

Yeşil Bilişim Yaklaşımlarıyla Kullanıcı ve Kurum Odaklı Enerji Yönetim Sistemi

Muhammet DAMAR*¹, Yılmaz GÖKŞEN²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, 35210, İzmir (ORCID: 0000-0002-3985-3073)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, 35160, İzmir (ORCID: 0000-0002-2291-2946)

(Alınış / Received: 27.12.2016, Kabul / Accepted: 15.12.2017
Online Yayınlanma / Published Online: 20.01.2018)

Anahtar Kelimeler
Enerji,
Yönetim,
Politika,
Yeşil Bilişim

Özet: İklim değişikliği çözümü için önemli araçlardan birisi bilgi ve iletişim teknolojileridir ve verimlilik artış potansiyeli ile insanlığın doğa üzerindeki yıkım etkisinin azaltılmasına katkı sağlayabilen önemli bir araçtır. Bilişimin çevreyle etkileşimi, olumlu ve olumsuz etkiler içermektedir. Çalışma kapsamında, enerji ve temel kavramlar, enerji yönetimi, enerji verimliliği ve tasarrufu, enerji ve çevre konuları, iklim değişikliği ve bilgi iletişim teknolojileri ilişkisi ve çevreci çözümleri literatür ışığında ele alınmakta, bir kamu birimini daha yeşil hale getirmek için çözümler ortaya konulmaktadır. Çalışmanın amacı; yeşil bilişim konusunda farkındalığı artırmak, çalışanların yeşil bilişim algısını, kullanıcı alışkanlıklarını, teknoloji araçlarının kullanımını ortaya koyarak, tespit edilen ihtiyaçların giderilmesi adına kurum genelindeki süreçlere entegre bir uygulama gerçekleştirmektir. Uygulama, yapılan ihtiyaç analizleri doğrultusunda, kurum içinde yürütülebilecek bir enerji politikası için bir yönetim sistemi kurgulanmaktadır. Çalışma, ele alınan süreçlerin, diğer üniversiteler ve kamu kurumları için ortak olması ve örnek teşkil etmesi adına önem taşımaktadır.

User and Institution Oriented Energy Management System With Green IT Approach

Keywords
Energy,
Management,
Policy,
Green IT

Abstract: One of the most important tools for the solution of climate change is information and communication technologies and it is an important tool to reduce the destruction impact of humanity on the nature, with the potential of its productivity enhancements. The interaction of computing environment with the environment contains both positive and negative effects. In the study, energy and basic concepts, energy management, energy efficiency and economy, energy and environmental issues are taken conceptually, climate change and the relationship with the environment friendly solutions of information and communication technologies are discussed according to the

literature, and put forward some solutions to accomplish a more green public unit. The purpose of the study; Increasing the awareness of readers related to the subject about the green IT and developing an application integrated to the processes across the organization, by identifying the green IT perception of the personnel, user habits, the use of technology tools. The application implements a management system to construct an energy policy that can be implemented within the organization, according to the requirement analysis. The study creates a model for the common processes of universities and public institutions, thus it has an importance.

*Sorumlu yazar: muhammet.damar@deu.edu.tr

1. Giriş

İklim değişikliği, çağımızın ciddi ve karmaşık bir sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun çözümü için önemli araçlardan birisi Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT)'dir. BİT, barındırdığı verimlilik artış potansiyeli ile insanlığın doğa üzerindeki yıkıcı etkisini azaltmaya katkı sağlayan önemli bir araçtır. BİT kullanımı tüketilen enerji miktarına bağlı olarak sera gazı salınımına neden olabilmektedir. Bu salınım, hizmet veya ürün üretim süreçlerinde kullanılan malzeme veya teknoloji tercihinden, kullanıcıların tüketim alışkanlıklarına değin birçok noktada yapılacak değişiklikler ile azaltılabilir. Bu anlamda kamu kurumları taşıdığı özellikler açısından önemli verimlilik potansiyeli taşıdığı düşünülebilir. Kurumlar, politikalar ve süreçler inşa edebilir; fakat bunu yaşatacak ve sahiplenecek olan kurumların çalışanlarıdır. Kamu kurumlarında yürütülebilecek çevreci politika ve süreçler ile yeşil bilince sahip personel sayısı artırılabilir ve personel üzerinde duyarlılık oluşturulabilir.

Sırasıyla çalışmada; BİT ve iklim değişikliği ilişkisi, BİT kaynaklı iklim değişiklikleri, BİT'in çevreye etkileri, elektronik atık, BİT'de enerjinin kullanımı, elektro manyetik kirlilik ve kaynakların tüketimi, yeşil bilgi ve iletişim teknolojilerinin çerçevesi, daha yeşil BİT için daha yeşil yaklaşımlar (çevre dostu ürün, BİT'de yeşil enerji

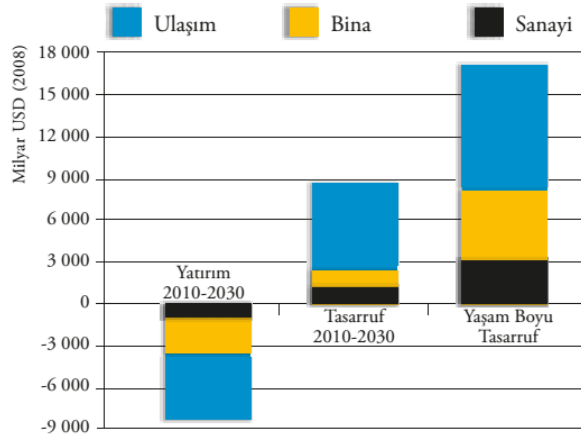
kullanımı, veri merkezleri ve yönetimi, sanallaştırma, bulut bilişim, yeşil ofisler ve e-atıkların geri dönüşümü) nelerdir, firmaların daha yeşil teknolojilere yaklaşımları ve çözümleri ele alınmaktadır. Uygulama başlığı altında ise, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (DEÜSBE) yeşil BİT konusunda mercek altına alınmaktadır. Üniversite içerisinde bilişim teknolojileri neden yeşil olmalı, enerji tüketim kalemleri, kurumun yeşil bilişim teknolojisi algısı, üniversitenin enerji harcamaları ve elektrik tüketim maliyetleri, enerji yönetimi için çözüm olarak bir enerji yönetim programı, yönetim açısından konunun nasıl ele alınabileceği, literatür çerçevesinde açıklanmaktadır. Belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda "Akıllı Enerji Yönetimi: Enerjim" uygulaması gerçekleştirilmekte ve ihtiyaç analizleri ışığında kurum içinde yürütülebilecek bir enerji politikası için bir yönetim sistemi kurgulanmaktadır. Çalışmanın sonuç bölümünde, saha çalışmasında ve uygulamanın geliştirilmesinde elde edilen deneyim ve tecrübe; konu ile ilgili literatür ve araştırmalar ele alınarak bir değerlendirme gerçekleştirilmektedir.

