

A New Hydrotherapy Exercise Device's Conceptual Design with Systematical Design Approach

C. Oktay AZELOĞLU^{1*}, M. Eda ALPER¹

¹Yıldız Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, 34349-Besiktas / Istanbul

Graphical/Tabular Abstract

Article Info:

Received: 13/02/2019

Revision: 20/03/2019

Accepted: 02/04/2019

Highlights

- Application of systematical design approach
- Conceptual design of a new exercise equipment
- A new design solution of hydrotherapy exercise

Keywords

Systematical design approach,
Conceptual design,
Hydrotherapy exercise device.

In this study, by using the systematic construction approach developed by Pahl and Beitz, conceptual design has been made by finding the optimum design option for the design of a new hydrotherapy exercise device. Figure A illustrates this conceptual design option.

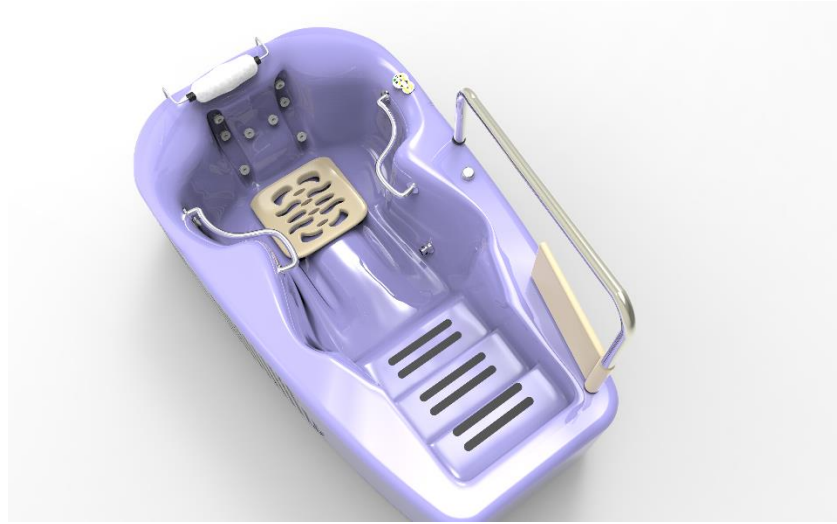


Figure A. Conceptual Design of Hydrotherapy Exercise Device

Purpose: In this study, it is aimed to make a conceptual design for a hydrotherapy exercise with a systematic construction approach in order to realize the most useful, most useful, most economical and best looking product by following certain principles and rules.

Theory and Methods: In order to create a conceptual design for hydrotherapy exercise, firstly, the clarification and analysis of the technical task was made and the requirements list was created. Then, the main structure and sub-functions were determined by passing on to the function structure. Then the solution methods for each function are defined. Solution methods for conceptual design were evaluated technically and economically.

Results: As a result of combining the solutions for different functions of hydrotherapy exercise device 24 conceptual design option was determined. The highest scoring option was selected for the concept design according to the criteria specified in the objectives tree and at the end of the evaluation.

Conclusion: In this study, optimum solution was achieved by methodical steps by using systematic construction approach. The conceptual design of hydrotherapy exercise device that was created by applying this approach is a new design that can run multiple muscle groups at the same time and can be used for physical therapy purposes.



Yeni Bir Hidroterapi Egzersiz Aletinin Sistemik Konstrüksiyon Yaklaşımıyla Kavramsal Tasarımı

C. Oktay AZELOĞLU¹, M. Eda ALPER¹

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 34349-Besiktas / Istanbul

Öz

Çağımızdaki hareketsiz yaşamın bir sonucu olarak günümüzde fiziksel egzersizler yapabilmek için birçok spor aleti kullanılmaktadır. Bu aletler temel olarak bir kas ya da kas grubunun çalıştırılmasına odaklanır ve bu prensibe göre tasarlanırlar. Bu amaçla su içerisinde yapılan egzersizler yani hidroterapi de, alternatif bir egzersiz olarak sunulmakta ve buna uygun spor aletleri tasarlanmaktadır. Ancak hidroterapi egzersizi yapılan spor aletleri, diğer aletler gibi genellikle tek bir kas ya da kas grubunun çalıştırılmasını hedeflemektedir ve bugüne kadar sadece temel birkaç tipte tasarlandığı görülmektedir. Bu çalışmada hidroterapi amaçlı yeni bir egzersiz aletinin sistemik konstrüksiyon yaklaşımı ile kavramsal tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan ürün diğerlerinden farklı olarak aynı anda birden fazla kas grubunu çalıştırabilecek ve fizik tedavi amacıyla da kullanılabilir. Çalışmada sistemik konstrüksiyon aşamaları sırasıyla uygulanarak sonuçta optimum tasarım fikrine ulaşılmıştır. Tasarlanan hidroterapi egzersiz aleti kullanıcılara ve bu hizmeti veren merkezlere bir havuza gereksinimleri olmadan aynı anda birçok kas grubunu çalıştıracak ve gerektiğinde fizik tedavi amacıyla da kullanılabilir bir spor imkânı sağlamaktadır.

Makale Bilgisi

Başvuru: 13/02/2019

Düzeltilme: 20/03/2019

Kabul: 02/04/2019

Anahtar Kelimeler

Sistemik konstrüksiyon,
Kavramsal tasarım,
Hidroterapi egzersiz aleti.

Keywords

Systematical design
approach,

Conceptual design,
Hydrotherapy exercise
device.

A New Hydrotherapy Exercise Device's Conceptual Design with Systematical Design Approach

Abstract

Today, many fitness devices are used for doing physical exercises as a result of inactive life. These devices usually focus on fundamentally working of a muscle or muscle group. For this purpose hydrotherapy which is physical exercise in water is presented as an alternative exercise and these fitness devices are designed accordingly to that. However, sports equipment with hydrotherapy exercise usually aims to operate a single muscle or muscle group, like other devices, and it is seen that only a few basic types have been designed until today. In this study, a new hydrotherapy exercise device was designed conceptual with systematic design methodology. The product is designed to be able to operate more than one muscle group at the same time and be used for physical therapy. In the study, systematic design methodology steps were applied respectively to achieve optimum design idea. The aim of designed hydrotherapy exercise equipment provides to users and therapy centers a fitness opportunity for working many muscle group at the same time without needing a pool.

