



## TRİZ ETKİLER VERİ TABANI KULLANIMI İLE YENİLİKÇİ İPLİK KURUTMA ÜNİTESİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Ali KILIÇ<sup>1\*</sup>, Mehmet Erkan KÜTÜK<sup>2</sup>, Orhan ERSÜRME<sup>3</sup>,  
Bahattin DABANIYASTI<sup>4</sup>, Kemal DABANIYASTI<sup>5</sup>, Sadettin KAPUCU<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
Şehitkamil/Gaziantep, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-3241-9944>

<sup>2</sup> Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
Şehitkamil/Gaziantep, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-3001-2788>

<sup>3</sup> Örnek Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. 27600 Şehitkamil/Gaziantep  
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-3560-9794>

<sup>4</sup> Örnek Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. 27600 Şehitkamil/Gaziantep  
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-9682-874X>

<sup>5</sup> Örnek Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş. 27600 Şehitkamil/Gaziantep  
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0003-2969-8003>

<sup>6</sup> Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,  
Şehitkamil/Gaziantep  
ORCID No : <http://orcid.org/0000-0002-7061-9672>

### Anahtar kelimeler

### Öz

*İdeallik, iplik kurutma sistemi, TRIZ etkiler veri tabanı, ultrasonik kurutma*

*Günümüzde mühendislik tasarımında en önemli unsurlardan biri yaratıcılık ve karmaşık problemlerin etkili bir şekilde çözümüdür. Bu bağlamda, TRIZ, sistematik yaratıcılık ve yenilikçilik için en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilir. TRIZ'in bir aracı olan "ideallik" kavramı, teknik sistemlerin çalışma ömrü boyunca basit, etkili ve güvenli olması gerektiğini vurgular. Bu makalede, bilimsel etkilerin kullanımıyla ideal sonuca yakın, yenilikçi çözümlerin elde edilmesi üzerine odaklanılmıştır. Özellikle iplik üretiminde boya sonrasında*

\* [akilic@gantep.edu.tr](mailto:akilic@gantep.edu.tr)  
doi : 10.46399/muhendismakina.???

"sabitlememiş boyanın" temizlenmesi için yapılan yıkama işlemi sonrasında karşılaşılan kurutma problemlerinin çözümü üzerinde durulmuştur. Çalışmada, bilimsel veri tabanlarının ve bu veri tabanlarının nasıl kullanılacağı yöntemlerin açıklaması yapılmış ve ardından problem detaylı bir şekilde tanıtılmıştır. Etkiler veri tabanı kullanımına yönelik öngörülen algoritma, çözüm sürecinde nasıl uygulandığı anlatılmış ve önerilen bilimsel etkilerin kavramsal tasarımı nasıl dönüştürüldüğü açıklanmıştır. Daha sonra ise elde edilen çözüm için bir prototip oluşturularak testlerin nasıl yapıldığı üzerinde durulmuştur. Bu çalışma, TRIZ'in etkili bir şekilde kullanılmasıyla yenilikçi iplik kurutma ünitesinin geliştirilmesine yönelik kapsamlı bir örnek sunmaktadır. Bilimsel etkiler veri tabanının mühendislik tasarımında nasıl kullanılabilceği konusunda yol gösterici bilgiler sunmakta ve karmaşık problemlerin çözümü için güçlü bir metodoloji sağlamaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen prototip ön denemeleri sonucunda, geliştirilen yenilikçi iplik kurutma ünitesinin diğer ön kurutma sistemleri ile karşılaştırıldığında, ultrasonik titreşim kullanarak ön kurutma işlemi gerçekleştiren sistemin tek bir ultrasonik korna kullanıldığında enerji kullanım açısından %20 daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, üniteye üç adet peş peşe ultrasonik korna konumlandırıldığında enerji verimliliğinin %30'a çıktığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, geliştirilen yenilikçi iplik kurutma ünitesinin daha az enerji tüketerek daha verimli bir şekilde çalıştığını göstermektedir.

---

## DEVELOPMENT OF INNOVATIVE YARN DRYING UNIT USING TRIZ EFFECTS DATABASE

---

### Keywords

*Ideality, yarn drying system, TRIZ effects database, ultrasonic drying*

### Abstract

*Creativity and effective problem-solving are essential qualities in engineering design today. In this context, TRIZ is recognized as one of the most effective methods for systematic creativity and innovation. The concept of "ideality," a tool within TRIZ, emphasizes the need for technical systems to be simple, effective, and safe throughout their operational life. This article focuses on the utilization of scientific effects to achieve*