2. Enerji ve Yönetimi

Üretimin ana ögesi ve olmazsa olmazı enerjidir. Dünya'da enerji tüketimi bu şekilde devam ederse 2020 yılında fosil yakıt kaynaklarının yarısının tükeneceği tahmin edilmektedir [12]. Bu durum

enerji yönetimi ve verimlilik kavramlarını ön plana çıkarmaktadır. Yönetim, bir plan oluşturmak ve amaca ulaşmak için, gerekli olan tüm etkinlikleri içermekte [21] ve planla, uygula, kontrol et ve önlem al-düzeltilme çevriminin tekrarına dayanan, mantıklı ve etkin, amaca ulaşmak için gerekli tüm faaliyetleri içermektedir [27]. Enerji verimliliği ise, yeni teknoloji kullanımı ile, kalite ve performansı düşürmeden, sosyal refahı engellemeden enerji tasarrufu sağlanmasıdır [2]. Enerji

verimliliği, çoğunlukla, enerji tasarrufuyla karıştırılmaktadır. Enerji tasarrufu ve enerji verimliliği ayrı, ancak birbiriyle ilgili kavramlardır. Enerji ihtiyacını azaltmak ve karbon emisyonunu düşürmek için etkin yol olarak enerji verimliliği düşünülebilir. Aşağıda Şekil 1 üzerinde enerji verimliliği ve kazanç arasındaki senaryo 2010-2030 dönemlerinde elde edilen tasarruf miktarı ve yaşam boyu elde edilebilecek tasarruf miktarları şekil üzerinde ifade edilmektedir.



Şekil 1. Enerji verimliliği ve kazanç senaryosu [14]

Enerji üretim alışkanlıklarımızda yapacağımız doğa dostu seçimler ve enerji verimliliğini ön planda tutan yaklaşımlar iklim değişikliğinin engellenmesine katkı sağlamaktadır. Şirketlerin satın alma personellerinden, ailelerin satın aldığı cihazlara ve bu cihazların üretim süreçlerine kadar geline nokta kurum ve bireylerin çevreye duyarlı olmaları, enerji tasarrufu sağlanmaları önerilebilir.

2011 yılı istatistiklerine göre, Türkiye'nin enerji tüketiminin büyük oranla fosil kaynaklarda yoğunlaştığı görülmektedir [24]. Çevre kirliliği ile ilgili problemlerin artmasıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin arttığı düşünülebilir. Bunun yanında, 2025 yılı perspektifinde

Dünya'daki toplam elektrik enerjisi gereksiniminin %10-15'lik bölümü yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacaktır [11].

3. Bilgi İletişim Teknolojileri (BİT) Ve Yeşil Bilişim

Yeşil BİT, bilgi ve iletişim teknolojisi ürünlerinde doğaya zararlı malzemelerin kullanımının azaltılması, üretim süreçlerinde geri dönüştürülebilir malzemelere yer verilmesi ve doğaya saygılı davranılmasını, ürünlerin kullanım süreçlerinde verimli kullanımını özetle bir döngü içinde tüm süreçlerin yeşil ve çevreye saygılı hale getirilmesi olarak düşünülebilir. Çevreye saygılı, süreçleri iyileştiren, kaynaklardan tasarruf sağlayan bilgi ve iletişim teknolojileri bu bağlamda "Yeşil

BİT” kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bu yaklaşım için farklı terimler kullanılabilir. Bunlar “Akıllı BİT” veya “Sürdürülebilir BİT” şeklinde ifade edilmektedir [18]. Damar ve diğerleri [9] yeşil bilişimin, bilişim teknolojisi ürünlerinin, üretiminden kullanımına ve yaşam ömrünün bitiminden sonra tekrar doğaya zarar vermeden dönüştürülmesine kadar geçen tüm süreçleri kapsadığını belirtmişlerdir.

Türkiye’de bilişim vasıtası ile karbon salınımının azaltılması potansiyeli Şekil 2’de dörtlü bir ölçek ile gösterilmektedir. Çalışma Türkiye’de ve Dünya’da yenilikçi teknolojilerin farklı sektörlerde kullanım eğilimleri incelenerek oluşturulmuştur. Enerji, üretim, bina ve tarım sektörlerinde değerlendirilebilecek yüksek salınım azaltma potansiyeli bulunmaktadır [32].

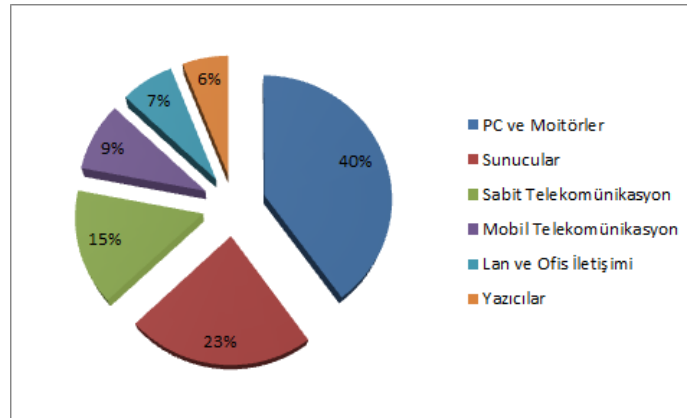
Yenilikçi Teknolojiler / Sektörler		Enerji	Ulaşım	Üretim	Hizmet	Tarım	Binalar
1. Sayısallaştırma ve Cisimsizleştirme	Potansiyel		●		●		
	Mevcut Durum				●		
2. Veri Toplama ve İletişim	Potansiyel	●	●		●	●	
	Mevcut Durum	●	●			●	
3. Sistem Entegrasyonu	Potansiyel	●	●				●
	Mevcut Durum	●	●				●
4. Süreçsel Yönetimsel Optimizasyon	Potansiyel	●	●	●	●	●	●
	Mevcut Durum	●	●	●	●	●	●

● Yüksek ● Orta ● Düşük ○ Yok

Şekil 2. Türkiye’de bilişim kaynaklı karbon salınım azaltma potansiyeli [32]

BİT sektörü barındırdığı yenilikçi potansiyeli ile küresel ölçekte CO₂ salınımında kendi sektörü dışında tüm sektörlerde %98’e varan CO₂ salınımı ve çevreye zararı azaltma, önemli oranda

verimlilik artışı sağlama potansiyeline sahiptir. Bu yenilikçi teknolojilere uzaktan çalışma, telekonferans, akıllı teknolojilere örnek gösterilmektedir [19].



Şekil 3. BİT tarafından yayılan yaklaşık CO₂ salınımı [22]

CO₂ emisyonunun temel bileşenini, bilgisayar ve monitörler ile veri merkezlerinin enerji tüketimi oluşturmaktadır (Şekil 3). Bu iki grup

toplam CO₂ salınımının yarısından fazlasını oluşturmaktadır. BİT sektörünün gelişim hızı dikkate

alındığında oranın giderek artacağı düşünülebilir.

Yeşil bilişim, kavramsal olarak, çevresel etkileri açısından kendinden önceki BİT ürün ve hizmetlerine göre, daha iyi performansa sahip ürün ve hizmetlerin

tercih edilmesi, BİT çözümleri ile sürdürülen faaliyetlerde çevreye zararın azaltılması şeklinde ifade edilmektedir [23]. Tablo 1, BİT kullanımına ilişkin özet bir değerlendirme sunmakta, 8 farklı kategoride BİT'in kullanımı ile elde edilen olumlu etki özetlenmektedir.

