

İç Mekân Su Dağıtımında Tasarruf Sağlayan Bir Kontrol Sisteminin Tasarımı

^{1*}Nurdoğan Ceylan, ¹Durmuş Karayel, ¹S. Serdar Özkan and ²Ahmet Kolip
¹Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü
²Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Özet

Bu çalışma, iç mekân kullanım suyu kaybının önlenmesi için bütüncül bir kontrol sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu kayıp genel olarak sıcak su kullanımında oluşan kayıplar ve sular kesik olduğunda bataryanın açık unutulması ya da herhangi bir sebeple tesisatta veya arızalı çamaşır makinası, bulaşık makinası vb. sistemlerde ki sızıntılardan dolayı meydana gelmektedir. Bu çalışmada, her bir kayıp için ayrı bir çözüm geliştirilmiştir. Ancak geliştirilen her üç alt sistemde birleştirilerek bütüncül bir sisteme dönüştürülmüştür. Sıcak su dağıtım sisteminde, bataryaya gelen soğuk su yeniden sirküle edilerek ısıtıcı kaynaktan geçirilmiş ve çok kısa bir süre zarfında kullanıma hazır sıcaklığa getirilmiştir. Su kaybının diğer bir önemli sebebi ise sular kesik olduğunda açık unutilan bataryalardır. Bu durumda da tesisatta su olmadığında basınç düşüşüne duyarlı bir basınç sensörü yardımıyla riskli durum algılanarak girişe yerleştirilen ana vananın kapatılması geliştirilen sistem tarafından sağlanmaktadır. Su kaybında yaygın olarak karşılaşılan bir başka sebep te, doğrudan tesisat üzerindeki ya da tesisata bağlı herhangi bir sistemdeki sızıntılardır. Bu sızıntılar esasen çok az olmasına karşılık fark edilmediğinde büyük kayıplar ve maddi hasarlara neden olmaktadır. Hatta sızıntının ortaya koyduğu olumsuz durumun büyüklüğüne göre insanlar üzerinde psikolojik tesirleri de olabilmektedir. Bu problem için mutfak, banyo ve lavabo gibi tesisatın geçtiği riskli alanlara nem sensörleri yerleştirilerek, herhangi bir sızıntı durumunda girişteki vananın kapanması sağlanmaktadır. Sözü edilen problemlerin çözümü için ülkemiz dahilinde geliştirilmiş bir sisteme rastlanılamamıştır. Yurt dışında geliştirilmiş bazı sistemler olmakla birlikte, bu çalışma her üç problemi birlikte ele alarak bütüncül bir yaklaşımla çözmesi bakımından diğerlerinden farklıdır. Akıllı ev sistemlerinin hızla yaygınlaştığı günümüzde, geliştirilen sistemin yaygın bir kullanım alanı bulacağı, istihdama ve ekonomiye önemli katma değerler sağlayacağı ümit edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Akıllı yapılar, Su tasarrufu, İç mekân taşkın önleme sistemi