1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Spor ve egzersiz günümüzde her bireyin sağlık ve mutlu yaşamının vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir. Özellikle günlük hayatında yeterli fiziksel egzersizleri sağlık problemleri sebebiyle yapamayan bireyler için mevcut kabiliyetlerin azalmaması açısından veya daha iyiye gitmesi için olmazsa olmazdır. Spor ve egzersizleri sadece spor salonunda yapılan bir faaliyet olarak görmek oldukça dar bir bakış açısidir. Günümüzde iç mekânda ve dış mekânda farklılaşmaya giden egzersiz faaliyetleri çeşitlenmektedir. Bu bağlamda suyun içerisinde yapılan egzersizleri ele alırsak suyun fiziksel özellikleri sebebiyle su içerisinde yapılan hareketler kaldırma kuvveti ile kolaylaştığı ve desteklediği gözlemlenir. Bu amaçla su içerisinde yapılan egzersizler hidroterapi olarak adlandırılır. Bu sayede hem sağlıklı bireylerin spor yapmaları hem de ortopedik sağlık sorunları olan kişilerin fizik tedavilerinin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır. Suyun içerisinde yapılan egzersizlerin kişiler üzerinde hem

fiziksel hem de psikolojik olarak rahatlatıcı etkisi, yapılan bilimsel çalışmalarla da kanıtlanmaktadır[1]. Günümüzde kısıtlı sayıda hidroterapi amaçlı egzersiz aleti tasarlanmıştır. Genellikle bu tasarımlar ortopedik rahatsızlıkları olan bireyler için bir uzman eşliğinde kullanılmaktadır ve bir su tankının içerisine yerleştirilen bir yürüyüş bandından veya bisikletten ileri gidememektedir. Normalde hareketi kısıtlı olan bireylerin aynı hareketleri su içerisinde yaptıklarında suyun kaldırma kuvvetinin etkisiyle daha kolay hareket ettikleri gözlenmiştir. Bu hidroterapi egzersiz aletlerinin avantajlı yönüdür. Ancak bu alandaki ürünlerin sayısının az olması ve yukarıda belirttiğimiz gibi sınırlı tasarımları, yeni tasarımlara ihtiyaç olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada tasarım yöntemi olarak Pahl ve Beitz'in geliştirdiği sistematik konstrüksiyon yaklaşımı kullanılmıştır. Sistematik konstrüksiyon tasarımcıya metodik şekilde belirli ilke ve kuralları izleyerek optimum tasarıma ulaşmayı öğreten bir bilimdir ve amacı en kullanışlı, en yararlı, en ekonomik ve en güzel görünümlü ürünün gerçekleştirilmesidir [2]. Bu makalede özellikle ürünün kavramsal tasarım fazına odaklanılmıştır. Bu amaçla ilk etapta teknik ödevin tanımı ve analizi yapılmış ve bir istekler listesi oluşturulmuştur. Ardından fonksiyon strüktürüne geçilmiş, ana fonksiyon ve alt fonksiyonlar belirlenmiştir. Sonra her bir alt fonksiyon için çözüm yöntemleri ortaya konmuş ve bunlar uygun şekilde bir araya getirilerek çok sayıda çözüm önerisi elde edilmiştir. Çözüm önerilerinin karar verme teorileri yardımıyla teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesiyle de yeni ve optimum bir çözüm fikrine ulaşılmıştır. Bu tasarımla bir havuza ihtiyaç olmadan tedavi veya spor merkezlerinde hidroterapi egzersizinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

2.HİDROTERAPİ EGZERSİZ ALETİNİN SİSTEMATİK KONSTRÜKSİYON YAKLAŞIMIYLA KAVRAMSAL TASARIMI (HYDROTHERAPY EXERCISE DEVICE'S CONCEPTUAL DESIGN WITH SYSTEMATICAL APPROACH)

Bu çalışmada, hidroterapi egzersiz aletinin tasarımı yapılırken sistematik konstrüksiyon yaklaşımından faydalanılmış ve özellikle ürünün kavramsal tasarımına odaklanılmıştır. Dolayısıyla bu bölümde, metodik olarak uygulanan tasarım aşamaları alt başlıklar halinde ele alınmıştır. Sistematik konstrüksiyonda, en uygun çözüm fikrinin belirlenmesine kadar geçen temel adımlar aşağıdaki gibidir[1].

- 1) Teknik Ödevin Aydınlatılması
 - a. Bilgilerin toplanması
 - b. Soru listelerinin hazırlanması
 - c. İstekler listesinin hazırlanması
- 2) Kavramsal Tasarım
 - a. Temel prensibin tanımlanması
 - b. Fonksiyon yapılarının kurulması
 - c. Alt fonksiyonları karşılayan çözüm prensiplerinin aranması
 - d. Çözüm prensiplerinin bir araya gelmesi
 - e. Uygun çözüm seçeneklerinin oluşturulması
 - f. Çözüm seçeneklerinin değerlendirilmesi
 - g. En uygun çözümün belirlenmesi

Yukarıdaki aşamalar uygulama olarak ele aldığımız ürünün oluşmasında yol haritası olmuştur. Dolayısıyla bu çalışmada öncelikle teknik ödev aydınlatılmış, ardından kavramsal tasarım fazındaki adımlara geçilmiştir.

2.1 TEKNİK ÖDEVİN AYDINLATILMASI (TASK CLARIFICATION)

Teknik ödevin aydınlatılması ile tasarım sürecine başlanmıştır. Bu süreçte ödev analiz edilerek sınırları belirlenmiştir. Ödevin aydınlatılması amacıyla spor egzersizleri ve hidroterapiye dair makalelerden faydalanılmış, benzer çözümler ve patentler incelenmiştir [1,3,4]. Ödev, suyun rahatlatıcı ve tedavi edici etkisinden faydalanarak aynı anda birden fazla kas grubunu çalıştıracak ve fizik tedavi amacıyla da kullanılacak yeni bir hidroterapi egzersiz aletinin tasarımı olarak belirlenmiştir. Kendine ait bir su tankı içerisinde, kişilerin bireysel olarak kullanabilecekleri; egzersiz hareketlerini uygulayabilecekleri, vücutta en az iki kası çalıştıracak şekilde bir tasarım düşünülmüştür. Kapsama bakıldığında ise tasarlanacak ürünün spor merkezlerinde ve fizik tedavi merkezlerinde mümkünse bir gözetmen eşliğinde kullanılması öngörülmüştür. Bu sayede ürünün ortopedik problemi olan bireylerde ikincil ortopedik

sorunların gelişmesini engellemek, bireylerin günlük yaşamında çevrelerine olan bağımlılıklarını azaltmak gibi katkıları da olacaktır.

