

Su Arıtma Cihazının Tarihi Gelişimi ve Evye Altı Boyutlarına Göre Optimizasyonu

Hakan MADEN^{*,a}, Kerim ÇETİNKAYA^b, Hatice AKGÜL EVLEN^b,

^{a,*} İhlas Ev Aletleri İmalat San. ve Tic. A.Ş., İSTANBUL 34524, TÜRKİYE

^b Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, KARABÜK 78050, TÜRKİYE

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 12.03.2019
Kabul: 20.04.2019

Anahtar Kelimeler:

Temiz su debisi,
Ürün maliyet analizi,
Su arıtma cihazı,

***Sorumlu Yazar:**

e-posta:
hakanmaden74@gmail
.com

3. Uluslararası
Endüstriyel Tasarım
ve Mühendislik
Sempozyumunda
sözlü bildiri olarak
(ISIDE 2018)
sunulmuştur.

ÖZET

Bu çalışmada geçmişte kullanılmış su arıtma yöntemleri ve su arıtma cihazların tarihi gelişimi gözden geçirilmiştir. Genelde su arıtma cihazları evye altına montaj edilmektedir. Bu nedenle evye altı dolap boyutları önemlidir. Türkiye'deki evlerin evye altı dolap ölçüleri evden eve değişiklik gösterdiğinden dolayı bazı evlere su arıtma cihazları montaj edilmesi zor olmaktadır. Türkiye'deki evlerin evye altı dolap ölçülerine göre ortalama bir ölçü belirlenmiştir. Su arıtma cihazı geliştirilmesi için tasarım parametrelerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla su arıtma cihazı satın almış olan müşterilerle yapılan telefon görüşmelerindeki anket sonucunda geliştirilecek ürünün tasarım giriş parametreleri belirlenmiştir. Bu parametrelere bağlı kalarak 5 farklı kavram tasarımı yapılmıştır. Bu kavramlara kavram izleme ve kavram puanlama matrisi uygulanmış ve bu matrislerden bir adet kavram tasarımı seçimi yapılmıştır. Seçilen kavram tasarıma mühendislik çalışmaları yapılarak ürünün son tasarım boyutları belirlenmiştir. Mühendislik yapılan kavram tasarımında farklı özellik ve sayıda membran filtre kombinasyonları ile temiz su debisi miktarların hesaplanması yapılmıştır. Aynı zamanda oluşturulan kombinasyonların ürün maliyet üzerine etkisi ve ürünün servis aşında müşteri üzerine oluşturacağı maliyet hesaplamaları yapılması hedeflenmiştir. Oluşan maliyete göre tek bir üründe çok farklı ürün çeşitliliği ortaya çıkmıştır. Mevcut cihaz ile yeni tasarım cihazın maliyet-boyutları satış maliyeti ve satış özellikleri karşılaştırılmıştır.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.01.08>

Historical Development Of Water Treatment Systems And Optimization For Sink-Fit Dimensions

ARTICLE INFO

Received: 12.03.2019
Accepted: 20.04.2019

Keywords:

Membrane clean water
debt,
Product cost analysis,
Water treatment
device,

***Corresponding**

Authors

e-mail:
hakanmaden74@gmail
.com

ABSTRACT

In this study, the historical development of water treatment methods and water treatment devices used in the past has been reviewed. Generally water treatment devices are installed under the sink. For this reason, the size of the sink six cupboards is important. water purification equipment to some homes because the houses in Turkey Sink cabinet measurements show changes home away from home is difficult to mount. According to the center of my home in Turkey Sink cabinet dimensions it is determined measure. It is aimed to determine the design parameters for water purifier development. For this purpose, design input parameters of the product to be developed were determined as a result of the survey in the telephone calls made with the customers who bought the water purifier. 5 different concept designs were made by adhering to these parameters. The concept tracking and concept scoring matrix was applied to these concepts and one concept design was chosen from these matrices. The design of the selected concept was done by engineering studies and the final design dimensions of the product were determined. In the engineering concept design, different water flow rate and amount of membrane combinations were calculated. At the same time, it is aimed to make cost calculations on the product cost of the combinations that are created and on the customer in the service network of the product. According to the cost, a very different product variety has emerged in a single product. The cost-dimensions of the new design device with the current device are

compared to the sales cost and sales characteristics.

<https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2019.01.08>

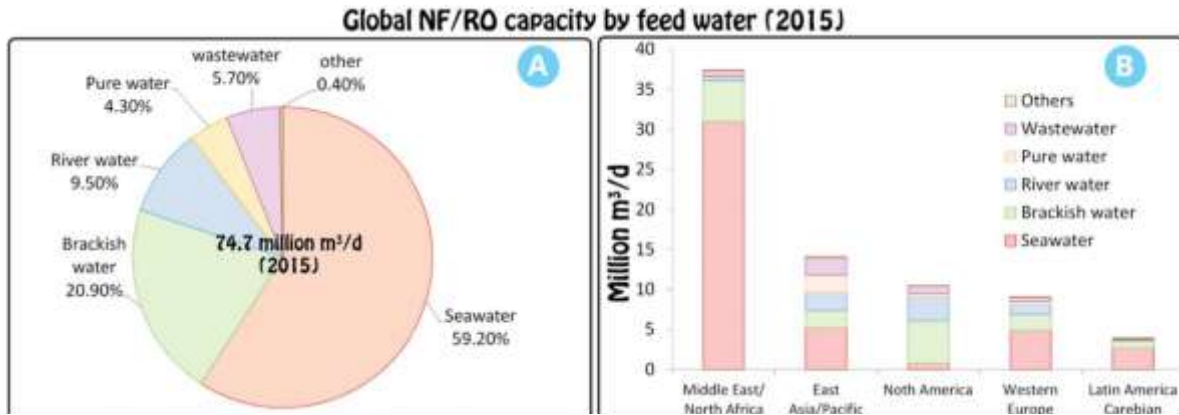
1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya genelindeki tatlı su miktarının azalmasıyla insanlığın hayatını sürdürebilmesi için yaşam şartlarını sağlayabilmesi hayati öneme sahiptir. Fakat ne yazık ki 21. yüzyılın en büyük sıkıntılarının birinin su kıtlığı olacağı tahmin edilmektedir [1]. Su kıtlığını en genel haliyle kullanılabilir su kaynaklarının, nüfusa oranı olarak açıklayabiliriz [2]. Evrenin yaklaşık dörtte üçünün su ile kaplı olduğu düşünüldüğünde, böylesi bir maddenin yetersiz kalacağını ifade edilmesi şaşırtıcı bulunabilir. Fakat gerçek şu ki dünya üzerinde bulunan suların %97,6'sı tuzlu su şeklinde deniz ve okyanuslarda yer almaktadır. Kutuplar ve buzullarda bağlı bulunan su ise dünya üzerinde bulunan suyun %1,9'u kadardır. Buradan da anlaşılacağı üzere, dünya üzerinde ki suyun yalnızca %0,5'lik bir kısmı insanların kullanıma uygun halde bulunmaktadır. Yeraltı suları, toprakta bulunan nem, akarsular ve göller hepsi bu oranın içinde yer almaktadır [3].