Araştırma Makalesi

Research Article

Başvuru Tarihi : 18.10.2021

Submission Date : 18.10.2021

Kabul Tarihi : 31.05.2022

Accepted Date : 31.05.2022

---

*innovative solutions that are close to ideal. Specifically, it addresses the drying issues encountered after the washing process to remove "excess dye" in yarn production. The study begins by explaining the application of scientific effects databases and the methods of their use. Subsequently, the problem of drying after the washing process is introduced in detail. The envisioned algorithm for the use of effects database is described, along with the transformation of proposed scientific effects into conceptual designs. Moreover, the process of creating a prototype solution and conducting tests for evaluation are elucidated. The research exemplifies a comprehensive approach to the development of an innovative yarn drying unit by effectively utilizing TRIZ. It offers guiding insights into the practical implementation of scientific effects databases in engineering design and provides a robust methodology for solving complex problems. The results of prototyping experiments show that the proposed yarn drying unit, utilizing ultrasonic vibrations for pre-drying, is 20% more efficient in energy consumption compared to other pre-drying systems using a single ultrasonic horn. Furthermore, when three consecutive ultrasonic horns are employed, the energy efficiency increases to 30%. These findings demonstrate that the developed innovative yarn drying unit operates with reduced energy consumption and improved efficiency.*

---

## **Extended Abstract**

### **Introduction**

TRIZ is a unique and powerful tool that guides engineers to understand and solve their problems in the light of past engineering and scientific knowledge. One of TRIZ's tools, the law of ideality, or in other words, the law of perfection, states that any technical system should be simple, effective, and safe throughout its working life. The ideality of a system is expressed as the ratio of useful effects to harmful effects. The useful effects encompass all valuable results of system functions. Harmful effects are such as pollution, potential hazards, energy consumption and price. The ideal situation describes a system where there are no harmful effects at least reduced as much as it is only usefulness and/or functionality is increased. It refers to the final state in which the system needs to be developed. From a design standpoint, they should continue to improve the system in a way that will provide the most benefit, while reducing labor costs, materials, energy consumption and harmful effects. Normally, detrimental effects increase as the beneficial effect increases, but the ideality rule directs the designer to resolve or eliminate those design contradictions.

In general, for an effective drying process, water is removed from yarn by mechanical squeezing, centrifugation or suction as a pre-treatment in existing systems. Afterwards,

in order to remove the remaining water and reach the desired level, combinations or one of the heat drying methods which can be used forced hot air (convection) drying, hot surface contact (contact) drying, infrared rays (IR) drying, high frequency (microwaves) drying ovens. Minimizing the water on the yarn while entering the secondary processes is necessary for energy saving, shortening the heat chamber lengths, reducing the machine installation space and drying time. Therefore, it is desired to develop an alternative drying method to the existing methods for drying the washed yarns after the dyeing process. In order to achieve this aim, the scientific effects, which is the last approach among the innovative solution finding methods close to the ideal result, are used for the solution of drying problems after washing for the removal of "waste dye" after dyeing, and the solution achieved is analyzed.

### **Effects Database**

To use the effects database, it is an essential step to state function to achieve for the product/system and then simply match the effects of a function defined closest to the desired function. If the problem is defined as "HOW to do something?" to seek an answer to the question of scientific and engineering effects, it can be used as a preliminary filter for the solution before starting the analysis of all the information produced in the world. The effect database has been created from the analysis of patents in the last century and is available in the Triz books and on the internet. These databases contain thousands of physical, chemical, geometrical phenomena, etc., or applications of them.

### **Description of the Problem**

In the yarn production process, after the dyeing process applied to the yarns, the unfixed dye on the yarns must be washed away. After washing, the yarns must be dried and brought to a certain moisture level before they become the final product. In the machine to be developed, the yarns to be dried are first passed over an air suction unit and as much water as possible is tried to be taken from it. Afterwards, these yarns are passed through the hot air tunnel and the remaining water on the yarn is evaporated and it is tried to be thrown away. This process takes a lot of time and causes high energy costs the solution needed is to remove the water from the yarn in a shorter time and with less energy.

### **Transition from Problem Definition to Dialectical Inference**

In the problem definition, "drying the yarn" directly leads the problem solver to "evaporate the water". Although "drying the yarn" in this sentence seems logical in the ordinary flow of life, it makes no sense in TRIZ problem solving language. In fact, "evaporating water" also directs the problem solver towards some solutions; It can limit the number of alternative solutions, as the solution of the problem imposes only the phase change of water or method suggestions that will accelerate or facilitate the phase change. Instead, it is necessary to focus on the core of the problem and be uncolored it and simplify as much as possible. In the most general sense, what is defined here is the "liquid removal" that is desired to be solved in the problem. In that case:

- How to remove the liquid from the yarn?
- We are looking for a function for this problem. The basic function here is to "remove water".

- Searching for the keywords "liquid evaporation" in the version of Oxford Creativity at [www.triz.co.uk](http://www.triz.co.uk) will find 67 suggestions for this function. Likewise, when a search is made for "liquid move", it is seen that there are 205 suggestions. Due to the nature of the problem, some of these suggestions can be used while others may not. Among the recommendations, removal of water by "vibration" or "ultrasonic vibration" for pre-drying seems like a promising method.

### **Converting Conceptual Design to Prototype**

As a result of the examinations, it has been understood that there is no system in which "ultrasonic vibration" is used for the removal of water from the yarns. The ultrasonic booster used for different purposes providing ultrasonic pre-drying is positioned between the suction unit and the drying tunnel.

### **Conclusion**

As a result of prototype preliminary trials, when comparing similar systems in terms of energy use, it was understood that the system using ultrasonic was 20% more effective. In the carpet yarn sector, it is seen that dyed yarns are clearly superior in comparison with similar systems in terms of fastness, and there is almost no unfixed dye left.