2.2 İSTEKLER LİSTESİ (REQUIREMENTS LIST)

Ödev aydınlatıldıktan sonraki aşama istekler listesinin belirlenmesidir. İstenilenlerin tam olarak tarif edilmesi çalışmanın sınırlarını ve kapsamını belirler. İstekler listesi ile tasarımcının, tüm tasarım süreci boyunca temel alacağı bir tasarım şartnamesi oluşturulmuş olur. İstekler listesi, tasarımın sağlaması gereken tüm fonksiyonları ve kısıtları kapsar. İstekler listesi canlı, dinamik bir belgedir ve gelişmeye açık olmalıdır. Başka sözlerle, bu tasarım şartnamesi tasarım süreci boyunca ihtiyaçlara göre revize edilebilir, esnetilebilir ve güncellenebilir [2]. Bu amaçla, ele alınan uygulamada ödevin aydınlatılması ve sınırların açıkça ortaya konması adına bir istekler listesi oluşturulmuş ve Tablo 1’de verilmiştir. Listede yer alan istekler iki ana başlıkta değerlendirilmiştir. Bunlar, Kesin istekler (K) ve Arzular (A) şeklinde tanımlanmıştır. Kesin istekler (K), karşılanması zorunlu, olmazsa olmaz isteklerdir. Arzular (A), karşılanması zorunlu olmayan, ancak karşılandığı takdirde avantaj sağlayacak isteklerdir. Hedeflerin istekler listesinde yer alması zorunlu değildir.

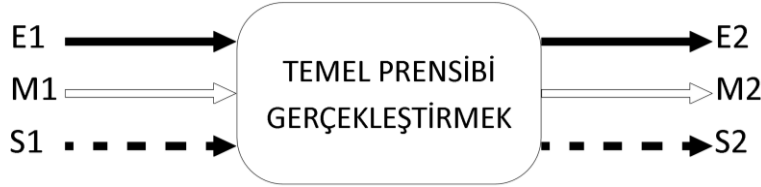
Tablo-1.İstekler Listesi

Firma: YTÜ		İstekler Listesi		Tarih: 05.11.2018	
Teknik Ödev: Hidroterapi Egzersiz Aleti		İstekler		Sorumlu Bölüm: Konstrüksiyon Anabilim Dalı	
Tarih	K A				
05.11.2018	K	Erişkin bir insanın kullanabileceği ölçülerde olacak			
	A	Bir kişi tarafından kullanılmalı			
	K	En fazla 290L su kullanma			
	A	Suyun kaldırma kuvveti dışında ek ağırlık oluşturmayacak.			
	K	Su yüküne karşı mukavemetli olmalı.			
	A	Suyun kaldırma kuvveti sistemde fayda sağlamalı.			
	K	Alet kullanıcı tarafından manuel olarak kullanılacak			
	A	Bakteri tutmayan materyaller kullanılacak.			
	A	Keskin kenarlar, sivri formlardan kaçınılmalı.			
	K	Varsa kullanıcının güvenliğini tehlikeye atacak elektriksel bağlantıların yalıtkanlığı sağlanmalı.			
	K	Su sıcaklığı 28 derece olarak tutulmalı.			
	A	Kullanıcıyı rahat hissettirecek öğeler barındırmalı.			
	K	Ara yüz kullanım sırasında kullanıcı tarafından erişilebilir olmalı.			
	A	Mevcut parçalar imkân veren teknoloji dâhilinde yerli malı olmalıdır.			
	K	ADA standartlarına uygun olmalıdır.			
	A	Kurulumu kolay olmalı.			
	K	Vücuttaki kaslardan en az bir ya da birkaç tanesini çalıştırma			
	A	Kullanıcı yardım almadan kullanabilecek.			
	A	Engelli bireyler ürün kullanımında girişte çıkışta problem yaşamamalıdır.			
	A	Minimum maliyet ile üretilmeli.			
K	Sistem su içerisinde çalışmak üzere kurgulanacak.				
K	Kullanılan bağlantılar ve malzemelerde sızdırmazlık olmalı.				
K	Özellikle su ile temas eden yüzeylerin ve bağlantıların korozyona dayanıklı olmalıdır.				
A	Kalori yakımı, mesafe veya zamanı gösteren bir dijital ara yüze sahip olacak.				
06.12.2018	A	Kişilerin egzersiz yaparken oyalanabilecekleri bir ekrana sahip olabilir.			
	K	Egzersiz esnasında ani durma, çarpma gibi etkileri engelleyecek elemanlar olması.			
	K	Maximum kullanıcı ağırlığı 150 kg dan fazla olmamalı.			
	A	Yapılabilecek farklı egzersizler varsa bunların sırasını gösteren bir ara yüze sahip olabilir.			

2.3 TEMEL PRENSİBİN TANIMLANMASI VE FONKSİYON YAPISININ KURULMASI (IDENTIFYING THE ESSENTIAL PROBLEMS AND ESTABLISHING FUNCTION STRUCTURES)

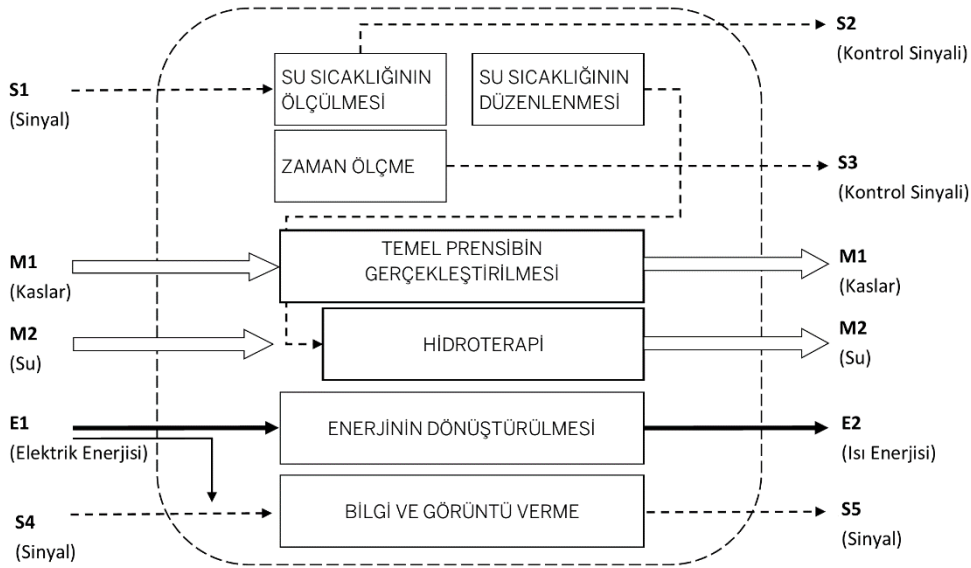
Ödevin aydınlatılması ve detaylı bir şekilde analiz edilerek istekler listesinin oluşturulmasından sonra temel prensibin tanımlanması uygun olur [5,6]. Temel prensip, “kendine ait bir su tankı içerisinde, kişilerin bireysel olarak kullanabileceği, egzersiz hareketlerini uygulayabileceği, vücutta en az iki kası çalıştıracak bir ürünün tasarımı” şeklinde tanımlanmıştır. Ardından ürünün fonksiyon strüktürünün oluşturulmasına geçilmiştir. Burada öncelikle temel problem enerji, madde ve sinyal akışıyla birlikte kara kutu adı verilen bir blok diyagram şeklinde gösterilmeli, daha sonra alt fonksiyonları da içerecek

şekilde kapsamlı bir fonksiyon strüktürü hazırlanmalıdır [2]. Bu nedenle ele alınan ürünün öncelikle temel fonksiyon strüktürü (kara kutu) hazırlanmış ve Şekil 1’de verilmiştir. Kara kutuda giriş çıkış büyüklükleri Madde (M1-M2), Sinyal (S1-S2), Enerji (E1-E2) olarak gösterilmiştir. Burada, ürünün temel prensibi gerçekleştirilmesi hedef alınmış ve ardından bu hedef doğrultusunda alt fonksiyonları da içeren detaylı fonksiyon yapısına geçilmiştir.