Temiz su kaynakları, sağlık hizmetleri ve hijyen yetersizliğinin neden olduğu su kaynaklı hastalıkları her yıl çoğunluğunu çocukların oluşturduğu 3,4

milyon insanın ölmesine neden olmaktadır. Hükümetlerin, sivil toplum kuruluşları ve uluslararası komitelerin devam eden çabalarına rağmen bir milyardan fazla insan hala geliştirilmiş su kaynaklarına ulaşma imkanına sahip değildir [4]. Tarihsel olarak, RO (Reverse Osmosis) membranları, deniz suyu ve acı suların tuzdan arındırılması ile içme suyu üretimi için tasarlanmıştır. Şu anda RO içme suyu, diyaliz, enerji üretimi, ilaç, tıbbi cihazlar, yarı iletken üretim, kağıt, şeker, içecek, bahçecilik endüstrilerinin yanı sıra konsantrasyonda ve suda kullanılan yüksek derecede arıtılmış suyun üretimi için popüler bir teknolojidir [5–14].

Şekil 1'de uluslararası olarak NF (National Federation) / RO kapasitesinin A besleme suyu ve B bölgeye göre göstermektedir. Deniz suyunun tuzdan arındırılması için RO kullanımının hala piyasasına hakim olmasına rağmen (Şekil 1A), 2002'den beri diğer kaynakları için RO uygulamasına kıyasla deniz suyu arıtma için RO kullanımında kayda değer bir artış olmamıştır [15]. Buna karşılık, 2002 yılında küresel kurulu kapasiteye kıyasla nehir suyunun artırılması için RO kullanımında yaklaşık % 40'lık bir artış olmuştur [15].



Şekil 1. A Besleme suyu ve B bölgeye göre küresel olarak kurulu NF / RO kapasitesi. DesalData'dan elde edilen ham veriler (Global installed NF/RO capacity by feed water (A) and by region (B). The raw data obtained from DesalData) [16]

Dünyadaki su arıtma ürünleri talebi yılda % 6,2 oranında artma olacağı tahmin edilmektedir. 2015 yılında yaklaşık 65 milyar ABD doları olan RO piyasası, Çin en hızlı büyüyen ana pazar olmaya devam ederken, Kuzey Amerika'nın yıllık% 4,7, Batı Avrupa% 4,4 ve Asya Pasifik% 8,1 büyümesini göreceğini tahmin ediyor [17].

Tüm bu verilerin ışığı altında ülkemizdeki mevcut su durumuna baktığımızda, şunu söyleyebiliriz ki Türkiye, sanılanın aksine su zengini bir ülke konumunda değildir. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık su miktarı 1519 m³ dür. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), ülke nüfusumuzu, 2030 yılı için 100 milyon civarında tahmin etmektedir. Böylesi bir durumda, kişi başına

düşen su miktarının 1120 m³/yıl olması öngörülmektedir. Bir başka deyişle, nüfusumuzdaki artış, gelişen ekonomimiz ve büyüyen şehirleri ile Türkiye, “su fakiri” olma yolunda ilerlemektedir [18].

Su arıtmada kullanılan membranlara dair kayda değer ilk uygulamalar 2. Dünya Savaşı sonunda, içme suyu test edilirken bulundu. Almanya ve Avrupa'ya su sağlayan içme suyu kaynaklarında sıkıntı yaşanınca, su güvenliği için suların filtre edilmesine yönelik testler yapılmaya başlamışlardır [36]. Örnek olarak meyve suyu endüstrisi RO cihazları, fazla suyu temizlemek, ürün stabilitesini arttırmak ve nakliye maliyetlerini azaltmak için meyve sularını yoğunlaştırmaktadır. Membran teknolojisi, meyve suları, fermente içeceklerin çeşitli ayırma ve üretim yöntemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [19- 20].

Bir ürünün tasarımını yapmak kadar ürünün maliyeti de çok önemlidir. Son 20 yıl süresince, mamul üretimi çarpıcı bir biçimde değişmiştir. Etkili bir şekilde coşku veren gelişmeler yaşanırken buna karşılık karlılık düşmüş ve genel giderler dramatik bir şekilde artmıştır. Yüksek kaliteli ve yenilikçi ürünleriyle piyasa ihtiyaçlarına daha iyi ve hızlı bir şekilde cevap vermek isteyen yabancı şirketler arasında şiddetli rekabetler görülmüştür [21].

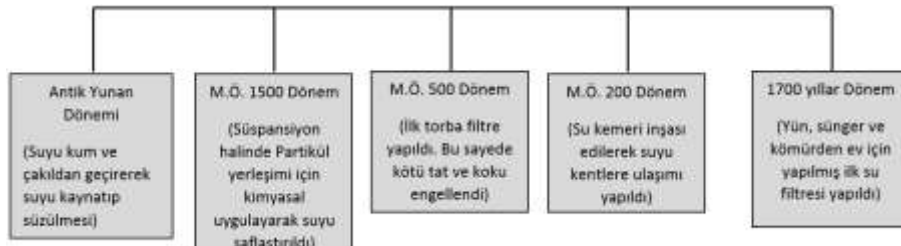
Günümüzde teknoloji son derece hızlı bir şekilde gelişmekte özellikle yeni teknolojilerine çağdaş üretim yöntemlerinin kullanılması, günümüz sanayi işletmelerindeki üretim ortamlarını geçmiştekilerden farklı hale getirmektedir [22]. Yaşanan hızlı teknolojik değişim, etkisini sadece üretim sistemleri üzerinde göstermemiş, aynı zamanda işletmelerin muhasebe yapılarının da değişmesini zorunlu kılmıştır [23]. Günümüzde bir işletmede maliyetlerin; %10'unu direkt işçilik, %55'ini malzemeler, %35'ini ise genel üretim giderleri oluşturmaktadır [24].

Türkiye'deki evler nüfusun artmasıyla daha küçük, metrekareler halinde inmektedir. Örneğin; İstanbul'da 14 milyon kişi yaşamaktadır. Bir sürü kişinin evi ortalama 60 metrekare arasında olmaktadır. Buda su arıtma cihazlarını saklamak için mutfak tezgâhında gerçekten yeterli alan bulunmamaktadır. Bu nedenle su arıtma cihazların bu ölçülere uygun olması gerekmektedir. Bunun dışında büyüyen uluslararası su arıtma piyasasında payını yükseltmek için mevcut olan ürünün geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilmesi yapılan ürünün fiyatı da uygun olması gerekmektedir.

Bu çalışmada evye altındaki dolap ölçülerine uygun olarak yapılan 5 farklı kavram tasarımı yapılmıştır. Bu kavramlara kavram izleme ve kavram puanlama matrisi uygulanmış ve bu matrislerden bir adet kavram tasarımı seçimi yapılmıştır. Seçilen kavram tasarıma mühendislik çalışmaları yapılarak ürünün son tasarım boyutları belirlenmiştir. Bunun dışından ürün için oluşturulan alternatif üzerinde ürün maliyeti hesaplanması hedeflenmiştir. Bunun dışında müşteri ürünü aldıktan sonra servis giderlerinin hesaplanarak müşteri üzerine getirdiği maliyet yükü hesaplanması hedeflenmiştir.

2. SU ARITMANIN TARİHİ GELİŞİMİ (HISTORICAL DEVELOPMENT OF WATER TREATMENT)

Su arıtma tarihi M.Ö. 2000 yılına kadar dayanmaktadır. Bu zamana kadar, içme suyumuzun kaynaması ve süzülmesinden çok fazla yol kat ettik. Su arıtma tarihi, nispeten yeni ve modern bir gelişme gibi gözüküyor olabilir fakat yöntemler değişse de su arıtmanın binlerce yıl geriye uzanan bir geçmişi vardır. Suyun bulanık olması ve suyun içinde görünen partiküller insanlığın var olmasından beri dikkatini çekmiştir. Suyun artılmasıyla ilgili geçmişten günümüze yapılan çalışmalar aşağıdaki şekil 2'de görülmektedir. Şekil 3'de su arıtma cihazları tarihi gelişimi görülmektedir.