## 1. Giriş ve Amaç

TRIZ, mühendislere geçmiş mühendislik ve bilimsel bilginin ışığında problemlerini anlamaları ve çözmeleri için rehberlik eden benzersiz ve güçlü bir araçtır. Geçmiş 40 yıldan beri, TRIZ, çeşitli karmaşık teknik problemlerin çözümü ve yenilikçiliğine yönelik pratik araçlar olarak geliştirilmiştir. Sistematik yaratıcılık gerektiren tasarım problemlerinin çözümü için kullanılan TRIZ, Altshuller'i izleyenler ve öğrencileri günümüzde de bu mevcut tekniklere ve yöntemlere yenilerini eklemektedirler (Terninko, Zusman ve Zlotin, 1996; Zlotin ve ark., 1994; Danilovsky ve ark., 2023; Royzen, 1999; Al'tshuller, 1999)

Herhangi bir teknik sistemin birincil amacı bazı fonksiyonları yerine getirebilmesidir. Genel mühendislik düşüncesinin ilk aşaması, diğer bir deyişle öncelik istenilen fonksiyonun yerine getirilmesidir. Diğer aşamalarda ise fonksiyonu yerine getirirken, daha hızlı olması, daha verimli olması, daha az enerji harcaması, ucuza imal edilmesi ve sistemi oluşturan elemanların azaltılmasını içermektedir. Diğer bir deyişle sistemin istenilen fonksiyonunu ya da daha fazla fonksiyonu yerine getirmesi gibi yararlı olanları artırılırken, zararlı olanların azaltılması veya yok edilmesidir. TRIZ'de ise bu durum "mükemmellik" ya da "ideallik" kanunu olarak bilinir (Hipple, 2012).

İdeallik veya başka bir deyişle mükemmellik kanunu herhangi bir teknik sistemin çalışma ömrü boyunca basit, etkili ve güvenli olması gerektiğini ifade eder. Bir teknik sistem her zaman yeniliğe açıktır. Sistemi mükemmelliğe maliyetini düşürerek, daha az yer kaplamasını sağlayarak, enerji kullanımını azaltarak veya bunların benzeri operasyonlar ile taşıyabiliriz. Bir sistemin ideallığı, yararlı etkilerin, zararlı etkilere oranı olarak ifade edilmektedir. Yararlı etkiler, sistem fonksiyonlarının tüm değerli sonuçlarını kapsamaktadır. Zararlı etkiler ise kirlenme, tehlikeli risk faktörleri, enerji tüketimi, fiyatı gibi istenilmeyen girdileri içermektedir. İdeal durum zararlı etkilerin olmadığı sadece faydaların olduğu bir sistemi tanımlar. Sistemin geliştirilmesi gereken nihai durumu ifade eder. Tasarım açısından bu duruma bakıldığında, en çok faydayı sağlayacak bununla birlikte işçilik masrafları, malzeme, enerji ve zararlı etkileri azaltacak şekilde sistemi geliştirmeye devam edilmelidir. Normalde, yararlı etkiyi artırırken zararlı etkiler de artar fakat ideallik kuralı tasarımcıyı tasarım çelişkilerini çözülmesine veya yok edilmesine yönlendirir. İdeal Nihai Sonuç bir ürünün yararlı fonksiyonları yerine getiriliyor olmasına rağmen sistemin kendisinin olmamasıdır.

İdeal nihai sonuç kavramının tanımından da anlaşılacağı üzere bir paradoks söz konusudur. Birçok durumda, ideal nihai sonuca ulaşmak mümkün olmayabilir. Bu durumda ise ideale yakın çözüm bulma yöntemleri kullanılır. Bunlar;

- Yararlı fonksiyonların artırılması,
- Sistemdeki eleman ya da işlevin budanması,

- Mevcut kaynakların kullanılması
- Bilimsel etkilerin (fiziksel, geometrik, kimyasal, vb.) kullanılmasıdır (Hipple, 2012; Gadd, 2011).

Genel olarak etkili bir kurutma işlemi için mevcut sistemlerde ön işlem olarak mekanik sıkma, santrifüjlüme veya emme ile suyu uzaklaştırma yapılmaktadır. Daha sonrasında da kalan suyun giderilerek istenilen seviyeye gelmesi için ısıyla kurutma yöntemlerinden; zorlanmış sıcak hava ile (konveksiyon) kurutma, sıcak yüzey temaslı (kontaklı) kurutma, kızıl ötesi ışınlarla (IR) kurutma, yüksek frekansla (mikrodalgalarla) kurutma fırınları kullanılmaktadır İkincil işlemlere girerken iplik üzerindeki suyun en aza indirilmesi enerji tasarrufu, kazan boylarının kısaltılarak makine kurulum alanının ve kurutma süresinin azaltılması için gereklidir. Dolayısıyla, boyama işlemi sonrasında yıkanan ipliklerin kurutulması için mevcut yöntemlere alternatif kurutma yöntemi geliştirilmesi istenilmektedir. Çalışmada bu amaca erişmek için yukarıda bahsedilen ideal sonuca yakın yenilikçi çözüm bulma yöntemlerinden sonuncu yaklaşım olan bilimsel etkilerin, boya sonrasında “Ölü boya” temizlenmesine yönelik olarak yıkanması sonrasında kurutma problemlerinin çözümünü için nasıl kullanıldığı ve erişilen çözüm analiz edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca kısaca bilimsel veri tabanları ve kullanım yönteminden bahsedildikten sonra, problem detaylı olarak tanımlanmıştır. Yine bu çalışmada etkiler veri tabanı kullanımına yönelik öngörülen algoritmanın kullanılması süreci, önerilen bilimsel etkilerden kavramsal tasarıma geçiş ve daha sonrasında da prototip oluşturularak ön testlerinin yapılmasından bahsedilmiştir.

