling analysis of corrugated box," Packaging Engineering, vol. 30, no. 3, pp. 34–35, 2009.
- [17] Ilevbare, I.M., Probert, D., and Phaal, R., 2013, A review of TRIZ and its benefits and challenges in practise, Technovation, 33, 30-37.

- [18] Jain, R.K., Triandis, H.C. ve Weick, C.W. 2010. Managing Research, Development and innovation: Managing the Unmanageable. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- [19] Kapucu, S., Baykasoglu, A. ve Dereli, T., 2001, Toplam kalite yönetimi uygulamalarında kullanmak için yenilikçi-yaratıcı problem çözme yaklaşımı: TRIZ, TMMOB Makine Mühendisleri Odası II. Kalite Sempozyumu, 6-7 Haziran 2001, Bursa, 167-174.
- [20] Kapucu, S., Baykasoglu, Adil., Dereli Turkay, "Toplam Kalite Uygulamalarında Kullanılmak İçin Yenilikçi- Yaraticı Problem Çözme Yaklaşımı", Mühendis ve Makina, Vol: 499, Ağustos 2001, sf: 40-47.
- [21] Kapucu, S. 2013. "TRIZ ile Patent Kapsamını Aşma Tasarımı," Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 643, s. 54-62. 2013.
- [22] Kaya, M.O. 2016. TRIZ Araçları <https://medium.com/@metinokaya/triz-araçları> erişim tarihi: 04.06.2018
- [23] Mann, D. and DeWulf, S. (2003) .Updating TRIZ: 1985-2002 Patent Research Findings,TRIZCON2003: 5 th Annual International Conference of Alshuller Institute for TRIZ Studies.Philadelphia.
- [24] Mazur, G., 1995, Theory of inventive problem solving (TRIZ), www.mazur.net/triz/, erişim tarihi: 01.12.2013.
- [25] Nakagawa. T., 1998. TRIZ: Theory of Inventive Problem Solving – Understanding and Introducing It URL: http://osaka-gu.ac.jp/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eIntroduction_980517.html erişim tarihi: 21.07.2016.

- [26] Nakagawa, T.(1999). Let's Learn TRIZ.A Methodology for Creative Problem Solving from <http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/eIntro990929/eIntro990929.html> erişim tarihi: 11.01.2017
- [27] Önen, M. O.: Oluklu Mukavva Ambalaj Ürünleri, Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş.-Sektörel Araştırmalar, SA-02-02-05, Ankara, Türkiye, (2002).
- [28] Revelle, J.B., J.W. Moran and C.A. Cox, 1998, The QFD handbook, John Wiley and Sons, New York, NY, p.232.
- [29] Souchkov, V., 1996, TRIZ: A systematic approach to innovative design, <http://www.insytec.com/TRIZApproach.htm>, erişim tarihi: 26.01.2014.
- [30] Şener, S.D.(2006)TRIZ: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi ve Diğer Problem Çözme Yöntemleriyle Karşılaştırma. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] Tate, K. and Domb, E.(1997). 40 Inventive Principles with Examples, TRIZ Journal, 1997 July issue. from <http://www.triz-journal.com/archives/1997/07/b/index.html> erişim tarihi: 10.03.2016
- [32] Terninko, J., Zusman, A. and Zlotin, B. (1998) Systematic Innovation, An Introduction to TRIZ, St Lucie Press, Boca Raton, FL.
- [33] TRIZ: The Methodology of Inventive Problem Solving URL: <http://www.trizexperts.net/tech1rev.htm> erişim tarihi: 18.06.2017
- [34] Yang, K. and Zhang, H., 2000, A comparison of TRIZ and axiomatic design, TRIZ Journal, August 2000 issue, www.triz-journal.com/a-comparison-of-triz-andaxiomatic-design/, erişim tarihi: 05.01.2014.
- [35] Yaralıoğlu, K.(2002).İşletme Sorunlarının Çözümünde Yaratıcı Sorun Çözme Teorisi. 1. Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu.10.05.2013 <http://>

www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/TRIZ.doc erişim tarihi:
24.05.2017.





EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Abdurrahman TÜKENMEZ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 17.12.1988 İskenderun
Medeni hali : Evli
Telefon : -
Faks : -
e-mail : -

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Dumlupınar Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	2011
Lise	Şemsettin Mursaloğlu Lisesi	2004

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Doğa yürüşü yapmak, seyahat etmek, film izlemek.