Şekil 2. Su arıtma işlemi tarihi gelişimi (Historical development of water treatment process)

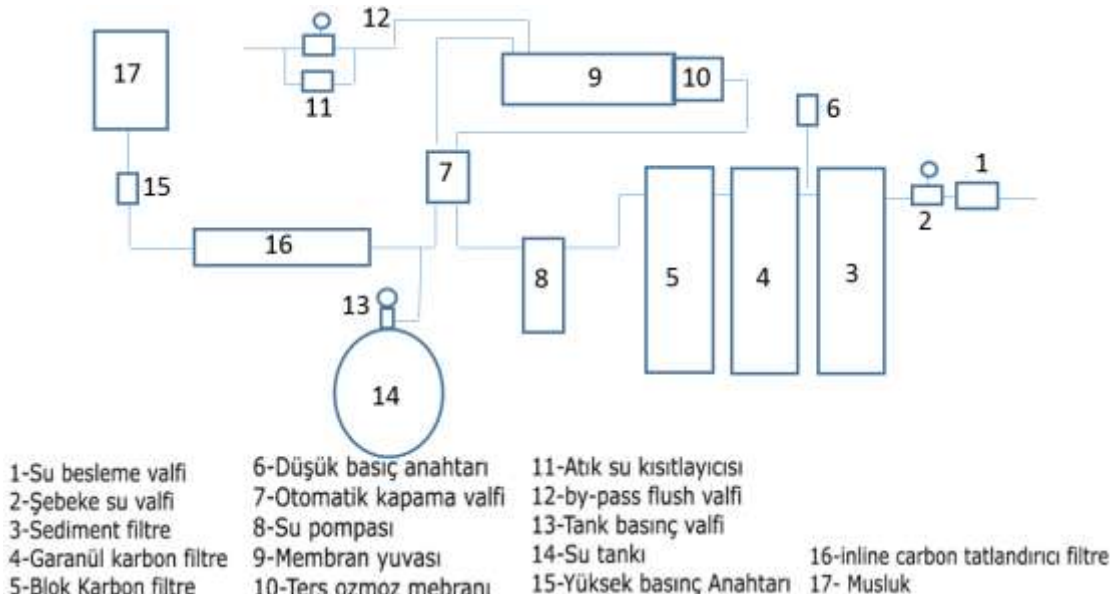


Şekil 3. Su arıtma cihazlarının tarihi gelişimi (Historical development of water treatment devices)

3. PROBLEM, TASARIM VE GÜVENLİK (PROBLEM, DESIGN AND SECURITY)

3.1. Su Arıtma Cihazı İle İlgili Problem (Problem with Water Purifier)

Mevcut su arıtma cihazının bileşimler incelendiğinde şekil 4'de gibi parçalar oluşmaktadır.



Şekil 4. Su arıtma cihazı bileşenleri (Water purifier components) [25]

Mevcut cihazlarımızın boyutlarının büyük olmasından dolayı evye altına cihazın

yerleştirilmesi zor olmakta ve çok yer kaplamaktadır. Türkiye'de evlerin boyutları

küçülürken aynı zamanda mutfak dolapları da küçülmektedir. Bu durumda cihaz boyutlarının da küçültülmesi gerekmektedir. Cihazların boyutlarının küçültülmesiyle ürün satışlarında artış olacağı tahmin edilmektedir. Şekil 5’de su arıtma cihazının evye altındaki durumları görülmektedir.



Şekil 5. Su arıtma cihazı evye altına yerleşim durumu (*Settlement condition under water purifier sink*) [26]

3.2. Tasarım Parametrelerin Belirlenmesi (*Determination of Design Parameters*)

Pazar araştırmaları ve teknolojik gelişmelerden dolayı yeni bir ürün tasarımı ihtiyacı oluşmuştur. Bu yapılacak olan yeni tasarımda müşterinin beklentileri ve isteklerini ölçmek için telefon yoluyla sözlü anketler yapılmıştır. Bu ankette daha önce “Cebilon” su arıtma cihazını ürünü satın alan müşteriler ile yapılmıştır.

650 000 müşteri ile yapılan sözlü ankette aşağıdaki sorular sorulmuştur.

1. Yeni Cebilon su arıtma cihazı hangi özelliklerin olmasını isterdiniz?
2. İstemiş olduğunuz yakın özellikleri sahip yeni ürün çıkarsa su arıtma cihazınızı değiştirir misiniz?
3. Hangi fiyat aralığında olmasını istersiniz?

Tablo 1. Cebilon su arıtma cihazı istek özellikler
(*Cebilon Water Purification Device Request Specifications*)

| Yeni Cebilon Su Arıtma Cihazı hangi özelliklerin olmasını isterdiniz? | | |
|---|--|----------------|
| Adet | Müşteri İstekleri | İstek Adetleri |
| 1 | Tanksız olsun, | 563 688 |
| 2 | Boyutları küçük olsun, | 550 163 |
| 3 | Filtre ömürleri Uzun olsun, | 543 355 |
| 4 | Su kaçak olduğunda suyu kessin, | 512 967 |
| 5 | Filtre ömürleri bitince uyarı sistemi olsun, | 480 169 |
| 6 | Mineral destekli filtre olsun, | 438 693 |
| 7 | Filtre değişimi kolay olsun, | 415 720 |
| 8 | Daha estetik görünüme sahip olsun, | 380 283 |
| 9 | Evye altına kolay olsun, | 358 369 |
| 10 | Evye altında fazla yer kaplamasın, | 342 192 |

Yukarıdaki tabloda en çok talep edilen 10 isteklerin oranları verilmiştir. Bu oranları yeni ürün tasarımı dikkate alınarak kavram çalışmaları yapılması hedeflenmiştir. 10 isteklerin ışındaki isteklerin adet sayıları düşük olduğundan yukarıdaki tabloda yer almamıştır. Yapılacak olan ürünün tasarım çalışmasında dikkate alınmayabilir.

Tablo 2. Cebilon su arıtma cihazı değişim oranları
(*Cebilon water treatment device exchange rates*)

| İstemiş olduğunuz özellikleri taşıyan yeni ürün su arıtma cihazınızı değiştirir misiniz? | |
|--|---------|
| Evet | 452 568 |
| Hayır | 197 432 |

Tablo 3. Cebilon su arıtma cihazı fiyat oranları
(*Cebilon water treatment device price rates*)

| Hangi fiyat aralığında olmasını istersiniz? | | |
|---|-------------------|-------------|
| Sıra | Satış Fiyatı (TL) | Öneri Âdeti |
| 1 | 1000-1100 | 352 189 |
| 2 | 1200-1300 | 220 432 |
| 3 | 1400-1500 | 93 759 |
| 4 | 1600-1700 | 70 545 |
| 5 | 1800-1900 | 2 625 |
| 6 | 2000-2100 | 350 |

Yukarıdaki tablolardan anlaşılacağı gibi müşteri fiyatının düşük olmasını istemektedir. Fakat şu anda piyasada olan ürünün fiyatı 1200 TL olduğundan dolayı bu fiyattan düşük fiyatlarda olması beklenmemektedir. Yeni ürünün bu fiyata yakın bir fiyatta olacak şekilde olması

beklenmektedir. Ön görülen satış fiyatı yaklaşık 1350 TL olarak değerlendirilmektedir.