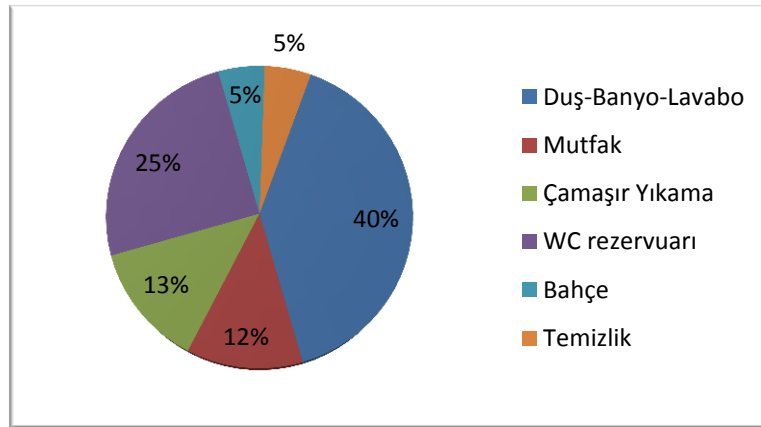
Abstract

This study aims to develop an integrated control system to prevent the loss of water for indoor places. In general these losses occur while using of the hot water, forgetting the water batteries into open during the water cuts, or due to faults in washing machine, dishwasher and indoor plumbing system. In this study, a different solution is developed for each loss type. Then, the developed three subsystems were combined and transformed into an integrated system. The cold water that comes to battery of the hot water distribution system is being re-circulated and is being passed through heating source and made ready to use in suitable temperature in a very short time. Another important reason of water loss is the forgotten open water batteries during the water cuts. In this case, when there is no water in plumbing, the main valve is closed by the developed system using a pressure sensor for low pressure detecting risky situation. Another reason commonly encountered in water losses is leakages in plumber or in a system connected to the plumbing. When the leakages aren't detected, they causes big losses and material damages. Even the people may be affected psychologically according to negative situation because of these leakages. The closing of main valve can be a solution when any leakage is noticed by the humidity sensors placed in the risk area of pipe installation such as the kitchen, bathroom and lavatory. Any system developed in our country for the solution of the stated problems could not be found with our review. Although some systems have been developed abroad, this study is different from the others with regard to its holistic approach addressing all three problems together. Nowadays that the use of smart home systems began to become widespread, it is expected that the developed system will find a common use area and will provide significant contributions to employment and country's economy.

Key words: Smart buildings, saving water, flood prevention system for indoors

1.Giriş

Dünyada ki su kaynaklarının sadece %3 'lük kısmı tatlı sulardır. Ulaşılması en kolay tatlı su kaynakları göllerde ve nehirlerdeki yani yüzeydeki sulardır. Bu kaynaklarda toplam depolanmış tatlı suyun ancak %0.04'üne karşılık gelmektedir. Bu kadar kısıtlı olan tatlı su kaynaklarının çok dikkatli, düzenli ve ekonomik şekilde kullanılma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.[1] Tatlı su kaynaklarının ülkelere göre dağılımı da farklılık göstermektedir. Ülkemizde kişi başına düşen yıllık ortalama su miktarı 1600 m³ tür. Bu değer baz alındığında; su zenginliği ölçütlerine göre ülkemiz su sıkıntısı olan ülkeler arasında yer almaktadır[2]. Ayrıca kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketim standardı 150 lt olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde ise kişi başına günlük içme ve kullanma suyu tüketimi ortalama 111 litredir. Bu oran İstanbul için 125lt/gün/kişi, Ankara için 141 lt/gün/kişi, olarak saptanmıştır[1]. Toplam su tüketimi içinde konutlar, kamu binaları ve diğer yapılarda harcanan su miktarı önemli bir orana sahiptir. Zira ülkemiz tatlı su kaynaklarının yaklaşık %16'sı içme ve kullanım amacına yöneliktir. Bir iç mekân örneği olarak evlerimizde suyun kullanım oranları Şekil 1. 'deki gibidir. Şekil 1. 'e göre banyo ve mutfakta su kullanım oranı toplam kullanım oranının % 52' sini oluşturmaktadır. Bu oran dikkate alındığında banyo ve mutfak kullanımında alınacak tasarruf önlemlerinin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 1. Evlerde ortalama su kullanımı

Su kullanımını daha verimli yapmak için ilgili kamu kuruluşları ve sivil toplum örgütlerinin gereksiz kullanımın önlenmesi ile tasarruf tedbirlerinin uygulanması yönündeki gayretleri sonucu toplam su kullanım miktarları düşürülmeye çalışılmaktadır. Esasen bu kaybın önemli bir kısmı da yapılardaki mevcut dağıtım sisteminden kaynaklanmaktadır. Bu konuda alınabilecek tasarruf tedbirlerinin su kullanımını önemli miktarlarda iyileştirileceği öngörülebilir. Tesisattan kaynaklanan su kayıplarının başlıcaları; sıcak su kullanımı sırasında gerçekleşen kayıplar, su taşkınlarının neden olduğu kayıplar ve tesisat sızıntılarından kaynaklanan kayıplar olarak gösterilebilir. Sıcak su kullanımı sırasında gerçekleşen kayıplar; özellikle sıcak suyun elde edildiği cihaz(kombi, şofben vb.) ile kullanım noktası (bataryalar) arasındaki mesafelerin uzun olması sebebiyle başlangıçta suyun istenilen sıcaklıkta gelmemesinden dolayı kullanıcıların bu suyu boşa akıtmalarıdır. Su taşkınlarının neden

olduğu kayıplar; sular kesildiğinde bataryaların açık unutulması ve bu esnada ilgili mekânda kimsenin olmaması halinde suyun tekrar gelmesiyle yapı içinde taşkın oluşması durumundaki kayıplardır. Tesisat sızıntılarından kaynaklanan kayıplar ise; doğrudan tesisat üzerindeki ya da tesisata bağlı herhangi bir sistemdeki sızıntıların neden olduğu kayıplardır. Bahsi geçen kayıpların miktarları konusunda şu tespitler yapılmıştır:

Normal musluklarda dakikada 8-27 lt su akıtılır[3]. Sıcak su kullanılacağı zaman musluktan istediğimiz sıcaklıkta su gelinceye kadar hattın uzunluğuna göre 1,5-2 dk beklememiz gerekmektedir. Bu süre zarfında akan su genelde kullanılmamaktadır. Bu da yaklaşık olarak normal bir musluk için 12-16 lt suyun boşa akıtılması anlamına gelir ki çok önemli bir kayıptır. Beş kişilik bir ailenin haftada 3 kez duş aldığı varsayılarak bir hesaplama yapılacak olursa sadece duş almak için boşa harcadıkları yaklaşık yıllık su miktarı 11700 lt dir. Bu miktar mutfakta yaklaşık olarak, yıllık 2000 lt olmaktadır. Muslukların akış debileri dikkate alındığında evlerde meydana gelen su taşkınlarının da su tasarruf tedbirleri konusunda dikkat edilmesi gereken bir husus olduğu söylenebilir. Buna göre ortalama dakikada 8-27 lt su akıtan bir musluğun bir gece-12 saat- açık kalması ile meydana gelen bir su taşkını durumunda, evdeki maddi hasarın yanında, boşa akan su miktarı yaklaşık, 6000 lt dir. Hem evde oluşan maddi kayıplar hem boşa akan bunca su, bu konuda alınacak teknik bir önlem unsurunun ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Tesisat sızıntılarının neden olduğu kayıplarda ise sızıntı suyunun miktarı yanında, sızıntının yapıda sebep olduğu maddi hasar söz konusudur. Bu durumda tesisatın onarılabilmesi için ilgili mekânda önemli miktarda yapısal tahribat gerçekleşmektedir. Oysa erken uyarı sistemiyle söz konusu tahribat çok küçük mertebelerde olacak ya da hiç yaşanmayacaktır. Esasen birlikte düşünüldüğünde önemli oranda su kaybına neden olan bu üç durum gelişen teknoloji ve donanım ile önlenabilir niteliktedir. Bu çalışma, söz konusu kayıpların önlenmesi için bütüncül bir kontrol sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Benzer bir takım sistemler, ABD başta olmak üzere bazı ülkelerde halen kullanılmaktadır[7-8]. Ancak bu sistemler bu çalışmada geliştirilen bütüncül sistemin sadece bir türünün bir modülüne karşılık gelmekte ve geliştirilen sistem benzerlerine göre daha fonksiyonel ve kendine özgü nitelikler taşımaktadır. Ayrıca kurulum maliyeti daha düşüktür. Diğer taraftan sistemin kurulum ve işletme maliyetleri dikkate alındığında geri kazanım süresi de oldukça kısadır. Sistemin seri üretimine geçilmesiyle birlikte, akıllı evler başta olmak üzere, bütün yapılarda oldukça yaygın bir kullanım alanı bulacağı ve çok önemli katkılar sağlayacağı ümit edilmektedir. Geliştirilen sistem üzerindeki ikinci bir modül ise, iç mekandaki şebekenin basınç değişimlerini algılayarak, suyun kesilmesi ve bataryalardan birinin açık olması halinde girişe yerleştirilen vananın otomatik olarak kapatılmasını sağlamakta ve böylece taşkın riskini önlemektedir.

2. Sistemin Tasarımı

İç mekan su dağıtımının genel yapısı ele alındığında; dağıtım sisteminin teknik özelliklerinden kaynaklanan kayıplar ve bazı hasar durumlarında oluşan kayıplar olmak üzere sistem kayıplarını iki başlık altında toplayabiliriz. Sistemin teknik özelliklerinden kaynaklanan kayıplara sıcak su dağıtımı sırasında oluşan kayıplar, hasar durumlarındaki kayıplara ise evlerdeki su taşkınları ve sızıntı kayıpları örnek olarak verilebilir. Bu sistem bahsi geçen bu kayıpları bazı teknik tedbirler olarak asgari düzeye çekmeye çalışmaktadır.

