

YENİLENEBİLİR ENERJİ SANTRALLERİNDE PLANLAMA VE VERİ TUTULMASINDA BULUT BİLİŞİM KULLANIMI

Alper ÖZPINAR

ÖZET

Yeni teknolojiler her geçen gün ortaya çıkmakta ve hızlı bir şekilde günlük hayatımızda yer almaktadır. Özellikle yeni, alternatif ve karbon emisyonu yaratmayan, yenilenebilir enerji üretimi kaynaklarına yönelik ihtiyaç her geçen gün artarak devam etmektedir. Yenilenebilir enerjilere dayalı üretim ise bu ihtiyacın karşılanmasında en büyük kaynak olarak görülmektedir. Bu enerji kaynaklarına dayalı üretimin verimliliğinin konvansiyonel üretime göre düşük olması, ayrıca toplam üretim kapasitelerinin doğru planlama ve öngörüm modellerine ihtiyaç duyması ise dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Uygun planlama ve modelleme için ihtiyaç duyulan yüksek hesaplama ve saklama gücü ise bu üretimin yapıldığı ya da planlandığı alanlar göz önüne alındıkça genelde yetersiz ve yüksek maliyetli olmaktadır. Özellikle üretim havzalarında ileri teknoloji altyapısının olmaması ve bunların sürekliliğinin sağlanabileceği dağıtık hesaplama alternatiflerinin olmaması “Bulut Bilişim” alternatifini ön plana çıkarmaktadır. Bulut Bilişim son yıllarda yaygın olarak dağıtık hesaplama ve işleme ihtiyaçları için farklı alanlarda ve sektörlerde kullanılmaktadır. Bu makalede yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretimde Bulut Bilişim kullanım alternatifleri ve teknolojileri anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerjiler, Üretim Planlama, Veri Madenciliği, Bulut Bilişim

ABSTRACT

Every single day newer technologies appear and new concepts become a part of our daily lives. The necessity to produce energy in alternate and carbon free ways results in paying much more attention to renewable energies. Renewable energies – mostly wind, solar and even wave and tidal are generally produced far away from the location of consumption; so transferring this energy to the consumption area is always an issue. The energy is consumed where the civilization exists with technology. On the contrary the production areas are mostly out of the city limits without high transportation availability and lack of facilities. Storing the data on the facility is the most preferred way in these days. However the amount and the quality of the data gradually increases on location storage and is inadequate for a global planning and organization. Cloud computing is providing the necessary software, hardware and infrastructure to the consumers as an on demand service. Combining the power of cloud computing with the suitable 3G-4G connection opens a new frontier in the planning and organizing the energy production based on renewable energies. This paper explains the technological needs of renewable energy production and how to improve that by transferring them to cloud computing.