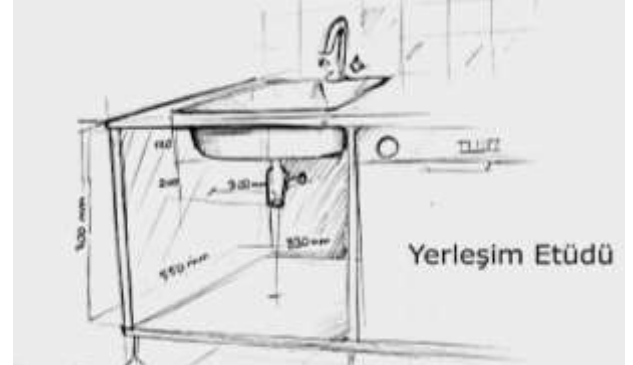
Yeni yapılacak tasarımda aşağıdaki özellikleri barındırması düşünülmektedir.

- Düşük boyutlarda olması evye altına ölçülere uygun
- Tank iptal edilmesi
- Temiz su debisi yüksek olması için membran filtre artırılması,
- Su kesme sisteminin entegre edilmesi,
- Ergonomik kabuk tasarımıyla kolay monte edilebilir, kolay temizlenebilir özelliklerde olacak ve pratik kullanım sağlayacak,
- Filtrelerin uzun ömürlü olması,

3.2.1. Kavram tasarımları (Concept designs)

Kavram tasarımları yapılmadan önce evye altı dolap ölçüleri belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye genelindeki evye altı dolap ölçüleri farklılık görülmektedir. Bu amaçla ortalama bir dolap ölçüleri belirlenmiştir. Bu ölçüleri şekil 6'da

görülmektedir. Bu ölçülere ve müşteriden gelen bildirimler baz alınarak su arıtma cihazının 5 farklı kavram tasarım çalışması yapılmıştır.



Şekil 6. Evye altı dolap ölçüleri (Sink cupboard sizes)

Su arıtma cihazların geliştirilmesi için beş farklı kavramsal tasarımları solidworks programıyla yapılmıştır. Bu kavramlar ile ilgili özellikler tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Kavram tasarımın detay özellikleri (Detail features of concept design)






| | KAVRAMLAR | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Kavram 1 | Kavram 2 | Kavram 3 | Kavram 4 | Kavram 5 |
| Ürün Boyutları (mm) | 430*280*428 | 410*220*410 | 500*210*380 | 415*210*370 | 400*220*415 |
| Tank | Var | Yok | Yok | Yok | Yok |
| Su Kesme Aparatı | Var | Var | Yok | Var | Yok |
| Membran Adeti | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| Temiz Su Miktarı | 1,5 lt/dk | 0,7 lt/dk | 1,3lt/dk | 1,3lt/dk | 0,7lt/dk |
| Filtre Değişim Kolaylığı | Zor | Kolay | Kolay | Kolay | Kolay |

3.2.2. Kavram değerlendirme matrisi yapılması (Making concept assessment matrix)

Yapılmış beş farklı kavram tasarımları kavram izleme ve kavram puanlama matrisleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırma tablo 5 ve tablo 6'de gösterilmiştir. Kavram seçimi ürün geliştirme işleminin bir parçasıdır. Kavram izleme matrisiyle referans olarak seçilen kavrama

belirlenen ölçütlere göre "+", "- ve "0" olarak değerlendirilir (Tablo 5). Kavram izleme matrisinden seçilen kavramlar puanlama matrisiyle referans olarak belirlenen kavrama belirlenen ölçütlere göre 1'den 5'e kadar puanlandırılıp ölçütlerin ağırlık oranına hesaplanır. Tablo 6'de Kavram puanlama matrisinden en yüksek puan alan kavram seçilen kavramdır.


Tablo 5. Kavram izleme matrisi (Concept tracking matrix)

| Bağlı Derecelendirme + : Referanstan iyi 0 : Referansla aynı - : Referanstan kötü | KAVRAMLAR | | | | |
|--|---|---|--|---|---|
| | Kavram 1  (Referans) | Kavram 2  | Kavram 3  | Kavram 4  | Kavram 5  |
| Estetik Görünüm | 0 | + | + | + | + |
| Kalıp Yatırım Maliyeti | 0 | - | + | + | - |
| Toplam Parça Adeti | 0 | - | - | + | - |
| Ürün Maliyeti | 0 | - | 0 | + | - |
| Ürün Montaj Kolaylığı | 0 | + | - | 0 | 0 |
| “+” ların toplamı | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| “0” ların toplamı | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| “-” ların toplamı | 0 | 3 | 2 | 0 | 3 |
| Toplam Puan | 0 | -1 | 0 | 4 | -2 |
| Sıra | 3 | 4 | 2 | 1 | 5 |
| Devam? | Geliştir | Geliştir | Geliştir | Geliştir | İptal |

Kavram puanlama matrisinde seçim ölçütlerine ağırlıklar atanarak, Tablo 6’de birbirleriyle kıyaslanmıştır. Kavram puanlama matrisinden

çıkan sonuca göre kavram 4 diğer tasarımlara göre daha yüksek puan almıştır.

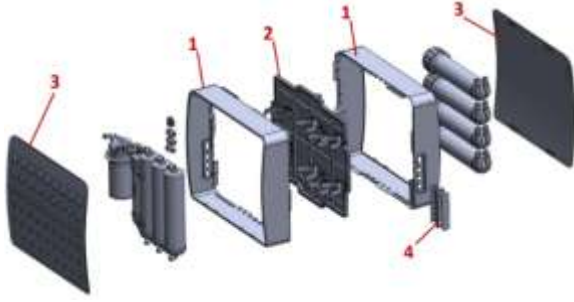
Tablo 6. Kavram puanlama matrisi (Concept scoring matrix)

| Bağlı Derecelendirme KAVRAMLAR 1: Referanstan oldukça kötü 2: Referanstan kötü 3: Referansla aynı 4: Referanstan iyi 5: Referanstan oldukça iyi | KAVRAMLAR | | | | | | | | |
|---|---|--------|---|--------|---|--------|---|----------------|---------------|
| | Kavram 1  (Referans) | | Kavram 2  | | Kavram 3  | | Kavram 4  | | |
| Seçim Ölçütleri | Ağırlık | Derece | Ağırlık Puanı | Derece | Ağırlık Puanı | Derece | Ağırlık Puanı | Derece | Ağırlık Puanı |
| Ürün Boyutu | %50 | 3 | 1,50 | 4 | 2,00 | 2 | 1,00 | 5 | 2,50 |
| Temiz Su miktarı | %30 | 3 | 0,90 | 2 | 0,60 | 4 | 1,20 | 4 | 1,20 |
| Su kesme eklentisi | %20 | 3 | 0,60 | 3 | 0,60 | 2 | 0,40 | 3 | 0,60 |
| Toplam Puan | | 9,0 | | 11,0 | | 7,6 | | 19,1 | |
| Sıra | | 3 | | 2 | | 4 | | 1 | |
| Devam? | | İptal | | İptal | | İptal | | Seçilen Kavram | |

Kavram 4’ün seçilmesinden en önemli etkenin ürün boyutunun düşük olması ve temiz su debisinin yüksek olmasıdır. Müşteri için öncelikli olan ürünün boyutları ve sürekli yüksek miktarda temiz su alabilmesidir.

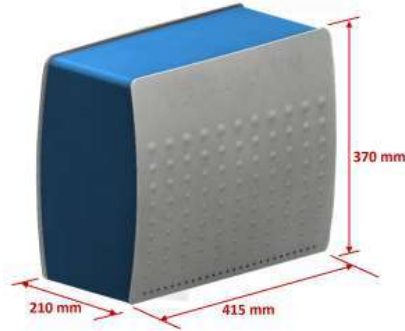
Kavram izleme ve puanlama matrislerinden seçilen tasarım üzerinde mühendislik çalışması yapılmıştır. Üründe kullanılacak parçaların montaj edilmesi, et kalınlıklarının verilmesi ve parçaların birbiri ile montajları yapılacaktır.