Şekil 1. Kara Kutu Diyagramı

Sistemin alt fonksiyonlarını da içeren detaylı fonksiyon strüktürü Şekil 2’de verilmiştir. Burada kara kutudan hareketle madde, enerji ve sinyal dönüşümleri detaylandırılmış ve bir insana su içerisinde egzersiz yaptırmak üzerine kurulu olan temel prensip genişletilmiştir. Üründe en basit haliyle iki madde girişi karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan ilki insanla ilgilidir; maddenin dönüşümü ise egzersiz hareketinin sağlanmasıdır. İkinci madde girişi sudur; sistemde hidroterapiyi sağlamak için yer almaktadır. Yan fonksiyonlar ise sinyal ve enerjidir. Sinyal burada suyun sıcaklığının sabit bir derecede tutulması için önemlidir. Diğer bir durum ise egzersiz zamanının ölçülmesidir. Enerji, sinyal sistemi için gereken gücü sağlamalıdır. Sinyalin bir görevi de suyun ısıtılmasını kontrol etmek ve su sıcaklığını sabitlemektir. Bunun için elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümüne ihtiyaç vardır.



Şekil 2. Detaylı fonksiyon strüktürü

2.4 ANA VE ALT FONKSİYONLARIN OLUŞTURULMASI VE DERECELENDİRİLMESİ (CREATING OVERALL FUNCTION AND BREAKING A FUNCTION DOWN INTO SUBFUNCTIONS)

Fonksiyon strüktürünün oluşturulmasıyla ana fonksiyonu gerçekleştirecek ikinci derece fonksiyonlar yani alt fonksiyonlar belirlenmiştir. Alt fonksiyonlar, ana fonksiyonu sağlamak için birbirinden bağımsız yapılar olarak tanımlanabilir. Bu aşamada her bir alt fonksiyonun hedefini ve bunun nasıl yapılacağını açıklayan bir fonksiyon zinciri oluşturulması faydalı olur [7]. Bu amaçla tasarlanan hidroterapi egzersiz aletinin fonksiyon zinciri Tablo 2’de verilmiştir. Böylece, her alt sistemin amaç ve görevi ile bunun nasıl yapılabileceği hakkında açıklamalar sağlanmıştır. Burada konstrüksiyona tercüme sütunu sistematik konstrüksiyon açısından zorunlu olmayıp, fikir amaçlıdır. Dolayısıyla, ön seçim değildir [7,2].

Tablo 2.Fonksiyon Zinciri

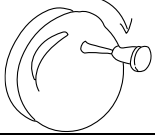

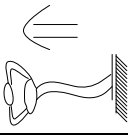
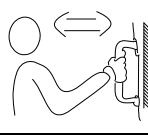

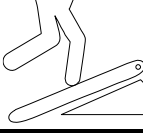
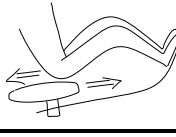
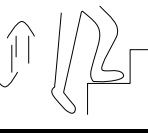
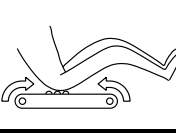





Fonksiyon Derecesi	Fonksiyon Tanımı	Konstrüksiyon Tercümesi
ANA FONKSİYON 1.Derece Fonksiyon	Temel Prensipli Gerçekleştirmek (Kendine ait bir su tankı içerisinde, kişilerin bireysel olarak kullanabileceği, egzersiz hareketlerini uygulayabileceği, vücutta en az iki kası çalıştıracak bir ürünün tasarımı)	
ALT FONKSİYONLAR 2. Derece Fonksiyon	1. Kol ve Bacakları Çalıştırarak Kardiyolojik Egzersizi Yaptırmak	Bantlar Pedallar Tutma Kolları Basamaklar Lastikler Çekilen Elemanlar
	2.Suyu muhafaza etmek	Su Tankı
	3.Zamanı Ölçmek	Kronometre
	4. Isıyı Ölçmek	Ölçme Aleti
	5. Isıyı sabit tutmak	Termostat
	6. Enerjiyi Dönüştürmek	Elektrik mekanizması
	7. Parçaları bir arada tutmak	Muhafaza
3. Derece Fonksiyon	1.1 Kol hareketleri sağlamak	
	1.2 Bacak hareketleri sağlamak	
	2.1 Giriş-çıkışı sağlamak	
	3.1 Zamanı göstermek	
	3.2 Hareket Sayacı	
	4.1 Su sıcaklığını sabitlemek	
	6.1 Suyu Isıtmak	
	6.2 Göstergelere enerji vermek	
	7.1 Sızdırmazlığı sağlamak	
	7.2 Montaj kolaylığı sağlamak	

2.5 ÇÖZÜM SEÇENEKLERİNİN BELİRLENMESİ (SELECTING SOLUTION VARIANTS)

Fonksiyon strüktürleri oluşturulduktan sonra her bir alt fonksiyon için çözüm prensiplerinin aranması sürecine geçilir. Bir alt fonksiyonu yerine getirecek elemanı aramadan önce alt fonksiyonun içinde yatan fiziksel olayın net olarak belirlenmesi ve anlaşılması gerekir [2,8,9]. Bu aşamada ana fonksiyonları karşılaması için her alt fonksiyona yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. [10,11] Tüm bu çözüm önerileri Tablo 3'de Çözümler (Ç_i) ve Fonksiyonlar (F_i) olarak verilmiştir. Toplamda 10 fonksiyon için her birine en fazla 5 en az 2 çözüm önerisi sunulmuştur. Teorik olarak toplamda 25920 çözüm önerisi ortaya çıkmıştır. Daha sonra bu çözüm önerileri içerisinde uygun bulunmayanlar elenmiştir. Elemenin ardından hesaplanan çözüm seçenekleri sayısı ise 520 olarak belirlenmiştir. Bu sayıyı azaltmak için uygun seçenekler belirlenmeye çalışılmıştır. Uygun seçenekler, çözüm prensiplerinin geometrik ve fiziksel olarak birbiriyle uyumlu olduğu; enerji, sinyal ve madde akışını sorunsuz şekilde gerçekleştirebilen seçeneklerdir [2,8,9]. Başka sözlerle tümleşik çözüme geçildiğinde alt fonksiyonlara ait çözümlerin kendi aralarında herhangi bir uyumsuzluk olmaması gerekir. Her alt fonksiyonun çözüm önerileri diğer alt fonksiyonlarla olan ilişkisinde uygun olacak şekilde çözüm önerileri sadeleştirilmiştir. Elenen çözüm önerileri Tablo 3'de üzeri çizilerek gösterilmiştir. Sonuç olarak tabloya bakıldığında, alt fonksiyonlar ait çözüm önerilerinin eşleştirilmesi sonucu 24 adet tasarım fikri ortaya çıkmıştır.