## 2. Bilimsel Etkiler

Etkiler veri tabanı, patent kayıtlarının uzun yıllarca araştırılması üzerine geliştirilmiştir. Altshuller, dünyadaki şimdiye kadar belirlenen (patent ve bilimsel dergilerde elde edilen) bilimsel etkileri ve fiziksel olayları alıp, uygulamalarına ve kullanımlarına göre yaratıcı problemlerin çözümünde kullanılacak bir şekilde yeniden listelemiştir. Buna örnek olarak geliştirilen etkiler tablosunun bir kısmı aşağıda verilmiştir (Al'tshuller, 1984).

Gerekli etki (fonksiyon) veya özellik	Gerekli özellik/ etki sağlayan fiziksel olay
6. Bir nesneyi taşıma/hareketlendirme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bir nesneyi etkilemek için manyetik alan uygulanması veya nesneye bağlı mıknatıs kullanmak</li> <li>• İçinden akım geçen bir iletkeni etkilemek için manyetik alan uygulamak</li> <li>• Elektrik yüklü nesneyi etkilemek için elektrik alan uygulamak</li> <li>• Bir sıvı ya da gazda basınç aktarımı</li> <li>• Mekanik titreşimler</li> <li>• Savurma kuvveti</li> <li>• Termal genleşme</li> <li>• Işığın basıncı</li> </ul>
10. Karışımları ayırmak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrik ve manyetik ayırma</li> <li>• Elektrik veya manyetik alanı kullanarak bir sıvının viskozitesini değiştirmek</li> <li>• Savurma kuvveti</li> <li>• Soğurma</li> <li>• Difüzyon</li> <li>• Osmosis</li> <li>• Elektro-osmosis</li> <li>• Elektro-phoresis</li> </ul>

TRIZ için veri tabanı, Altshuller ile beraber birçok bilim adamı ve mühendisin araştırmaları ve çalışmaları sonucu geliştirilmiştir ve birçok sürümü mevcuttur. Basılı sürümleri çeşitli TRIZ kitaplarında (Gadd, 2011; Al'tshuller, 1984; Orloff, 2003; Darrell, 2002; Savransky, 2000) ve dijital tabanlı sürümleri de (Oxford Creativity Effect Database, 2022; Production Inspiration, 2023) internette mevcuttur. Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Sistemde hali hazırda fiziksel, kimyasal veya geometrik bir etki kullanılıyorsa, genellikle karmaşık bir sistem yerine daha basit bir sistem konabilir. Dolayısıyla, çözmeniz gereken bir probleminiz olduğunda bilimsel etkiler veri tabanına gidebilir ve geçmişte hangi bilimsel etkilerin kullanıldığını görebilir, uygun ve farklı olanlarını kendi probleminize uygulayabilirsiniz.

## 2.1 Bilimsel Etkiler Veri Tabanı Kullanma Yöntemi

Etkiler veri tabanının kullanmak için, ürün veya sistemimiz için elde etmek istediği-



niz fonksiyonu tanımlamalı ve daha sonra tanımlanan arzuladığımız fonksiyona en yakın olan bir fonksiyonun etkileriyle ile basitçe eşleşmelidir. Eğer problemi-  
miz bir şeyler “NASIL yapılır?” sorusuna cevap aramak ise bilimsel ve mühendis-  
lik etkilerini, dünyada üretilen tüm bilgilerin analizine başlamadan önce çözüm  
için öncül bir filtre olarak kullanabiliriz. Etkiler veri tabanı, son yüzyılda patent-  
lerin ilk analizinin sonucunda oluşturulmuştur. Bu veri tabanı patentlerde kulla-  
nılan binlerce ilgili bilimsel ve mühendislik etkilerini içermektedir.

Etkiler veri tabanı kullanılırken şu adımları izlenebilir (Gadd, 2011).

1. Probleminizi 'Nasıl' sorusu olarak yazın.
2. Ne yapmak istediğinizi açıklayın. Ya bir fonksiyon arıyorsunuzdur ya bir pa-  
rametre değiştirmeye ya da enerji dönüşümüne ihtiyacınız vardır.
3. Etkiler veri tabanına gidin ve istediğiniz fonksiyon, parametre veya enerji dö-  
nüşümü arayın.
4. Önerilen uygun kavramsal çözümleri gerçek çözümlere çevirin.

