



**Bu bir MMO  
yayıdır**

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

## **CHILL-SİM DOĞAL VE EVAPORATİF SOĞUTMA SİSTEMLİ CHILLER GRUPLARININ PERFORMANS VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ HESAPLAMA SİMÜLASYON YAZILIMI**

**HASAN ACÜL**  
RDMP DANIŞMANLIK





# CHILL-SİM DOĞAL VE EVAPORATİF SOĞUTMA SİSTEMLİ CHILLER GRUPLARININ PERFORMANS VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ HESAPLAMA SİMÜLASYON YAZILIMI

Hasan ACÜL

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı, doğal ve evaporatif soğutma sistemli hava soğutmalı chillerlerin performans ve enerji verimliliği hesaplamalarının yapıldığı simülasyon yazılımı hakkında bilgi vermektir.

Yazılım, chillerlerin farklı koşullarda performans hesaplamalarının yapılması, isteğe uygun chillerlerin mevcut bir ürün yelpazesinden seçilmesi, seçilen chiller için evaporatif ve doğal soğutma verimlilik ve kazanç analizinin yapılmasını kapsamaktadır. Yazılımın hedef kullanıcıları chiller üreticisi firmalar, bu ürünlerin tesisat/taahüt projelerini yapan tasarımcısı firmalar ve ürün kullanıcılarıdır.

Yazılımdan elde edilen temel bulgular ürün teknik performans değerleri, enerji verimliliği kazançları, chiller EER ve kompresör COP değer karşılaştırmaları, kapasite artışları, harcanan bedeller ile yatırım geri dönüşüm süreleridir. Yazılım sonuçları literatürde ve endüstride yapılan çalışmaların bulguları ile karşılaştırılarak doğrulanmaya çalışılmıştır.

Yazılım gerek ürünü tasarlayan ve imal eden gerekse ürün tesisat projelendirmesini yapan mühendisler açısından önemli bir analiz aracıdır. Kısa sürede detaylı hesaplamalar ve analizler yapmak vasıtasıyla mühendislik zamanlarının etkin biçimde kullanılmasını sağlarken; enerji verimli ürün üretimi ve kullanımını destekleyecek veriler üretmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Verimliliği, Doğal Soğutma, Evaporatif Soğutma, Adyabatik Soğutma, Chiller, Soğutma Grubu, Simülasyon, Yazılım, Free Cooling

## ABSTRACT

The purpose of this study is to provide information on CHILL-SİM software which is on chillers' performance and energy efficiency calculation. CHILL-SİM software includes selection of optimum products, freecooling and evaporative cooling simulation as well.

**Key Words:** Energy Efficiency, Cooling, Evaporative Cooling, Adiabatic Cooling, Chiller, Chillers, Simulation, Software, Free Cooling

## 1. GİRİŞ

Yazılıma konu olan soğuk su/su-salamura üreticisi hava soğutmalı chiller gruplar endüstriyel proseslerde ve iklimlendirme sistemlerinde yaygın olarak kullanılan mekanik sıkıştırımlı soğutma çevrimi prensibi ile likit (su, su-etilen glikol, su-propilen glikol, vb.) soğutma işlemi yaparlar.

**Şekil 1.** Örnek Hava Soğutmalı V Chiller**Şekil 2.** Örnek Hava Soğutmalı Chiller

Doğal soğutma (free cooling), kış ve bahar mevsimlerinde düşük hava sıcaklıklarından faydalanarak bir chiller kompresörünün çalışması olmaksızın ya da kısmen çalıştırılarak soğutma ihtiyacının çok daha düşük işletme maliyeti ile karşılanmasıdır [1]. Sulu sistemlerde yaygın doğal soğutma uygulamaları chiller üzerinde ısı değiştirgeci batarya kullanımı, chiller ile kuru soğutucu birlikte kullanımı ve chiller ile su soğutma kulesi kullanımı olarak belirtilebilir.