Tablo 1. BİT kullanımında olumlu etkiler

Etki Alanı	Etki Durumu
Ürün tüketimi	Elektronik belge sistemleri sayesinde kağıt tüketiminde önemli oranda tasarruf sağlanabilir ve çevreye kağıt üretimine bağlı olumsuz etki azaltılabilir.
Enerji tüketimi	BİT aracılığı ile gerçekleştirilebilecek akıllı sulama sistemleri sayesinde su tüketiminde tasarruflar sağlanabilir ve doğal kaynakların etkin kullanımı sağlanabilir.
Kişilerin taşınması	Kongre, seminer ve benzeri toplantılarda kullanılacak video konferans teknolojisi ile, personel taşınmasına bağlı kaynak tüketiminden ve enerji kayıplarından kaçınılabilir.
Ürün taşıma ve depolama	Lojistik hizmetlerinde BİT uygulamaları ile etkin ürün taşıma sistemleri kurgulanabilir ve fosil yakıt tüketiminden kaçınılabilir.
Ofis içi verimlilik	Akıllı ofis sistemleri ile ofis içi ışıklandırma ve havalandırma gibi sistemler etkinleştirilip enerji tasarrufu sağlanabilir.
İş verimliliği	Geliştirilen uygulamalar ile iş verimliliğinin artması sağlanabilir, kaynak ve enerji tüketiminde tasarruf sağlanabilir.
Çöp kutusu	Çöp miktarı azaltılarak enerjiden tasarrufu sağlanabilir veya çöpler dönüştürülerek etkin kaynak yönetimi sağlanabilir.

Not. Güngör ve diğerleri, (2010: 40) çalışmalarından revize edilmiştir [19].

3.1. BİT'in çevre açısından olumsuz etkileri

BİT, yaşamımızın her alanına girerken; üretiminden kullanımına, kullanım sürecinden atıl duruma düşünceye değin, çevreye olumlu etkilerinin yanında, olumsuz etkileri olabilmektedir.

Bilgisayar türü cihazların çevreye verdikleri olumsuz etki, yüksek düzeyde enerji tüketimleri ve barındırdıkları yüksek derecede toksik malzemelerdir [13]. BİT'in olumsuz etkileri aşağıda Tablo 2 üzerinde 4 kategoride açıklanmaktadır.

Tablo 2. BİT'in olumsuz etki sınıflandırması

Etki	Etkinin Açıklaması
Elektronik Atık	Herhangi bir faaliyet sonunda çevreye bırakılan her türlü maddeye atık denir [36]. Ülkemizde, çevre ve insan sağlığının korunması amacıyla, 30.05.2008 tarihli Resmi Gazete'de; "Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına", dair yönetmelik yayımlanmıştır [28]. Elektronik atıklar, Dünya'daki katı atıkların %1'ini oluşturmaktadır. Dünya'da her yıl 20-50 milyon ton, Türkiye'de 300 bin ton elektronik atık çıkmaktadır [17].
Kullanılan Enerji	Bilişim endüstrisinde en çok CO ₂ salınımı kişisel bilgisayarlar ve veri depolarından yapılmaktadır [22]. Elektronik cihazların artan enerji ihtiyacı, önemli bir sorun haline gelmektedir ve Avrupa'da yaşayan insanların %57'si evinde en az bir bilgisayara sahiptir. 2007 yılında konutlardaki bilgisayar ve monitörlerin elektrik kullanımı, toplam evsel elektrik kullanımının %2.7'sini oluşturduğu ifade edilmektedir [3].
Elektro Manyetik Kirlilik	Yaşadığımız alanlarda bulunan elektrik akımı insan ve diğer canlıların üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır [15]. İyonlaştırabilen elektromanyetik ışınlar, hücrenin genetik materyali olan DNA'yı parçalayabilecek kadar enerji taşımaktadır. DNA'da çok az bir zedelenme, kansere yol açabilecek kalıcı değişikliklere sebep olabilmektedir [16].
Doğal Kaynakların Tüketilmesi	2020'li yıllarda kişi başı binlerce bilgisayar ile bilgisayarların altın çağını yaşayacağı düşünülmektedir [20]. Bu öngörü, elektronik ekipmanlarının üretimi sırasında yoğun ve doğada nadir bulunan kaynakların kullanımından ötürü düşündürücüdür. Bilgisayar üretiminde kullanılan kaynak miktarı, diğer ev eşyaları ile kıyaslandığında oldukça yüksektir. Bilgisayar veya monitör üretiminde minimum 240 kilogram fosil yakıt, 22 kilogram kimyasal ve 1.5 ton su kullanıldığı ifade edilmektedir [1].

4. BİT İçin Yeni Yaklaşımlar

Günümüzde yeşil ve çevreci yaklaşım hayatımızın birçok alanında karşımıza çıkmaktadır. Artık işletmeler; üretim, tedarik, pazarlama süreçlerinde yeşil kavramını kullanmakta, tüketiciler ürün satın alırken çevreye değer veren işletmelerin ürünlerini almaya dikkat etmektedir. Bilişim sektörü, daha çevreci, daha az enerji harcayan, kurşun

ve zararlı maddelerin kullanımının en aza indirildiği ürünleri üretmek için daha çok çalışmaktadır. Gartner'ın 2008 yılı çevre kirliliğini azaltmaya yönelik raporu [35], BİT yapılanmalarında çevresel faaliyetler için kurumların hareket adımlarını, 10 madde ile özetlemiştir. Bu maddeler aşağıda Şekil 4 üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 4. Yeşil BİT stratejisinin 10 temel hareket noktası [35]

Aşağıda BİT sektörü içindeki yeşil ve yenilikçi yaklaşımlar, literatürün kapsamlı bir şekilde incelenmesi ile, 7 başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar; çevre dostu ürün, BİT'te yeşil enerji

kullanımı, veri merkezleri ve yönetimi, sanallaştırma, bulut bilişim, yeşil ofisler, atıkların geri dönüşümü şeklinde sırasıyla açıklanmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. BİT için yeşil yaklaşımlar

Çevre dostu ürün	Doğaya zararlı maddenin bulunmadığı, yenilenebilir enerji ve malzeme ile üretilen, doğaya zararlı ambalajlanmayan, son ürün formunda zararlı kimyasal madde barındırmayan, kullanım süresi sonrası geri dönüştürülebilir veya yok edilmesi sürecinde doğaya zarar vermeyen ürün olarak tanımlanmaktadır [7]. Örneğin HP firması bu noktada "Kolayca Anlaşılır Yeşil BİT" (Green IT for Dummies) adıyla İngilizce bir doküman oluşturmuştur [29]. Bilişim sektöründeki firmanın bu tür bir doküman hazırlaması firmanın sadece ürünlerin üretim ve satışı ile ilgilenmediğini; ürünlerin doğaya saygılı kullanımına da önem verdiğini göstermektedir.
Bilişimde enerji kullanımı	BİT araçlarının daha akıllı kullanımıyla enerji kazanımı söz konusudur. Bu durum özel ve kamu kurumları için bir kurumsal kültür haline getirilmesi gereken davranışlardır.
Veri merkezleri ve yönetimi	Bilişim sektöründeki enerji harcamalarındaki başrol, sistem odalarındaki enerji sarfiyatıdır [4]. BİT kaynaklı CO ₂ salınımında en büyük pay sistem odaları ve sistem odalarının sağlıklı bir şekilde faaliyetlerini sürdürmesi için yürütülen faaliyetlerden kaynaklanmaktadır [22]. Bunun yanında sistem odalarının iklimlendirilmesi için harcanan enerji, veri merkezlerinde tüketilen enerjinin yaklaşık %30'una karşılık gelmektedir [6]. Veri merkezlerinde kullanım önerisi olarak, bulut teknolojisi ve sanallaştırma daha yeşil teknoloji olarak sunulabilir.
Sanallaştırma	Sanallaştırma veri merkezleri için olmazsa olmaz bir teknoloji haline gelmekte, teknik altyapının yönetimini kolaylaştırmakta, işgücü ve zamandan büyük oranda tasarruf sağlamaktadır. Sanallaştırma sayesinde veri merkezindeki fiziksel sunucuların sayısı azaltılabilir, enerji, soğutma gibi işletme giderleri azaltılabilir ve bu şekilde daha yeşil bir veri merkezleri oluşturulabilir. Merkezi ve etkin yönetim sistemi ile yönetimsel karmaşa minimize edilerek kaynakların daha etkin kullanımı sağlanabilir.