3.2.3. Seçilen kavram tasarımına mühendislik çalışmasının yapılması (Engineering study of selected concept design)

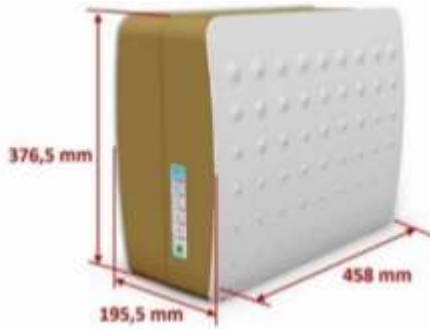


Şekil 7. Ürünün demontaj hali (Product disassembly)

Şekil 7’de mühendislik çalışması yapılan parçanın demontaj hali görülmektedir. Yapılan mühendislik çalışması sonucunda ürünün boyutlarında belli oynamalar olmuştur. Ürünün ön görülen ve son ölçüleri şekil 8’de görülmektedir. Bu kavram tasarımının hayata geçmesi için 4 adet kalıp yatırım yapılması gerekmektedir. Bu parçalara şekil 7’de numaralandırılmıştır.



(a)

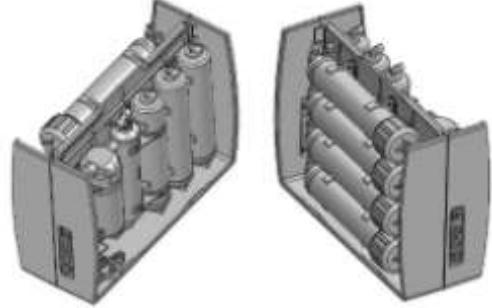


(b)

Şekil 8. a) Ön görülen ürün boyutları b) Ürünün son ölçüleri (a) Product sizes foreseen b) Final dimensions of the product)

Şekil 9-b’de mühendislik çalışmasından sonra ürünün ölçüleri görülmektedir. Kavram tasarımından mühendislik çalışmasına geçilince parça kalınlıkları, kablo geçişleri hortum geçişleri ve hortum bağlantıları ürünün boyutlarında değişikliklere neden olmuştur. Cihazın derinliğinde

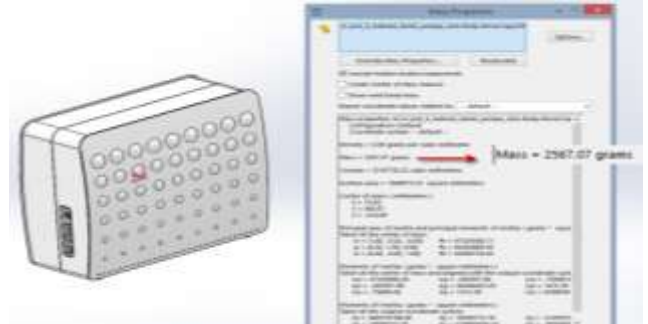
43 mm ve yüksekliğin 6,5 mm artmış, kalınlığında ise 14,5 mm azalmıştır. Yapılan kavram tasarımının içyapısı yerleşimi şekil 9’da görülmektedir.



Şekil 9. Su arıtma tasarımı ve iç görünümü

3.2.4. Su Arıtmanın cihazının ağırlığı ve parça kalınlık tespiti (Determination weight and part thickness of water treatment device)

Kavram tasarımı yapılan cihazın içerisine eklenen komponentler ve plastik parçalar ve içerisinde su girdiğinde ağırlığı artmaktadır. Cihazın plastik parçaların ağırlığına solidwork programında bakıldığında şekil 10’daki görüldüğü gibi yaklaşık olarak 2,5 kg çıkmaktadır.



Şekil 10. Ürünün plastik ağırlıkları (Plastic weights of the product)

Cihazın toplam ağırlığını hesaplamak için kullanılabilir komponentlerin ağırlıkları da eklenmelidir. Aşağıda tablo 7’de komponentlerin ağırlıkları ve cihazın toplam ağırlığı görülmektedir.

Tablo 7. Su arıtma cihaz ağırlığı (Water treatment device weight)

| Parça / Komponent Adı | Ağırlığı (Gram) |
|--------------------------|-----------------|
| Bütün Plastik Parçaların | 2567 |
| 1 mikron Sediment Filtre | 530 |
| 5 mikron Sediment Filtre | 510 |
| Blok Karbon Filtre | 580 |
| Son Karbon Filtre | 351 |

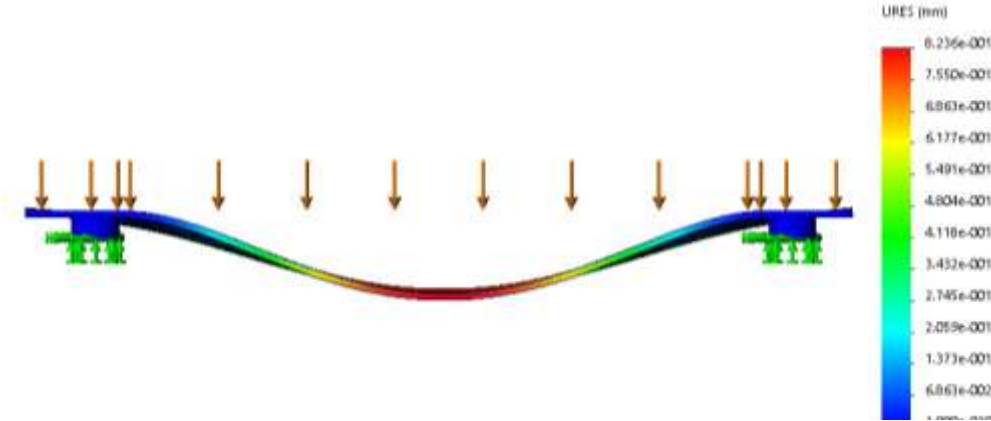
| | |
|-----------------------|-----------|
| Mebran Filtre | 557 |
| Alçak Basınç Switchi | 67 |
| Yüksek Basınç Switchi | 60 |
| Pompa | 1348 |
| Shut-off Valf | 68 |
| Su Kesme Aparatı | 30 |
| 300'lük Kısıcı | 20 |
| Elektronik Kart | 8 |
| Regülatör Aparatı | 70 |
| Toplam Ağırlık | 6766 gram |

Tablo 7'de bakıldığında cihazın ağırlığı yaklaşık olarak 6,7 kg ön görülmektedir. Cihaz içerisinde çalışma esnasında filtrelerin içerisi su ile dolduğunda bu ağırlık artacaktır. Bu da yaklaşık olarak 6 kg olacaktır. Toplamda çalışma esnasında cihaz ağırlığı 12,7 kg olacağı tahmin edilmektedir. Dış plastik parçaların bu ağırlığı kaldırabilmesi için et kalınlıkları belirlenmesi gerekmektedir. Dış plastik malzemesi olarak ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren) kullanılacaktır. Aşağıdaki tablo 8'de parçanın et kalınlığı ile parçadaki esneme miktarları görülmektedir. Bu esneme miktarları solidwork programında basit yük analizi sonuçlarından alınmıştır. Bu değerler parçanın toplam ağırlığının parça boyutuna göre yapılan analiz sonuçlarına göre tespit edilmiştir.