Key Words: Renewable Energies, Production Planning, Data Mining, Cloud Computing

1. GİRİŞ

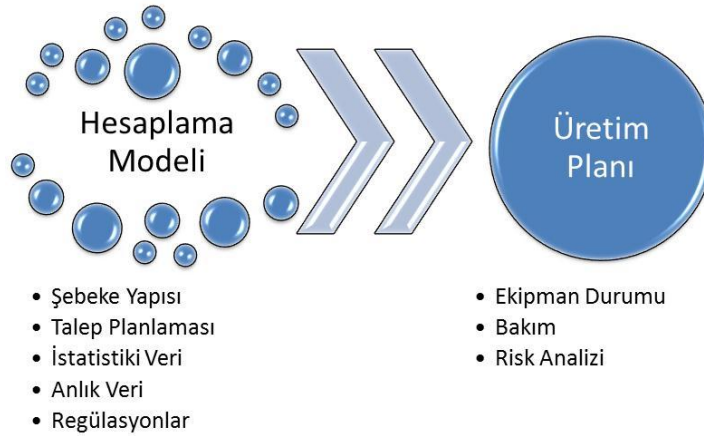
Yenilenebilir enerjilere dayalı elektrik üretiminde ekonomik ölçüde etkili olarak kullanılan kaynaklar ele alındığından öne çıkanlar rüzgar, küçük hidroelektrik ve güneştir. Diğer jeotermal, biyokütle, dalga, gelgit ve atıklardan üretim gibi yenilenebilir kaynaklar günümüzde daha çok deneysel, küçük kapasiteli, lokasyona bağlı kısmen geliştirme aşamasında ya da ısı fayda amacı ile kullanılmaktadır. (1) Ana kaynaklar düşünüldüğünde ise kaynakların kontrolü insanoğlundan çok doğanın ve atmosferik şartları kontrolü altındadır. Bu nedenle geleneksel üretim planlaması yapmak, akıllı şebekelerin kullanımı, esnek ücretlendirme ve tarife modeli uygulamak, talep planlamasına göre üretim yapmak gibi amaçların hepsinde kısa, orta vadeli ve uzun vade hesaplama yapmak gerekmektedir. Bu hesaplamaların bir kısmı temel meteorolojik modellere dayalı olsa da son yıllarda yapay zeka kullanımı ve modellemesinin ön plana çıktığı görülmektedir. (2-11) Bu çalışmaların hepsinde farklı matematiksel modeller kullanılarak klasik, skolastik ve deterministik modeller ile sonuçlar bulunmaktadır. Çalışmalarda yerel, bölgesel ya da ulusal veriler kullanılmakta, analiz edilmekte ve buna göre sonuçlar oluşturulmaktadır. Çalışmalar genellikle kesikli ve belli bir zaman dilimi hedeflenerek yapılmaktadır. Bu modellerin gerçek üretim sistemlerinde kullanılabilmesi için belli bir hesaplama karmaşıklığına ulaşmış bilgi teknolojileri ve bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2. YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE MODELLEME VE PLANLAMA

2.1. Hesaplama İhtiyacı

Öngörüm ve simülasyon odaklı çalışmalarda HPC yani yüksek performanslı hesaplama sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır ki bu sistemler genellikle araştırma merkezlerinde, üniversitelerde ya da ulusal ar-ge merkezlerinde bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerjilere dayalı elektrik üretiminde son yıllardaki yaklaşım ulusal bazda üretim merkezleri ve santralleri kurularak bunların bir çerçeve planı altında yönetilmesi ve kapasite artırımına gidilmesi (12) ya da bölgesel kurulumlar ile sürdürülebilirliğin ve yöresel desteğin sağlanması yönündedir (13). Tüm bu farklılaştırılmış üretimlerin şebekeler üzerinde dağıtımının planlanması ve yönetilmesi ise farklı bir hesaplama yapısı gerektirmektedir. (14) Tüm bu sistemlerin ortak noktası farklı kaynaklardan verilerin alınarak işlenmesi ve buna göre planlama yapılması ihtiyacıdır. Hesaplama modeli farklı verileri ve kriterleri göz önüne alarak ekipman durumu, bakım planlaması ve üretim risklerine göre bir hesaplama modeli uygulayarak uygun çalışma yapısını oluşturacaktır. Bu yapı statik değil dinamik olarak 7/24 çalışmak üzere kurgulanmıştır (Şekil 1). Günümüzde yenilenebilir enerjilere dayalı üretim, olması gereken kapasitenin çok altında olduğundan ve henüz gerçekçi bir rekabet ve piyasa yapısı oluşmamış olduğundan üretim planlamasından çok lisanslama ve santral kurulumuna yönelik yatırımsal konular çok daha ön planda olmuştur. Ancak ülkemizde 2005 yılında yayınlanan 5346 sayılı kanun ve sonrasında alınan lisanslamalar ile birlikte yenilenebilir enerjilere dayalı elektrik üretiminde gerçekçi planlama ve modellerin yapılması diğer tüm dünya ülkeleri gibi önemli bir hal almıştır. Sürece çevreci, sürdürülebilir ve temiz kaynaklar açısından bakıldığında karbon salınımları yapmadan yapılan her üretimin moral ve etik değeri çok olsa da üretilen elektriğin üreticiler için cazip ve ekonomik olması için piyasadaki fosil yakıtlarına dayalı üretimler ile belli bir oranda rekabet edebilmesi gerekmektedir. Fosil yakıtlarına dayalı üretimin salınım ve sınırlı kaynaklara dayalı olması bir kenara bırakıldığında talebi anlık artış ve düşüşler ile karşılayabilmesi, üretimin rezervlere dayalı olması, planlamasının genellikle ekonomik koşullar ile yapılabilmesini sağlamaktadır.