Tablo 3. Çözüm Seçenekleri

Çözüm seçeneklerinin elenmesiyle bulunan 24 farklı tasarım aşağıdaki gibidir:

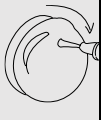


ALT FONKSİYONLAR	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5
KOLLARI HAREKET ETTİRME F1					
AYAKLARI HAREKET ETTİRME F2					
SUYUN GİRİŞ-ÇIKIŞI F3	Şebekeden	Dışarıdan Dolum			
ZAMAN GÖSTERGESİ F4					
HAREKET SAYACI F5	Katedilen Mesafe	Periyod Sayısı	Hareket Adedi		
SU MUHAFAZASI MALZEMESİ F6	Cam fiber	PC	PMMA	SERAMİK	
UYARI SİNYALLERİ F7			HEPSİ		
ENERJİ F8	Şebekeden	Bataryadan			
HİJYEN SAĞLAMA F9	Anti bakteriyel özellikli malzeme kullanılması	Kullan-At Ambalaj Kaplama	UV Işıkları ile ışıklandırma		
KONTROLLER F10	Basma Tuşlu	Döndürmeli	Dokunmatik		

- Tasarım 1. F1Ç1+F2Ç1+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+F10Ç1
Tasarım 2. F1Ç1+F2Ç1+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+F10Ç2
Tasarım 3. F1Ç1+F2Ç1+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+F10Ç1
Tasarım 4. F1Ç1+F2Ç1+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+F10Ç2
Tasarım 5. F1Ç1+F2Ç2+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+ F10Ç1
Tasarım 6. F1Ç1+F2Ç2+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+F10Ç2
Tasarım 7. F1Ç1+F2Ç2+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç1
Tasarım 8. F1Ç1+F2Ç2+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç2+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç2
Tasarım 9. F1Ç3+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç3+F6Ç1+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç1
Tasarım 10. F1Ç3+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç3+F6Ç1+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç2
Tasarım 11. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç3+F6Ç1+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç1
Tasarım 12. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç3+F6Ç1+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç2

- Tasarım 13. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç3+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+ F10Ç1
 Tasarım 14. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç3+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+ F10Ç2
 Tasarım 15. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç3+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç1
 Tasarım 16. F1Ç4+F2Ç3+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç3+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç2
 Tasarım 17. F1Ç4+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+ F10Ç1
 Tasarım 18. F1Ç4+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+ F10Ç2
 Tasarım 19. F1Ç4+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç1
 Tasarım 20. F1Ç4+F2Ç4+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç2+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç3+ F10Ç2
 Tasarım 21. F1Ç4+F2Ç5+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç3+F7Ç3+F8Ç1+F9Ç1+F10Ç1
 Tasarım 22. F1Ç4+F2Ç5+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç5+F6Ç3+ F7Ç3+F8Ç1 F9Ç1+F10Ç1
 Tasarım 23. F1Ç4+F2Ç5+F3Ç1+F4Ç2+F5Ç2+F6Ç1+ F7Ç3+F8Ç1+ F9Ç1+F10Ç1
 Tasarım 24. F1Ç4+F2Ç5+F3Ç1+F4Ç3+F5Ç5+F6Ç1+ F7Ç3+F8Ç1+ F9Ç1+F10Ç1

Bu sonuca göre, ürünümüzü 24 farklı şekilde tasarlayabileceğimiz görülmektedir. Bunlardan birini örnek olarak ele alalım. Tablo 4’de “Tasarım-1” olarak adlandırılan çözüm önerisi açık şekilde gösterilmiştir. Tabloda her bir alt fonksiyon için ilgili çözüm koyu olarak çerçeveslendirilmiş ve bunların bir araya getirilmesiyle “Tasarım-1” oluşturulmuştur.

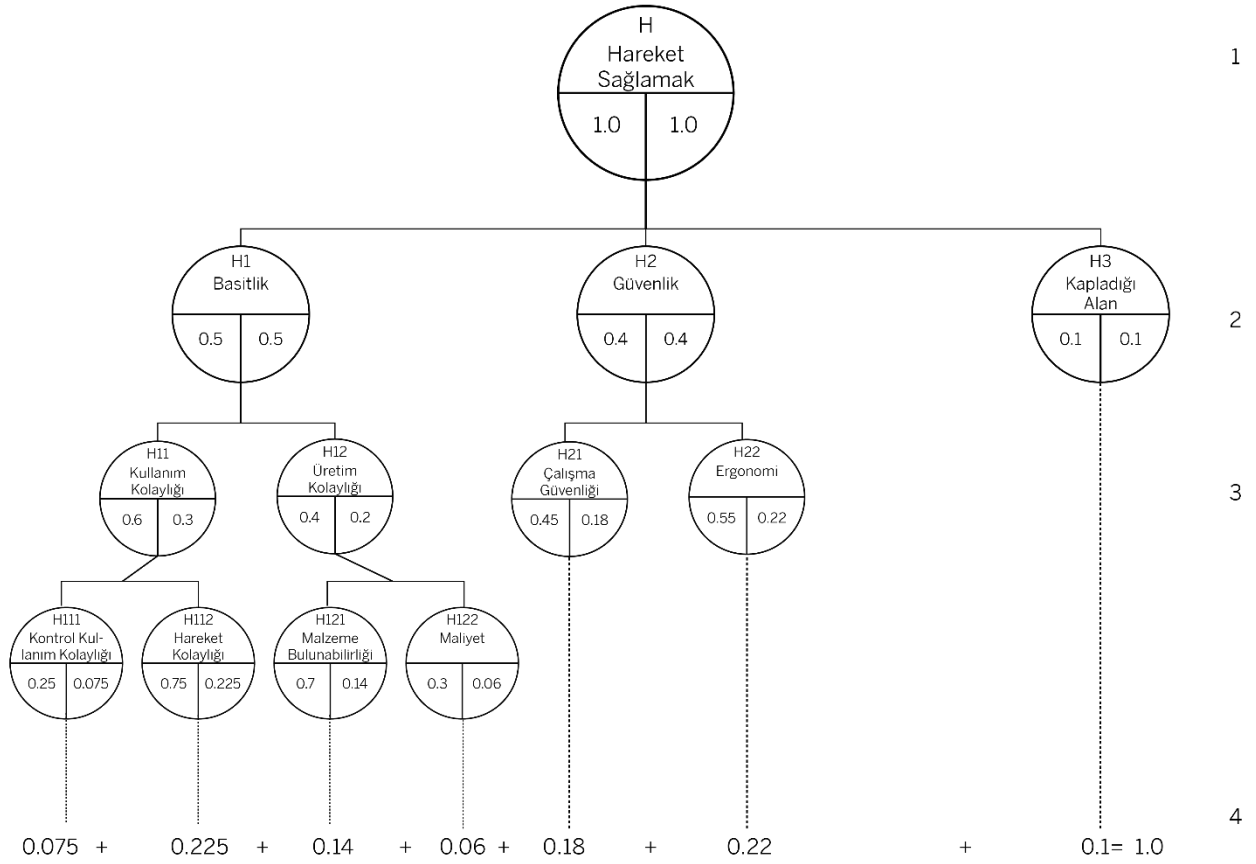
Tablo 4. Tasarım-1 için çözüm seçenekleri