Bu üç türlü su kaybı durumuna karşı üç farklı teknik tasarruf tedbiri tasarlanmıştır. İlk olarak sıcak su dağıtımında tasarruf sağlayan sistem, genel olarak tesisata monte edilen bir geri dönüşüm pompası ve bu pompanın çalışmasını organize eden bir kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

İkinci olarak; taşkın önleme kontrol sistemi ise; mekandaki ana şebeke borusundaki akışı açıp kapayabilen bir valf ve bu valfin durumunu kontrol eden bir kontrol ünitesinden oluşmaktadır.

Son olarak, tesisat sızıntılarına karşı tedbir ön gören sistem ise; mekânda sızıntı olma durumuyla karşılaşılma olasılığı yüksek olan radyatör, musluk, kombi giriş-çıkışları ile tesisat borularındaki çürüme, çatlak gibi hasarların olabileceği yerlere monte edilmiş sensörler ve bu sensörlerden aldığı sinyalle mekâna su dağıtan ana şebeke borusundaki valfi kontrol eden bir kontrol biriminden oluşmaktadır. Buna göre sıcak su dağıtımında tasarruf sağlayan sistem Şekil 2. 'deki sıralamaya uygun olarak çalışmaktadır.



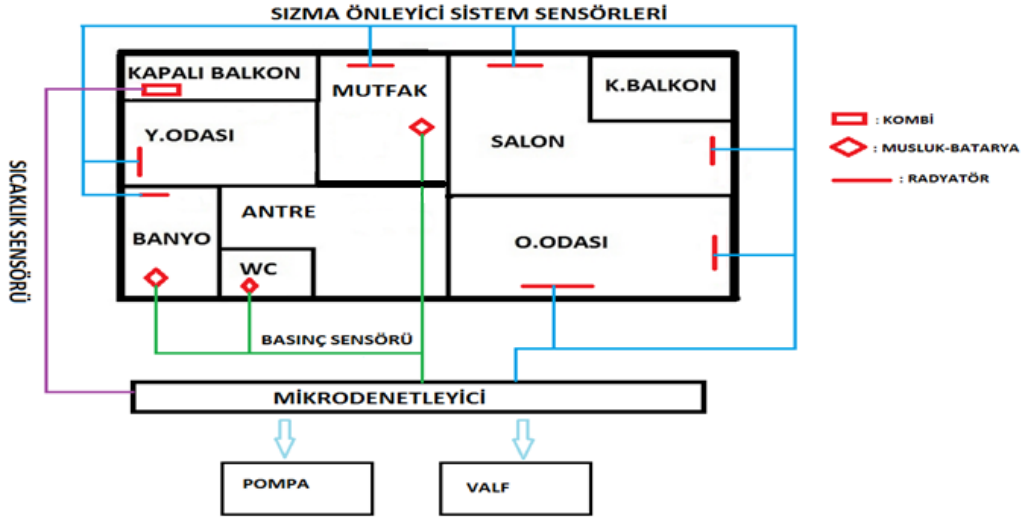
Şekil 2. Sıcak su dağıtımında tasarruf sağlayan sistemin genel çalışması

Aynı şekilde taşkın önleyen sistem ve sızıntılara karşı önlem alan sistemin çalışma yapısı da birbirine benzer olduğundan aynı şekil üzerinde Şekil 3. 'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Taşkın önleyen sistem ve sızıntılara karşı önlem alan sistemin genel çalışması

Bu üç kontrol sistemi ortak bir kontrol birimi tarafından kontrol edilmekte ve bu birim bir kontrol paneli üzerinden kullanıcıya sunulmaktadır. Şekil 4. 'te bir iç mekan örneği olan bir evde bütünleşik kontrol sisteminin genel yapısı gösterilmiştir. Her bir sistem için uygun sensörler gereken yerlere konulmuş ve bu sensörlerden gelen bilgiler ile ilgili aktuatör kontrol edilmektedir.



Şekil 4. Bütünleşik kontrol sisteminin genel yapısı

2.1. Sıcak Su Geri Dönüşüm Sisteminin Tasarımı ve Çalışma Yöntemi

Suyun geri dönüşümünü sağlamak üzere geliştirilmiş çok çeşitli geri dönüşüm uygulamaları mevcuttur. Bunların bir kısmı ticari ürün bir kısmı ise akademik çalışmalardır[4-5-6].