Şekil 1. Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Üretiminde Hesaplama İhtiyacı ve Üretim Planı Modeli

Hesaplama modelindeki karmaşıklık arttıkça ihtiyaç duyulan sunucu ve sunucu altyapısı da paralel olarak artmaktadır. Günümüzde 7/24 çalışabilecek ve gereken zamanlarda hesaplama yapabilecek başlangıç seviyesindeki sunucular bin dolar seviyelerinde başlamakta, işlemci gücü ve RAM'i arttıkça onbin hatta HPC'lerde yüzbin dolara varan maliyetlere ulaşmaktadır. Bu tür sistemlerin özellikle hesaplama süreçlerinde elektrik tüketimleri artmakta ve ısınmalarından kaynaklı ciddi bir soğutma sisteminin ihtiyaç duymaktadırlar. Birçok sistem odasında ısının, sistemin verimli ve sağlıklı çalışabilmesi için klimalar ile yaz kış 20°C düzeylerinde tutulması gerekmektedir. Bu sürecin, yaz güneşinde bir rüzgar santrali tarlasındaki yeterli ısı izolasyonu yapılmamış kontrol odası ve küçük kapasiteli bir klima sistemi düşünüldüğünde son derece maliyetli ve verimsiz bir talep olduğu açıktır.

2. BULUT BİLİŞİM VE BULUT HESAPLAMA

Bilgi teknolojileri dünyasında ilk bilgisayarlar ve ilk ağ haberleşmesinin temellerinin atıldığı ikinci dünya savaşı sonrasındaki yıllarda maliyetler ve teknolojinin fiziksel talepleri nedeni ile dünya üzerinde sayılı bilgisayar bulunmaktaydı. 1980'lere kadar kişisel bilgisayar kavramı yerine terminal sistemleri üzerinden merkez bilgisayarlara bağlanılarak işlemler gerçekleştirilmekteydi. Ancak bu sistemlerde genellikle kullanıcılar terminaller üzerinden sadece sistemi kullanabilmekte, sistem ile veri alışverişini komutlar ve hedefler boyutunda kalmaktaydı. İnternet'in yaygınlaşması, özellikle 3G ve 4G gibi teknolojiler ile mobil ve lokasyondan bağımsız iletişim kapasitelerinin 3G de 40Mbps gibi yüksek hızlara ulaşabilmesi ayrıca yakın gelecekte 4G ile 1000Mbps gibi neredeyse yerel ağda çalışma ile eşdeğer bir hıza ulaşılacak olması mobil cihazları daha etkin kullanabilmemizi sağlamıştır. Kişisel bilgisayarlar ve yerel sunuculardaki hesaplama ve saklama kapasitesi günümüzde, 2000'li yıllar göz önüne alındığında çok iyi bir düzeye ulaşmış olsa da, bununla birlikte hesaplama ihtiyacı ve karmaşıklığı da genel anlamda kullanılan ilk programlardan biri olan maaş hesaplama programlarında bile yapay zeka karar destek sistemlerine ulaşmıştır. Maaşları hesaplamak için gerekli olan fonksiyonda karar ve sonuç ilişkisindeki parametreler bir elin parmakları ile sınırlı ve sabit iken bir meteorolojik olaylarda hesaplamanın içine giren parametreler, daha siz hesaplamayı yaparken değişmekte ve planlamayı karmaşık hale getirmektedir. Özellikle yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmalar gibi sıklıkla kullanılan modellerde sistem öncelikle öğrenmeli, modelini sınamalı ya da anlık olarak alternatif çözümleri rastgele üretimler ile çoklayarak denemektedir. Meteorolojinin ya da REPA Rüzgar Enerjisi Potansiyel atlası, GEPA Güneş Enerjisi Potansiyel atlası gibi yenilenebilir enerji atlaslarının verilenin kullanımı durumunda ciddi bir veri küpüne ihtiyaç duyulabilmektedir. Tüm bu verilerin ve hesaplamaların üretimin yapıldığı noktada tutulması ve hesaplanması ciddi bir bilgi teknolojileri yatırımı gerektirecektir.