F1Ç1	F2Ç1	F3Ç1	F4Ç3	F5Ç2	F6Ç2	F7Ç3	F8Ç1	F9Ç1	F10Ç1
KOLLARI HAREKET ETTİRME	AY AKAKLARI HAREKET ETTİRME	SUYUN GİRİŞ- ÇIKIŞI	ZAMAN GÖSTERGESİ	HAREKET SAYACI	SU MUHAFAZA MALZEMESİ	UYARI SINYALLERİ	ENERJİ	HIYEN SAĞLAMA	KONTROLLER
		Şebekeden		Periyod Sayısı	PC	Hepsi (Işık Ve Ses)	Şebekeden	Anti bakteriyel özellikli malzeme kullanılması	Basma Tuşlu

2.6 TEKNİK VE EKONOMİK DEĞERLENDİRME (TECHNICAL AND ECONOMICAL EVALUATION)

Kavramsal tasarım sürecinde bundan sonraki adım, elde edilen çözüm seçeneklerinin teknik ve ekonomik olarak değerlendirilmesidir. Bu amaçla öncelikle değerlendirme ölçütlerinden her birinin tümleşik çözüme katkısı ve ağırlığı belirlenmelidir. Uygun çözümlerin değerlendirilebilmesi için istekler listesinde belirtilen hedefler doğrultusunda kıstasların belirlenmesi gerekir. Çalışmada çözüm önerilerini değerlendirebilmek açısından hedefler ağacından faydalanılmıştır. Hedefler ağacında; değerlendirme ölçütlerinden her birinin tümleşik çözüme katkısı ve ağırlığı belirlenmelidir. Her değerlendirme kıstasına göreceli olarak önemine göre bir ağırlık faktörü verilir. Bu gerçek ve pozitif bir sayıdır. Hedefler ağacında ağırlıkların toplamı 1 ile 100 olacak şekilde ağırlıklandırma yapılır. Her kıstas belli bir ağırlık yüzdesi ile ifade edilebilir [2].

Çalışmamızda öncelikli hedef temel prensipte tanımlandığı gibi, bireyin su içerisinde egzersiz hareketlerini uygulayabileceği, kol ve bacakları birlikte hareket ettirecek bir ürün tasarlamaktır. Buradan hareketle istekler listesi doğrultusunda değerlendirme kriterleri ve bunların ağırlıkları belirlenmiştir. Bu veriler Şekil 3’te hedefler ağacında gösterilmiştir.



Şekil 3-Hedefler Ağacı

Burada hedefler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- H1 : Basitlik
- H11 : Kullanım Kolaylığı
- H111 : Kontrol Kullanım Kolaylığı
- H112 : Hareket Kolaylığı
- H12 : Üretim Kolaylığı
- H121 : Malzeme Bulunabilirliği
- H122 : Maliyet
- H2 : Güvenlik
- H21 : Çalışma Güvenliği
- H22 : Ergonomi
- H3 : Kapladığı Alan

Şekil 3'te görüldüğü gibi hedefler karmaşıklık derecesine göre 4 seviyede düzenlenmiş ve ağırlık faktörleri belirlenmiştir. Standart gösterime uygun olarak, hedefler ağacında ağırlıkların toplamı 1.0 (%100) olacak şekilde bir ağırlıklandırma yapılmıştır. Bir alt seviyedeki hedeflere, bir üst seviyedeki hedefe göre, onun belirtilen oranı ölçüsünde bir ağırlık değeri verilmiştir. Bu noktadan sonra en uygun çözüm için karar verilebilmesi için tüm çözüm seçeneklerinin puanlanması (P_i) ve ardından yukarıda elde edilen ağırlık oranları (g_i) ile çarpılarak düzenlenmesi gerekir ($P_i \cdot g_i$). Yapılan değerlendirmeler Tablo 5'te sunulmuştur. Bu tabloda puanlama için aşağıdaki kriterler uygulanmıştır.