Bu sistem sayesinde, sıcak su kullanımı sırasında yeterli sıcaklığa ulaşmamış suyun geri kazanımı sağlanmaktadır. Şekil 4. 'te görüldüğü gibi yeterli sıcaklığa ulaşmamış olan su, bir geri dönüşüm pompası yardımı ile şebeke girişine geri verilmektedir.

Bu geri dönüşüm işlemini gerçekleştirmek için hem pompanın kontrolü bakımından hem de pompanın tesisata montajı bakımından alternatif sistemler geliştirilmiştir. Buna göre, sıcak su geri dönüşüm sistemi; tesisat tipine göre ve çalışma moduna göre farklı tasarımlarda olabilmektedirler[8].

Tesisat tipine göre;

- Ayrı bir dönüş hattının kullanıldığı sistem
- Geri dönüşüm suyunun doğrudan şebeke girişine verildiği sistem olarak tasarlanmaktadır.

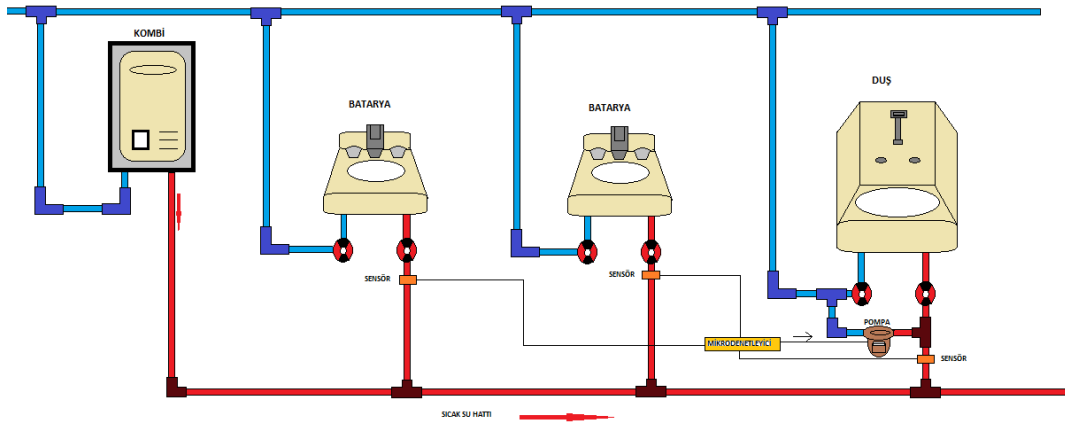
Bunun yanı sıra bu çalışmada farklı çalışma modları için farklı tasarımlar da geliştirilmiştir. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

- Sürekli çalıştırma modu: Sirkülasyon pompası sürekli çalıştığı ve musluk açılır açılmaz anında sıcak suyun elde edilebildiği moddur.
- Zamanlayıcı kontrollü mod: Sisteme bir zamanlayıcı ilave edilerek kullanıcının önceden sirkülasyon pompasının günlük periyodik çalışma aralıklarını kendisinin seçebildiği ve bu aralıkları istediği zaman değiştirebildiği moddur.
- Termostat kontrollü mod: Bataryaya gelen suyun sıcaklık sensörüyle(termostat) ölçüldüğü ve sıcaklığın istenilen değerin altında olması halinde pompanın çalışmaya başladığı ve su sıcaklığı ayarlanan değere ulaştığında pompanın kapanarak bataryadan

sıcak suyun aktığı moddur. Bu mod en tasarruflu olanlarındandır. Ancak kısa bir süre de olsa sıcak suyu beklemek gerekir.

- IV. Kullanıcı kontrollü mod: Kullanıcının sirkülasyon pompasını bir buton ya da anahtarla çalıştırdığı işi bittiği zamanda kapattığı moddur.

Burada geliştirilen sistemlerin birbirine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Ayrıca yapının durumu ve kullanıcının tüketim miktarı yukarıda yazılan türlerin ve modların seçiminde çok önemli rol oynamaktadır. Geri dönüşüm suyunun şebeke girişine verildiği sistem halen kullanılmakta olan mevcut tesisatlar için çok avantajlı iken ayrı bir dönüş hattının kullanıldığı sistem ise yeni inşa edilen yapıların tesisatlarında daha avantajlıdır. Diğer taraftan sürekli çalışma modu, çok yoğun sıcak su kullanan ortamlar için uygun olmasına karşılık tüketimin az olduğu yerlerde dezavantajlıdır. Günlük yaşantısı belli bir programa dayalı kullanıcılar için zamanlayıcı kontrollü mod önerilirken, günlük programı oldukça esnek olan kullanıcılar için kullanıcı kontrollü mod ya da termostat kontrollü mod daha uygundur. Şekil 5. 'te mevcut bir yapı için termostat kontrollü tasarruf modunun örnek bir uygulaması gösterilmiştir.

