



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

TÜRKİYE’NİN YOSUNDAN ENERJİ ÜRETEEN İLK KONUT TASARIMI VE UYGULAMASI- ALGAETECT EVİ

**NESLİHAN ÖZMAN SAY
İSMAIL ÇELİK
EVREN ARSLANER
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**ALİŞAN GÖNÜL
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**BURAK DÖNER
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ**



TÜRKİYE’NİN YOSUNDAN ENERJİ ÜRETEBİLİR İLK KONUT TASARIMI VE UYGULAMASI - ALGAETECT EVİ

First Microalgae Based Energy Generating House Design and Application of Turkey - Algaetect House

Neslihan ÖZMAN SAY
Alişan GÖNÜL
İsmail ÇELİK
Evren ARSLANER
Burak DÖNER

ÖZET

Sürdürülebilir enerji kavramının bina ölçeğinde uygulanmasını amaçlayan ve ilk kez 2002 yılında A.B.D. Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından başlatılan öğrenci proje yarışması Solar Decathlon’un 2017 yılında Çin’in Dezhou kentinde yapılacak olan ayağında (SDChina’17) Türkiye’yi İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve İstanbul Kültür Üniversitesi konsorsiyumundan oluşan Teamİstanbul takımı temsil edecek.

2017’de gerçekleşecek olan SDChina’17’ye 9 farklı ülkeden 22 takım katılmakta. A.B.D. Enerji Bakanlığı’nın koyduğu kurallara göre yarışmada takımlar 10 farklı kategoride (mimari, pazar potansiyeli, mühendislik, bilim-toplum etkileşimi, inovasyon, su kullanımı, sağlık ve konfor, donanım, ev hayatı ve enerji dengesi) puan toplamaya çalışacaklar.

Teamİstanbul’un “AlgaeTECT Evi” ismiyle tasarım önerisi sunulan ev, diğer tasarımlardan farklı olarak evsel atıklarla beslenen bir sistemle yosunlardan ve organik atıktan elde edilen biyogazın evin ihtiyacı olan elektriğin üretiminde kullanıyor. Bunun yanı sıra evaporatif soğutma, çeşitli doğal havalandırma stratejilerinin uygulanması, çatı ve duvar bahçeleri, etkin gölgeleme elemanlarının ve faz değiştiren malzemelerin kullanımı gibi inovatif özellikleriyle ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir mimarlık, sürdürülebilir enerji, yosun, doğal havalandırma, evaporatif soğutma, faz değiştiren malzemeler

ABSTRACT

The first Solar Decathlon Competition was initiated by D.O.E. in 2002 in the United States. However, D.O.E. soon decided to seed the competition under its patronage in different parts of the World. China will be organizing the second competition in the Asia-Pacific region in 2017 and the Turkish team: Teamİstanbul is preparing hard to compete in this competition where 22 teams from 9 countries will run. According to the rules set by D.O.E., the competition consists of 10 categories: architecture, market potential, engineering, public consciousness, innovation, water usage, health and comfort, installation, home life and energy balance.

Teamİstanbul’s AlgaeTECT Evi merges innovative approaches such as energy generation from algae and organic materials, natural ventilation, evaporative cooling, vertical garden, PCMs and effective solar shading.

Key Words: Sustainable architecture, sustainable energy, algae, natural ventilation, evaporative cooling, PCM

1. GİRİŞ

İlki 2002’de, A.B.D. Enerji Bakanlığı himayesinde Washington, D.C.’de düzenlenen Solar Decathlon yarışması üniversite öğrencilerinden oluşan ekiplerinin sürdürülebilir konut alanındaki tasarımlarını değerlendirmek amacı gütmektedir. Yarışma yıllar içinde dünyanın Çin, Latin Amerika, Avrupa ve Ortadoğu gibi farklı bölgelerinde de düzenlenmeye başlanmıştır. Temel olarak eğitime ve bilime katkı sağlarken aynı zamanda sosyal bilincin oluşturulmasını hedefleyen organizasyonun bu yarışmadan beklentileri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır;

Eğitime katkı:

- Üniversitelerin iş birliği,
- Üniversitelerin ilgili bölümlerinde dersler ile entegrasyon,
- Öğrencilerin süreç içerisindeki aktif katılımları ile onlara uygulama imkanı sağlama,
- Üniversite-Sektör iş birliği.

Bilime katkı:

- İnovasyon,
- Yeni araştırma ve geliştirme projeleri,
- Patentler ve yayınlar,

Sosyal bilincin oluşturulması:

- Tanıtım faaliyetleri,
- Ekolojik bilincin oluşturulması.

Solar Decathlon yarışmalarında değerlendirmeler A.B.D. Enerji Bakanlığı DOE’nin oluşturduğu 10 ayrı kriter üzerinden yapılmaktadır. Bu yarışma kriterleri şekil.1’deki gibi sıralanmış olup puanlama her bir alanda 100 puan üzerinden yapılacak ve takımların tasarladıkları sürdürülebilir konut tasarımları değerlendirilecektir.



Şekil.1. Solar Decathlon yarışma kriterleri.

Ülkemizin önde gelen üniversitelerinden İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Kültür Üniversitesi öğrenci ve akademisyenlerinin oluşturduğu, Akım Mühendislik, Anel Elektrik ve DKM İnşaat gibi profesyonellerin desteklediği, Teamİstanbul ekibi Prof. Dr. Nilüfer Eğrican başkanlığında 2017 yılında Çin’in Dezhou kentinde düzenlenecek olan Solar Decathlon yarışmasının ön eleme aşamasını geçerek Türkiye’yi temsilen yarışmaya katılma hakkı kazanmıştır.

Solar Decathlon Çin ilk kez 2013 yılında yapılmış 13 ülkeye ait 35 üniversiteden gelen öğrencilerin oluşturduğu 22 takımın katıldığı 2013 yarışmasının birincilik ödülünü Avustralya’dan Wollongong Üniversitesi almıştır. 2013’teki yarışmayı 230.000’in üzerinde kişi öğrencilerin oluşturduğu enerji etkin ev tasarımlarını görmek üzere ziyaret etmiştir.

TOBB İklimlendirme Meclisi ve İSİB tarafından desteklenen Teamİstanbul’un yarışmaya yönelik hazırlıkları 10’u aşkın alanda sürmektedir. “AlgaeTECT Evi” ismiyle tasarım önerisi sunulan ev, diğer

tasarımlardan farklı olarak evsel atıklarla beslenen bir sistemle yosunlardan ve organik atıktan elde edilen biyogazın evin ihtiyacı olan elektriğin üretiminde kullanılıyor. Bunun yanı sıra evaporatif soğutma, çeşitli doğal havalandırma stratejilerinin uygulanması, çatı ve duvar bahçeleri, etkin gölgeleme elemanlarının ve faz değiştiren malzemelerin kullanımı gibi inovatif özellikleriyle ön plana çıkmaktadır.