### 3. Problemin Tanımı

Tekstil sektöründe, halı, el örgü, triko gibi ürünlerin imalatında bir veya birden  
çok ipliğin istenilen uzunlukta renk ya da renklere boyanması işleminde, boyama  
işlemi sonrasında yıkanan ipliklerin kurutulması için mevcut yöntemlere alter-  
natif kurutma yöntemi geliştirilmesi istenilmektedir.

İplik üretim işleminde, ipliklere uygulanmakta olan boyama işlemi sonrası, ip-  
likler üzerindeki emilmeyen fazla boyanın yıkanarak atılması gerekmektedir.  
Yıkama işlemi Şekil 1’de görüldüğü üzere iplik demeti ya bir şelale şeklinde su  
altından geçirilmekte ya da üzerine su püskürtülerek yapılmaktadır. Bu yıkama  
işlemi üretim kalitesini ve verimi doğrudan etkilemektedir. Yıkama sonrası, iplik-  
lerin nihai ürün olmadan önce kurutularak belirli bir nem seviyesine getirilmesi  
gerekmektedir. Aynı zamanda, üretilen ipliklerde azami ve asgari nem değerleri  
standartlar ile tespit edilmiş olup, bu değerlerin dışına çıkılmaması zorunludur.  
Nihai ürün elde edilmeden önce ipliklerin standart nem değerlerinin dışında ol-  
ması durumunda, hatalı ürün olarak kabul edilmektedirler. Bu nedenle, yıkama  
sonrası kurutma işlemi büyük önem arz etmektedir. Kurutma işlemi doğrudan  
kalite, üretim hızı ve üretim maliyetini etkilemektedir. Genel olarak etkili bir ku-  
rutma işlemi için mevcut sistemlerde sıkma, santrifüjlüme veya emme ile suyu  
uzaklaştırma yapıldıktan sonra kalan suyun giderilerek istenilen seviyeye gel-  
mesi için ısıyla kurutma yöntemlerinden olan zorlanmış sıcak hava ile (konvek-  
siyon) kurutma, sıcak yüzey temaslı (kontaklı) kurutma, kızıl ötesi ışınlarla (IR)  
kurutma ve yüksek frekansla (mikrodalga) kurutma yöntemlerinden biri kulla-  
nılmaktadır.



Şekil 1. İplik Demetlerinin Su Şelalesi Altından Geçiş

Geliştirilmesi istenilen makinede ise kurutulmak istenilen iplikler ilk önce bir hava emme ünitesi üzerinden geçirilerek üzerinden mümkün merteye su alınmaya çalışılmaktadır. Daha sonra bu iplikler, sıcak hava tüneline geçirilerek iplik üzerinde kalan su buharlaştırılarak atılmaya çalışılmaktadır. Özellikle, viskon gibi yüksek su emme özelliğine sahip iplik türlerinin bu yöntem ile kurutulması için oldukça uzun kurutma tünelleri kullanılmaktadır. Bu kurutma tünelleri, ısıtılan havanın kurutulmak istenilen ipliklerin üzerinde oluşturulan hava akımı ile iplik üzerindeki suyun buharlaştırılması amacıyla geliştirilmiştir. Bahsedilen kurutma tünellerinin ısıtılması için harcanan enerji bundan dolayı oldukça fazladır ve üretim maliyetini doğrudan olumsuz etkilemektedir. Bu kurutma tünellerinin uzunluğunun artması, doğru orantılı olarak ısıtma için ihtiyaç duyulan enerji miktarının ve dolayısıyla üretim maliyetinin de artmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, ıslak iplik üzerindeki suyun ısıtılarak buharlaştırılması için belirli bir süre gerekmektedir. Özellikle, yüksek su emiciliğine sahip ipliklerin istenilen nem değerine düşmesi için gereken süreyi sağlamak üretim hızını da belirlemektedir. Dolayısıyla etkili bir kurutma daha fazla üretim ve enerji tasarrufu anlamını taşımaktadır.

### 3.1 Problem Tanımından Diyalektik Çıkarıma Geçiş

İyi tanımlanmış bir problemin yarı yarıya çözülmüş olduğu problem çözümler arasında genel kabul görmüş bir çıkarım olarak bilinmektedir. Sistematik TRIZ de bu kavrama odaklanır. Genel anlamıyla mühendislik, kullanıcının istediği fonksiyonları ürünlerde ve süreçlerde sağlamasıdır. Belirli bir işlemin veya ürü-

nün çalışması için genellikle birçok işlevi yerine getirmesi gerekir. Karmaşık sistem tasarımıyla uğraşan mühendisler tarafından ürünün veya sürecin işlevlerini anlamak, üstlenilen çalışmanın kilit bir yönüdür.