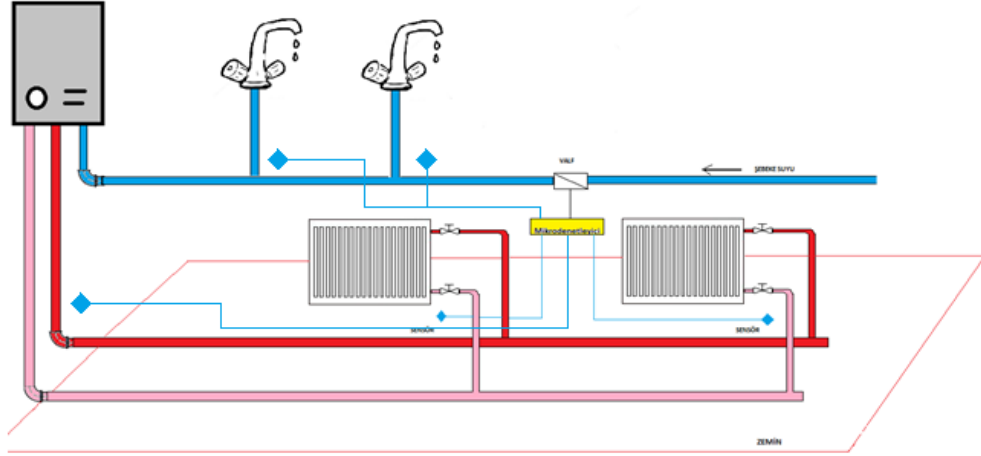


Şekil 5. Termostat kontrollü sıcak su tasarruf sistemi

2.2. Sızıntı Önleme Sisteminin Tasarımı ve Çalışma Yöntemi

Tesisat sızıntıları, çamaşır makinası, bulaşık makinası, kombi gibi araç-gereçlerde meydana gelen arızalardan kaynaklanan su sızıntıları vb. durumlarda sızıntı önleme sistemi ilgili mekânda koruma sağlamaktadır. Her ne kadar bütün yapılarda su şebekesi farklı olmakla birlikte, sadece bir örnek olması bakımından şekil 6.'da sızıntı önleme sistemi genel olarak gösterilmiştir. Sistemde gerek kullanım suyu şebekesi ve gerekse ısıtma suyu şebekesi borularının kritik yerleri ile tüm batarya ve ventillerin giriş çıkışlarına yakın noktalara nem sensörleri yerleştirilmiştir. Bütün sensörler nem seviyesi ile ilgili veriyi merkezi kontrol ünitesindeki mikroişlemciye iletmekte ve herhangi bir noktada nem miktarının değeri önceden belirlenen normal ortam şartını aştığında mikroişlemci ilgili aktuatöre sinyal göndererek sızıntı olan şebekeye su sağlayan hattın akışını kapatmaktadır. Kontrol panelinde sızıntıya

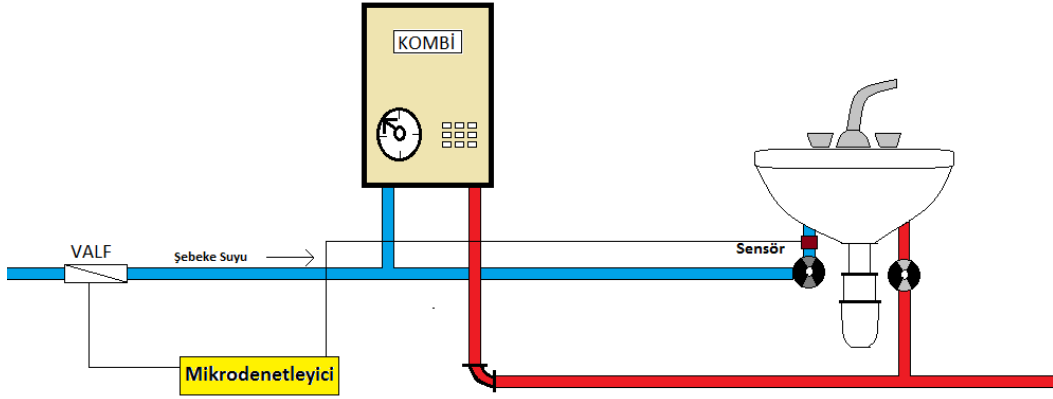
karşı gerekli tedbirler alındıktan sonra su dağıtım sistemini normal pozisyonuna getiren bir reset butonu yerleştirilmiştir. Bu buton sayesinde tesisat normal şartlarına geri getirilmektedir. Birçok sigorta şirketi ev hasarlarının önemli bir kısmının tesisattan kaynaklanan su sızıntılarının yol açtığı hasarlar ve bozuk ev aletlerinden kaynaklanan sızıntıların yol açtığı hasarlardan kaynaklandığını ifade etmektedir[9]. Bu sistem bu hasarların ana sebebi olan sızıntılara karşı gereken teknolojik tedbirleri yerine getirmektedir.