**Şekil 3.** Örnek Doğal soğutma amaçlı kullanılan kanatlı borulu ısı eşanjörü**Şekil 4.** Örnek Kuru Soğutucu**Şekil 5.** Örnek Su soğutma kulesi (Su soğutmalı sistemlerde)

Evaporatif soğutma (adyabatik soğutma), hava soğutmalı chiller kondenser giriş havasının nemle doyurularak yaş termometre sıcaklığına yaklaştırılması ile kondenser ve kompresör verimliliğinin artırılması, böylelikle işletme maliyetlerinin düşürülmesi işlemidir [2]. Hava soğutmalı chillerlerde yaygın olarak kullanılan evaporatif soğutma uygulamaları ağ üzeri su spreyleme, doğrudan kanatlara su spreyleme, sisleme, evaporatif pad kullanımıdır.

**Şekil 6.** Örnek Ağ üzeri spreyleme**Şekil 7.** Örnek Sisleme**Şekil 8.** Örnek Evaporatif pad kullanımı

Chiller simülasyon yazılımı, üretici firmanın standart özelliklerini belirleyerek tanımlanmış olduğu chillerlerin farklı koşullarda performans hesaplamalarının yapılması, isteğe uygun chillerlerin mevcut ürün yelpazesinden seçilmesi, seçilen chiller için evaporatif ve doğal soğutma verimlilik ve kazanç analizinin yapılmasını kapsamaktadır.

## 2. YAZILIM HESAPLAMA YAKLAŞIMLARI VE ALT YAPI

Chiller performans hesaplamaları için “ANSI/AHRI Standard 540-2004: Standard For Performance Rating Of Positive Displacement Refrigerant Compressors And Compressor Units” standardında belirtilen kompresör polinomial denklem (Polynomial Equation) kullanılmıştır [3].

Polinomial denklem ile kompresörün farklı evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları için kapasite, motor gücü ve akımı için hesaplamaları yapılabilmektedir. Bu hesaplamalar için polinomial katsayılar kullanılmaktadır. Ancak polinomial denklem ve katsayılar her bir kompresör üreticisi firma tarafından farklı standartlarda (farklı evaporasyon, kondenzasyon sıcaklıkları, aşırı soğutma, kızgınlık değerlerinde) yada firmaya özgün şartlar için verilmektedir. Dolayısıyla hesaplamalar için sadece bu

katsayılar yeterli olmamaktadır. Yazılımın alt yapısında farklı kompresör baz şartları için değişikliklere cevap verecek bir mühendislik hesaplama mantığı da gerekli olmaktadır. Bu mantığın geliştirilmesi için detaylı mühendislik analiz çalışması yapılmıştır.

Evaporatif soğutma performans hesaplamalarında Ashrae Fundamentals Chapter 6 Psychrometrics [4] ve HVAC Systems And Equipment Chapter 41 Evaporative Air-Cooling Equipment [5] kaynakları temel alınmıştır. Farklı birçok sıcaklık için nemli hava özellikleri program tarafından birçok kez dinamik olarak hesaplanmaktadır.

Doğal soğutma performans hesaplamaları için kanatlı borulu ısı eşanjörlerinde  $\varepsilon$ -NTU yaklaşımı ile ısı transferi hesaplamaları yapılmaktadır. Isı değiştirgeçlerinde hesaplamalar için temel yaklaşım Yunus Çengel, Heat Transfer Chapter 13 Heat Exchangers kaynağı temel alınmıştır [6].

Hesaplamalarda kullanılan soğutucu akışkanların termodinamik verileri ve nemli hava psikrometrik verileri C++ yazılım dili bazlı dinamik bir DLL kütüphanesi olan Coolprop yazılımından üretilmektedir [7]. Yazılım alt yapısında C#, SQL, .Net, MVC, JQuery programlama dilleri kullanılmaktadır.