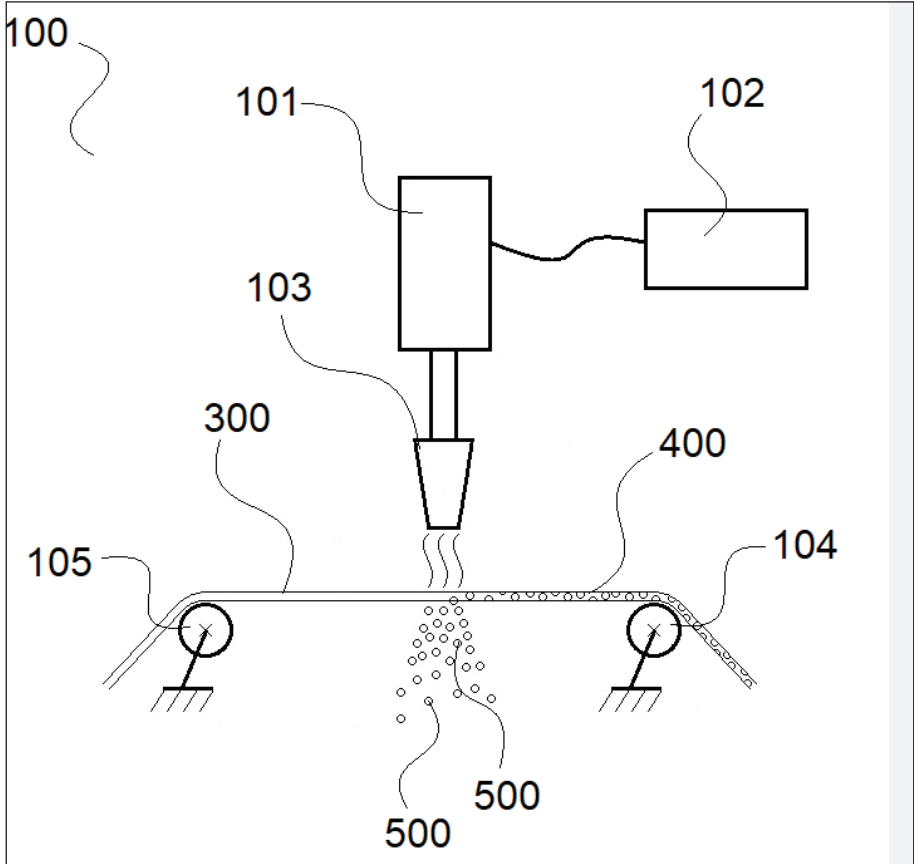
Problem tanımında “ipliği kurutmak” doğrudan doğruya problem çözücüyü “suyu buharlaştırmaya” yönlendirir. Her ne kadar bu cümledeki “ipliği kurutmak” hayatın olağan akışı içerisinde mantıklı gibi görünse de TRIZ dili olarak hiçbir anlam ifade etmez. Hatta “suyu buharlaştırmak” da sizi belirli çözümlere doğru yönlendirerek problemin çözümünün sadece suyun faz değişimi veya faz değişimini hızlandıracak ya da kolaylaştıracak yöntem önerileri dayatmasıyla, alternatif çözüm sayılarını kısıtlayabilir. Bunun yerine problemin özüne odaklanıp, mümkün olduğunca renksizleştirmek ve basitleştirmek gereklidir. En genel manasıyla burada tanımlanan problemde çözülmek istenilen “sıvının uzaklaştırılması”dır. O halde:

- İpliğin üzerinden sıvıyı nasıl uzaklaştırmam?
- Bu problem için bir fonksiyon aranmaktadır. Burada temel fonksiyon “suyu uzaklaştırmak”tır.
- <https://www.triz.co.uk/triz-effects-database> adresinde Oxford Creativity'in sürümünde İngilizce olarak “sıvı buharlaştırma” anahtar kelimeleri ile arama yapılırsa, bu işlev için 67 önerinin olduğu görülecektir. Aynı şekilde “sıvı hareketlendirme” için arama yapıldığında da 205 önerinin olduğu görülmektedir. Problemin yapısı gereği bu önerilerden bazıları kullanılabilirken diğerleri kullanılamayabilir.
- Bu önerilerin içerisinden uygun olanlardan birkaçı seçilip uygulamaya konulabilir. Mevcut duruma bakıldığında ön kurutma için zaten, önerilerin içerisinde olan emme (hava emme ünitesi) ve ısıtılan zorlanmış hava akımı (sıcak hava tünelleri) kullanılmaktadır. Öneriler içerisinde ön kurutma için “titreşim” veya “ultrasonik titreşim” ile suyun uzaklaştırılması ümit vaat eden bir yöntem gibi durmaktadır.