Teamİstanbul tarafından tasarlanan ve teknolojik tasarım süreçleri devam eden sürdürülebilir evin 2017 yılı temmuz ayında ülkemizde inşa ve teşhir edilmesi planlanmaktadır. Solar Decathlon komitesince açıklanan yarışma takvimine göre takip eden Ekim ayında ise Dezhou'da inşa edilip yarışmaya iştirak edecektir.

Solar Decathlon katılımıyla, Türkiye'nin sürdürülebilir/yeşil/yaklaşık sıfır enerjili (nZEB) bina ve konut tasarımında bilinirliğini ve görünürlüğünü artırması, sektörümüzün inovatif içerikli ürünlerini dış pazara tanıtması hedeflenmektedir.

2. ALGAE TECT EVİ VE KULLANILAN İNOVATİF TEKNOLOJİLER

2.1. ESNEK MİMARİ TASARIM

AlgaeTECT evinin mimari tasarımında modülerlik, basitlik ve sadelik ana prensipler olarak belirlenmiştir. Metrekareye dayalı bir mimari tasarımdan anlayışı yerine, evin farklı mekânsal ihtiyaçlarına yönelik olarak farklı yükseklikler öngörülerek hacme dönük bir tasarım esas alınmıştır. Evin çatı bacası bölümünde şeffaf yüzeyler ile doğal aydınlatmadan ve doğal havalandırmadan faydalanılmıştır. Bunun yanında evin güneye bakan cephesinde güneş kontrolü yapılarak kışın ısınmaya katkı, yazın ise ısı kazanımının düşürülmesi amaçlanmıştır.

'AlgaeTECT Evi' ismi Latince 'su yosunu' anlamına gelen 'Algae' kelimesi ile İngilizce mimarlık anlamındaki 'architecture' kelimelerinden türetilmiştir. Tasarımda öne çıkan en yenilikçi özellik konutun ismini aldığı yosunlardan ve diğer evsel organik atıklardan metan gazı üretimi ile bu metan gazının yakılmasıyla elektrik üretilirken meydana gelen CO2 emisyonunun yine yosunlar tarafından arıtılmasıdır. Yosunların üretimi aşamasında eşit birim alanda büyüyen karasal bitkilere oranla 5 kat daha fazla üretilen O2 ve bu üretimde kullanılan CO2 sayesinde kent atmosferinin kalitesinin yükselmesine katkı sağlanmaktadır.

Alglerin beslenmesi için kullanılmış su, rezervuarlarda ve bahçe sulamasında kullanıma elverişli olacağından AlgaeTECT Evi atıksuyun arıtılması dışında, suyun yeniden ve akıllı kullanılması konusunda da fark yaratmaktadır. Tasarlanan yapıya ait imajlar Şekil.2 ve 3' de verilmiştir.



Şekil.2. AlgaeTECT Evi (Perspektif)



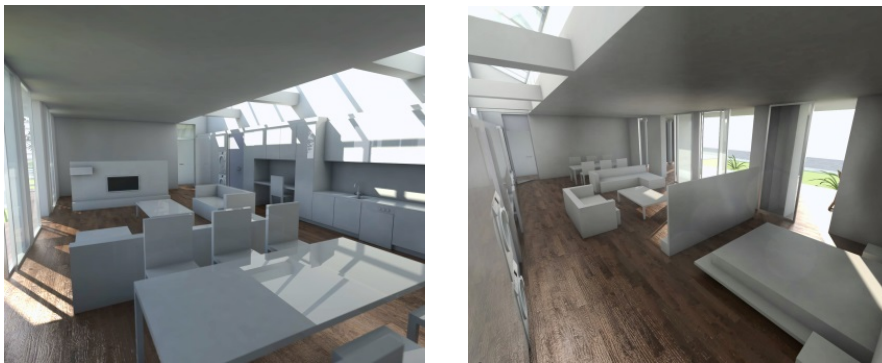
Şekil.3. AlgaeTECT Evi

Yosundan enerji elde etmek bağlamında AlgaeTECT Evinde iki kişinin sarı su ve organik atıkları evin enerjisinin tamamını karşılamaya yetmeyeceği için Algeatect Evinin enerji ihtiyacının ancak 6-8 konutun atığı ile sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

AlgaeTECT Evi’da gerekli enerjinin konutsal atıklardan sağlanması düşünülmüştür. İki kişinin yaşayacağı büyüklükte tasarlanan yapının sarı su miktarının sınırlı olduğu düşünüldüğünde yapılan enerji hesapları Algeatect Evi’un 6-8 konutun atığını dönüştürmesi fikrini ortaya koymuştur. Bu nedenle Algeatect Evi, müstakil bir yapı olarak tasarlandığı gibi mevcut bir yapıya ek (parazit yapı) veya yeni bir tasarım kompleksinin bir modülü olarak da uyarlanabilir.

Mevcut şehirlerde yüksek yoğunluklu yapı bloklarında önerilen sistemin yaygın olarak uygulanabilmesi halinde, evsel atıkların geri dönüştürülmesine, yerinde enerji üretimine ve üretilen yan ürün olarak O₂ sayesinde şehirlerdeki hava kirliliğinin azaltılmasında önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

TeamIstanbul, piyasa alternatifleri yaratmak için farklı modüler kombinasyonlarda tasarlanabilen esnek bir mimari plan üzerinde yoğunlaşmıştır. Açık plan olarak tasarlanan yapının kullanımı çeşitli kültürel yapılara adaptasyon sağlanabilmektedir. Küçük veya büyük hacimlerin şema içinde kolayca ilavesi mümkündür. Bu bağlamda, yapının tasarımındaki esneklik, küçük uyarlamalarla farklı iklimlerde kullanılabilen bir konut anlamına gelir. Yarışma için, iki kişilik konut modülü hazırlanmaktadır. İç mekan perspektifleri Şekil.4’te gösterildiği gibidir.



