



## İnşaat Güneş Enerjisi Santrallerinin Akıllı Şebekelere Entegrasyonu

Emrah ASLAN<sup>1</sup>, Nurettin BEŞLİ<sup>2</sup>, Abdulkadir GÜMÜŞÇÜ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Programcılığı, Silvan Meslek Yüksek Okulu, Dicle Üniversitesi

<sup>2-3</sup>Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi Harran Üniversitesi

\*Sorumlu Yazar

E-posta: emrah.aslan@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 20 Haziran 2017

Kabul Tarihi: 30 Ağustos 2017

### Özet

Teknoloji ve sanayinin gelişmesiyle artan enerji ihtiyacı ve fosil yakıtların sınırlı olması insanları enerji konusunda yeni arayışlara yönlendirmiştir. Enerjiyi daha verimli ve akıllıca kullanmak için çeşitli çalışmalar üzerinde durulmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynakları ve akıllı şebekeler üzerinde yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Akıllı şebekeler genel olarak üretici ve tüketici arasında elektronik iletişim sağlayarak üretim, iletim, dağıtım, talep, fiyatlandırma ve hava tahminleri gibi verileri kontrol eden sistemlerdir. Yenilenebilir enerji sistemleri kullanılarak enerji üretimi gittikçe artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürekli olmayışı bu kaynaklar için en büyük dezavantajdır. Güneş enerji santrallerinin akıllı şebekelere entegrasyonu yapılarak gün içerisinde üretilen enerjinin en verimli şekilde şebekeye aktarılması sağlanabilmektedir. Bu çalışmada tüketici dağıtım firmasına bir sonraki gün gerekli enerji talebini network üzerinden iletebilecektir. Dağıtım firmaları ise mevcut olan güneş enerji santrallerinin meteoroloji verilerini kullanarak sonraki günün üretilen enerji miktarını hesaplayabilecektir. Ve talep edilen enerji miktarı üzerinden eksik kalan enerji miktarını ise diğer kaynaklardan üretilerek dağıtım hattına verecektir. Bu sayede günlük enerji ihtiyacı oranında üretim yapılacaktır. Böylece fosil yakıt tüketimi azaltılacaktır. Çalışmamızda akıllı şebekelerin güneş enerji santrallerinin dezavantajlarını nasıl giderilebileceğine yönelik çözümler sunulacaktır.

**Anahtar kelimeler: Akıllı Şebekeler, Yenilenebilir Enerji Sistemleri, Network, Güneş Enerjisi,**

### GİRİŞ

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile akıllı sözcüğü hayatımızın birçok noktada kullanılan bir sıfat haline gelmiştir. Bu gelişmeler ile telefonlarımız, arabalarımız, elektrik şebekelerimiz, kartlarımız, sayaçlarımız gibi birçok obje hayatımızda akıllı sıfatını almıştır. Mevcut elektrik dağıtım şebekeleri karmaşık bir yapıda ve ihtiyaca cevap verememektedir. Elektrik enerjisini yönetme konusundaki sorunları çözmek ve artan enerji talebine cevap vermek amacıyla gelişen teknoloji, iletişim altyapısı kullanılarak yenilenebilir ve fosil kaynakların daha etkin kullanımı mümkündür. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar "Akıllı Şebekeler" kapsamında incelenmektedir.

Literatürde akıllı şebekelerin tanımına yönelik birçok ifade mevcuttur. Genel olarak akıllı şebekeler; tedarikçi ve tüketici arasında karşılıklı olarak elektronik iletişim sağlanması amacıyla akıllı sayaç ve izleme sistemlerinin elektrik şebekelerine entegre edilerek, şebekelerin izlenmesi, güncellenmesi, kontrol edilmesi, en verimli ve güvenilir şekilde tüketiciye aktarılmasını sağlayan elektriksel, yazılımsal ve donanımsal kompleks bir teknolojidir. Akıllı şebekeler;

- Arıza durumunda arıza tespiti ve arızanın giderilmesi
- Güç kalitesinin artırılması
- Üretim potansiyelinin ve depolama veriminin artırılması
- Her türlü güvenlik saldırılarına karşı korunaklı olması
- Enerji talebi doğrultusunda enerji üretimini

gerçekleştirilmesi

- Tüketici mağduriyetinin giderilmesi ve işletme veriminin artırılmasını hedeflemektedir.