Bulut bilişim	İhtiyaç duyulan veri ve hesaplamaların tüketici bilgisayarı yerine uzaktaki sunucularda tutulması mantığına dayanmaktadır. Geleneksel iş uygulamalarının karışık ve pahalı olması bulut bilgi işlemin gelişiminin önünü açmaktadır [25]. Christopher Mines'ın "Neden Bulut Yeşil Bir Çözümdür; Bunun İçin 4 Neden" [26] yazısında klasik bilgi işlem ve bulut bilgi işlem arasında farklarda, bulut bilgi işlemin en önemli iki özelliği; kaynak diğeri ise enerji olarak ifade edilmiştir. Kaynak ve enerji israfı bulut bilgi işlem ile engellenir, kaynak etkinliği sağlanır.
Yeşil ofisler	Araştırmaya göre, bir kurumun bilgilerinin %80 - %95'i kağıt ile elektronik ortamda saklanabilmektedir [10]. Ofis ortamında, kullanılmayan ofis malzemelerinin kapatılması, ihtiyaç dışı kullanımın önüne geçilmesi gerektiği düşünülebilir. Bu durum hem finansal hem de çevresel olarak kurumlara büyük bir mali yük getirmektedir. Bir ofis çalışanı yılda ortalama 10.000 yaprak kağıt kullanmakta ve bir yaprak kağıt üretimi için 390 gram suya ihtiyaç duyulmaktadır. Yazılım çözümleri etkin kullanıldığında, enerji, şirket giderleri, kağıt yapımında kullanılan kaynaklar konusunda verimlilik ve kaynak tasarrufu sağlanmaktadır [7].
Bilişim sektörü atıklarının geri dönüşümü	Teknolojinin hızlı ilerlemesi ile, yeni ürün modelleri piyasaya sürülmekte, teknoloji geçiren cihazlar çalışır halde olsa bile çöp haline gelmektedir. Bugün bu noktada hızla artan yeni bir atık türü olan elektronik atık ile karşı karşıya bulunmaktayız. Elektronik atıklar, doğada kapladıkları yer ve içerdikleri zehirli maddelerden ötürü Dünya'da büyüyen bir sorundur [8]. Günümüzde bazı ülkeler, elektronik atıkları, geri dönüşüm için toplamakta ve hammadde olarak kullanılabilirlerdir.

4.1. Kurumların yeşil BİT algısı

Turkcell, baz istasyonlarındaki enerji ihtiyacı için yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih etmektedir. GreenCell projesi adı verilen bir proje ile baz istasyonu elektriğinin temininde rüzgar enerjisinden faydalanmaya başlamıştır. Bu sayede 738000 kWh

enerji tasarrufu sağlamış ve CO₂ emisyonunu 500 ton azaltmıştır. Turkcell aynı zamanda akıllı teknolojiler ile firmalara enerji tasarrufu ve verimlilik sağlayacak çeşitli hizmetlerde bulunmaktadır [30]. Aşağıda Tablo 4 üzerinde, kurumların iç süreçlerinde kullanabilecekleri BİT çözümlerinin faydaları gösterilmektedir.

Tablo 4. BİT'in çevreci kullanım örnekleri ve kazanımları [19]

BİT çözümleri	Faydaları
Uzaktan çalışma	AB-25 ülkelerinde, çalışanların % 10'unun işlerini uzaktan yapması yılda 22 milyon ton CO ₂ tasarrufu sağlayabilir.
Ses-konferansı	AB-25 ülkelerinde, yıllık konferans katılımında fiziksel katılım yerine ses-video konferansın tercih edilmesi, yılda 2128 milyon ton CO ₂ tasarruf sağlayabilir.
Video konferans	AB-25 ülkelerinde, iş gezilerinin %20'sinin video konferanslar ile yapılması yılda CO ₂ tüketimini 22.35 milyon ton azaltabilir.
Online telefon faturalandırması	AB-15 ülkelerinde tüm abonelere online faturalandırma yapılmasıyla yılda CO ₂ tüketimi 1.03 milyon ton azaltılabilmektedir.
Web tabanlı vergi iadesi	AB-25 ülkelerinde, vergi iadelerinin internet üzerinden gerçekleştirilmesi ile yıllık CO ₂ tüketimi 195790 ton azaltılmaktadır.

Bir başka örnek; 2009 yılında Samsung elektronik firmasıdır. Firma 50 nanometre işlemci teknolojisi ile Dünya'nın ilk 4 gigabyte Ddr3 Dram mod ürününü geliştirmiştir. Bu sayede daha yüksek kapasiteli bellek ihtiyacının giderilmesi için önemli bir gelişme kaydedilmiştir. Düşük enerji tüketimi için özel olarak tasarlanan 4 gigabyte Ddr3 Dram 1.35 voltla çalışmakta ve 1.5Voltla çalışan Ddr3'e göre %20 daha çok iş üretmekte ve %40 daha az enerji

harcamaktadır [7]. Bir başka örnek ise Türk Telekom firmasıdır. Firma çalışanları üzerinde oluşturduğu çevreci kurum kültürüyle enerji tasarrufu ve karbon salınımına dikkat çekmektedir. Firma binalarında kullanılan akıllı sistemler ile elektrik tüketiminde yılda 1.5 milyon kWh, doğalgaz tüketiminde 3.5 Milyon kWh tasarruf sağlamıştır [31].

5. Uygulama

5.1. Uygulama alanının yeşil bilişim yaklaşımı ile incelenmesi

Çalışmada DEÜSBE yeşil bilişim açısından mercek altına alınmakta ve ihtiyaçların doğru belirlenmesi için kurum personeline ve yetkililere çeşitli formlar uygulanmaktadır. Bunlardan ilki, “Yetkili Görüşme Formu” dur. Kurum hakkında genel bilgilerin alındığı, uygulanan ilk formdur. Sorular; BİT kullanımını, laboratuvar sayısını, kurumun kullandığı teknolojileri sorgulamaktadır. Bu sayede, kurum içi durum, BİT envanter sayısı gibi çalışmayı etkileyebilecek veriler sistematik bir şekilde toplanmaktadır. Bir diğer form ise “Kullanıcı Görüşme Formu” dur. Kullanıcıların BİT kullanım alışkanlıklarını öğrenmeye yönelik bir formdur. Bu form, toplamda 3 boyuttan oluşmaktadır. Boyutlar; kullanıcının demografik özellikleri, kullanıcı alışkanlıkları ve yeşil bilişim konusunda değerlendirme şeklindedir. Uygulanan bu formlara ek olarak seçilen bazı BİT cihazlarının enerji tüketimleri elektronik enerji ölçüm cihazı ile hesaplanmaktadır.