Şekil 6. Sızıntı önleyici sistem

2.3. Taşkın Önleme Sisteminin Tasarımı ve Çalışma Yöntemi

Özellikle su kesintisinin yoğun yaşandığı bölgelerde, sular kesikken bataryanın açık unutulması çok sık rastlanan bir durumdur. Suların yeniden gelmesi anında mekânda kimsenin olmaması halinde genellikle iç mekân taşkınlarına şahit olmaktadır. Böylesi durumlarda su kaybının yanında gerek eşya ve gerekse yapı hasarları da meydana gelmektedir. Hatta bazen taşkın periyodunun uzaması halinde alt komşu daire de bu olumsuz durumdan etkilenir. Dolayısıyla, bu durum dolaylı olarak sosyal ve psikolojik problemlere de sebep olmaktadır. Hali hazırda kullanmış olduğumuz yapılarda ve hatta akıllı ev olarak adlandırılan yapılarda da bu tür problemlere karşı herhangi bir koruma yoktur. Oysa mevcut otomasyon teknolojisi ve donanımlar kullanılarak söz konusu problem kolaylıkla çözülebilecek niteliktedir. Çözüm için farklı yöntemlerin kullanılması mümkündür. Bu yöntemlerin hepsindeki temel mantık suyun kesilmesi ile şebekede ne tür bir fiziksel değişimin olacağını belirlemesidir. Başka bir söyleyişle suyun kesildiğinin hangi sensörle algılanacağı konusudur. Bu çalışma da bu konu etrafıca incelenmiş ve basınç değişiminin ve dolayısıyla basınç sensörü kullanımının daha pratik ve ekonomik bir çözüm olacağı kanaatine varılmıştır. Taşkın önleme için geliştirilen sistemin genel görünümü ve ana bileşenleri Şekil 7. 'de gösterilmiştir. Yine Şekil 3. 'te taşkın önleme sisteminin çalışması, sistem bileşenlerinin çalışma sırasına göre şematik olarak ifade edilmiştir. Ayrıca sisteme bir reset butonu ilave edilerek normal konuma getirilmesi sağlanmaktadır.