Elektrik enerjisi temel olarak geleneksel(fosil) enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak iki grupta incelenir.

Geleneksel enerji kaynakları kömür, petrol, doğalgaz, linyit, asfaltit, uranyum ve toryum gibi fosil yakıtlardan oluşur. Fosil yakıtlar karalı ve kontrol edilebilir kaynaklardır. Fakat çevreye ciddi zararlar vermekte ve karbondioksit salınımını artırmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim bulunmaktadır.

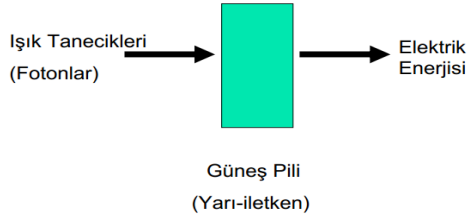
Yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgar, biyokütle, hidrolik, jeotermal olarak sınıflandırılabilir. İklim koşullarına göre yenilenebilir enerji kaynakları kontrol edilebilir ve kontrol edilemez olarak iki gruba ayrılır. Örneğin; hidrolik, biyogaz ve jeotermal kaynaklar iklim şartlarına az bağımlı ve kontrol edilebilir kaynaklardır. Buna karşın güneş, rüzgar gibi kaynaklar tamamen iklim koşullarına bağlı ve anlık üretebilecek enerjinin kontrolsüz olduğu enerji kaynaklarıdır.

Burada güneş enerji santrallerinin akıllı şebekelere entegrasyonu üzerinde nasıl daha verimli olacağı üzerinde çalıştık. Güneş enerji santralleri iklim şartlarına bağlı olarak elektrik enerjisi üretir. Meteorolojiden alınacak olan iklim verileri ile ve daha önceden yapılmış olan akademik çalışmalar sonucunda bir sonraki güne ait üretilen enerji miktarı matematiksel modellerle hesaplanabilmektedir. Aynı zamanda elektrik dağıtım firması çok tüketim yapan tüketicilerden(fabrikalar, kamu kurum kuruluşları, şirketler vb.) alacağı enerji ihtiyaç talepleri ve diğer tüketicilerin

enerji tüketim istatistiksel verileri doğrultusunda sonraki gün için gerekli enerji ihtiyaç miktarını hesaplayabilmektedir. İhtiyaç olan enerji miktarı ve güneş enerjisi santralindeki üretilecek enerji hakkında bilgilerimizi topladıktan sonra günlük ihtiyaç duyulan enerji miktarı diğer kaynaklardan üretilir. Bu sayede fosil kaynakların gereksiz kullanımının önüne geçilmiş olacaktır.

### GÜNEŞ ENERJİSİ

Güneş enerjisi temiz, güürültüsüz ve dağıtık olarak kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Güneş yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelir. Geleneksel enerji kaynaklarının oluşumunda da güneş başlıca rol oynamaktadır. Güneşten elektrik üretimini güneş pilleri sayesinde olur. Güneş pilleri, yüzeylerine gelen güneş ışınları (fotonlar) yardımıyla hiçbir hareketli parçaya gerek duymadan ve çevreyi kirletmeden güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren yarı iletken maddelerdir. Güneş pilleri fotovoltaiik çalışma prensibine dayalı olarak çalışırlar. Güneş pilinin üzerine düşen ışınlar uç kısımlarda elektrik gerilimi meydana getirir. Üretilen enerjinin kaynağı güneş ışınıdır.