Yapılan tüm bu incelemeler sonucunda kurum ihtiyaçlarına dönük, “Akıllı Enerji Yönetimi: Enerjim”, programı Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgi Sistemine

(DEBİS) entegre bir şekilde inşa edilmektedir. Geliştirilen uygulamanın yazılım yaşam döngüsü içindeki test süreçleri dahil tüm adımları gerçekleştirilmiş, diğer üniversite ve kurumlara örnek olabilecek, gerçek saha verilerine ve ihtiyaçlara göre tasarlanmış, fakat aktif olarak kullanım için idari kararları bekleyen bir uygulamadır.

5.2. Kurum içi enerji tüketim kalemleri

Kurum içi enerji tüketim kalemleri belirli gider kalemleri altında sınıflanmaktadır. Örneğin bütçe giderlerinde 03-02-03 enerji alımlarını ifade eder. Giderlerin takibi ve kontrolünün sağlanabilmesi için kayıt altına alınıp izlenebilmesi gerekir. Gerçekleştirilen uygulamada tüketim giderleri Tablo 5 üzerinde ifade edilen gruplara göre yapılmaktadır. Bu sayede kurumun giderlerinin Maliye Bakanlığı Bütçe Sınıflandırılmasına uygun sınıflanması ve kontrolü sağlanabilmektedir. Tablo 5 üzerinde Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) üzerinde enerji giderleri ve sınıfı 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015 dönemleri için gösterilmektedir. İlgili tablo ile kurum içi enerji giderlerinin büyüklüğü ve giderlerin genel bütçe içindeki yeri görülebilmektedir.

Tablo 5. DEÜ analitik bütçe sınıflandırması kodlarına göre yıl bazlı enerji giderleri

Kodu	Sınıf İsmi	2011	2012	2013	2014	2015
03/2/3/01	Yakacak Alımları	2.523.090	2.036.681	2.467.693	2.000.479	2.587.750
03/2/3/02	Akaryakıt ve Yağ Alımları	446.113	407.485	531.279	603.130	573.499
03/2/3/03	Elektrik Alımları	5.562.050	11.335.429	8.930.638	4.988.153	5.941.886
03/2/3/90	Diğer Enerji Alımları	1.130.124	1.814.203	858.378	1.139.106	1.132.537
03/2/3	Enerji Alımları (Genel Toplam)	9.661.379	15.593.799	12.787.988	8.730.869	10.235.674
-	Toplam	353.234.583	379.771.628	392.693.477	461.281.443	502.064.511
-	Bütçede Enerji Alımları Oranı	%2.73	%4.1	%3.25	%1.89	%2.03

Not. DEÜ, Maliye bakanlığı bütçe giderlerinin ekonomik sınıflandırması 2011-2015 tablolarından revize edilmiştir.

5.3. Kurum BİT cihaz envanteri

DEÜ 2011-2015 Stratejik Planına [33] ve 2015 Performans Raporuna [34] göre, DEÜ içerisinde fakülte, yüksekokul ve müdürlüklerde, bir bilgi işlem yapılanması olsa da; bilgi ve iletişim teknolojileri faaliyetleri Rektörlük Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından işletilmektedir. 2011-2015 Stratejik

planı çerçevesinde; BİT sınıflandırması: Teknolojik kaynaklar, internet ve bilgisayar, DEÜ kütüphane otomasyon sistemi, bilgisayarlar, kütüphane kaynakları ile diğer BİT kaynakları şeklindedir. Tablo 6'da kurum içi aktif kullanımdaki BİT ürünlerinin türleri ve sayıları görülebilmektedir.

Tablo 6. 2015 Performans raporuna göre BİT kaynak grupları ve sayısı [34]

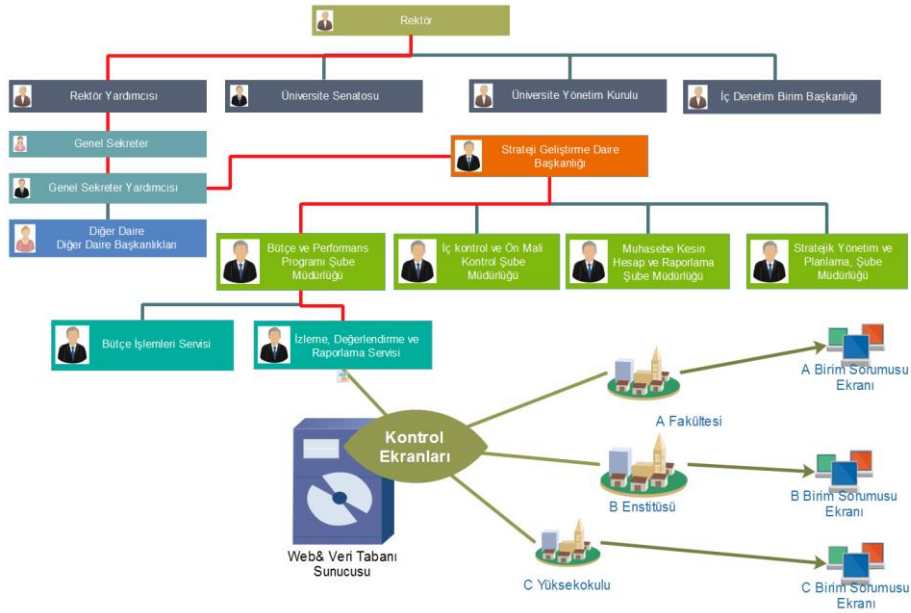
Bilgi ve İletişim Teknolojileri Kaynak Grupları	Miktar
Bilgisayar ve Sunucular	16.132
Bilgisayar Çevre Birimleri	4.504
Tekstir ve Çoğaltma Makineleri	248
Haberleşme Cihazları	5.568
Ses, Görüntü ve Sunum Cihazları	4.778
Seminer ve Sunum Amaçlı Ürünler	1.924
Görsel ve İşitsel Kaynaklar	7
Öğrenmeyi Kolaylaştırıcı Ekipmanlar	2.072
Kontrol ve Güvenlik Sistemleri	858
Toplam	36.091

5.4. Kurum içi enerji yönetim programının yürütülmesi ve enerji politikası

Enerji verimliliği çalışmalarının odak noktasında enerji yönetimi bulunmaktadır. Tüm yönetim faaliyetleri gibi enerji yönetimi; planlama, koordinasyon ve kontrol gibi süreçlerden meydana gelmektedir. Çalıkoğlu'na [5] göre basit işletme tedbirleriyle enerji verimliliğinde %10'a varan oranlarda iyileşmeler sağlanabilmektedir. Üniversite içindeki enerji giderleri (Tablo 5), BİT ürünlerinin miktarları (Tablo 6) ve analizlerden elde edilen veriler ışığında, kurumda bir enerji yönetim çalışması gerçekleştirilmenin ve politika oluşturmanın kuruma olumlu bir etki yaratacağı ortaya çıkmaktadır. Kurum içi gerçekleştirilen incelemeler ve görüşmeler sonucunda, kurum içinde enerji yönetim programına dair herhangi bir uygulama veya faaliyete rastlanmamıştır. Kurum içinde enerji kalemlerinin takibini sağlayan bir birim söz konusudur. Birimin görevleri arasında enerji verimlilik çalışması, tasarruf önlemleri, kurum içi enerji

politikası güdülmesi gibi etkinlikler söz konusu değildir. Enerji politikasının yürütülmesi için DEÜ yapısına uygun yapılanma aşağıda gösterilmektedir (Şekil 5 ve Şekil 6).