Tablo 8. Et kalınlığına göre parçadaki esneme miktarları (*Flexural quantities in parts according to wall thickness*)

| Et kalınlıkları | Parçaya uygulanan kuvvet | Parçada oluşan yer değiştirme |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| 2 mm | 124,5 N | 3,14 mm |
| 2.5 mm | 124,5 N | 1,66 mm |
| 3 mm | 124,5 N | 0,99 mm |
| 3.2 mm | 124,5 N | 0,82 mm |
| 3,5 mm | 124,5 N | 0,63 mm |
| 4 mm | 124,5 N | 0,44 mm |

Esneme analizinde su arıtma cihazının taban kısmı ele alınmıştır. Tabandaki ayaklardan sabitlenmiştir. İç kısımdan toplam ağırlığa denk gelen 124,5 N kuvvet uygulanmıştır. Parçanın farklı duvar et kalınlığına göre analizler yapılmıştır. Et kalınlığı 3,2 mm olarak yapılan analizde şekil 11'de görüldüğü gibi 0,82 mm plastik parçada esneme olmaktadır. Bu miktarda esneme ürün için yeterli olacağından, hem malzemenin tok bir görünüş için 3,2 mm et kalınlığı karar verilmiştir. Et kalınlığı fazla seçilseydi esneme miktarı az olacaktı fakat ürün maliyeti artacaktı bu yüzden hem maliyet açısından ve görünüş açısından 3,2 mm et kalınlığı karar verilmiştir.

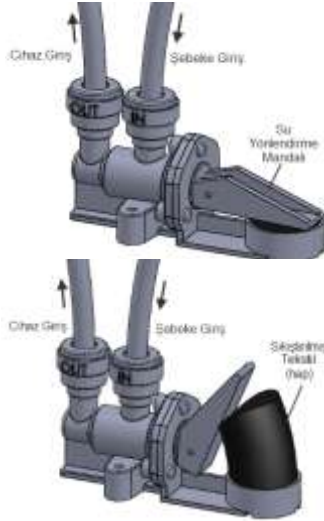


Şekil 11. Ürünün plastik kalınlığı 3,2 mm olduğunda esneme miktar analizi (*Flexural quantity analysis when the plastic thickness of the product is 3.2 mm*)

3.3. Su Arıtmanın Cihazının Alınan Güvenlik Önlemleri (*Safety Measures Received by Water Purifier*)

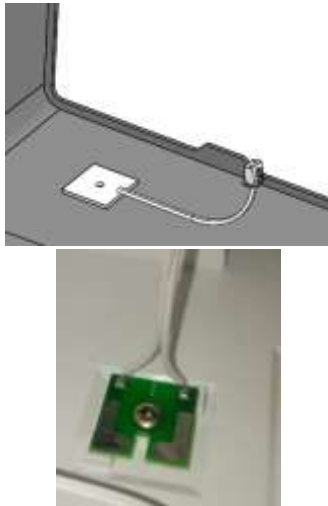
Su arıtma cihazında içerisinde su barındırdığı için herhangi bir su kaçağı olmaması gerekmektedir. Aksi takdirde evin su basmasına sebep olacaktır. Müşteri maddi ve manevi bir zarara uğratacaktır. Mevcut su arıtma sistemlerinde su kesme sistemleri çok fazla kullanılmamaktadır. Az miktarda da olsa mekanik su kesme sistemleri

kullanılır. Bu geliştirilecek su arıtma cihazlarında hem mekanik su kesme ve elektronik su kesme sistemi kullanılması hedeflenmiştir. Bu sistemlerden mekanik su kesme aparatı şekil 12'de gösterilmektedir. Şekil 12'da mekanik su kesme aparatının mandalın altına konulan sıkıştırılmış bez cihazda su kaçağı olduğunda emerek şişmekte ve mandalı yukarı kaldırmakta buda şebeke suyun kesilmesini sağlamaktadır.



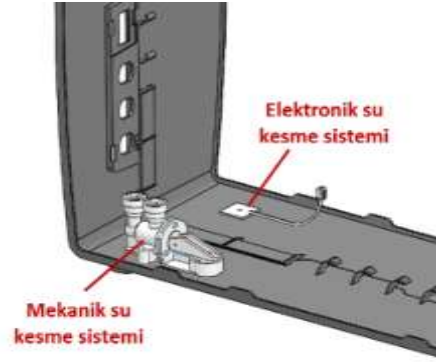
Şekil 12. Mekanik su kesme sistemi (Mechanical water cutting system)

Sistemimizde elektronik kart kullanılacağından dolayı elektronik küçük bir kart devresi kullanılarak şebeke suyu kesilmesi düşünülmüştür. Bu sistem bazı bulaşık makinelerinde ve su ısıtmalı büyük sistemlerde kullanılmaktadır. Bu sistemi su arıtma sistemini dahil edilerek çift taraflı koruma sağlanacaktır. Bu sistem şu şekilde çalışmakta sistem su kaçağı olduğunda kart bağlı olduğu kısma su ulaştığında kart üzerindeki devreleri tamamlamakta bu da girişte bulunan selenoid valfi kapatmaktadır. Şekil 13'de elektronik devre bağlantı yeri görülmektedir.



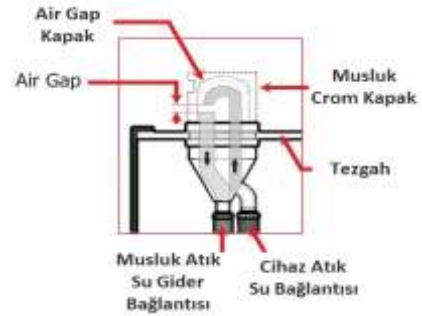
Şekil 13. Elektronik su kesme sistemi montajı (Installation of electronic water cutting system)

Bu iki ayrı su kesme sistemi yeni yapılacak su arıtma sisteminde bir arada kullanılacaktır. Bu sistemin yerleşimi şekil 14'da görülmektedir.



Şekil 14. Elektronik su kesme sistemi ile mekanik sistemin bir arada kullanımı (Combination of electronic water cutting system and mechanical system)

Yeni sistemde cihaz içerisinde air gaplı musluk kullanılmaktadır. Su arıtma cihazlarında membran çıkan kirli su (yoğunluğu artırılmış) gidere verilmektedir. Gidere verilmeden önce musluk üzerinden geçirilmektedir. Şekil 15'de airgap sistemi görülmektedir.



Şekil 15. Air gap sistemi (Air gap system) [27]

Airgap sayesinde giderden gelecek kötü koku ve mikroplar su arıtma cihazına ulaşmadan tezgâh üzerine atılmaktadır. Bu sayede cihazın zarar görmesi engellenmiş olmaktadır.

4. SU ARITMANIN CİHAZININ FİYAT ANALİZİ (PRICE ANALYSIS OF WATER TREATMENT DEVICE)

Mevcut sistemde tank olduğundan dolayı, musluk açıldığında yüksek debili su alınırken zamanla suyun debisi düşmektedir. Geliştirilen su arıtma cihazında tank iptal edilmesiyle tankın vermiş olduğu yüksek debili temiz su miktarı, sistemdeki temiz su üretimi yapan membran filtre adedini artırılmasıyla sağlanacaktır. Mevcut 75'lik bir membranın temiz su oranı 0,3 -0,4 lt/dk dır. Bunun yerine 200'lük membran kullanıldığında temiz su olarak 0,80-0,90 lt/dk vermektedir. Membran filtre fiyatı ve özellikleri tablo 9'de görülmektedir.