Bu noktada bilgi teknolojilerine dayalı ihtiyaç ve taleplerin internet üzerinden servis olarak alınması ve kullanımı kavramını ifade eden “bulut bilişim” devreye girmektedir. Bulut bilişim bilgi teknolojisi ihtiyaçlarının dinamik ve esnek olarak kullanımını sağlayan ve özünde “kullandıkça öde” mantığı ile çalışmakta olan bir yapıdır.

2.1. Bulut Bilişim Servis Modelleri

Bulut bilişim özünde XaaS (X as a Service) yani her bilgi teknolojisi ihtiyacını servis olarak tüketiciye verilmesi üzerine kurgulanmıştır. Temelde üç ana servis yapısı bulunmaktadır.(15; 16)

2.1.1. Yazılımın Servis Olarak Sağlanması - SaaS

Tüketicilerin ihtiyaç duydukları yazılımları kendi bünyelerinde bulundurmak yerine bulut bilişim servislerini kullanarak karşılamalarıdır. Günümüzde buna en iyi örnek olarak Google firmasının vermiş olduğu Gmail, Google Docs ile, Microsoft firmasının vermiş olduğu LiveMail, Office 360 gibi klasik ofis kullanıcılarının ihtiyaç duydukları kelime işlemci, tablolu, sunum ve e-posta ihtiyaçlarını tipik bir internet tarayıcısı üzerinden herhangi bir kurulum yapmadan kullanabilmeleri verilebilir.

2.1.2. Platformun Servis Olarak Sağlanması – PaaS

Kendi yazılımlarını geliştirmek ve bunları bulut üzerinden kullanmak isteyenler için gerekli yazılımsal altyapı ve mimarinin bulut tarafından sağlanması hizmetine verilen addır. Microsoft Azure, Amazon E2C gibi platform sağlayıcıları kullanıcıların farklı amaçlar için ihtiyaç duydukları CPU gücü ve RAM ihtiyacını protokol ya da API kullanımı ile sağlamaktadırlar.

2.1.3. Altyapının Servis Olarak Sağlanması - IaaS

Kullanıcıların sanal sunucu, yüksek kapasiteli internet altyapısı, veri ve medya saklama bulundurma taleplerini karşıladıkları modeldir.

2.2. Bulut Bilişim ve Bulut Hesaplamanın Sürece Sağladığı Faydalar

Bulut bilişimin en önemli faydası yerel kurulum ve hesaplama gücünün gerekmeşidir. Bu nedenle hesaplama ve veri saklama gibi süreçlerin hepsi bulut üzerinden karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerjilere dayalı üretimde bu süreç rüzgar türbinlerinin kontrol odalarının, hidroelektrik santral binalarında yada güneş enerjisi panellerinin olduğu tarla ve çatılarda sadece internet erişiminin olduğu basit sistemlerin olmasını sağlamasıdır.