Kurumda enerji politikasının yürütülebilmesi için politikanın tüm personel tarafından sahiplenmesi gerekmektedir. Personelinin enerjinin verimli kullanımı ve tasarrufu üzerine, sorumluluklarının olduğunun farkında olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, kurum için personel bilinçlendirme çalışması yürütülmelidir ve bu çalışma, eğitim, iletişim, davranış değiştirme ve değerlendirme bölümlerinden oluşmaktadır [5]. Enerji politikasının birim sorumlularınca etkin bir şekilde yürütülebilmesi için DEBİS'e entegre ve tüm kurum kullanıcıların ulaşabileceği bir yapı gereklidir. Özellikle kurum içi eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları için iletişim sistemi kritik bir önem taşımaktadır. Tüm bu ihtiyaçlar göz önüne alınarak, enerji yönetim sistemi yazılımı "Akıllı Enerji Yönetimi: Enerjim" programı DEÜ ihtiyaçlarına uygun bir şekilde kurgulanmıştır.



Şekil 5. Kurum idari teşkilat şeması üzerinde enerji yönetim süreci kurgusu

6. Enerji Yönetim Sistemi Yazılımı

Aktarılan fizibilite çalışmaları sonrasında, istemci sunucu mimarisi ile çalışan ve DEBİS'e entegre, tüm kullanıcıların rahatlıkla ulaşabileceği yazılım gereksinimi ortaya çıkmıştır. Geliştirilen program, kurum içinde yürütülebilecek bir enerji politikası için yönetim sistemi kurgulamayı amaçlamaktadır.

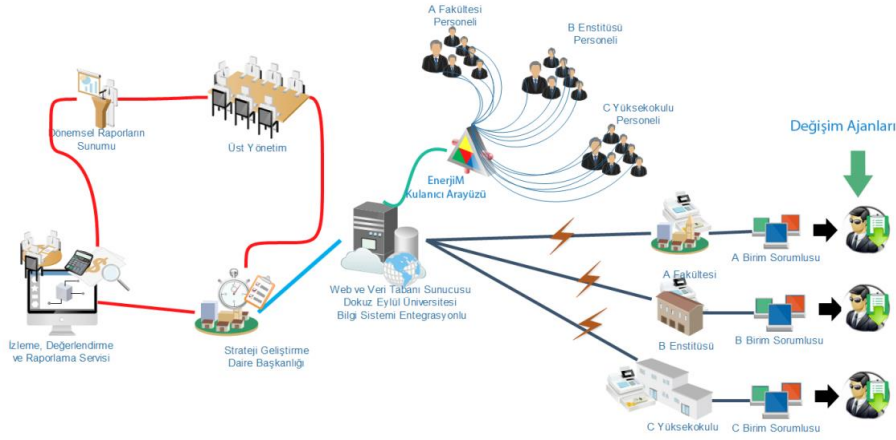
6.1. Yazılım teknolojileri

Geliştirilen bu yazılım, enerji yönetimi sağlayabilmesi, enerji giderlerinin kayıt altına alınıp izlenmesini sağlaması, üst yönetime ve birimlere iyileştirmelerin raporlanmasına imkan sağlaması adına önemlidir. Tabi bunun yanında, birim içi haber paylaşımı, birim içi mesajlaşma, eposta atabilme, faydalı dokümanları kullanıcılar ile paylaşabilme ve kullanıcı işlemleri gibi çeşitli fonksiyonlara sahiptir. Bu fonksiyonlara erişimde kullanıcıların rol bazlı yetkilendirmesi sağlanmıştır. Projede yazılım teknolojisi olarak, Php programlama dili, Html 5, Css3, JQuery ve Oracle veri tabanı kullanılmaktadır.

Uygulama iki boyutta değerlendirilebilir. Birincisi, kullanıcı alışkanlıklarının yönetimi ve enerji politikası noktasında bilinçlendirme çalışmaları, ikincisi ise kurumdaki enerji giderlerinin ve BİT ürünlerinin kayıt altına alınması, yürütülen enerji politikalarının takibi ve bu noktada gider kalemlerindeki değişimin gözlenmesi şeklinde açıklanabilir. Uygulamanın gerçekleştirimi için 25 tablo kullanılmıştır. Bu tabloların etkin kullanımı için ilişkisel veri tabanının yeteneklerinden ve özelliklerinden (foreign/primary key, trigger, sequence gibi) faydalanılmıştır.

6.2. Kullanıcı türleri

Yeşil BİT'in en önemli unsurlarından biri süreçleri iyileştirip etkinleştirerek enerji tasarrufu sağlamasıdır. Bu noktada organizasyon yapısı içinde doğru rol ve görev dağılımı yapabilmek önemlidir. Uygulamada roller sırasıyla, strateji geliştirme daire başkanlığı, birim sorumluları, kurum personelleri ve değişim ajanları şeklindedir.



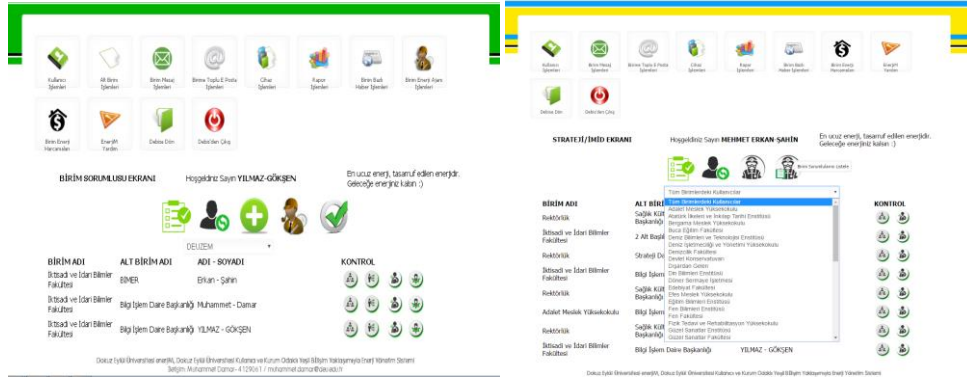
Şekil 6. Projenin roller ve süreçler üzerinde görünümü

Her rolün farklı sorumluluk ve yetki alanları söz konusudur. Kullanıcı türlerinin her biri ayrı önem ve özelliğe sahiptir. Fakat bunlar arasında özellikle enerji politikalarının ve kullanım alışkanlıklarının düzene girmesinde, enerji politikalarının hedefe ulaşmasında, kurum personeli kritik öneme sahiptir. Uygulamanın test sürecinden elde edilen ekran görüntüleri Şekil 7 ve Şekil 8 üzerinde gösterilmektedir. Birim sorumluları tarafından birim enerji gider kalemleri program sayesinde girebilmekte, kullanıcıların üzerlerindeki BİT ürünleri envanterine erişebilmekte, ilgili birimdeki personele duyuru ve haber iletebilmektedir. Bu ekranlar sayesinde, birimlerin enerji tüketimlerinin aylık/yıllık olarak

görülmesi sağlanmakta ve birime kayıtlı personel listesi ve bu personellerin üzerindeki cihaz envanterine ulaşabilmektedir. Enerji giderleri bütçe kalemlerini bu uygulama aracılığı ile takip edebilmekte ve strateji geliştirme daire başkanlığı ile uygulama üzerinden haberleşebilmektedir. Uygulamada kullanılan birim ve birim kodları üniversitenin sahip olduğu ve diğer projelerde kullanılanlar ile aynıdır. Bu sayede gereken durumlarda diğer projelerden ilgili birimler ile ilgili farklı verilere (Bilimsel araştırma veya TÜBİTAK proje bilgileri gibi) kolaylıkla ulaşabilecektir. Bu durum, projeler aracılığı ile birim envanterine giren BİT ürünlerini de kontrol altına alabilmeye imkan sağlamaktadır.