- 4 : İyi
- 3 : Yeterli
- 2 : Orta
- 1 : Zayıf
- 0 : Uygun değil

Tablo 5-Teknik ve Ekonomik Değerlendirmeler

	H111(0.075)		H112(0.225)		H121(0.14)		H122(0.06)		H21(0.18)		H22(0.22)		H3(0.1)		TOPLAM
T1	3	0,225	2	0,45	4	0,56	2	0,12	3	0,54	3	0,66	4	0,4	2,955
T2	1	0,075	2	0,45	4	0,56	1	0,06	3	0,54	3	0,66	4	0,4	2,745
T3	3	0,225	2	0,45	4	0,56	2	0,12	3	0,54	3	0,66	4	0,4	2,955
T4	2	0,15	2	0,45	4	0,56	1	0,06	3	0,54	4	0,88	4	0,4	3,04
T5	2	0,15	2	0,45	4	0,56	2	0,12	4	0,72	3	0,66	2	0,2	2,86
T6	1	0,075	2	0,45	4	0,56	1	0,06	4	0,72	4	0,88	2	0,2	2,945
T7	2	0,15	2	0,45	4	0,56	2	0,12	3	0,54	3	0,66	2	0,2	2,68
T8	1	0,075	2	0,45	4	0,56	1	0,06	3	0,54	4	0,88	2	0,2	2,765
T9	2	0,15	1	0,23	2	0,28	0	0	3	0,54	1	0,22	3	0,3	1,715
T10	1	0,075	1	0,23	2	0,28	0	0	3	0,54	2	0,44	3	0,3	1,86
T11	4	0,3	2	0,45	2	0,28	1	0,06	3	0,54	3	0,66	1	0,1	2,39
T12	3	0,225	2	0,45	2	0,28	0	0	3	0,54	4	0,88	1	0,1	2,475
T13	4	0,3	2	0,45	4	0,56	2	0,12	4	0,72	4	0,88	1	0,1	3,13
T14	2	0,15	2	0,45	4	0,56	2	0,12	4	0,72	4	0,88	1	0,1	2,98
T15	4	0,3	2	0,45	4	0,56	1	0,06	3	0,54	3	0,66	1	0,1	2,67
T16	2	0,15	2	0,45	4	0,56	1	0,06	3	0,54	4	0,88	1	0,1	2,74
T17	2	0,15	3	0,68	4	0,56	1	0,06	4	0,72	2	0,44	4	0,4	3,005
T18	2	0,15	3	0,68	4	0,56	2	0,12	4	0,72	2	0,44	4	0,4	3,065
T19	3	0,225	3	0,68	4	0,56	1	0,06	3	0,54	2	0,44	4	0,4	2,9
T20	2	0,15	3	0,68	4	0,56	1	0,06	3	0,54	2	0,44	4	0,4	2,825
T21	2	0,15	2	0,45	3	0,42	1	0,06	4	0,72	3	0,66	1	0,1	2,56
T22	4	0,3	2	0,45	3	0,42	1	0,06	4	0,72	3	0,66	1	0,1	2,71
T23	2	0,15	2	0,45	4	0,56	1	0,06	4	0,72	3	0,66	1	0,1	2,7
T24	4	0,3	2	0,45	4	0,56	1	0,06	4	0,72	3	0,66	1	0,1	2,85

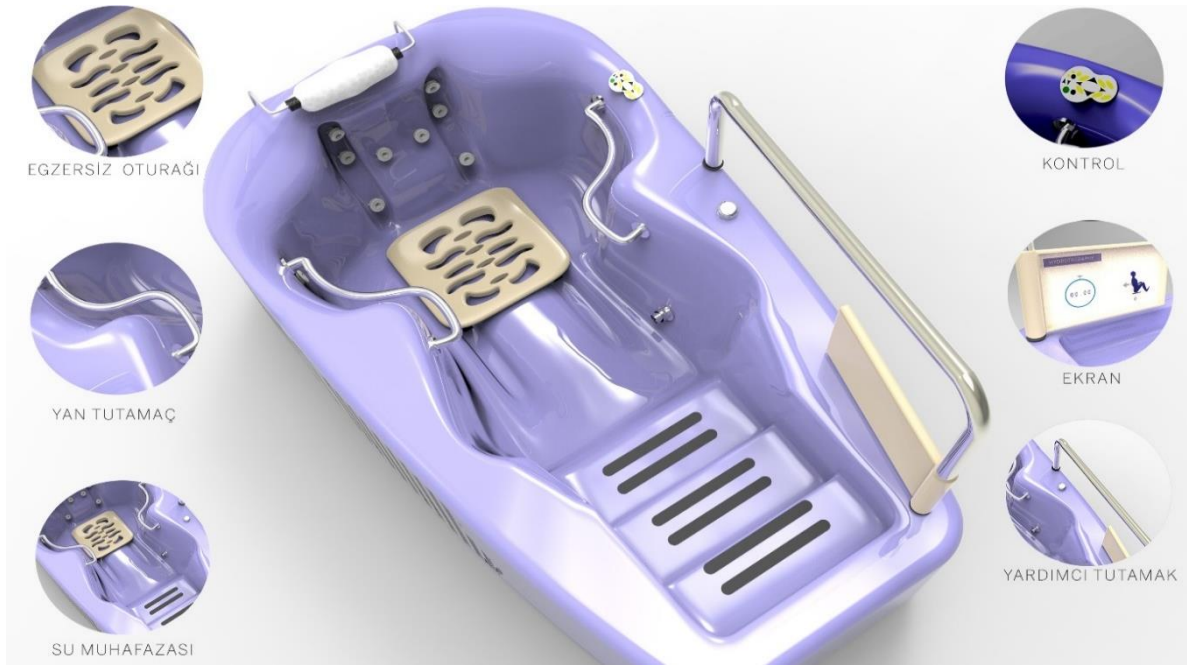
Hedefler ağacında belirlenen kıstaslar için verilen ağırlık faktörlerinin (g_i) verilen puanlarla (P_i) çarpılması sonu elde edilen “ağırlıklandırılmış puanlar(P_{gt})” toplanarak düzenlenir. (i)hedef, (j) tasarım önerisi olarak tanımlanmıştır.

$$P_{gt} = \sum_{i=1}^n g_i x P_{ij} = \sum_{i=1}^n g_i x P_{ij} \quad (j \text{ seçeneği için}) \quad 2.1$$

Tablo 5’te yukarıdaki formüllere göre her bir tasarım fikri için elde edilen toplam puan görülmektedir. Sonuç olarak en yüksek puanı alan Tasarım-13’ün hidroterapi egzersiz aleti için optimum çözüm olduğu görülmektedir. Çözüm önerilerinin bir araya getirilmesiyle oluşan “Tasarım-13”; sabit tutamaklı (F1Ç4), kayan oturaklı (F2Ç3), su girişini şebekeden sağlayan (F3Ç1), hem analog hem dijital zaman göstergeli(F4Ç3), hareket adedini gösteren (F5Ç3), PMMA malzemedeki (F6Ç3), hem ışık hem ses uyarı sinyali veren (F7Ç3), enerjiyi şebekeden sağlayan (F8Ç1), anti bakteriyel özellikli malzeme kullanılan (F9Ç1), kontroller için basma tuş (F10Ç1) kullanılması düşünülmüş olan tasarımdır.