### 3. YAZILIM GENEL ÖZELLİKLER VE HESAPLAMA METOTLARI

Yazılım veri girişi, seçim tercihleri, ürün seçim listesi, ürün teknik bilgileri, evaporatif soğutma ve doğal soğutma uygulaması simülatörleri ile soğutma çevrimi entalpi-basınç/sıcaklık-entropi değerleri grafik gösterimi işlevsel bölümlerinden oluşmaktadır.

Yazılımda chiller kapasitesi ile kompresör beygir gücü ile ve su/su-salamura debisi ile olmak üzere üç temel hesaplama ve seçim metodu alternatifi mevcuttur. Hesaplamalarda farklı ölçü birimleri kullanılabilir.

The screenshot displays the software's selection interface. On the left, there are various input fields and dropdown menus for selection criteria, including 'Seçim Metodu', 'Kapasite', 'Alt/Üst Aralık', 'Kompresör Beygir Gücü', 'Akışkan', 'Hava Giriş Sıcaklığı', 'Kondenzasyon Sıcaklığı', 'Açın Soğutma', 'Soğutulacak Sıvı', 'Salamura Kütleli Oranı', 'Likit Donma Sıcaklığı', 'Su Giriş Sıcaklığı', 'Su Çıkış Sıcaklığı', 'Evaporasyon Sıcaklığı', 'Kızgınlık', 'Su Debisi m<sup>3</sup>/h', 'Rakım', and 'Evaporatör Kurulumu'. The main area shows a table titled 'Hava Soğutmalı Chiller Ürün Seçim Listesi' with columns for Model, Kompresör, Chiller Kapasitesi, Komp. Adet, HP, Kompresör Cıv. Çapı, Fan Cıv. Çapı, Toplam Cıv. Çapı, EER Toplam, Üstü Dabisi, Fan LPA, Rıyat 4, and Stok. Below the table, there are tabs for 'Ölçüler', 'Cihaz Bilgileri', 'Kompresör', 'Kondenser', and 'Evaporatör'. The 'Ölçüler' tab is active, showing two diagrams of the chiller unit and a list of dimensions: A = 2710 mm, C = 2200 mm, E = 2500 mm, ØDin = DN80, ØDout = DN80, Wn = 2500 kg, and Wg = 2520 kg.

Model	Kompresör	Chiller Kapasitesi kW	Komp. Adet	HP	Kompresör Cıv. Çapı kW	Fan Cıv. Çapı kW	Toplam Cıv. Çapı kW	EER Toplam	Üstü Dabisi m <sup>3</sup> /h	Fan LPA	Rıyat 4	Stok	
1	VD 1250-TP	SP-4H300E	122,2	2	2x30	41,0	4 x 1,9	49,2	2,48	20,97324	52	0 000,00	5
2	VS 150	SRC-S-103	125,4	1	1x80	45,8	3 x 1,9	51,5	2,44	21,51981	51	0 000,00	7
3	VS 170	SRC-S-103	145,4	1	1x70	53,1	3 x 1,9	58,8	2,47	24,95469	51	0 000,00	10
4	VS 200	SRC-S-213	168,1	1	1x80	60,8	4 x 1,9	68,4	2,48	28,85051	52	0 000,00	15

Şekil 9. Yazılım kullanıcı ön arayüzü

#### 4. EVAPORATİF SOĞUTMA SİMÜLATÖRÜ UYGULAMASI

Belirlenen chiller için evaporatif soğutma uygulaması simülasyonu kullanılarak performans, enerji verimliliği ve maliyet hesaplaması yapılır. Ara yüz ekranında kullanıcıdan şekil 10.'de verilen bilgilerin girilmesi istenir.