Şekil 7. Kullanıcı ve değişim ajanı ekranlarından görünüm



Şekil 8. Birim sorumlusu ile strateji/imid ekran görünümü

Aynı zamanda her birimin altında sanal birim oluşturmak mümkündür. Birimler içerisinde özelleştirme yapılabilir ve daha özel raporlara ulaşılabilir. Bir diğer rolümüz “Akıllı Enerji Yönetimi: Enerjim” uygulamasında, akıl ve sürekli iyileşme adına kritik öneme sahip değişim ajanlarıdır. Değişim ajanları, kullanıcıların BİT ürünleriyle kullanıcıların hatalı olduğu durumlarda, uyarı mesajları gönderebilmektedir. Bu uyarı mesajları, bilgisayar veya yazıcı gibi BİT cihazlarının kullanılmadıkları zamanlarda kapatılmaması (işyerinden çıkışta, öğle aralarında) durumlarında gönderilmektedir. Yazıcılardan aşırı çıktı almak, yazıcıları kişisel amaçlı kullanmak uyarı mesajlarının diğer konularıdır. Gönderilen her mesaj kayıt altına alınmakta ve birim yöneticileri tarafından görülebilmektedir. Bu sayede kullanıcıların BİT kullanım alışkanlıkları üzerinde kontrol ve denetim sağlanmaktadır.

Kurumlar gelenekselleşmiş yönetim sistemlerinden kurtulmak için yeni ve sistematik bir yaklaşım olan değişim mühendisliğini uygulamaktadır [37,38]. Değişim mühendisliğinin en önemli amacı; organizasyonda performans düzeyini yükseltmektir ve başlıca performans göstergeleri maliyet, kalite, hız ve hizmettir [37]. Değişim ajanları aynı zamanda değişim mühendisi gibi hareket ederler. Kurum yöneticilerine

kurum içi enerji politikasının gelişmesi için birim içi işletilen süreçler ile ilgili kritik ve önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir. Enerji politikalarının birimde yayılması ve seslendirilmesinde değişim ajanları önemli görevlere sahiptir. Kurum içi eğitimleri ilk alacak kişiler değişim ajanlarıdır. Bilinçlendirmede ve kurum içi verimli enerji tüketiminde ve çevre bilinci oluşturulmasında aktif rol oynamaktadır. Son rol olarak tercih edilen ve organizasyon yapısı üzerinde önemli bir yere sahip olan strateji geliştirme daire başkanlığıdır. Bu birim, kurum içi enerji giderlerinin kayıt altına alınmasını, takibini, hedeflerin belirlenmesini, üst yönetime ve kamuya çeşitli raporlar ile bilgi verilmesinden sorumludur. Özetle, yazılımın kapsamı enerji yönetiminin sağlanabilmesi için, enerji giderlerinin kayıt altına alınıp izlenebilmesi, dönemsel hedefler konulması, üst yönetime ve birimlere raporlamaların yapılabilmesi için verilerin saklanması ve sunulması, kullanıcılar üzerinde etkin bir enerji yönetimi yürütebilmek için bir ortam sağlanması şeklindedir. Bu bağlamda oluşturulan rollerin farklı sorumluluk alanları, yazılım içerisinde yetkilendirildikleri farklı ara yüzler söz konusudur.

7. Sonuç ve Öneriler

Gerçekleştirilen çalışmanın, yazılım gerçekleştirim süreçleri, ihtiyacın ele alındığı sektör, sektör içerisinde çözüm bulduğu problemler ve probleme getirdiği yaklaşım açısından bu alanda gerçekleştirilen öncü çalışmalardan olduğu ifade edilebilir. Çalışmada çözüm olarak sunulan uygulama, enerji yönetiminin sağlanabilmesi, enerji giderlerinin kayıt altına alınıp izlenebilmesi, dönemsel hedefler konulması, üst yönetime ve birimlere raporlanması, kurum personelinin BİT envanterinin yönetimi ve birim içi haberleşme gibi birçok fonksiyona sahiptir. Yapılacak verimlilik ve tasarruf çalışmaları üniversitenin büyüklüğü, BİT cihaz sayıları ve tüketim miktarları dikkate alındığında önemli ve kurum lehine olduğu düşünülebilir.

Öneri olarak, uygulamanın diğer kamu kurumlarına da örnek teşkil edecek şekilde, kurum genelinde diğer bütçe kalemlerini de içine alan bir bütçe kontrol sistemi dönüştürülebilir. Bu sayede kurumların bütçeleri ile etkinlikleri arasında etkileşim kontrol altına alınıp, yönetimi kolaylaştırılabilir. Proje farklı üniversitelerde uygulanabilir hale getirilebilir. Pilot bir iki üniversite içinde sistemlerin incelenmesi ile kurgunun tüm üniversiteler için çalıştırılabilir hale getirilmesi sağlanabilir. Bunun yanında proje, üniversitelerin Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) fonu tarafından desteklenebilir. Kamu ve özel kuruluşlar, çevre dostu davranmaya özendirilebilir, iş süreçlerinin daha yeşil ve çevreci olmasına gayret gösterilebilir.

Projenin daha akıllı hale getirilebilmesi için, projede istemci-sunucu mimarisiyle desteklenen, kurum çalışanlarının bilgisayarlarına kurulabilecek bir yazılım ile bilgisayar kullanımları kurum genelinde kontrol edilebilir. Bu sayede sistem çok daha

akıllı hale gelebilir. Kullanıcıların tüketim alışkanlıklarının ve enerji giderlerinin kayıt altına alınması ile ise de bu bağlamda daha etkin kurum içi politikaların sürdürülmesi sağlanabilir. Farklı üniversiteler ile birlikte çalışma, üniversitelerin kendi yapılarından doğabilecek özel durumların aşılması ile projenin daha başarılı olabilmesi için fırsatlar sağlayabilir. Farklı üniversitelerin aynı sistemi kullanması, üniversiteler arasında yürütülen politikalar, belirlenen hedefler ve hedeflere ulaşma konusunda bir kıyaslama sağlayabilir.