### 3.2 Kavramsal Tasarımın Prototipe Dönüştürülmesi

Suyun iplikler üzerinden uzaklaştırılmasına yönelik olarak, yapılan incelemeler sonucunda “ultrasonik titreşim” in kullanıldığı bir sistemin mevcut olmadığı anlaşılmıştır. Önerilen kavramsal tasarımın detaylandırılması Şekil.2’de gösterilmiştir. Ultrasonik ön kurutma sistemi (100), emme ünitesi ile kurutma tüneli arasında konumlandırılmıştır. Ultrasonik kurutma sisteminde (100), vakumlama ünitesinden çıkan ve halen istenildiğinden fazla nem içeren ıslak ipliklerin (300) üzerindeki su, ultrasonik ses dalgaları ile atılarak uzaklaştırılması hedeflenmiştir. Bahsedilen ultrasonik kurutma sisteminin (100), ıslak ipliklerin (300) üzerin-

de bulunan suyu yüksek bir yüzde ile uzaklaştırması beklenmektedir. Polyester gibi düşük emiciliğe sahip ipliklerde bu oran yüksek olurken, viskon gibi daha yüksek emiciliğe sahip doğal lifli ipliklerde daha düşük olabilir. Bu oran işlenen ipliklere göre farklılık gösterebilmektedir. Ultrasonik kurutma sistemi (100) ile ıslak ipliklerin (300) çok yüksek oranda ıslaklığı giderildiğinden nihai nem oranına düşürülmesi için mevcut yöntemlerdekinden çok daha kısa olarak zorlanmış hava ile kurutma tüneline geçirilecektir. Bahsedilen ultrasonik kurutma sisteminde (100) ıslak ipliklere (300) verilecek ses dalgalarını oluşturan ultrasonik booster (101) bulunacaktır. Bahsedilen ultrasonik booster'a (101), verilecek ses dalgalarının frekansının ayarlanması için kontrol paneli (102) bağlanacaktır. Bahsedilen ultrasonik booster (101) ile ıslak iplik (300) arasında konumlandırılmış olan korna (horn) (103), ses dalgalarının ıslak iplik (300) demetine ak-



Şekil 2. Ultrasonik Kurutma Sisteminin (100) Şematik Genel Görünümüdür. Şekil Üzerindeki Rakamlar Bileşenleri Göstermektedir: Ultrasonik Booster (101), Kontrol Paneli (102), Korna (103), Giriş Avare Silindiri (104), Çıkış Avare Silindiri (105), Islak İplik (300), Suyu Atılmış İplik (400), Su Taneleri (500)

tarılmasını sağlamaktadır. Bahsedilen ultrasonik kurutma sistemine (100) ıslak ipliklerin (300) alındığı bölümde konumlandırılmış giriş avare silindiri (104), suyu atılmış ipliklerin (400) çıkış bölümde konumlandırılmış çıkış avare silindiri (105) ile birlikte çalışarak iplik demetinin gergin şekilde tutulmasını sağlayacaktır. Kavramsal tasarımın detaylandırılmasından daha sonra gerçekleştirilen sistemin prototip resmi Şekil 3'te görülmektedir. Ayrıca yine bu resimde bulutsu su taneleri net bir şekilde görülmektedir.

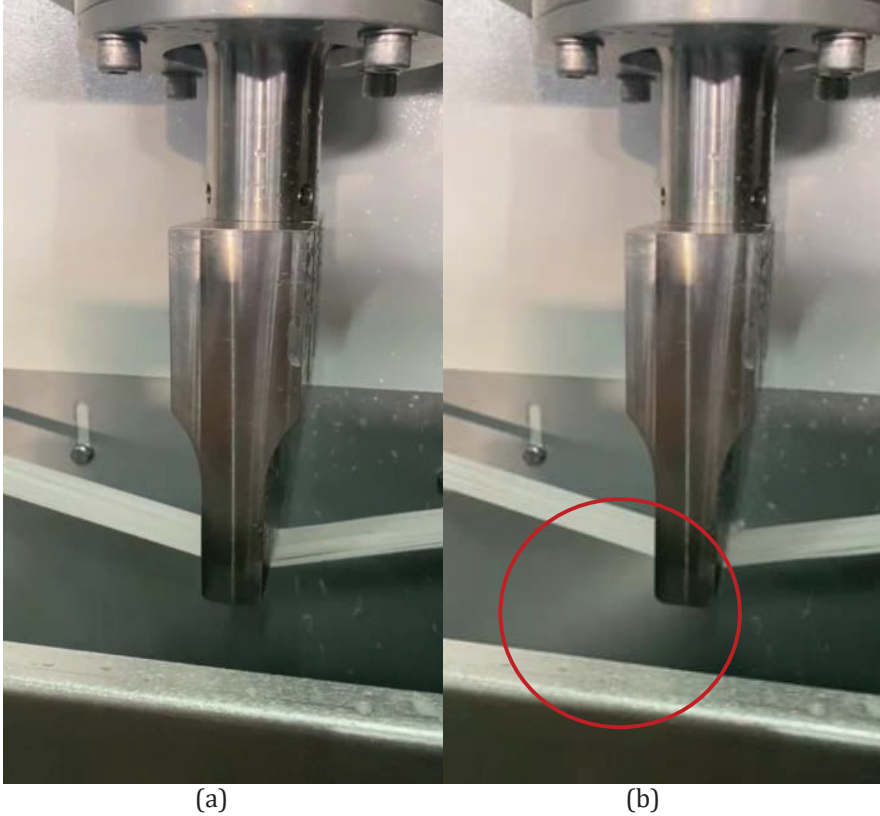


Şekil 3. Ultrasonik Kurutma Sisteminin Öncül Denemeleri

#### 4. Sonuçlar

İpliklerin, daha önce de bahsedildiği gibi ön kurutma olan emme ünitesinden geçirilmiş olmasına rağmen hala yüksek oranda su içerdiği görülmektedir. İpliklerin üzerindeki su büyük oranda ön kurutma ünitesinde alınmış olmasına rağmen ipliği oluşturan elyaflar arasına hapsedilmiş suyun istenilen düzeye kadar azal-