Ayrıca bulut bilişim sistemlerinde ücretlendirme ilk yatırım maliyeti yapılmadan, kullandıkça ödeme şeklinde olduğundan özellikle ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğu yenilenebilir enerji sistemleri için çok cazip bir modeldir. Bir rüzgar türbini tarlası düşünülüğünde kapasitedeki tüm direklerin aynı anda devreye alınması güçlü bir mali yapı gerektirmektedir. Genellikle kademeli devreye alınmalar tercih edilmekte ve her ilave direk ile bilgi teknolojileri ihtiyacı da değişmektedir. Başlangıçta tüm kapasite için bilgi teknolojisi yatırımı yapılsa, ilk zamanlarda atıl kalacak ve teknolojisi eskiyecek, basit bir sistem ile başlanıldığından zaman içerisinde yetersiz kalarak ölü bir yatırım haline dönüşecektir.

Bulut sistemlerinde ise santraldeki her bir ilave sistem ve gereken hesaplama gücü için bulut üzerinden anlık değişim yapılabilmekte ve buna göre ücretlendirilmektedir.

Anlık bilgi talebi ve ihtiyacına göre gereken hesaplamalar ancak paralel işlemci gücü ve sanallaştırma teknolojileri ile sağlanabilmektedir. HPC, yani yüksek performanslı hesaplama sistemleri, bu tür hesaplamaları çok hızlı bir şekilde sonuçlandırabilmektedir. Eğer yapılan öngörümde farklı bir durum yoksa örneğin ani bir hava değişimi, anlık bir tüketici talebinin oluşması ya da santral bünyesindeki üreticilerden birinin anlık arızası gibi planlamalarda HPC ihtiyacı bulunmayacaktır. HPC'nin kullanılmadığı durumlarda eğer sistemin satın alınmış ise atıl olarak duracak, enerji tüketecektir. Bunun önüne geçilebilmesi HPC'nin bulut tarafında çözülmesi ile olacaktır.(17-20)

3.HESAPLAMA MODELİ VE MİMARİSİ

Bu bölümde bulut bilişim ve bulut hesaplama servislerinin farklı üretim modelleri için nasıl kullanılabileceği ve bunların mimarilerinin nasıl şekillendirileceği anlatılmaktadır. Genel olarak dört aşamada üretim yapılabileceği öngörülmüştür. Bu öngörüler daha önceki bölümde de anlatıldığı üzere farklı talep ve özelliklere göre esnek olarak değişebilmektedir.

Bu modellerde tekli üretim sadece tek bir kaynaktan ve tek bir rüzgar/hidro türbin yada panelin olduğu durumlarıdır. Tek lokasyon ise bunların aynı yerel kaynakları kullandığı araziler ve kurulum alanlarıdır.

3.1. Tekli Üretimde Basit Model ve Mimari

Tekli üretimde tüm ihtiyaçlar bulut üzerinden kullanılmaktadır. Planlama yazılımı servis olarak türbinin kontrol sistemlerine gerekli komutları vermektedir. Üretici tek bir sistemi olduğundan ürettikçe tüketecek, uygun şebekede fazlasını şebekeye verecektir. Bölgesel ya da ulusal bir planlama sürecinde olmayacaktır. Dolayısı ile Paas ve laas gibi servisleri kullanmayacaktır.

3.2. Tek Lokasyon Çoklu Üretimde Basit Model Modeli ve Mimarisi

Tek lokasyon çoklu üretimde ise birden fazla üretim istasyonu olduğundan bunların üretimleri ve kapasiteleri birbirlerini etkileyeceklerinden basit bir planlama yapılamayacaktır. Özellikle nehir üzerinde arka arkaya yerleşmiş küçük hidrolarda düşümler ve debiler bir yukardaki santralin havzasının ve üretimine göre değişmektedir. Benzer bir durum rüzgar tarlaları içinde geçerlidir. Tarlanın her bir noktasında aynı rüzgar potansiyeli ve hızı olmamaktadır.(21; 22) Her bir üretim lokasyonu için çoklu kriter analizine göre aynı lokasyondaki diğer üretimlerde göz önüne alınarak planlama yapılmalıdır. Tüm bu veriler internet üzerinden bulutta birleşmeli, Paas üzerinde çalışan lokasyona özgü planlama yazılımı ile desteklenmelidir.