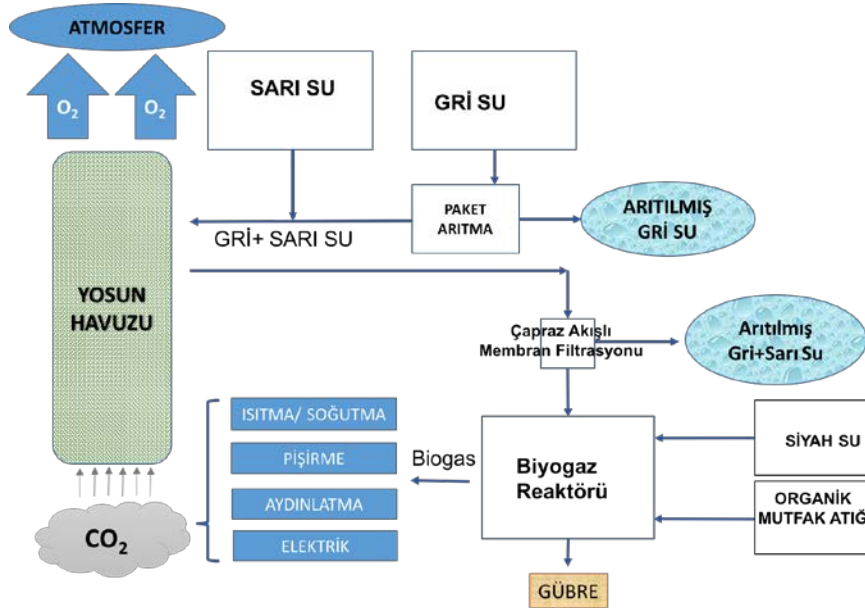
Şekil.4. AlgaeTECT Evi (İç mekân perspektifleri)

AlgaeTECT Evi çatıda bulundurduğu yosun havuzunun daha büyük yüzey ihtiyaçları için günışığı alan kentsel çevrenin herhangi bir yüzeyine adapte edilebilir. Algeatect Evi mevcut bir bina üzerine adapte edileceğinden veya yeni bir kompleksin parçası olacak, hafiflik ve prefabrikasyon mimari tasarımda iki önemli parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna ek olarak, farklı iklim koşullarında, enerji dengesi olarak kendi kendine yeten bir ev oluşturmak için Güneş Bacası, Faz Değişen Materyaller, Çevrim Enerji, Termal Kütle, Fotovoltaik Paneller, Rüzgar kapanı, gibi birçok enerji çözümünü bünyesinde barındırmaktadır.

2.2. ATIK MİNİMİZASYONU VE ENERJİ STRATEJİLERİ

2.2.1. Atık ayrımı ve atıktan enerji yaklaşımı

AlgaeTECT Evi organik mutfak atıklarının ayrı toplanması ve atıksu akımlarının sarı, gri ve siyah su olmak üzere ayrılması açısından atık minimizasyonu ve atık artımı açısından yenilikçi teknolojiler barındırmaktadır. Metabolik kaynaklı atıksu akımlarının (tuvalet atıklarının) ayrılmasında ECOSAN (eco-sanitation) yaklaşımından yararlanılarak tasarlanan klozetlerin kullanılması planlanmaktadır. Bu klozetler yardımıyla siyah (dışkı) ve sarı su (idrar) kaynağında birbirinden ayrılarak toplanacak; azot açısından zengin sarı su çatıdaki yosun havuzuna gönderilirken siyah su biyogaz reaktörüne atılacaktır. Yine kaynağında ayrı toplanan organik mutfak atıkları biyogaz reaktörüne kaynak oluştururken, uygun sıhhi tesisat akımları ile ayrı toplanarak bir paket arıtmadan geçirilen gri suyun bir kısmı yosun havuzunda geriye kalan kısmı ise sulama amaçlı ve sifonlarda kullanılacaktır. Kullanılması planlanan bu stratejiler ile su tüketiminin azaltılması, atıktan enerji eldesi ve CO₂ emisyonunun azaltılıp atmosfere O₂ salınımı ile hava kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Yosundan enerji elde eden konut yaklaşımı, ARUP'un International Building Exhibition fuarında sunduğu Solar Leaf – Bioreactor Facade isimli projesinde görülmektedir [1]. Anca bu projede biyogaz elde edilmek için üretilen yosunlar kimyasal gübreler kullanılarak cam ve kapalı yüksek maliyetli biyoreaktörlerde üretilmiştir. TeamIstanbul'un yo yosun üretme stratejileri ise eş zamanlı olarak atık arıtımını da hedefleyen, kompleks yapılı olmayan havuzlarda biyokütle üretimi üzerine kurulmuştur. Ekosan yaklaşımıyla ayrı toplanmış insan idrarında yosun büyütme çalışmaları İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir [2]. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ışığında tasarlanan sistem için, tüm atık akımlarının ayırma ve arıtımının gösterildiği akım şeması Şekil.5'te gösterildiği gibidir.

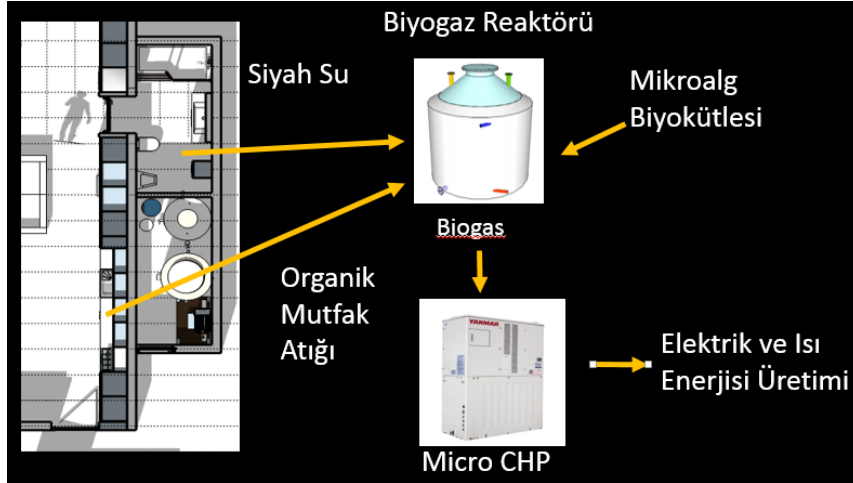


Şekil.5. Atık akımları ve arıtma stratejileri

2.2.2. Enerji verimliliği yaklaşımları

Mikro-Kojenerasyon Sistemi

AlgaeTECT Evi'da yer alan enerji verimli mekanik sistemlerin en önemli ayağı olan atıkların değerlendirilmesi, mikrokojenerasyon sistemiyle gerçekleştirilecektir. Çatıda yer alan havuzda üretilen mikroalg biyokütlesi ile mutfak ve tuvalette oluşacak organik atıkların mekanik odada yer alan biyogaz reaktöründe çürütülmesiyle metan gazı elde edilecektir. Metan gazı mikro-kojenerasyon ünitesinde yakılarak elektrik ve ısı enerjisi elde edilecektir. Elektrik enerjisi fotovoltaiklere destek olurken ısı enerjisi ısıtma ve sıcak su sistemine destek olacaktır. Yanma sonucu açığa çıkan egzoz gazı çatıdaki havuza verilerek mikro alg üretimi için gerekli olan CO₂ ihtiyacını karşılanacaktır. Sistemin şematik gösterimi Şekil.6'da gösterildiği gibidir.