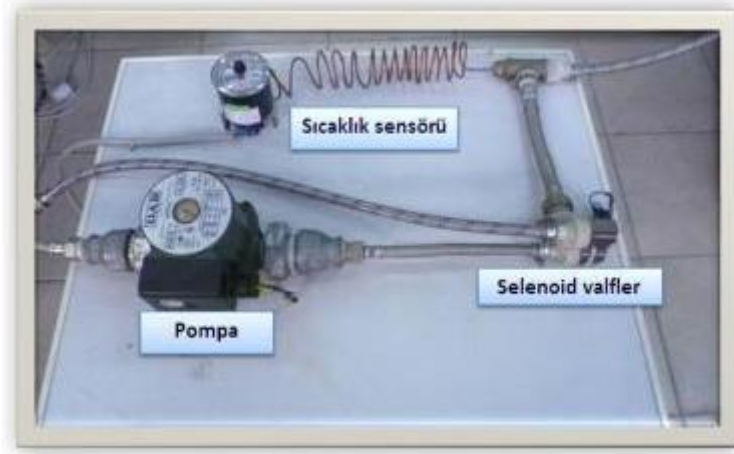
Şekil 7. Taşkın önleme sistemi

3. Sistemin Uygulanması

Bu çalışmada iç mekan su dağıtımı için üç ayrı tasarruf sistemi ve her bir sisteme ait yapısal ve fonksiyonel bakımdan farklılık arz eden alt sistemler önerilmiştir. Bu kısımda bu sistemlerin prototip uygulamasının yapılması amaçlanmıştır. Ancak sistemlerin birbirine benzer olması ve bu çalışmanın kapsamı düşünülerek uygulamalardan daha kapsamlı ve daha orijinal gördüğümüz iki tanesine yer verilmiştir. Bu kapsamda örnek bir sıcak su dağıtım hattı üzerinde sıcak su geri dönüşüm sisteminin ve deneme uygulaması olarak tasarlanan bir taşkın önleme sisteminin uygulaması verilmiştir. Bu uygulama örneklerinde sistemden beklenen faydaların sağlandığı gözlemlenmiştir. Termostatlı geri dönüşüm uygulamasında beklenildiği üzere su tasarrufu bakımından önemli bir kazanç sağlandığı gözlemlenmiştir. Termostat 40 °C ye ayarlanmış ve geri dönüşüm pompası sıcak su 40 °C ye gelene kadar çalışarak soğuk suyun boşa akmasını önlemiştir. Kısa bir süre sonra su 40 °C te ulaşmış ve akmaya başlamıştır. Şekil 8. ve Şekil 9.'da sıcak su geri dönüşüm sistemine ait uygulama resimleri gösterilmiştir.



Şekil 8. Isıtma kabı ve sıcaklık göstergesi



Şekil 9. Geri dönüşüm pompası, sıcaklık sensörü ve hat bağlantıları

Taşkın önleme sistemi içinde prototip üzerinde bir uygulaması gerçekleştirilmiş ve bununla ilgili resimler de Şekil 10. ve Şekil 11’de gösterilmiştir. Bu uygulamada da şebekeyi temsil eden boru da su varken basınç sensörü herhangi bir değişim göstermemiş borudaki su boşaltılınca boru iç basıncı düşmüş bu basınç düşümü sensör tarafından algılanmış ve valfin konumunu kapalı hale getirmiş böylece şebeke suyu kesilmiştir ve olası bir taşkına kaşı önlem alınmıştır.



Şekil 10. Taşkın önleme sistemi deneme uygulaması, şebeke girişini temsil eden hattaki valf ve sensör

4. Sonuçlar

Günümüzde, akıllı ev teknolojileri yoğun olarak uygulanmaya başlamış ve hızla yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojinin emniyet tedbirlerine yönelik uygulamaları olası bir çok riski önleyebilecek nitelikte olup, günlük yaşantımızda pozitif etkileri görülmeye başlamıştır. Ancak, yüksek maliyeti sebebiyle şimdilik toplumun zengin kesimlerine hitap ettiğinden dolayı henüz kaynakların kullanımında tasarrufu kapsamı içine almamıştır. Oysa, iç mekân su dağıtımında tasarrufu amaçlayan bu çalışma, böyle bir teknolojiyle kolaylıkla bütünleşebilecek özelliktedir. Konu çok kapsamlı olarak incelenmiş, farklı nitelikteki yapılar ve değişik kullanım periyotları için değişik çözümler geliştirilmiştir. Hem bireysel ve hemde toplumsal açıdan oldukça fazla faydalar sağlayacaktır. Geliştirilen sistemin yaygın bir kullanım alanı bulacağı, istihdama ve ekonomiye önemli katma değerler sağlayacağı ümit edilmektedir.

Kaynaklar

- [1] Öztürk M, Çevre ve Orman Bakanlığı Enerji ve Su Tasarrufu Dosyası, Türkiye Tekstil Sanayii İşverenleri Sendikası, İstanbul; 2007.
- [2] Altınbilek D, Dünyanın ve Türkiye'nin Su Kaynakları, 2013
- [3] Güven S, Terzioğlu R.G, Evde Enerji Tasarrufu İçin Öneriler
- [4] KSB group, Hot water circulating pump that doesn't need external cooling, World Pump, 2001,417:10
- [5] Grundfos Pumps Corporation, New pump controllers for boilers,World Pump, 2001,418:12
- [6] Wilo Salmson Pumps Ltd., Secondary hot water circulating pump, World Pump, 2002, 427:6
- [7] NAHB Research Center, America's Housing Technology and Information Resource, 2002
- [8] <http://www.builditsolar.com/Projects/Conservation/Recirc/RecircEnergy.htm>, 13.04.2015
- [9] <http://www.watercop.com/overview.aspx> 13.04.2015