3.3. Çok Lokasyon Çoklu Üretim Modeli ve Mimarisi

Bu yapı birden fazla üretim lokasyonu olan bölgesel yada ulusal üreticiler için geçerli bir modeldir. İlk iki modelin üzerine üretici firmanın bölgesel ve ulusal satış planlaması da sistemin içine girecektir. Saas ve PaaS sistemleri diğer üretim lokasyonlarını da göz önüne alarak planlama yapacaklardır.

3.4. Çok Lokasyon, Hibrid Üretim Modeli ve Mimarisi

Özellikle akıllı şebekeler ve ulusal planlama için hibrid üretim modelinde bu sisteme üye olan tüm üreticiler, santraller ve tüketicilerin arz talep dengeleri üretimdeki SaaS'lerden beslenen PaaS üzerinde işlenecek gelen verilerin bütünlüğü ve boyutunun fazla olması IaaS olarak da tüm verilerin saklanması ve işlenmesini sağlayacaktır. Buna basit bir örnek olarak 1000 tane üretim istasyonundan gelen anlık verilerin, şebekedeki dalgalanmaların hepsinin loglanması ve buna göre planlama ve ücretlendirmenin yapılması olarak ele alınabilir. Esnek tarife ve ücretlendirme modelinde tüketicinin talebini en iyi fiyat ve üretim modeli ile karşılarken iletim ve dağıtım süreçleri de sisteme dahil olacaktır.

SONUÇ

Bu çalışmada yenilenebilir enerji santrallerinde enerji üretimi planlanması ve modellenmesi için gerekli olan hesaplama ve saklama gücünün bulut bilişim teknolojileri ile karşılanması konusu hesaplama karmaşıklığı ve maliyet unsurları ile mevcut teknolojiler göz önüne alınarak incelenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] BP, "BP Statistical Review of World Energy June 2012," June 2012.
- [2] Mellit, A. and Pavan, A. M., "A 24-h forecast of solar irradiance using artificial neural network: Application for performance prediction of a grid-connected PV plant at Trieste, Italy," *Solar Energy*, Vol. 84, No. 5, 2010, pp. 807-821.
- [3] Lin, C. T. and Lee, I. F., "Artificial intelligence diagnosis algorithm for expanding a precision expert forecasting system," *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 4, 2009, pp. 8385-8390.
- [4] Bajpai, P. and Dash, V., "Hybrid renewable energy systems for power generation in stand-alone applications: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, No. 5, 2012, pp. 2926-2939.
- [5] Tan, W. S., Hassan, M. Y., Majid, M. S., and Abdul Rahman, H., "Optimal distributed renewable generation planning: A review of different approaches," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 18, No. 0, 2013, pp. 626-645.
- [6] Kalogirou, S. A., "Artificial neural networks in renewable energy systems applications: a review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 5, No. 4, 2001, pp. 373-401.
- [7] Mellit, A. and Kalogirou, S. A., "Artificial intelligence techniques for photovoltaic applications: A review," *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 34, No. 5, 2008, pp. 574-632.
- [8] Ba+os, R., Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F. G., Gil, C., Alcayde, A., and G+-mez, J., "Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, No. 4, 2011, pp. 1753-1766.
- [9] Mandal, P., Madhira, S. T. S., haque, A. U., Meng, J., and Pineda, R. L., "Forecasting Power Output of Solar Photovoltaic System Using Wavelet Transform and Artificial Intelligence Techniques," *Procedia Computer Science*, Vol. 12, No. 0, 2012, pp. 332-337.
- [10] Mellit, A., Kalogirou, S. A., Hontoria, L., and Shaari, S., "Artificial intelligence techniques for sizing photovoltaic systems: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 13, No. 2, 2009, pp. 406-419.
- [11] S+ınchez Reinoso, C. R., Cutrera, M., Battioni, M., Milone, D. H., and Buitrago, R. H., "Photovoltaic generation model as a function of weather variables using artificial intelligence techniques," *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 37, No. 19, 2012, pp. 14781-14785.
- [12] Baltas, A. E. and Dervos, A. N., "Special framework for the spatial planning & the sustainable development of renewable energy sources," *Renewable Energy*, Vol. 48, No. 0, 2012, pp. 358-363.
- [13] Sarafidis, Y., Diakoulaki, D., Papayannakis, L., and Zervos, A., "A regional planning approach for the promotion of renewable energies," *Renewable Energy*, Vol. 18, No. 3, 1999, pp. 317-330.
- [14] Al-Agtash, S., "Electricity agents in smart grid markets," *Computers in Industry*, No. 0.
- [15] NIST, "Cloud Computing Synopsis and Recommendations," SP 800-146, May 2012.
- [16] NIST, "The NIST Definition of Cloud Computing," SP 800-145, Aug. 2011.
- [17] Mateescu, G., Gentzsch, W., and Ribbens, C. J., "Hybrid ComputingIÇöWhere HPC meets grid and Cloud Computing," *Future Generation Computer Systems*, Vol. 27, No. 5, 2011, pp. 440-453.
- [18] Garg, S. K., Yeo, C. S., Anandasivam, A., and Buyya, R., "Environment-conscious scheduling of HPC applications on distributed Cloud-oriented data centers," *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Vol. 71, No. 6, 2011, pp. 732-749.
- [19] Mauch, V., Kunze, M., and Hillenbrand, M., "High performance cloud computing," *Future Generation Computer Systems*, No. 0.
- [20] Gunarathne, T., Zhang, B., Wu, T. L., and Qiu, J., "Scalable parallel computing on clouds using Twister4Azure iterative MapReduce," *Future Generation Computer Systems*, Vol. 29, No. 4, 2013, pp. 1035-1048.
- [21] Ma, X. and Zhou, Y., "Coordination of Generation and Transmission Planning for Power System with Large Wind Farms," *Energy Procedia*, Vol. 16, Part C, No. 0, 2012, pp. 1979-1985.
- [22] Chowdhury, S., Zhang, J., Messac, A., and Castillo, L., "Optimizing the arrangement and the selection of turbines for wind farms subject to varying wind conditions," *Renewable Energy*, Vol. 52, No. 0, 2013, pp. 273-282.