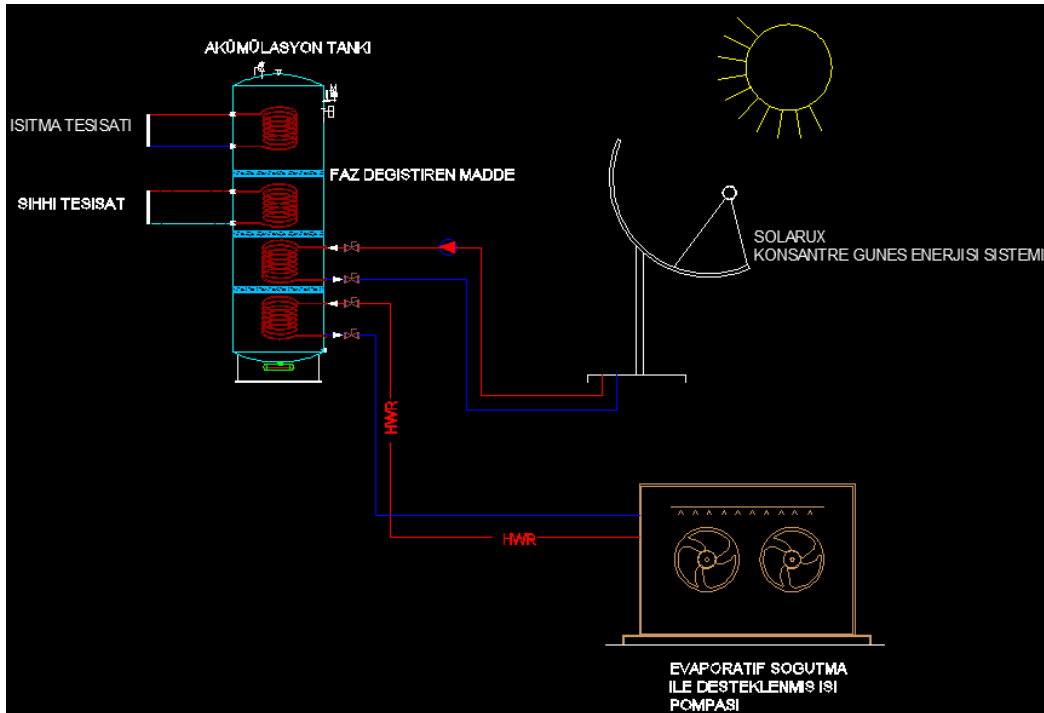


Şekil.6. Mikrokojenerasyon sistemi

Solarux CSP Sisteminin Kullanılması

Atıkların geri dönüştürülmesinin yanında güneş enerjisinden de maksimum oranda faydalanmak adına tasarlanan evin ısıtma ve sıcak su ihtiyacının karşılanmasında Solarux firmasının imal ettiği CSP teknolojisinin kullanılması öngörülmüştür. Geleneksel CSP sistemlerinden farklı olarak parabolik aynalar yerine düzlemsel aynaların kullanıldığı sistemde, güneş ışınları aynalardan yansıtılarak ısı enerjisi bir odak noktasında toplanıp burada bir ısı eşanjörüyle kızgın yağa aktarılmaktadır. Kızgın yağ, mekanik odada bulunan akümülayon tankına giderek içerdiği ısı enerjisini buradaki suya aktarmaktadır.

Güneş enerjisi yeterli olduğu sürece tüm ısıtma ve sıcak su ihtiyacının buradan karşılanması öngörülmüştür. CSP sisteminin yetersiz kaldığı durumlarda ve sistemin bakım dönemlerinde ısı pompası sisteminin ısıtma ve sıcak su ihtiyacını karşılaması öngörülmüştür. CSP sisteminden ısıtma ve sıcak su eldesinin şematik gösterimi aşağıdadır:



Şekil.7. CSP sisteminden ısıtma ve sıcak su eldesi

Akümülyasyon Tankı ve Faz Değiştiren Madde Kullanımı

AlgaeTECT Evi'nin ısıtma ve sıcak su ihtiyacını karşılayacak olan CSP ve ısı pompası sistemlerinden elde edilen enerji akümülyasyon tankındaki suya aktarılacaktır ve sıcak su ile ısıtma ortak bir yerden ayrı serpantinler aracılığıyla dağıtılacaktır. Böylece sıcak su için ayrı bir boiler veya elektrikli ısıtıcı kullanılmasının önüne geçilecektir. Ayrıca her ihtiyaç olduğunda ana cihazların devreye girmesi engellenerek, enerjide tasarruf sağlanacaktır. Akümülyasyon tankı içine konulacak faz değiştiren maddeler ile tankın depolama kapasitesi bir miktar daha artırılarak enerji tasarruf miktarının da artırılması hedeflenmektedir.

HVAC Sistemleri

Projenin ana unsurlarından birisi de bina üzerine uygulanacak iklimlendirme sistemleridir. Bu kapsamda iklimlendirme sistemi ısıtma ve soğutma olarak iki başlıkta incelenmektedir.

Her sistem kendi içerisinde alternatifli ve/veya yük paylaşımli olarak dizayn edilmiştir. Binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin bulunması ve enerji analizi aşamalarında Carrier HAP paket programı kullanılmaktadır. Yarışma kapsamında ön görülen iklim koşulları organizasyon ekibi tarafından Şeki.8'de iklim verileri bulunan Jinan kenti olarak belirlenmiştir. Bunun temel nedeni ise yarışmanın yapılacağı Dezhou şehrinin iklim verilerine en yakın iklim verilerin bu şehre ait olmasıdır. Programdan çıkan sonuçlara bağlı olarak cihaz kapasiteleri belirlenmiştir.