Tablo 9. Su arıtma cihazı temiz su debi oranları (*Water purifier clean water flow rates*)

| | Tank | 1 adet Mebran debisi | 1 adet Mebran Fiyatı | Temiz Su Debisi |
|---|-------------|----------------------|----------------------|--|
| Mevcut Sistem | 13 Litre | 0,3-0,4 lt/dk | 7 Euro | İlk Başta 2,5 lt/dk Tank Kapasitesi bitince 0,3-0,4 lt/dk |
| 4 Mebranlı Sistem (75'lik Mebran) | Yok | 0,3-0,4 lt/dk | 7 Euro | 1,20 – 1,60 lt/dk Daima |
| 2 Mebranlı Sistem (200'lük Mebran) | Yok | 0,80-0,90 lt/dk | 16 Euro | 1,60 – 1,80 lt/dk Daima |

Su arıtma cihazı 4 mebranlı ve 2 mebranlı olacak şekilde tasarımı yapılmıştır. Bu tasarımların her birinin temiz su çıkış debileri farklılık göstermektedir. Bu cihazların tek tek maliyeti

analizleri yapıldığında aşağıdaki tablo 10'de gibi bir fiyat ortaya çıkmaktadır.

Tablo 10. Su arıtma cihazı maliyeti (*Water purifier cost*)

| | ALTERNATİF 1 | ALTERNATİF 2 | ALTERNATİF 3 |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Parça / Komponent Adı | 2 Adet 200'lük Mebranlı Cihaz | 4 Adet 75'lik Mebranlı Cihaz | 4 Adet 200'lük Mebranlı Cihaz |
| Bütün Plastik Parçaların | 45 | 45 | 45 |
| 1 mikron Sediment Filtre | 8 | 8 | 8 |
| 5 mikron Sediment Filtre | 8 | 8 | 8 |
| Blok Karbon Filtre | 10 | 10 | 10 |
| Son Karbon Filtre | 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Mebran Filtre Plastikği | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Mebran Filtre | 160 | 35 | 160 |
| Alçak Basınç Switchi | 3 | 3 | 3 |
| Yüksek Basınç Switchi | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Pompa | 52 | 52 | 52 |
| Shut-off Valf | 68 | 68 | 68 |
| Su Kesme Aparatı | 8,2 | 8,2 | 8,2 |
| 300'lük Kısıcı | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Elektronik Kart | 11,3 | 11,3 | 11,3 |
| Regülatör Aparatı | 4,6 | 4,6 | 4,6 |
| Temiz Su Debisi | 1,8 lt/dk | 1,6 lt/dk | 3,6 lt/dk |
| Toplam Maliyet | 391,70 ₺ | 374,10 ₺ | 554,10 ₺ |
| Müşteri Satış Maliyeti | 1400 ₺ | 1300 ₺ | 2100 ₺ |

Su arıtma cihazlarında cihazın maliyeti kadar filtre değişim maliyetide önemlidir. Bu amaçla su arıtma cihazının filtre değişimi süreleri ve maliyete

açısından bakıldığında aşağıdaki tablo 11'deki gibi bir maliyet durumu oluşmaktadır.

Tablo 11. Su arıtma cihazı servis maliyeti (*Water purifier service cost*)

| Parça / Komponent Adı | Değişim Süresi | Servis Maliyeti | Açıklama |
|-------------------------------|----------------|-----------------|--|
| 1 mikron Sediment Filtre | 1 Yıl | 20 | Değişim süreleri cihaz kullanımına ve şebeke su kalitesine bağlı olarak değişmektedir. TSE belirlemiş olduğu şebeke su kalitesine göre süreler belirlenmiştir. |
| 5 mikron Sediment Filtre | 1 Yıl | 20 | |
| Blok Karbon Filtre | 1 Yıl | 25 | |
| Son Karbon Filtre | 6 Ay | 20 | |
| Mebran Filtre 75'lik | 3 Yıl | 80 | |
| Mebran Filtre 200'lük | 3 Yıl | 170 | |
| 3 Yıllık Maliyet Alternatif 1 | | 655,00 ₺ | |
| 3 Yıllık Maliyet Alternatif 2 | | 635,00 ₺ | |




| | |
|-------------------------------|----------|
| 3 Yıllık Maliyet Alternatif 3 | 995,00 ₺ |
|-------------------------------|----------|

5. SEÇİLEN KAVRAM TASARIMININ DİĞER ÜRÜNLERLE KARŞILAŞTIRMASI (COMPARISON OF SELECTED CONCEPT DESIGN WITH OTHER PRODUCTS)

Piyasadaki mevcut satılan ürünler ile kavram olarak geliştirilen ürün boyutsal ölçüleri, güvenlik önlemleri, airgap musluk ve fiyat olarak karşılaştırması tablo 12’de karşılaştırılmıştır. Tablo

12 incelendiğinde geliştirilen kavram boyutsal olarak düşük boyutlar ve güvenlik önlemleri ile diğer ürünlerden farklı olduğu görülmektedir. Fiyat politikası olarak düşük fiyatlı ürüne yakın olmasının dolayı piyasada uzun zaman kalacağı ön görülmektedir.

Tablo 12. Geliştirilen kavram tasarımıyla piyasa ürünlerin karşılaştırması (Comparison of market concept with developed concept design)

| Ürün Adı ve Resmi | Genişlik | Yükseklik | Derinlik | Güvenlik Önlemleri | Air Gap Musluk | Ürün Satış Fiyatı |
|---|----------|-----------|----------|--------------------|----------------|-------------------|
|  | 420 mm | 350 mm | 250 mm | Yok | Yok | 1000 TL |
|  | 450 mm | 365 mm | 260 mm | Yok | Yok | 1890 TL |
|  | 445 mm | 358mm | 285 mm | Yok | Yok | 2000 TL |
|  | 458 mm | 376 mm | 195 mm | 2 adet | Var | 1300 TL |
|  | 406 mm | 540 mm | 268 mm | Yok | Var | 1400 TL |
|  | 490 mm | 425 mm | 262 mm | 1 Adet | Var | 2200 TL |

6. SONUÇ (RESULTS)

Bu çalışmada su arıtma cihazının geliştirilmesi amacıyla yapılan 5 farklı kavram tasarımını evye ölçülerinde yeniden tasarımı yapılmıştır. Kavram tasarımları oluşturulurken daha önce satmış olduğumuz müşterilerle yapılan anket ve telefon görüşmeleri sonucunda geliştirilecek ürünün tasarım giriş parametreleri belirlenmiştir. Bu kavramlara kavram izleme ve kavram puanlama matrisi uygulanmıştır. Bir adet kavram tasarımı seçilmesi için belirlenen kriterlere göre eleme yapılmış ve bir tasarım seçilmiştir. Seçilen kavram tasarıma mühendislik çalışmaları yapılarak ürünün son tasarım boyutları ve demontaj hali ortaya çıkartılmıştır. Yapılan bu tasarımın güvenilirliğini artırmak amacıyla 2 adet su kaçak aparatı entegre edilmiştir. Daha sonra cihazın ağırlık hesaplaması yapılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre 6,7 kg cihazın kendi ağırlığı çalışmaya başladığında 12,7 kg olacaktır. Plastik parçaların bu ağırlığa dayanım sağlaması için yapılan analizlerde et kalınlığı 3,2 mm olarak belirlenmiştir. Cihaz içerisinde membran yerleştirmesi için 3 farklı alternatif oluşturulmuştur. Bu alternatiflerden temiz su debisi ve maliyet

hesaplamaları yapılmıştır. En yüksek temiz su debili cihaz için yaklaşık olarak işletme maliyeti 550₺ müşteri satış fiyatı yaklaşık olarak 2100₺ olacaktır. Müşterinin filtreleri değişim olarak yüksek debili cihaz için 3 yıllık maliyeti 995₺ olacaktır. Buradan ürünün satış yapılacağı bölgenin konumu ve refah düzeyine cihaz kombinasyonu yapılmasını sağlayacak bir tasarım ortaya konulmuştur.

REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] M. Melo, H. Schluter, J. Ferreira, R. Magda, A. Junior and O. Aquino, “Advanced performance evaluation of a reverse osmosis treatment for oilfield produced water aiming reuse” *Desalination*, Vol. 250(3), pp. 1016 – 1018, 2010.
- [2] F. R. Rijsberman, “Water scarcity: Fact or fiction?” *Agricultural Water Management*, Vol. 80(1 - 3), pp. 5 – 22, 2006.

- [3] Ç. Güler, *Su kalitesi. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, pp. 69, Ankara, 1997.
- [4] UNICEF, UNICEF Handbook on Water Quality, 2008.
- [5] T. Oki and S. Kanae, “Global hydrological cycles and world water resources”, *Science*, Vol. 313, pp. 1068–1072, 2006.
- [6] I.A. Shiklomanov, “World water resources”, *Water in Crisis*, Oxford, New York, 1993.
- [7] A. Shrivastava, S. Kumar and E.L. Cussler, “Predicting the effect of membrane spacers on mass transfer”, *J. Membr. Sci.* Vol. 323, pp. 247–256, 2008.
- [8] G. Grakist, C. Maas, W. Rosbergen and J.W.N.M. Kappelhof, “Keeping our wells fresh, Proceedings of SWIM – 17”, *Delft University of Technology, Delft*, pp.337–340, 2002.
- [9] K. Jena, “Water Stress, Obituary”, p. 12, 2013.
- [10] L.F. Greenlee, D.F. Lawler, B.D. Freeman, B. Marrot and P. Moulin, “Reverse osmosis desalination: water sources, technology, and today's challenges”, *Water Res.* Vol. 43, pp. 2317–2348, 2009.
- [11] M. Uchymiak, A.R. Bartman, N. Daltrophe, M. Weissman, J. Gilron, P.D. Christofides, W.J. Kaiser and Y. Cohen, “Brackish water reverse osmosis (BWRO) operation in feed flow reversal mode using an ex situ scale observation detector (EXSOD)”, *J. Membr. Sci.* Vol. 341, pp. 60–66, 2009.
- [12] S. Belfer, Y. Purinson, R. Fainshtein, Y. Radchenko and O. Kedem, “Surface modification of commercial composite polyamide reverse osmosis membranes”, *J. Membr.Sci.* Vol. 139, pp. 175–181, 1998.
- [13] S. Belfer, Y. Purinson and O. Kedem, “Surface modification of commercial polyamide reverse osmosis membranes by radical grafting: an ATR-FTIR study”, *Acta Polym.*, Vol. 49, pp. 574–582, 1998.
- [14] W. Byrne, “Reverse Osmosis: A Practical Guide for Industrial Users”, *Tall Oaks Pub*, 1995.
- [15] M.A. Eltawil, Z. Zhengming, L. Yuan, “A review of renewable energy Technologies integrated with desalination systems”, *Renew. Sustain. Energy Rev.*, Vol.13, pp. 2245-2262, 2009.
- [16] DesalData, Forecast – DesalData, in, 2015.
- [17] Water treatment products market to reach US\$65bn in 2015, *Filtration Industry Analyst*, Vol.11 (10), pp. 6, 2011.
- [18] A. Öktem ve A. Aksoy, “Türkiye'nin Su Riskleri Raporu”, WWF2015, İstanbul, 2015.
- [19] V. Alvarez, S. Alvarez, F. Riera and R. Alvarez, “Permeate flux prediction in apple juice concentration by reverse osmosis”, *J. Membr. Sci.*, Vol. 127, pp. 25-34, 1997.
- [20] A. Kozak, S. Banvölgyi, I. Vincze, I. Kiss, E. Bekassy-Molnar and G. Vatai, “Comparison of integrated large scale and laboratory scale membrane processes for the production of black currant juice concentrate”, *Chem. Eng. Process. Process Intensif*, Vol. 47 (7), pp. 1171-1177, 2008.
- [21] M. Gupta and K. Galloway, “Activity – based costing / management and its implications for operations management”, *Technovation*, Vol. 23, pp. 131, 2003.
- [22] A. Doğan, “Mamul Maliyetlemeye Geleneksel ve Faaliyete Dayalı Yaklaşımlar: Bir Karşılaştırma”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Vol. 12, pp. 135, 1997.
- [23] S. Karacan, “Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Hizmet Sektörü İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama”, Doktora Tezi, Marmara

Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, (2000).

- [24]E, Ülkü ve B. E. Karamaraş, “İki Çağdaş Yönetim Muhasebesi Yaklaşımının Karşılaştırılması: Faaliyet Esesani Dayalı Maliyetleme ve Kısıtlar Teorisi”, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, Vol. 4(1), pp. 97, (2002).
- [25] Genel RO çalışma prensibi, [Online]. Available: http://www.watgreen.com.tr/genel-ro-calisma-prensibi_g_26. [Accessed: Sept. 12, 2018]
- [26]Ev aletleri, [Online]. Available: <https://tap.az/all/house-and-cottage/home-appliances/2697010>. [Accessed: Sept. 12, 2018]
- [27]Lavabo altına musluk bağlantısı, [Online]. Available: <http://www.aduchicago.com/faucet-connection-types/under-sink-dishwasher-air-gap-best-decoration-for-sizing-x-kitchen-drain-trap-with-inspirational-taste-faucet-install-video-easy-plumbing-pipe-disconnected-home-depot/>. [Accessed: Sept. 12, 2018]

ÖZGEÇMİŞ

Hakan MADEN

Hakan Maden, 22 Şubat 1988'de Karabük'te doğdu. 2003'te Karabük Meslek Lisesi'nden torna tesviye bölümünden mezun oldu. 2005 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Meslek Yüksek Okulu'ndan Makine bölümünden mezun oldu. 2008 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakülte'sinin Tasarım ve Konstrüksiyon Öğretmenliğinden mezun oldu. 2016 yılında Karabük Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans programını bitirdi. 2018 yılında Karabük Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümünde Doktora Eğitimine başladı ve devam etmektedir. 2008 yılından beri İhlas Ev Aletleri firmasında AR-GE bölünden çalışmaktadır.

Kerim ÇETİNKAYA

Kerim Çetinkaya, 05 Mayıs 1966'da Isparta / Sütçüler doğdu. 1987 yılında, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitim/Tasarım bölümünde Lisans eğitimini tamamladı. 1989 yılında, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitim bölümünde yüksek lisans eğitimini tamamladı. 1995 yılında, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitim bölümünde Doktora eğitimini tamamladı. 1997 yılında, Gazi Üniversitesi Makine Eğitim Bölümünde Doçentlik ünvanı aldı. 2005 yılında, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Eğitim Bölümünde Profesörlük ünvanı aldı. 1994 yılında, 9 ay boyunca İngiltere Huddersfield Üniversitesi'nde dil kursu ve araştırmacı olarak robot mekanizmaları ve Autolisp üzerine çalışma yaptı. 2011 yılında, 2,5 ay süresince İngiltere Greenwich Üniversitesinde Elektronik İmalat Mühendisliği Bölümünde Bio – kompozit (biyolojik kökenli malzemelerden Glas – fiber takviyeli endüstriyel kompozit üretimi) üzerinde çalıştı. Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümünde görevine devam etmektedir.

Hatice AKGÜL EVLEN

Hatice Akgül Evlen, 1980 yılında doğdu. 2004 yılından Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitim bölümünden Lisans eğitimini tamamladı. 2007 Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitim bölümünden Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2013 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitim bölümünden Doktora eğitimini tamamladı. Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümünde görevine devam etmektedir.