**Evaporatif Soğutma Uygulaması Enerji Verimliliği Hesaplama Verileri**

Evaporatif Soğutma Metodu	Ağ Üzeri Spreyleme
Evaporatif Soğutma Verimliliği	0.70
Evaporatif Soğutma Ek Güç (Pompa, vb.) Gereksinimi (kw)	0.00
Ortam Referans Bağıl Nem (%RH)	40.00
Evaporatif Soğutma Tahmini Ortalama Günlük Çalışma Saati	3.00
Set Değeri Aşan Her Derece Sıcaklık İçin Tahmini Çalışma Günü	6.00
Referans Su Birim Fiyatı (€/m <sup>3</sup> )	1.50
Referans Elektrik Enerjisi Birim Fiyatı (€/kWh)	0.15
Evaporatif Soğutucu İlk Yatırım Maliyeti (€)	1260

**Hesapla**

Şekil 10. Yazılım evaporative soğutma arayüzü

- Evaporatif Soğutma Metodu: Bu kısımda kullanıcıdan evaporatif soğutma uygulama metodunu (ağ üzeri spreyleme, doğrudan spreyleme, sisleme, evaporatif ped (15 cm), evaporatif ped (10 cm) ve diğer) seçmesi istenir.
- Evaporatif Soğutma Verimliliği: Her bir seçeneğe karşılık gelen evaporatif soğutma metodu otomatik olarak bu kısma getirilir. Metod olarak “Diğer” seçilmesi halinde verimlilik değeri elle girilebilir. Bu değer 0-1 arasında bir değer olmak zorundadır.
- Evaporatif soğutma verimliliği kavramı ile ilgili yapılan hesaplamada kullanılan yaklaşım aşağıdadır:

$$\text{Evaporatif (Adyabatik) Soğutma Verimi} = \frac{T_{KT,1} - T_{KT,2}}{T_{KT,1} - T_{YT}}$$

- Evaporatif Soğutma Ek Güç (Pompa, vb.) Gereksinimi (kw)
- Ortam Referans Bağıl Nem(%RH)
- Evaporatif Soğutma Tahmini Ortalama Günlük Çalışma Saati
- Set Değeri Aşan Her Derece Sıcaklık İçin Tahmini Çalışma Günü
- Referans Su Birim Fiyatı(€/m<sup>3</sup>)
- Referans Elektrik Enerjisi Birim Fiyatı (€/kWh)
- Evaporatif Soğutucu İlk Yatırım Maliyeti (€)

Analiz için hesaplama metodu set değeri aşan her bir derece için tek tek hesaplamaların dinamik olarak yapılmasıdır. Hesaplama aralığı set değeri, ekranda girilen hava sıcaklığı ile onun +10 °C üstüne kadar yapılır. Böylelikle tüm yükselen sıcaklık aralıkları için ortalaması alınmış detaylı bir analiz mümkün olur.

Analizde psikometrik veriler ve hesaplamalar, chiller performans verileri ve hesaplamalar, evaporatif soğutma sonrası chiller performans verileri ve hesaplamalar, evaporatif soğutma öncesi ve sonrası arasında performans karşılaştırma olmak üzere dört bölümde detaylı analizler yapılmaktadır. Analiz sonucunda aşağıdaki temel veriler oluşturulmaktadır:

- Chiller tahmini ortalama soğutma kapasitesi artışı (%)
- Chiller tahmini ortalama enerji verimliliği artışı (%)

- Ortalama kompresör COP değerleri (evaporatif soğutma öncesi & sonrası)
- Ortalama chiller EER değerleri (evaporatif soğutma öncesi & sonrası)
- Evaporatif soğutma için gerekli tahmini toplam su miktarı (m<sup>3</sup>)
- Tahmini toplam su tüketim harcaması (€)
- Tahmini toplam elektrik enerjisi kazancı (€)
- Evaporatif soğutma ile tahmini sistem kazancı toplamı (€)
- Evaporatif soğutma tahmini yatırım geri dönüş süresi (yıl)

Evaporatif soğutma uygulaması analizinin gerçek performans verileri ile karşılaştırılması amacıyla İzmir Gaziemir Hugo Boss tekstil tesislerinde 2009 yılının Temmuz ayından Ağustos ayına kadar yapılan çalışma [8] ele alınmıştır. Bilgiler şu biçimdedir:

1. Belirtilen periyot içerisinde ortam sıcaklığı 25°C ile 39°C arasında seyretmiştir. Ortalama kuru termometre sıcaklığı 33 °C, yaş termometre sıcaklığı 21,5 °C, bağıl nem RH % 36'dir.
2. Evaporatif soğutma uygulaması ağ üzeri sisleme sistemi kullanılarak yapılmıştır.
3. Uygulama için iki adet nominal soğutma kapasitesi 600 kW (Thg=36 °C) olan chiller kullanılmıştır.

Tablo 1.'de görüldüğü üzere çalışma sonucunda chiller enerji verimlilik oranı EER değerlerinin 2.96 dan 3.36'ya yükseldiği; soğutma kapasitesinin ise %5,9 arttığı bulunmuştur. Karşılaştırma benzer ünite [9] kullanılarak evaporatif soğutma simülasyon uygulaması ile yapılmıştır. Tablo 1.'de bu karşılaştırma da verilmiştir. Ölçüm değerleri ve evaporatif soğutma analizi arasında uyumluluk mevcuttur.

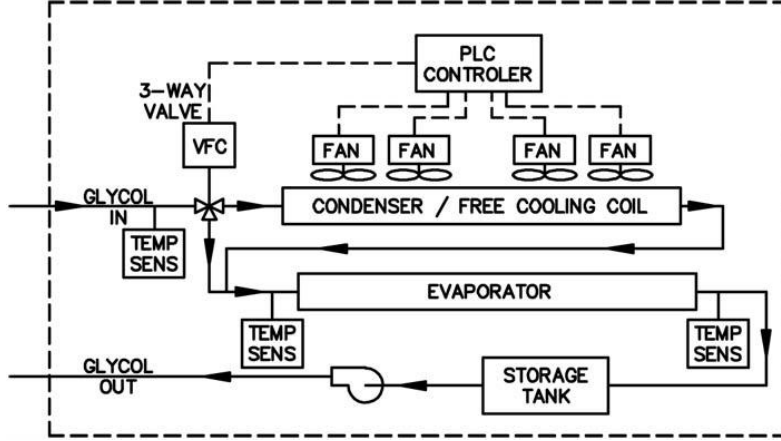
**Tablo 1. Ölçüm ve yazılım değerleri karşılaştırması**

	Ölçüm	Yazılım (Tek sıcaklık değeri için)	Yazılım (33 °C – 43 °C sıcaklık değerleri arası için ortalama)
<b>Chiller (E.S uygulaması Yok)</b>			
Kondenser hava giriş sıcaklığı	33 °C	33 °C	33 °C – 43 °C
Soğutma Kapasitesi	659 kW	649,6 kW	649,6 - 562,4 kW
ToplamGüç	223 kW	192,7 kW	192,7 - 226,4 kW
EER	2,96	3,37	2,92 (3,37 - 2,49)
<b>Chiller (E.S uygulaması Var)</b>			
Kondenser hava giriş sıcaklığı	25,5 °C	26,09 °C	26,09 - 34,63 °C
Soğutma Kapasitesi	698 kW	702,1 kW	702,1 – 636,2 kW
ToplamGüç	208 kW	175,3 kW	175,3 – 197,5 kW
EER	3,36	4,00	3,61 (4,00 – 3,22)
<b>Soğutma Kapasitesi Artışı</b>	% 6	% 8	% 10,4
<b>Enerji Verimlilik Artışı</b>	% 7	% 9	% 10,8

## 5. DOĞAL SOĞUTMA SİMÜLATÖRÜ UYGULAMASI

Belirlenen chiller için doğal soğutma uygulaması simülasyonu kullanılarak performans, enerji verimliliği ve maliyet hesaplaması yapılır.