Şekil.8. Jinan şehrinin iklim verileri

Projenin ısıtma sistemi güneş takip esaslı çalışan parabolik çanak tip güneş kollektörü ve havadan suya ısı pompası ile sağlanması planlanmaktadır. Genel olarak ısıtma uygulamalarında güneş enerjisine bağlı enerji kullanımı düz, parabolik ve parabolik çanak tip olmak üzere üç tip güneş kollektörü ile sağlanmaktadır. Güneş enerjisi temelinde yapılan ısıtma uygulamalarda düz güneş kollektörleri istenen ısı yüklerini sağlamak için oldukça fazla alana ihtiyaç duymaktadır. Bunun ana nedenlerinden biri akışkanın istenen yeterli sıcaklığa ulaşamamasıdır. Yüksek sıcaklık ve yüksek enerji ihtiyacı olması durumunda yoğunlaştırıcı tip güneş kollektörlerini kullanmak önemli bir avantajdır. Bu tür kollektörlerin verimleri yutucu yüzeyde birim alana düşen ışınım miktarı düz kollektöre göre daha çok olduğundan daha fazladır [3].

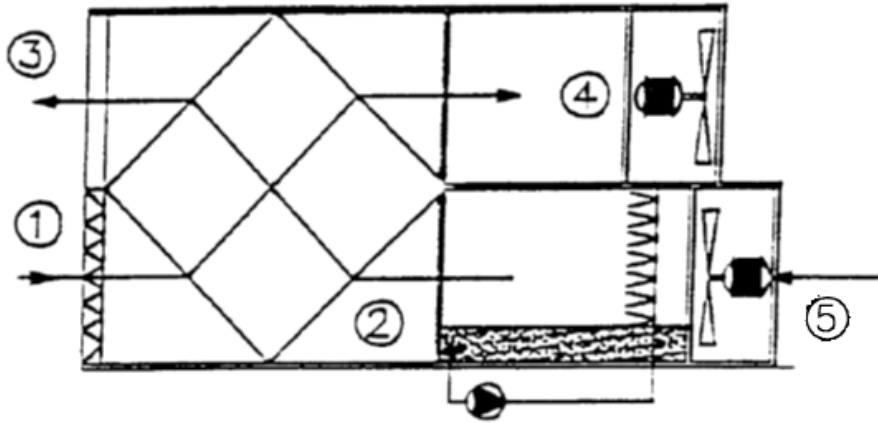
Güneş enerjisi ısı uygulamaları çalışma sıcaklıklarına göre üçe ayrılır;

- Düşük sıcaklık uygulamaları (20-110 °C)
- Orta sıcaklık uygulamaları (110-400 °C)
- Yüksek sıcaklık uygulamaları (>400 °C)

Orta sıcaklık uygulamaları genellikle proses buharı, sıcak su üretimi, güneş enerjisi ile soğutma gibi uygulamalardır. Yüksek sıcaklık uygulamaları da kızgın buhar sağlayan böylelikle hem ısıtma hem de soğutma proseslerinde kullanılabilir sistemlerdir. Orta ve yüksek sıcaklık uygulamalarında ön görülen sıcaklıkları düzlemsel kollektörler ile sağlamak pek mümkün olmadığında her iki uygulama için de yoğunlaştırıcı kollektörlere ihtiyaç vardır [4,5]. Projede kullanılması planlanan parabolik çanak tip kollektörlerin çalışma prensibi temel olarak yüzeylerine gelen güneş radyasyonunu noktasal olarak odaklarında yoğunlaştırma esasına dayalıdır. Bu kollektörlerin yüzeyleri yansıtıcı aynalarla kaplanmıştır [6]. Parabolik çanak tip kollektörler genel olarak yüksek verim, eğilme ve rüzgar yüklerine karşı dayanıklılık, modülerlik, nem ve sıcaklık değişimine karşı dayanıklılık, uzun dönemde düşük bakım maliyetleri, uzun ömürlü olması, yüksek enerji yoğunluğu açısından oldukça avantajlıdır. Bu yüzden gelecekte elektrik üretimi ile ısıtma-soğutma uygulamalarında yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımının en iyi çözümlerinden biri olabilir [7].

Parabolik çanak tip güneş kolektörü ısıtma yükünü karşılayan birincil sistem olarak düşünülmektedir. Ancak güneş kolektörünün yetersiz kaldığı durumlarda ek olarak ısı pompası da devreye girecek şekilde sistem planlanmıştır. Hem parabolik güneş kolektörü hem de ısı pompası sistemi ısı enerjilerinin bir akümülyasyon tankına transfer etmektedir. Binanın ısıtma ihtiyacı akümülyasyon tankından çekilen ısının "fan coil" sistemi aracılığıyla ısıtma mahaline aktarılması ile sağlanacaktır. Akümülyasyon tankı içerisine faz değiştiren maddelerin yerleştirilmesi öngörülmektedir. Bu sayede daha uzun süre daha kararlı ısı transferinin sağlanması planlanmaktadır. Aynı şekilde binanın sıcak su ihtiyacı da aynı akümülyasyon tankında bulunan bir ısı değiştirici ile karşılanmaktadır.

Binanın soğutma yükü ise ısı pompasının soğutma modunda çalışması ve indirek evaporatif soğutma ile karşılanacaktır. İndirect evaporatif soğutma Şekil 9'da görüldüğü gibi yapılacaktır.



Şekil.9. Evaporatif soğutma çalışma şeması

Şekilde görülen numaralandırmalar sırasıyla aşağıdaki gibidir;

- 1: Taze hava,
- 2: Soğutulmuş ortam havasını,
- 3: Egzoz edilen havayı,
- 4: Soğutulan taze havayı,
- 5: Ortam havası

Sistemin çalışma prensibi (1) şartlarında nemlendiriciye giren dış hava nemlendiriciyi (2) şartlarında yaş termometre sıcaklığı sabit olmak üzere terk etmektedir. Adyabatik nemlendiricide havanın sıcaklığı düşerken özgül nemi artmaktadır. Böylelikle soğutulan hava plaka tip ısı geri kazanım ünitesine gönderilir. Yaklaşık olarak dış havanın yaş termometre sıcaklığına kadar soğutan hava yardımı ile plaka tip eşanjörde soğuk bir yüzey oluşur, dışarıdan alınan hava soğutulmuş plaka yüzeyi ile indirekt olarak temas ederek soğumaya başlar, soğuma prosesi sabit özgül nem doğrusu boyunca devam eder [8]

Isı pompası soğutma modunda çalışırken COP' sini yükseltmek amacı ile dış ünitenin önünde ayrı bir evaporatif soğutma kullanılması planlanmaktadır. İndirek evaporatif soğutmada geçen hava, hava kanalları yardımı ile mahale verilecek olup; soğutma modunda çalışan ısı pompası yine “fan coil” sistemini besleyerek soğutma yükü karşılanacaktır. Z. Duan vd. indirect evaporatif soğutma üzerine yaptıkları derleme çalışması sonucunda bu teknolojinin konveksiyonel soğutma sistemlerine iyi bir alternatif olacağını belirtmişlerdir [9].