Şekil 1. Güneş Pili Çalışma İlkesi

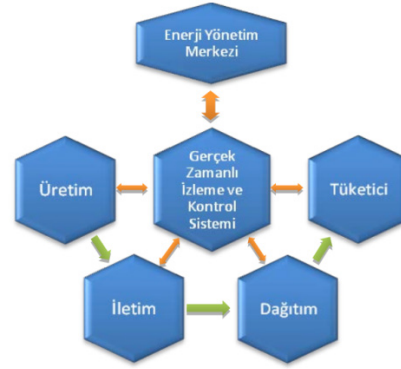
Amorf silisyum, kristal silisyum ve galyum arsenik gibi birçok farklı yarı iletken maddeden yararlanılarak üretilen ve yapısına göre üzerine düşen güneş ışını %5 ile %22,5 arasında verim ile elektrik enerjisine çevirebilmektedir. Çok sayıda güneş pilinin birbirine seri veya paralel bağlayarak güneş pili modülü ya da fotovoltaiik panel adı verilen yapı oluşturulmaktadır. İstenilen güç talebine bağlı olarak, birbirine bağlanan güneş pili modül sayısı artırılır.

Fotovoltaiik panellerinin fiyatının düşmesi, verimliliğinin artmasıyla yenilenebilir enerji kaynakları arasında kullanılabilirliği her geçen gün arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin üretimde kullanımının artması ile gerekli olan enerjinin sağlanması konusunda birçok ülkede yüzdelik oranlarda hızlı bir artış göstermektedir. Ayrıca güneş enerjisi santralleri esnek kurulum yerlerine sahip olması sayesinde trafo ve tüketim merkezleri yakınlarına kurulması iletim hatlarında meydana gelecek olan kayıpları azaltacaktır. Güneş enerjisi santrallerinin bu avantajı ve kolay montaj durumu göz önünde bulundurulunca ihtiyaç duyulan yerlere kolayca enerji üretimi sağlanabilmesi bu sistemin popülerliğini arttıran etkenlerdendir. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük dezavantajı süreklilik gösterememeleridir. Güneş Enerjisi Santrallerinin hedefi ise gün boyu üretilen enerjinin depolama yapılmadan şebekeye aktarılmasının sağlanmasıdır. Bu kapsamda akıllı şebekeler bize daha verimli enerji yönetimini hakkında bilgi vermektedir.

### Akıllı Şebekeler

Akıllı şebekeler 21. yüzyılın başında ortaya çıkan ve popüler bir kavram olarak araştırma ve geliştirme alanında önemli bir yer edinmiştir. Akıllı şebekeler temel olarak bilgi

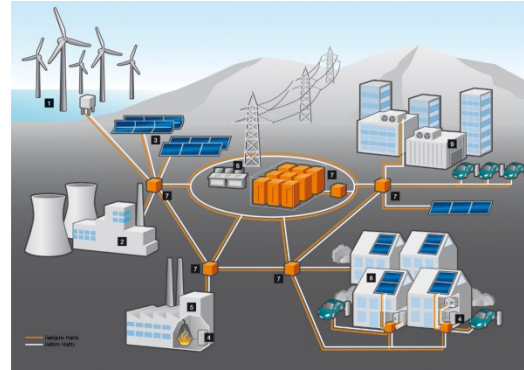
ve haberleşme sistemlerinin entegrasyonu ile şekillenmiş elektrik dağıtım sistemleridir. Akıllı şebekeler, enerjinin üretiminden, tüketimine kadar her aşamada gerçek zamanlı iki yönlü bilgi transferi sağlayarak, sürdürülebilir, güvenli ve enerji verimliliği yüksek bir enerji ağı sunmaktadır. Bu sistemlerde tüketici davranışları baz alınmaktadır. Sistemi bir parçası olan akıllı sayaçlar sayesinde tüketilen veriler toplanır ve bu bilgilere göre değerlendirmeler yapılarak enerji üretimi yapılır. Böylece tüketici talepleri doğrultusunda üretim yapılır ve iletim-dağıtım hatları ile enerji son kullanıcıya ulaştırılır. Enerji üretimi tüketici talepleri doğrultusunda yapıldığından fosil yakıtların daha bilinçli kullanımı sağlanmış olur. Tüketici ve üretici arasındaki haberleşmenin gerçek zamanlı olması sistemin verimli, güvenli ve hızlı olmasını sağlar. Akıllı şebekeler için enerji interneti kavramı da kullanılmaktadır.



Şekil 2 Akıllı şebeke akış diyagramı

Amerika Enerji Departmanı'na göre akıllı şebeke teknolojisinin temel bileşenleri şöyledir.