Doğal soğutmada farklı yöntemler kullanılsa da temel prensip şekil 11.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 11. Doğal soğutma sistemi prensip şeması [X]

Yazılımda doğal soğutma uygulaması simülasyonu arayüzü üç kısımdan oluşmaktadır:

1. Doğal soğutucu verileri ve hesaplamaları
2. Karşılaştırma için chiller verileri ve hesaplamaları
3. Enerji verimliliği hesaplamaları

## 6. Doğal Soğutucu Verileri Ve Hesaplamaları

DOĞAL SOĞUTUCU VERİLERİ VE HESAPLAMALARI	
Doğal Soğutma Metodu	D. Soğutma.Eşanjörü
Doğal Soğutma Yüğü	100%
Boru Geometrisi	3228CS-Çapraz Diziliş
Boru Malzemesi ve İç Formu	Bakır-Yıvsız
Boru Dış Çapı	12.7
Boru Kalınlığı	0.35
Boru Sayısı	66
Sıra Sayısı	2
Devre Sayısı	50
Lameller Arası Mesafe (Hatve)	2.5
Lamel Dizili Uzunluk	7300
Lamel Dizili Yükseklik	2095.5
Lamel Malzemesi ve Formu	Alüminyum-Dalgali
Lamel Kalınlığı	0.12
Hava Debisi	270000
Hava Giriş Sıcaklığı	5
Sıvı Giriş Sıcaklığı	15
Sıvı Çıkış Sıcaklığı	10
Doğal Soğutma Hesaplanan Kapasitesi	485.90
Transfer Yüzey Alanı	612.02
Boru İç Hacmi	108.98

Şekil 12. Yazılım doğal soğutucu verileri ve hesaplamaları ara yüzü



- Girilecek veriler ve hesaplanan veriler aşağıda belirtilmiştir:

**a. Veriler:**

- Doğal Soğutma Metodu: Kanatlı borulu ısı değiştirgeci, kuru soğutucu, su soğutma kulesi
- Doğal Soğutma Yüğü: %100 yük, Kısmi yük

Boru Geometrisi

Boru Malzemesi ve Boru İç Formu

Boru Dış Çapı

Boru Kalınlığı

Boru Sayısı

Sıra Sayısı

Devre Sayısı

Lameller Arası Mesafe (Hatve)

Lamel Dizili Uzunluk

Lamel Dizili Yükseklik

Lamel Malzemesi ve Lamel Formu

Lamel Kalınlığı

Hava Debisi

Hava Giriş Sıcaklığı

Su/Su-Salamura Giriş Sıcaklığı

Su/Su-Salamura Çıkış Sıcaklığı

Şekil 13 a, b, c: Kanatlı Borulu Isı Eşanjörü ve kanat-boru dizilişleri

Şekil 14: Karşılaştırma için Chiller Verileri ve Hesaplamaları

**b. Hesaplananlar:**

- Doğal Soğutma Hesaplanan Kapasitesi
- Transfer Yüzey Alanı
- Boru İç Hacmi

**1. Karşılaştırma İçin Chiller Verileri Ve Hesaplamaları**

KARŞILAŞTIRMA İÇİN CHILLER VERİLERİ VE HESAPLAMALARI	
Soğutucu Akışkan	R407C
Chiller Kondenzasyon Sıcaklığı	25
Evaporasyon Sıcaklığı	5
Aşırı Soğutma	5
Kızgınlık	5
Gerekli Chiller Kapasitesi	500 kW
Verilen Şartlarda Chiller Toplam Gücü	79.18 kW
Chiller EER	6.31
Chiller Çalışması Varsayımı Top. Enerji Harcaması	76012.80 kWh
Chiller Çalışması Varsayımı Top. Enerji Bedeli	11401.92 €

Şekil 14. Yazılım Chiller verileri ve hesaplamaları ara yüzü

- Girilecek veriler ve hesaplanan veriler aşağıda belirtilmiştir:

**a. Veriler:**

- Soğutucu Akışkan
- Chiller Kondenzasyon Sıcaklığı
- Evaporasyon Sıcaklığı
- Aşırı Soğutma
- Kızgınlık

**b. Hesaplananlar:**

- Gerekli Chiller Kapasitesi
- Verilen Şartlarda Chiller Toplam Gücü

- Chiller EER
- Chiller Çalışması Varsayımı Top. Enerji Harcaması
- Chiller Çalışması Varsayımı Top. Enerji Bedeli

## 2. Doğal Soğutucu İle Enerji Verimliliği Hesaplamaları

DOĞAL SOĞUTUCU İLE ENERJİ VERİMLİLİĞİ HESAPLAMALARI			
Tahmini Yıllık Çalışılan Ay	4	Enerji Verimliliği Kazancı (Yıllık) €	8015.04
Tahmini Aylık Çalışma Günü	15	Enerji Verimliliği Kazancı (Yıllık) %	71.30
Tahmini Günlük Çalışma Saati	16	Doğal Soğutucu İlk Yatırım Bedeli €	5281.88
Tahmini Yıllık Çalışma Günü	60	Yatırım Geri Dönüşüm Süresi Yıl	1.52
Tahmini Yıllık Çalışma Saati	960		
Toplam Fan Gücü	22.4		
Enerji Birim Fiyat	0.15		
Doğal Soğutucu EER	1.12		
Toplam Fan Enerji Harcaması	21504		
Doğal Soğutucu Toplam Enerji Bedeli	3225.60		

Şekil 15. Yazılım doğal soğutucu ile enerji verimliliği hesaplamaları arayüzü

- Girilecek veriler ve hesaplanan veriler aşağıda belirtilmiştir:

### a. Veriler:

- Tahmini Yıllık Çalışılan Ay
- Tahmini Aylık Çalışma Günü
- Tahmini Günlük Çalışma Saati
- Enerji Birim Fiyat

### b. Hesaplananlar:

- Toplam Fan Gücü
- Tahmini Yıllık Toplam Çalışma Günü
- Tahmini Yıllık Topam Çalışma Saati
- Doğal Soğutucu EER
- Toplam Fan Enerji Harcaması
- Doğal Soğutucu Toplam Enerji Bedeli
- Doğal Soğutucu Enerji Verimliliği Kazancı (Yıllık)
- Doğal Soğutucu İlk Yatırım Bedeli
- Doğal Soğutucu Yatırım Geri Dönüşüm Süresi

Doğal soğutucu uygulaması ile elde edilecek kazanç uygulama şartlarına göre farklılık gösterdiği için birebir karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak ısı değiştirici batarya kapasite hesapları benzer yazılım ve sonuçlar ile karşılaştırılarak uyumluluk gözlenmiştir.

## 7. SONUÇ

Verimliliği arttırmak ve böylece birim maliyeti en düşük düzeye indirmek günümüzün rekabetçi ortamında en can alıcı noktadır. İklimlendirme ve tesisat sektörü içerisinde yer alan mühendislerin üretim, proje ve uygulamalarında yukarıda tanımlanan evaporatif ve doğal soğutma uygulamalarının kullanımını yaygınlaştırması ile birlikte işletmelerimizde verimlilik artacak ve ülke olarak rekabet gücümüz yükselecektir. Bu sistemlerin aynı zamanda çevreci sistemler olduğu akıldan çıkartılmamalıdır.

Yazılım gerek ürünü tasarlayan ve imal eden gerekse ürün tesisat projelendirmesini yapan mühendisler açısından önemli bir analiz aracıdır. Kısa sürede detaylı hesaplamalar ve analizler yapmak vasıtasıyla mühendislik zamanlarının etkin biçimde kullanılmasını sağlarken; enerji verimli ürün üretimi ve kullanımını destekleyecek veriler üretmektedir. Yazılımın yeni versiyon çalışmaları sürekli devam etmektedir. Bir sonraki aşamada kullanıcı firmanın standart olarak belirlediği kuru soğutucular kütüphanesinden seçim yapılması ve entegre verimlilik hesabı olması planlanmaktadır.