Bina içindeki kabul edilebilir hava kalitesini sağlamak için mahale çeşitli sensörler yerleştirilecektir. Sıcaklık, karbondioksit, karbon monoksit ve nem sensörleri HVAC otomasyon sistemine ilgili bilgileri sağlayacaktır. HVAC sistemi bu bilgiler ile çalışma şartlarını düzenleyerek maksimum konfor ve sağlıklı iç hava kalitesini sağlayacaktır. Ayrıca toz vb. yabancı maddelerin ortama girmemesi için ana hava kanallarına HEPA filtre takılması öngörülmektedir.

Ayrıca konfor şartlarının sağlanması amacıyla yaz ve kış aylarında bir termostat yardımıyla “fan coil” sistemi kontrol edilerek evin içinde istenen sıcaklık sağlanacaktır. Fan coil sisteminin fan hızları ısıtma ve soğutma yüklerini karşılamak için belli sınırlar içinde değişebilir olarak planlanmıştır. Yaz sezonunda, nem kontrolü fan coil ve evaporatif soğutmanın fan hızlarının kontrol edilmesi ile sağlanacaktır. Nemi düşürmek için evaporatif soğutmada gelen havanın nem daha fazla olduğu için evaporatif soğutmanın fan hızı azaltılıp fan coil sisteminin fan hızları arttırılacaktır. Ayrıca mutfaktan gelen nem yükü bir aspiratör yardımıyla dışarı atılacaktır.

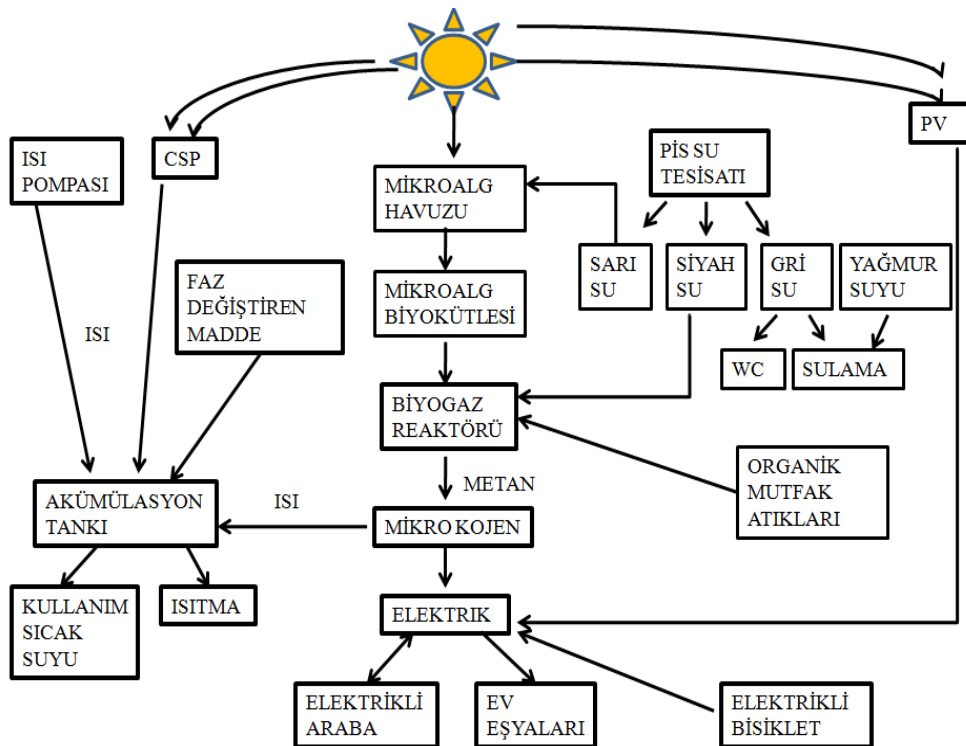
Gri Su Sistemi

AlgaeTECT evinde duş ve lavaboların pis suyu ayrı toplanarak bir paket gri su arıtma sisteminde arıtılarak arıtılan suyun bahçe ve peyzaj sulaması ile klozetlerde kullanılması öngörülmüştür.

Yağmur Suyu Kazanım Sistemi

Çatıdan toplanacak yağmur suyu bir tanka alınarak sulama amaçlı kullanılacaktır.

AlgaeTECT Evi kapsamında kullanılan tüm enerji verimli stratejilerinin gösterildiği akım şeması aşağıdadır:



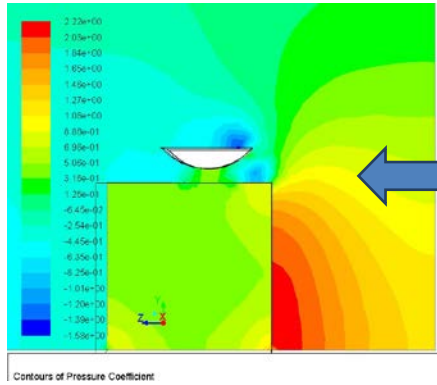
Şekil.10. AlgaeTECT Evi'da kullanılan enerji verimli stratejilerin akım şeması

Doğal Havalandırma

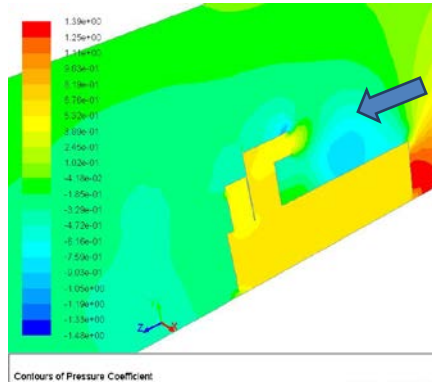
AlgaeTECT evinin doğal olarak havalandırılıp, atık havanın atılması için rüzgâr kapanı ile bütünleşik venturi bacası sistemi kullanılması düşünülmüştür. Evin doğal havalandırması kapsamında çalışmalar iki metodoloji üzerinden yürümektedir. Bunlardan ilki Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) paket programları kullanarak, yukarıda bahsi geçen rüzgâr kapanı ve venturi bacasının optimum geometrisinin oluşturulması ile ilgilidir. İkinci metodoloji ise bu alanda yürütülen deneysel çalışmalardır.