Kaynakça

- [1] Adamson, M. Hamilton R. Hutchison K. Kazmierowski K. Lau J. Madejski D. Macdonald N. 2005. Environmental Impact Of Computer Information Technology in An Institutional Setting: A Case Study At The University Of Guelph. http://www.uoguelph.ca/isc/documents/050602environcs_000.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [2] Bayraç, N.H. 2013. Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, s.229-260.
- [3] Bertaldi, P. Atanasu, B. 2009. Electricity Consumption And Efficiency Trends in European Union - Status Report 2009. http://iet.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/documents/ie_energy_press_event/status_report_2009.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [4] Cook, G. Horn, V.J. 2011. How Dirty Is Your Data? <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2011/Cool%20IT/dirty-data-report-greenpeace.pdf/> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [5] Çalıkoğlu, E. 2013. Enerji Yönetimi Politikası. Enerji Yönetimi ve

- Politikaları (s.45-69), (Ed.) Ergün, Y. Tanışlı, M., Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi, Eskişehir.
- [6] Çavdar, D. Alagöz, F. 2013. Yeşil Veri Merkezlerinde Enerji Verimliliği, (Bildiri No: 276), Akademik Bilişim 2013, Düzenleyen: Akdeniz Üniversitesi 23-25 Ocak 2013 Antalya.
- [7] Çevreci Bilişim, 2010. Kamu-Bib XII. Dönem Belge Grubu Raporu, Türkiye Bilişim Derneği. <http://kamu-bib.org.tr/kamubib-12/rapor/RP3-2010.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [8] Çiftlik, S. Handırı, İ. Beyhan, M. Akçi, U.A. Ilgar, M. Gönüllü, T.M. 2009. Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi. TÜRKAY 2009, Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, 15-17 Haziran 2009, İstanbul.
- [9] Damar, M. Gökşen, Y. Doğan, O. 2015. Yeşil Bilişim: Bir Kamu Kurumu Örneği ve Politika Önerileri. 2. Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi Bildiri Kitabı (165-179). 8-10 Ekim, Erzurum.
- [10] Doküman ve Süreç Yönetimi Nedir, 2013. envision. http://www.envision.com.tr/about_dms.aspx (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [11] Dodi, K. 2010. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji-Limitsiz Enerji. http://www.limitsizenerji.com/test_baran/wp-content/uploads/2010/02/YEKKad irDodi.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [12] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü 2011. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü-Enerji Tasarrufu Çalışmaları, [http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/bina_ulas.html](http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/en_tasarrufu/konut_ul as/bina_ulas.html) (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [13] Lee, C.H. Chang, C.T. Fan, K.S. Chang, T.C. 2004. An Overview of Recycling and Treatment of Scrap Computers, Journal of Hazardous Materials. Cilt 114 Sayı 1-3, s.93-100. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2004.07.013
- [14] Enerji Verimliliği Derneği, 2010. Türkiye Enerji ve Enerji Verimliliği Çalışmaları Raporu ‘Yeşil Ekonomiye Geçiş’. <http://www.enver.org.tr/UserFiles/CKUpload/Upload/tevem-2.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [15] Elektromanyetik Kirlilik, 2015. Cevreonline. <http://cevreonline.com/elektromanyetik-kirlilik/> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [16] Elhasoğlu, D. 2006. Elektromanyetik Kirliliğin Zararlı Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 135s, Adana.
- [17] Türkiye’de ve Dünya’da E-atık, 2016. <http://www.eagd.org.tr/turkiyede-ve-dunyada-e-atik/> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [18] Greener and Smarter, 2010. ICTs, the Environment and Climate Change, Organisation for Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org/site/stitff/45983022.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [19] Güngör, M. Saygı, N. Bolat, A. Çaycı, D. Tekin, A.M. 2010. Yeşil Bilişim 2010 Raporu, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, https://www.btk.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSa yfalar%2FArastirma_Raporlari%2F Yesil_Bilisim.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).

- [20] Harper, R., Rodden, T. Rogers, Y. Sellen, A. 2008. Being Human: Human-Computer Interaction in the year 2020. Microsoft Research Ltd. England, 100 s.
- [21] Hepbaşlı, A. 2010. Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemi: Yaklaşımlar ve Uygulamalar. Esen Ofset, İstanbul, 960 s.
- [22] ITU, 2008. ITU and Climate Change, International Telecommunication Union, http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/23/01/T23010000030002P/DFE.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [23] Karagöl, B. 2013. Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Enerji Verimliliğine Katkısı. Kalkınma Bakanlığı Bilgi Toplumu Dairesi Başkanlığı, Uzmanlık Tezi. http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2015/01/Bilgi_ve_Iletisim_Teknolojilerinin_Enerji_Verimliliğine_Katkisi.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [24] Kaya, S.İ. 2012. Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, Sayı 102, s. 269-288.
- [25] Merdan, T. 2010. Sanallaştırmanın Bilgi Teknolojilerine Getirdiği Yenilikler ve Uygulamaları. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Programı, Yüksek Lisans Tezi, s.81, İstanbul.
- [26] Mines, C. 2011. Inside Green IT "4 Reasons Why Cloud Computing is Also A Green Solution". GreenBiz Group Inc. <http://www.greenbiz.com/blog/2011/07/27/4-reasons-why-cloud-computing-also-green-solution> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [27] Özbakır, P. 2006. Enerji Yönetimi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s.146, İstanbul.
- [28] Resmi Gazete, 2008. Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/05/20080530-3.htm> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [29] Tebbutt, D. Atherton, M. Lock, T. 2009. Green IT For Dummies, <http://www.hp.com/hpinfo/globalcitizenship/environment/productdesign/GreenITforDummiesSpecialEdition.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [30] Turkcell Sürdürülebilirlik 2011 Raporu, 2011. Turkcell İletişim Hizmetleri A.Ş. http://d.turkcell.com.tr/Downloads/hakkimizda/pdf/kurumsal-sosyal-sorumluluk-raporu-2011_v2.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [31] Türk Telekom'dan Çevre Dostu Teknolojilerle Daha Yaşanabilir Bir Dünya, 2014. Türk Telekomünikasyon A.S. <http://uzmanpara.milliyet.com.tr/kap-haberi/turk-telekomdan-cevre-dostu-teknolojilerle-daha-yasanabilir-bir-dunya---basin-aciklamasi/270401/> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [32] Ünal, R.S. Onur, A. Dursun, B. Serhan, D. 2013. Sürdürülebilir Kalkınma İçin Bilişim, Bölgesel Çevre Merkezi Türkiye. http://www.vodafone.com.tr/VodafoneHakkinda/Surdurulebilir_Kalkinma_icin_Bilisim_Raporu.pdf (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [33] 2011-2015 Stratejik Planı, 2010. Dokuz Eylül Üniversitesi 2011-2015 Stratejik Planı. Dokuz Eylül Üniversitesi Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı İzmir, 93s.
- [34] 2015 Performans Raporu, 2014. 2015 Mali Yılı Nihai Performans Programı, Dokuz Eylül Üniversitesi Strateji geliştirme daire Başkanlığı

- Bütçe ve Performans Programı Şube Müdürlüğü. İzmir, 106s.
- [35] 10 Key Elements of a Green IT Strategy, (2007). Gartner. <https://www.gartner.com/doc/559114/-key-elements-green-it> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [36] Çevre Kanunu, 1983. Kabul Tarihi: 9.08.1983 Sayı.18132. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf> (Erişim Tarihi: 27.12.2016).
- [37] Demir Y. 2008. İşletme Yönetimi Açısından Değişim Mühendisliği Yaklaşımı ve Uygulanabilirliği, e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences, Cilt. 3, Sayı. 2, s. 286-295.
- [38] Aktan C.C. 2011. Organizasyonlarda Değişim Yönetimi: Değişim Mühendisliği. Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, s. 67-96.