## 8. KAYNAKLAR:

- [1] De Saulles, T., BSRIA Guide: Free Cooling Systems, BSRIA Yayın No. BG 8/2004, 2004
- [2] ACÜL, H., Kuru Soğutuculu Doğal Soğutma Uygulamaları ile Binalarda Enerji Verimliliği, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, 2009
- [3] ANSI/AHRI Standard 540-2004 Standard For Performance Rating Of Positive Displacement Refrigerant Compressors And Compressor Units
- [4] ASHRAE Fundamentals Chapter 6 Psychrometrics
- [5] ASHRAE HVAC Systems And Equipment Chapter 41 Evaporative Air-Cooling Equipment
- [6] Çengel Y., Heat Transfer: A Practical Approach, Mcgraw-Hill, 2002
- [7] Thermophysical Property Library
- [8] Bekir Cansevdi, Umit Calli, Arif Hepbaslı Improving the Energy Performance of Air-Cooled Chillers with Water-Spray Mist Pre-Cooling: An Application, The 10th REHVA World, Clima 2010
- [9] VB VSA 684/2 Hava soğutmalı chiller modeli

## 9. ÖZGEÇMİŞ

### Hasan ACÜL

Hasan ACÜL, 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Yüksek lisans öğrenimini Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilim ve Teknoloji Stratejileri bölümünde tamamlamıştır. Mesleki deneyimini iklimlendirme ve soğutma sektöründe faaliyet gösteren firmaların ağırlıklı olarak ürün geliştirme bölümlerinde mühendislik, yöneticilik ve eğitmenlik görevleri yaparak edinmiştir.

Hasan ACÜL'ün uzmanlık alanları araştırma ve yeni ürün geliştirme, ürün inovasyonu süreç yönetimi, proje yönetimi, soğutma ve iklimlendirme, sektörel yazılım geliştirmedir. Belirtilen alanlarda çeşitli kongre, konferans, sempozyum ve mesleki dergilerde yer almış ulusal ve uluslar arası bir çok yayını mevcuttur.

Hasan ACÜL, Uluslararası Ürün Geliştirme ve Yönetimi Birliği (PDMA) tarafından verilen Yeni Ürün Geliştirme Uzmanı (NPDP) Sertifikasına sahip olup aynı zamanda PDMA tarafından onaylı az sayıdaki eğitmenlerden (REP) bir tanesidir. Bunun yanı sıra, ülkemizde ar-ge alanında en saygın kurum olan Tübitak (Tüside) kurumundan Ar-Ge Uzmanı ve REC Kurumsal Sürdürülebilirlik sertifikalarına sahiptir.

Hasan Acül'ün mühendislik yöneticisi olarak yürüttüğü doğal soğutucu akışkanlı soğutma sistemi projesi İstanbul Sanayi Odası 2010 yılı Sürdürülebilir Çevre Dostu Ürün Birincilik Ödülüne layık görülmüştür. Bu ödülün yanı sıra, İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği (İSİB) tarafından düzenlenen 2014 yılı İklimlendirme Sektörü Tasarım ve Uygulama Yarışması'nda Chiller Performans ve Enerji Verimliliği Simülasyon Yazılımı geliştirme projesi üçüncülük ödülüne layık görülmüştür.

Meslek odaları çalışmalarında aktif görevler yapan Hasan ACÜL Avrupa Komisyonu Research & Innovation HORIZON 2020 ve İstanbul Sanayi Odası (İSO) İnovasyon Ödülleri Değerlendirici Uzmanlarından. Halen firma kurucusu sıfatı ile yer aldığı RDMP Eğitim Danışmanlık Mühendislik Ltd.Şti. firmasında yöneticilik, eğitmenlik, danışmanlık ve mühendislik görevlerini sürdürmektedir. . . .