Rüzgâr kapanları İran coğrafyasında Ortaçağ'dan bu yana kullanılmakta olan geleneksel doğal havalandırma yapılarıdır. Günümüzde daha çok İran'ın Yazd şehri gibi çok kuru ve doğal olarak atmosferde fazla miktarda asılı partikül barındıran bölgelerde kullanımları sürmektedir [10]. Kule şeklindeki kapanlar yaşam mekânlarının iki-üç katı kadar yüksekliklere ulaşırlar ve dağlardan esen temiz rüzgarları yapının içine yönlendirirler. Yapı içinde görevini tamamlayan havanın dışarı atılması söz konusu olduğunda ise hava çekiş bölgelerine ihtiyaç duyulur. Söz konusu bu deşarj delikleri yapının çevresinde dış havanın yerel hareketi sayesinde oluşan düşük basınç bölgelerine açılmalıdırlar. Alçak basınç bölgeleri binanın esen rüzgâra göre konumuna bağlı oldukları kadar, bina dış kabuğunda oluşturulabilecek Venturi bacası benzeri yapı elemanları ile de oluşturulabilirler.

AlgaeTECT evi tasarımı kapsamında yürütülen HAD çalışmasının ilk adımında yarışmanın yapılacağı Dezhou kentine ait hâkim rüzgâr yönü belirlenmiştir. Rüzgâr kapanının bu yöne (güney-güneybatı) bakmasına karar verilmiştir. Bu noktada üzerinde durulması gereken kapanın geometrisinden ziyade, hava deşarj bölgesi ve geometrisinin belirlenmesidir. İlk denemelerde evin herhangi bir yerinde oluşturulacak bir bacanın üzerinde Venturi etkisi yaratarak bir yerel alçak basınç bölgesi oluşturulması düşünülmüştür (Şekil 11). Bu amaçla kullanılan ters kanat profili evin hemen üzerinde yerel bir negatif basınç katsayısı alanı oluşturmakta ve bu sayede evin içinde bulunan atmosfer basıncındaki havayı deşarj etmek mümkün olmaktadır [11]. Bu geometriyle ilgili HAD çalışmaları sürmekteyse de, ikinci bir alternatif olarak benzer bir bölgenin rüzgâr kapanının hemen art bölgesinde de oluşacağı göz önünde bulundurularak Şekil 12'de görülen geometri üzerinde de çalışmalara başlanmıştır.



Şekil.11. Ters kanatlı Venturi



Şekil.12. Rüzgâr kapanının art bölgesindeki negatif basınç alanı

Fotovoltaik Panel Sistemleri

Binanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için iki ayrı sistem kullanılacaktır. Bunlar PV Panel sistemi ve yosun havuzundan beslenen kojenerasyon sistemidir. Evde kullanılan elektrikli cihazların ihtiyacını karşılamak için her birinin gücü ortalama 250W olan 30 adet PV Panel Sistemi ve alg sisteminin enerji çıkışı düşünülmektedir. PV paneller maksimum gücü elde etmek için evin kurulacağı alanın enlem değerlerine göre açılabilir ve güneş yönünde şekilde de gösterildiği gibi ayrı bir çelik konstrüksiyon ile binanın çevresine yerleştirilmiştir. Bu düzeneğe ek olarak invertör, regülatör ve depolama amaçlı aküler kullanılacaktır. Bina içinde yaşayacak insanların konforu da gözetilerek bina içerisinde elektrik enerjisini kullanan tüm cihazların sınıfının en az enerji tüketen ürün olmasına ve aydınlatmanın temel olarak LED tarzı az enerji tüketen armatürlerle sağlanması öngörülmektedir. İlgili cihazların elektrik tüketimlerine bağlı olarak seçilen fotovoltaik panel sayısını belirlemek ve aylık bazda elektrik enerjisi üretim simülasyonunu yapmak amacıyla BlueSol paket programı kullanılmıştır.

Otomasyon Sistemleri

Projede akıllı ev teknolojisi, enerji verimliliği, güvenlik ve konfor açısından evin içinde enerjiyi kullanacağımız tüm alanlarda kullanılacaktır. Bu alanda her geçen gün gelişen teknoloji takip edilerek en uygun akıllı ev otomasyon sistemi evin büyüklüğüne, içinde yaşayacak olan maksimum insan sayısına ve evin yapılacağı alanın coğrafi şartlara göre belirlenmiştir.

Ev içinde rutin olarak tekrarlanacak olan işlemler KNX otomasyon sistemleri kullanılarak kendiliğinden gerçekleşecektir. Evin içinde kolay ulaşılabilir bir alana konumlandırılacak olan Touch panel sayesinde, iklimlendirme kontrolü, elektrikli cihaz kontrolü, aydınlatma kontrolü, perde kontrolü ve müzik sistemi kontrolü ister manuel olarak touch panel üzerinden verilecek komutlarla istenirse de önceden yazılmış belirli bir senaryoya bağlı kalınarak kendiliğinden kontrol edilebilecek. Bu işlemler Touch Panel üzerinden yapılacağı gibi yine internet üzerinden de kontrol edilebilecek. Bu senaryolar genellikle gündüz ya da gece olmasına, ev sahiplerinin işte ya da tatilde olmasına, evde çocuklar ve ya yaşlı bireylerin olmasına göre ayrı ayrı yazılacaktır. Evde yaşayan küçük çocukları tanıyacak ve evde yalnız kalmaları durumunda daha önceden yazılmış güvenlik protokülü gereği ütü, fırın ve ocak gibi tehlikeli olabilecek elektrikli cihazları devre dışı bırakabilecek.

Aydınlatma otomasyonu, konfor ve güvenlik için yeterli şartlar sağlanacak şekilde tasarlanacaktır. Yeterliliği belirleyen şartlar şu şekilde özetlenebilir; evden ayrılırken kapı yanında bulunan tek bir anahtar ile tüm evin ışıklarını kapatabilmek, tatile çıktığında evin ışıklarının rastgele açılıp kapanması böylelikle evde biri varmış hissi yaratılarak hırsızların uzak tutulması, kullanılacak floresan lambaların dimmable (Aydınlık seviyesinin ayarlanması) olması, kullanılacak gün ışığı sensörü ile hava karardığında bahçe aydınlatmalarının ve ev içinde istenilen özel alanların aydınlatılması şeklinde sıralanabilir.

Evdeki perde ve müzik yayın sistemi kontrollü yine touch panel veya internet üzerinden kontrol edilebilecek. Hareket sensörleri (Motion sensor) ve manyetik sensörler yardımı ile ev güvenlik açısından kontrol altında tutulacaktır. Eve bilgi dışında bir müdahale gerçekleştiğinde ev sahiplerine sesli ve yazılı bilgi verilecektir.

Ses izolasyonu

Projede konfor koşullarının önemi de büyük olduğundan, gerek mekanik oda sesleri gerek ise iç ve dış hacimler arası ses aktarımının azaltılması da amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda 2. Kalite kauçuk atıklarından nanoteknoloji kullanılarak üretilen yenilikçi malzemelerle ses yalıtımı yapılması planlanmaktadır. Kullanılması öngörülen yalıtım malzemelerinin kullanım alanları şap altı, mekanik hacim ve parke altı olmak üzere Şekil 13'te gösterildiği gibidir.