- Akıllı Üretim
- Akıllı İstasyonlar
- Akıllı Dağıtım
- Akıllı Sayaçlar
- Bütünleştirilmiş haberleşme
- İleri kontrol metodları



Şekil 3. Akıllı şebekeler

**Akıllı Üretim:** Akıllı şebekelerde enerji üretiminde gerçek zamanlı bilgiler kullanılarak tüketici taleplerine cevap verebilecek, mantıklı sebep sonuç ilişkileri kurup planlama yapabilecek, internet tabanlı sistemlere akıllı üretim denir. Üretim verimliliğini artırma doğrultusunda şebekenin birçok noktasından alınan geri beslemeler ile enerji üretiminin optimize edilerek, gerilimin, frekansın ve güç faktörünün otomatik olarak ayarlanabilmesi sağlamak

amacındadır.

**Akıllı İstasyonlar :** Güç faktörü performansı, kesici, trafo ve akü durumunun izlenmesi , kritik ve kritik olmayan işlemlerin kontrolünü sağlar.

**Akıllı Dağıtım:** Bu dağıtım şebekesi kendini iyileştiren, dengeleyici ve optimize edici yapıdadır. Otomatik izleme ve analiz etme özelliği ile hava durumu ve enerjisiz kalma geçmişine bağlı olarak arızaları tahmin edebilecek yapıya sahip sistemlerdir. Akıllı dağıtım ile enerji kalitesi, sürdürülebilirlik, güvenilirlik ve sistem performansına konularına pozitif katkı sağlanır. Şebekeye bağlı olan ve birbirleri ile haberleşebilen akıllı cihazlar toplanan verileri algoritmalar ile işleyerek şebekeleri optimize eder.

**Akıllı Sayaçlar:** Akıllı sayaçlar ile sayaç ve merkezi sistem arasında iletişim sağlarlar. Akıllı sayaçlar uzaktan veri raporlama ve gönderme özelliğine sahiptir. Bu sayaçlar genelde tüketilen veya üretilen enerjiyi belirli aralıklarla ölçen ve raporlayan cihazlardır. Akıllı sayaçlar tüketicinin günlük enerji tüketimini takip edip raporlayabilmektedir.

**Bütünleştirilmiş Haberleşme:** Veri toplama, koruma ve kontrol sistemleri bütünleştirilmiş bir sistemde akıllı elektronik cihazlar ile etkileşimi sağlar.

**İleri Kontrol Metotları:** Şebekenin durumunu analiz ederek tanımlayan ve tahmin eden cihazlar ve algoritmalar topluluğunu ifade etmektedir. Otomatik olarak düzeltici önlemler alınarak enerji kesintilerini ve güç kalitesi problemleri engellenir ya da etkileri azaltılır.

Akıllı şebekelerin geliştirilmesi gerçek zamanlı verilerin daha güvenilir bir şekilde toplanması ile sağlanabilir. Toplanan veriler bilgisayarlar yardımıyla çok hızlı bir şekilde analiz ederek sistem yönetimi kontrol edilebilir. Akıllı şebekelerin yapısında 3 temel bileşen vardır; Olay önleme, kendini onaran şebekeler ve gelişmiş sayaç altyapısı.

Tablo:1 Akıllı şebeke Yapısı

Olay Önleme	Kendini Onaran Şebeke	Gelişmiş Sayaç Altyapısı
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Uzaktan yük profillemesi/yönetimi</li> <li>•Şebeke aktiviteleri incelemesi</li> <li>•Gelişmiş veri analizi</li> <li>•Şebeke durum ölçümü ve kestirimci tepki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gelişmiş varlık yönetimi/görünümü</li> <li>•Gerçek zamanlı şebeke durumunun izlenmesi</li> <li>•Otomatik şebeke anahtarlama</li> <li>•Sensör olarak sayaç</li> <li>•Trafo yük yönetimi</li> <li>•Duruma bağlı insan kaynağı yönlendirmesi</li> <li>•Şebeke olay ve lokasyon algılanması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sayaçlar</li> <li>•Sayaç sorgulaması</li> <li>•Sayaç açma/kapama</li> <li>•Elektrik kesintisi uyarısı</li> <li>•Sayaçlar ile iki yönlü haberleşme</li> </ul>

Akıllı şebekeler gerçek zamanlı haberleşme altyapısı ile aşırı yüklenmeleri hissedebilecek, enerji akış yönlerini düzenleyecek, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını optimize edecek ve kullanıcı maliyetlerini aşağı çekecek çevreci bir sistem oluşturacaktır.