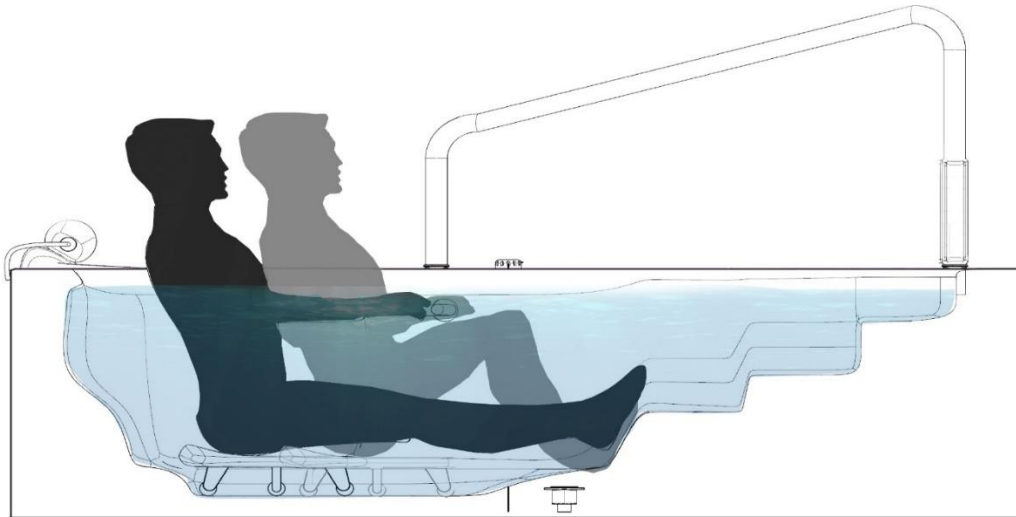
2.7 ŞEMATİK ÇİZİM VE YORUMLAMA (SCHEMATIC REPRESENTATION AND INTERPRETATIONS)

Yürütülen kavramsal tasarım fazı bize en uygun tasarımın Tasarım-13 olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla teknik ve ekonomik değerlendirmeler neticesinde ürünün, daha önce belirlenen hedef ve isteklere bağlı kalınarak, tasarımının “Tasarım-13” fikri doğrultusunda yapılacağı söylenebilir. Buna göre, ürünün fikir vermesi açısından nesnel tasarım fazına geçmeden önce nasıl bir yapıda olacağı şematik olarak gösterilmelidir. Şekil 4’de ürünün tasarımına ait görsel bir sunum verilmiştir.



Şekil 4-Hidroterapi Egzersiz Aleti

Bu tasarımda su muhafazası olarak ifade edilen kısım içerisine su dolacak olan ve diğer elemanları da kapsayan ve bir arada tutmayı sağlayan bölümdür. Çalışması ise şöyle olacaktır; (1) ürün istenilen sıcaklıkta ve istenilen seviyede su ile doldurulur, (2) egzersiz hareketinin gerçekleşmesi için kişi oturak kısmına oturur ve ayaklarını basamak kısmına dayar, (3) her iki yanda bulunan tutma kollarından tutar ve kuvvet alır, (4) oturak kısmıyla beraber bulunduğu yerde kendisini ileri ve geri çekerek kol ve bacak egzersizini yapar. Bu çalışma senaryosu Şekil 5'te şematik olarak gösterilmiştir. Üründeki ekran, hidroterapi egzersiz aletinin içerisinde egzersizini yapan kişinin sıkılmaması için düşünülmüştür ve içeri giriş çıkış sağlamak adına Şekil 4'te kapalı ve Şekil 5'te açık pozisyonda görülmektedir. Kişi ekran üzerinden süreyi, su sıcaklığını, yaptığı sporla ilgili verileri takip edebilir.



Şekil 5.Hidroterapi Egzersiz Aleti Kullanımı

3.SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada hidroterapi amaçlı yeni bir egzersiz aletinin sistematik konstrüksiyon yaklaşımı ile kavramsal tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan ürün mevcut ürünlerden farklı olarak aynı anda birden fazla kas grubunu çalıştıracak ve fizik tedavi amacıyla da kullanılacak yeni bir tasarımdır. Çalışmada yöntem olarak sistematik konstrüksiyon yaklaşımı kullanılmıştır. Bu amaçla önce ürüne ait bir teknik ödev tanımlanmış, ödevin tüm hatlarıyla analiz edilmesiyle detaylı bir istekler listesi oluşturulmuştur. Ardından temel problem belirlenmiş ve bu problemin çözümü olacak tasarımın fonksiyon strüktürü oluşturulmuştur. Daha sonra tasarımın her bir alt fonksiyonu için çözüm yöntemleri aranmış ve bu çözümler uygun şekilde bir araya getirilerek çok sayıda tasarım fikri elde edilmiştir. Elde edilen tasarımların teknik ve ekonomik değerlendirmeye tabi tutulmasıyla optimum tasarım fikrine ulaşılmıştır. Tasarlanan hidroterapi egzersiz aleti kullanıcılara ve bu hizmeti veren merkezlere bir havuza gereksinimleri olmadan aynı anda birçok kas grubunu çalıştıracak ve gerektiğinde fizik tedavi amacıyla da kullanılacak bir egzersiz imkânı sağlamaktadır. Sistematik konstrüksiyon yaklaşımı bu ürünün tasarımında optimum çözüme metodik olarak adım adım erişmemizi sağlamıştır. Bu noktada ürünün soyut olarak tamamlandığı görülmektedir. Bundan sonra nesnel tasarım fazına geçilerek optimum tasarım fikrinin somutlaştırılmasına yönelik tasarım faaliyetleri yürütülmelidir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] A. Moventhan, L. Nventhita, Scientific Evidence-Based of Hydrotheraphy on Various Systems of the Body ,North American Journal of Medical Sciences, (2014).
- [2] C. O. Azeloğlu, Sistematik Konstrüksiyon Ders Notları, (2017).
- [3] Dive In! Aquatic Therapy for People With Disabilities- WebMD Health News-www.webmd.com/fitness-exercise/news/20000719/aquatic-therapy-people-disabilities
- [4] D. Şimsek, H. Katırcı, Pilates Egzersizlerinin Postural Stabilitate Ve Spor Performansı Üzerine Etkileri: Sistematik Bir Literatür İncelemesi, Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi (5,2), (2011).
- [5] G. Pahl, W. Beitz, J .Feldhusen, K. H. Grote, Engineering Design A Systematic Approach, Springer, Aachen, (2007).
- [6] H.R. Börklü, , Mühendislik Tasarımı: Sistematik Yaklaşım, Hatiboğlu Yayınları:152, Ankara, (2010).
- [7] G. Kutay, Konstrüksiyon Sistematiği, www.guven-kutay.ch, (2009).
- [8] C. O. Azeloğlu, G. Taylan, S. Özen, Sistematik Konstrüksiyonda Bir Kavramsal Tasarım Uygulaması: Çok Amaçlı Öğütücü. ISIDE 3rd International Symposium on Industrial Design and Engineering, 434-440, (2018).
- [9] B.A. Temiztas, T. Ertunç, C. O. Azeloğlu, Conceptual Design of a Breast Pump. ICAME2018 4th Conference on Advances in Mechanical Engineering, 380-385, (2018).
- [10] H.R. Börklü, , E. Helvacılar, V. Özdemir, Conceptual Design of a New Buoy., Journal of Science Part A: Engineering And Innovation, 4(125-143), (2017).
- [11] M. Mayda, H. R. Börklü, , Yeni ve İnovatif bir Kavramsal Tasarım İşlem Modeli ile Su Filtresi Tasarımı. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji 2(169-180), (2013).