Şekil.13. Ses izolasyon malzemelerinin uygulama alanları.

SONUÇ

Solar Decathlon katılımının;

- Eğitime katkı sağlarken sektör tecrübesinin öğrencilere aktarımına fırsat vermesi,
- Üniversite sanayi iş birliğinde yenilikçi Ar-Ge fikirlerinin önünü açması,
- Türkiye'nin sürdürülebilir/yeşil/yaklaşık sıfır enerjili (nZEB) bina ve konut tasarımında bilinirliğini ve görünürlüğünü arttırması,
- Sektörümüzün inovatif içerikli ürünlerini dış pazara tanıtması,
- Enerji verimli bina tasarım projelerine teşvik edici bir örnek oluşturması hedeflenmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Türkiye'nin Solar Decathlon yarışması ekibi Teamİstanbul'u, destek veren tüm hocaları, öğrenci ekiplerini ve sektör profesyonellerini bir araya getiren proje yürütücümüz Prof. Dr. Nilüfer EĞRİCAN hocamız başta olmak üzere, Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi'nin değerli öğretim üyeleri Doç. Dr. Özden AĞRA ve Doç. Dr. Derya Burcu ÖZKAN'a, Kültür Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Nevzat Ömer SAATÇIOĞLU'na ve projenin yöneticiliğini üstlenen İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Murat ÇAKAN'a ekibimize hiçbir fedakarlıktan kaçınmadan verdikleri özverili desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Ayrıca enerji verimli yapı ve sistem tasarımındaki kıymetli sektör tecrübeleriyle çalışmalarımıza ışık tutan Fatma ve Süleyman AKİM'a, maddi ve manevi desteğini daima arkamızda hissettiğimiz proje ana destekçisi olan İSİB (İklimlendirme Sanayicileri ve İhracatçıları Birliği) yönetim kurulu başkanı Sayın Zeki POYRAZ'a teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] SPLİTTERWERK & ARUP, SCHOLZ, O., The Algae Evi: About the First Building with A Bioreactor Façade, ISBN-13: 978-3721209075
- [2] ÖZMAN SAY, N., ERMİŞ, H., AKÇA, M.S., ALTINBAŞ, M., Biogas production yield of microalgal biomass, cultivated in fresh and stored human urine; Biorestec 2016: 1st International Conference Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability; Poster presentation.
- [3] AKKOÇ, S., "Birleşik Parabolik Yoğunlaştırıcı Güneş Kollektörleri İle Su Isıtma Sisteminin Matematiksel Modeli, Simülasyonu Ve Performans Analizi", Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2012.
- [4] HAFEZ, A.Z., SOLİMAN, A., K.A., EL-METWALLY, I.M., ISMAİL, "Solar parabolic dish Stirling engine system design, simulation and thermal analysis", Energy Conversion and Management, Vol:126, 2016, p.60–75
- [5] KARTAL, Y., "Parabolik Yansıtıcı Yüzeyle Yoğunlaştırıcı Güneş Kollektör Tasarımı", İzmir, 103p, 2007
- [6] GOSHTASBPÖUR, M., "Compound Parabolic Concentrating Collectors" Ankara, 92p, 1984
- [7] BİLGE, D., BİLGE, M., "İndirek / Direk Evaporatif Soğutma Sistemleri Kombinasyonu", 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi p. 197-204
- [8] ESKRA.N., "İndirect/Direct Evaporative Cooling Systems", ASHRAE Journal, May 1980.
- [9] DUANA, Z., ZHANB, C., ZHANGA, X., MUSTAFAA, M., ZHAOA, X., ALİMOHAMMADİSAGVANDC, B., HASANC, A., "Indirect evaporative cooling: Past, present and future potentials. Renewable and Sustainable Energy Reviews" Vol. 16, No. 9, 2012, p.6823–6850



- [10] EL SHORBAGY A.; “Design with nature: Windcatcher as a paradigm of natural ventilation device in buildings”, Int. Journal of Civil and Environmental Engineering, Vol. 10, No: 3, 2010
- [11] VAN HOOFF T., BLOCKEN B., AANEN L., BRONSEMA B., “A venturi-shaped roof for wind-induced natural ventilation of buildings: Wind tunnel and CFD evaluation of different design configurations”, Building and Environment, Vol. 46, No: 9, 2011

ÖZGEÇMİŞ

Neslihan ÖZMAN SAY

1982 İstanbul doğumludur. Lisans öğrenimini 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde tamamlamıştır. 2008 yılında aynı üniversitede Hidrobiyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisansını tamamlamıştır. Gebze Teknik Üniversitesi'nde Atıksu'da Mikroalg üretimi üzerinde doktorasını tamamlamış, 2009'dan günümüze, biyoyakıtlar, biyokütle enerjisi, mikroalg sistemleri üzerine çalışmalarını sürdürmektedir.

Alişan GÖNÜL

1988 yılı Malatya doğumludur. 2009 yılında İnönü üniversitesinden derece ile mezun olmuştur. 2009-2012 özel sektörde proje mühendisi ve şantiye şefi olarak çalışmış, 2012 yılında kazandığı ÖYP programı kapsamında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi'nde 2014 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen aynı kurumda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta ve doktora çalışmalarına devam etmektedir. Enerji verimliliği, optimizasyon, kurutma ve ısı pompaları genel çalışma alanlarıdır.

Evren ARSLANER

1992 yılı İstanbul doğumludur. 2015 yılında İTÜ Makina Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2015 yılında halen devam ettiği İTÜ Enerji Enstitüsü Enerji Bilimi ve Teknolojileri bölümünde yüksek lisansına başlamıştır. 2014 yılından itibaren özel bir firmada mekanik tesisat ve enerji verimli binalar üzerine çalışmaktadır.

İsmail ÇELİK

1992 İstanbul doğumludur. İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünü 2015 yılında bitirmiştir. İTÜ Enerji Enstitüsü-Enerji Bilimleri Teknolojileri Bölümünde 2015 yılında başladığı yüksek lisans eğitimine halen devam etmektedir. 2014 yılından bu yana özel sektörde enerji verimli binalar üzerinde proje mühendisi olarak çalışmaya devam etmektedir.

Burak DÖNER

1990 yılı Manisa doğumludur. 2013 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 2013 yılında Georgia Institute of Technology'de dil eğitimi almıştır. 2016 yılında İstanbul Kültür Üniversitesi'nde başladığı Mimarlık Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.