Akıllı şebekelerin doğa dostu olması ve enerjinin verimli kullanımını sağlaması akıllı şebekelerin en önemli özelliğidir. Akıllı şebekelere elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları entegre edilerek temiz enerji kullanımının artırılmasını ve sınırlı olan fosil kaynakların daha verimli kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda akıllı şebeke teknolojisi enerji iletim ve dağıtımındaki kayıpların

azaltılmasını sağlar. Uzaktan izleme ve değerlendirme otomasyonlarından aldıkları veriler çerçevesinde tüketilecek olan enerji miktarına uygun üretim yapar ve böylece üretim-tüketim verimliliği dengesini korur.

### Güneş Enerji Santrallerinin Akıllı Şebekelere Entegrasyonu

Akıllı şebekenin faydaları, Güneş, Rüzgar ve Biyokütle enerji santralleri gibi konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarının entegrasyonu ile geliştirilebilir. Güneş enerjisi, yıl içerisinde sürekli kullanılabilirliği ve maliyet etkinliği nedeniyle diğer tüm kaynaklar arasında önemli bir yere sahiptir. Güneş enerjisi bol miktarda bulunur. Güneşten gelen ışık enerjisi, 365 günde tüm dünyanın enerji ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Fakat Güneş Enerjili Sistemler diğer enerji kaynakları gibi kullanıcılara stabil bir enerji sunmamaktadır. Güneş enerjisi havadaki toz oranından, bulutlanmadan ve herhangi bir gölgelemeye oturu sistemden beklenen enerji alınmadığı durumlar gerçekleşebilir. Önceki kısımlarda bahsedilen ihtiyaç duyulan enerjinin büyük oranını yenilenebilir enerji sağlaması durumunda bu gibi doğal durumlar şebekenin ihtiyacı olan enerjiyi vermekte başarısız olacaktır. Bu yüzden araştırmacılar şu an kullanılan şebekelerin yetersiz olduğunu düşünüp, hava durumunu, enerji fiyatını ve şebekenin çekeceği gücü analiz edip ona göre davranan akıllı bir şebeke önermişlerdir. Meteoroloji istasyonlarından alınacak veriler doğrultusunda güneşlenme miktarını öğrenebilmekteyiz. Bu sayede ileri tarihli günler için güneş enerji santrallerinin ne kadar elektrik enerjisi üreteceği matematiksel modeller kullanılarak hesaplanabilecektir. Tüketiciler enerji ihtiyaçlarını network ile sisteme bildirebilecektir. Bu bilgilendirmeyi yapan tüketicilere belli oranda indirimler yapılarak üreticinin de tüketicinin de kazançlı çıkması sağlanacaktır. Bilgilendirme yapmayan diğer tüketiciler için eski veriler üzerinden istatistiksel analizler yapılarak ihtiyaç olan enerji miktarı hesaplanacaktır.

Mevcut olarak güneş enerji santrallerinden üretilecek elektrik miktarını ve ihtiyaç duyulan tüketim miktarı bilindiği için bu doğrultuda eksik enerji ihtiyacı fosil yakıt kullanılarak enerji üreten santraller aracılığı ile sağlanacaktır. Bu uygulama fosil yakıtların daha kontrollü kullanılacak ve tüketilmesi azaltılacaktır. Fosil yakıtlar için yapılan yatırımlar yenilenebilir enerji kaynaklarına aktarılabilir. Bu sayede doğanın kirletilmesi ve karbondioksit salınımını azaltılacaktır. Temiz enerji kullanımı artacaktır.