tilamadığı anlaşılmaktadır. Şekil 4 (a)'da geliştirilen ve makine üzerine bağlanan ultrasonik kurutma sistemi aktif değilken görülmektedir. Bu elyaflar arasındaki suyun atılmasına yönelik olarak ise yine ön kurutma işlemi olan ultrasonik titreşim uygulanmıştır ve öngörüldüğü üzere elyaflar arasındaki suyun büyük bir kısmının su zerrecikleri olarak uzaklaştırılabildiği ve bulutsu hali, Şekil 4 (b)'de belirgin bir biçimde görülmektedir. Böylelikle, daha küçük bir sıcak hava fırını ile daha etkili bir biçimde istenilen nem düzeyine getirilmektedir.



Şekil 4. (a) Ultrasonik Aktif Değil, (b) Ultrasonik Aktif. Su Zerreciklerinin Bulutsu Hali Belirgin Bir Biçimde Daire İçinde Görülmektedir

İlk denemelerde tek bir korna ile el marifeti ile yapılan denemelerde sistemin çalışabilirliği test edilmiştir. Ardından prototip geliştirme aşamasındaki çalışmalarda 3 adet peş peşe bağlanan ultrasonik korna konumlandırılarak yapılmıştır. Boyama sonrası 60 °C sıcaklığındaki su ile yıkanan, emme ünitesinden geçirilen ve üzerindeki fazla su alınmış sürekli iplik demeti 200 metre / dakika hızındaki 3 adet peş peşe konumlandırılan ultrasonik korna üzerinden geçirilmiştir. Yapılan farklı denemelerde halı iplik demetinin üzerindeki suyu %30 oranında ultraso-

nik titreşim marifetiyle attığı görülmüştür. Çalışma 20 kHz titreşim frekansında ve 20 µm ile 40 µm arasında ayarlanabilir titreşim genliğinde yapılmıştır. Prototip ön denemeleri sonucunda diğer ön kurutma sistemleri ile enerji kullanım açısından karşılaştırma yapıldığında ultrasonik titreşim kullanarak ön kurutma kullanan sistemin tek bir ultrasonik korna kullanıldığında %20 daha etkili olduğu 3 adet peş peşe ultrasonik korna konumlandırıldığı durumda ise enerji verimliliğinin %30'a çıktığı görülmektedir. Detaylı çalışmalar, ölçümler ve testler devam etmektedir.

Halı iplik sektöründe boyalı ipliklerin yine benzer sistemler ile haslık konusunda yapılan karşılaştırma da belirgin biçimde üstün olduğu ve hemen hemen hiç ölü boya kalmadığı görülmektedir. Ayrıca kurutma performansını iyileştirmek için farklı korna tasarımları üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

### Kaynakça

- Al'tshuller, G.S. (1984). *Creativity as an exact science: The theory of the solution of inventive problems*. London, UK: CRC Press.
- Al'tshuller, G. S. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Worcester, USA: Technical innovation center, Inc.
- Danilovsky, Y., Ikovenko, S., Jung, K.J., Lee, M.G., Kim, S., & Kim, S. FOS electronic database as training in RTV (Develop Creative Imagination). Erişim adresi <http://triz-solver.com/index.php/izmerenie-kreativnosti/186-fos-electronic-database-as-training-in-rtv-develop-creative-imagination>, Son Erişim Tarihi: 24.10.2023.
- Darrell, L. M. (2002). *Hands-on systematic innovation*. Ieper, Belgium: CREAX Press.
- Gadd, K. (2011). *TRIZ for engineers: enabling inventive problem solving*. Chichester, UK: John wiley & sons,
- Hipple, J. (2012). *The Ideal Result: What It Is and How to Achieve It*. New York, USA: Springer.
- Orloff, M. A. (2003). *Inventive thinking through TRIZ, A practical guide*. New York, USA: Springer.
- Oxford Creativity Effect Database. (2022). Erişim adresi <http://wbam2244.dns-systems.net/EDB/>, Son Erişim Tarihi: 24.10.2023.
- Production Inspiration. Erişim adresi <http://www.productioninspiration.com>, Son Erişim Tarihi 24.10.2023.
- Royzen, Z. (1999). Tool, object, product (TOP) function analysis, *TRIZCON99, The*

*First Symposium on TRIZ Methodology and Application of Altshuller Institute for TRIZ Studies, Mart 7-9,1999, Novi, Michigan.*

Savransky, S. D. (2000). *Engineering of creativity*. Florida, USA: CRC Press.

Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1996). *Step by Step TRIZ: Creating Innovative Solution Concepts*. Nottingham, UK: Responsible Management Inc.

Zlotin, B., Bushuev, D., Haimov, E., Malkin, S., Zusman, A., Tikhonov, A. & Pevnev, V. (1994). Automated problem formulator and solver, Patent no: US 5,581,663.