ÖZGEÇMİŞ

Alper ÖZPINAR

1974 yılında Isparta’da doğdu. İlk ve ortaokulu Isparta’da tamamladı. 1989 yılında İstanbul Atatürk Fen Lisesini kazandı ve İstanbul’a geldi, sonrasında 1992 yılında Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünü kazandı. 1997 yılında Yeditepe Üniversitesi Sistem Mühendisliği bölümünde yüksek lisansa başladı, Avrupa Birliği destekli ortak proje olarak “Çevre Kirliliğinin Tespitinde Bulanık Mantığa Dayalı Yaklaşım” konulu yüksek lisans tezini tamamladı. 1997-2007 yılları arasında Yeditepe Üniversitesinde Makine ve Sistem Mühendisliği Bölümlerinde Araştırma Görevlisi ve Öğretim Görevlisi olarak çalıştı. Bu süreçte Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde doktora eğitimini tamamladı ve 2007 yılında “Yenilenebilir Enerji Santrallerinde Nöral Ağ-Bulanık Mantık Yöntemiyle Enerji Üretiminin Kontrolü Ve Planlaması” tezini vererek doktor unvanını aldı. Özpinar şu anda İstanbul Ticaret Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği bölümünde Yrd. Doç. Dr olarak çalışmaktadır. AB Projeleri, Devlet ve Sanayii Kuruluşlarında enerji, bilgi teknolojileri, yazılım ve otomasyon konularında danışmanlık yapmakta ve ilgili konularda seminerler ve eğitimler vermekte, farklı yayın organlarında yazıları yayınlanmaktadır. Uzmanlık alanları Bulut Bilişim, RFID, OTVT, Yapay Zeka ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları’dır.