### Sonuç ve Öneriler

Akıllı şebekeler güvenilir ve verimli enerji temini için elektronik iletişim kullanılarak elektrik üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinde etkin olarak kontrolünü sağlamayı amaçlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilirliğinin arttığı günümüzde, akıllı şebekelere entegrasyonu makro düzeyde yenilenebilir enerjiye geçiş yapma adına çok büyük önem arz etmektedir. Meteoroloji verileri göz önünde bulundurularak güneş enerji santrallerinin elektrik enerjisi üretim potansiyelini doğru olarak hesaplaması sağlanır. Gerekli olan enerji miktarı analiz edilerek ihtiyaç doğrultusunda diğer enerji üretim santralleri devreye sokularak yeterli enerji üretimi yapılır.

Enerji üretim şirketlerinin maliyetlerini azaltmak var olan santrallerini efektif bir şekilde kullanmayı sağlamak, iş süreçlerini hızlandırmak ve dağıtım-iletim hatlarında güvenliği artırması gerekmektedir. Bu hedeflere ulaşmak

için bilgi teknolojilerini düzgün bir şekilde kullanmak şarttır. Akıllı şebekelere geçiş için teknik protokol ve standartlara uymak güvenlik ve kontrol açısından çok önemlidir.

## KAYNAKLAR

1. Aslan E., “Güneş Radyasyonu Modellemesi Ve Elektrik Santrali Fizibilite Raporu Oluşturulması”, Fen Bilimleri Enstitüsü., Harran Üniversitesi., 2016.
2. Dönmez, M., “Gaz Şebekelerinde Tahmin, Optimizasyon ve Simülasyona Dayalı Akıllı Sistem Yönetimi”, IngasSymposium, 2009.
3. Dönmez, M., “Enerji SCADA sistemleri “, S.T. Elektrik Enerji, Sayfa 28-30, 2010
4. Dönmez, M., “Enerji ve Altyapı Kontrol Sistemleri “, S.T. Elektrik Enerji, Sayfa 50-53, 2012
5. EÜAŞ 2012 Enerji Üretim Verileri
6. Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S., “Renewableenergy in India: Currentfuturepotentials”, RenewableandEnergyReviews, 14, (8), OctoberMishra, S.: statusandSustainable 2010, pp. 2434-2442.
7. Wai, R., J., Wang, W., H., Lin, C., Y.: “High-PerformanceStand-AlonePhotovoltaicGenerationSystem”, IEEE Transactions On IndustrialElectronics, 55, (1), January 2008.
8. Müller-Steinhagen, H., Malayeri, M., R., Watkinson, A., P.: “HeatExchangerFouling: 19. EnvironmentalImpacts”, Heat Transfer Engineering, 30, (10–11), 2009, pp. 773–776.
9. ResearchandDevelopmentonRenewableEnergies: ‘A Global Report on PhotovoltaicandWindEnergy’, International Science Panel on RenewableEnergies, ISPRES (2009), Paris.
10. Gümüş, B., Tüzün, M., N.: “Kentlerde Enerji Verimliliği, Van İlinin Enerji Üretim Potansiyeli ve Elektrik Enerjisi Problemleri”, V an Kent Sempozyumu, 1-3 Ekim 2009, sayfa: 301 – 320, Van
11. Altaş İ. H., Fotovoltaik Güneş Pilleri : Yapısal Özellikleri ve Karakteristikleri, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Nisan 1998, Sayı 47, Sayfalar:66-71, Bileşim yayıncılık A.Ş., İstanbul.
12. Perdahçi C., Güneş Pillerinin Çatı Dizaynında Kullanılması, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 2005, Mersin.
13. Prof.Dr. Olcay KINCAI, Güneş Enerjisi Ders Notları
14. Hans-JürgenAppelrath, PetraBeenken, LudgerBischofsMathias Uslar., IT-Architektorentwicklung im Smart Grid, SpringerGablerVerlag, Berlin-Heidelberg, 2012.
15. Köhler-Schule, Christiana., Informations- undKommunikationstechnologie in der energiewirtschaft, KS-Energie-Verlag, Berlin, 2010.
16. Uslar., IT in der Energiewirtschaft, GTO-Verlag, Berlin, 2008
17. Uslar, M.; Schmedes, T.; Luhmann, T.: RahmenbedingungenundLösungenfür Enterprise Application Integration bei EVU. In: Softwaretechnik-Trends, 25(2), GesellschaftfürInformatik, Bonn, S.74-75, 2005