



Enerji Araştırmaları ve Sosyal Bilimler

dergi ana sayfa: www.elsevier.com/locate/erss

Enerji verimliliği için Avrupalı bina kullanıcılarının güçlendirilmesi ve katılımı

A. Morton^{a,*}, A. Reeves^a, R. Bull^b, S. Preston^c^a Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü, De Montfort Üniversitesi, The Gateway, Leicester LE1 9BH, Birleşik Krallık^b School of Architecture Design and the Built Environment, Nottingham Trent University, 50 Shakespeare Street, Nottingham NG1 4FQ, Birleşik Krallık^c Nottingham Kent Konseyi, Humber Building, London Road, Nottingham NG2 3AH, Birleşik Krallık

ARTICLE INFO

Anahtar kelimeler:

BİT tabanlı davranış değişikliği
Enerji verimliliği
Enerji tasarrufu Geri bildirim
Kullanıcı katılımı
Enerji davranışı
Ortak tasarım

ABSTRACT

Yapılı çevrede enerji verimliliğini artırma zorluğunun ortasında, bina kullanıcılarının nasıl dahil edileceği ve güçlendirileceğine giderek daha fazla dikkat çekilmektedir. Araştırmalar, kullanıcıları müdahalelerin ortak tasarımına dahil etmek gibi kullanıcı katılımını iyileştirmenin ve genişletmenin daha fazla kabul ve etki yaratma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, geri bildirim araçları, akıllı telefon veya web tabanlı uygulamalar, etkileşimli panolar ve oyunlaştırma yoluyla Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) oynayacağı önemli bir rol vardır. Ancak, kullanıcı katılımının BİT tabanlı bir enerji verimliliği müdahalesinin geliştirilmesini nasıl etkili bir şekilde şekillendirebileceğini araştıran çok az ampirik çalışma bulunmaktadır.

Bu makale, bina enerji son kullanıcılarını bir dizi ilgili BİT tabanlı müdahale yoluyla enerji tüketimini azaltmaları için güçlendirmeyi amaçlayan eTEACHER projesinden elde edilen bulguları sunmaktadır. Web tabanlı bir uygulama ve binaya özgü 'ne olur' analizini de içeren bu müdahaleler, üç AB ülkesinde hem konut hem de konut dışı olmak üzere 12 binadaki pilot kullanıcılardan alınan geri bildirimlerden yararlanılarak geliştirilmiştir. Kullanıcı katılımına yönelik olarak saha ziyaretleri, bir dizi bina çalıştay ve bir anketi içeren yapılandırılmış kanıta dayalı bir yaklaşım izlenmiştir.

Bu makale, tek bir uygulama kullanarak konutlar, ofisler, okullar ve sağlık merkezleri gibi çok çeşitli bina türlerinde bina kullanıcılarını güçlendirmenin ve katılımlarını sağlamanın zorluklarını ve faydalarını yanıtlamaktadır. Bulgularımız, mevcut verimsiz enerji davranışlarının üstesinden gelmede bina türleri arasında ortak zorluklar olduğunu göstermektedir. Ancak, binaya özgü olan BİT tabanlı müdahalelerin uygulanmasında önemli engellerle karşılaşmıştır. Buna dayanarak, katılım süreçlerinin BİT tabanlı müdahalelerin geliştirilmesini nasıl destekleyebileceğine ilişkin öneriler ortaya konmuştur.

1. Giriş

Kullanıcı davranışındaki değişiklikler yoluyla binalarda enerji verimliliği hedefine ulaşmak için, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT), enerji görünmezliği olarak bilinen durumun üstesinden gelmek amacıyla bilgi veya 'geri bildirim' sağlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır [1]. Bu, ekran monitörleri, interaktif gösterge panoları, bina enerji yönetim sistemleri (BEMS) ve enerji kullanımını bina kullanıcıları için görünür hale getirmeyi amaçlayan bir dizi web tabanlı uygulama aracılığıyla yapılmaktadır [2-4]. Bu tür ölçümler, gerçek enerji tasarrufu açısından değişen derecelerde başarı elde etmiştir. Burgess ve Nye 20 yıl önce yaptıkları önemli ilk çalışmalarında [1] %5 ila 15 arasında potansiyel tasarruf sağladıklarını belirtmişlerdir. Daha yeni araştırmalar, örneğin [5,6] %10 ila 20 arasında tasarrufun mümkün olduğunu göstermiştir, ancak hepsi de BİT destekli geri bildirimlerin kurulması ile müteakip davranış değişikliği arasında basit bir nedensel ilişki olmadığı konusunda hemfikirlerdir.

Daha yakın zamanlarda araştırmacılar, müdahalelerin geri bildirim ötesine geçmesi ve bunun yerine ister evde ister işyerinde olsun enerji kullanımının daha geniş sosyal, kurumsal ve kültürel bağlamı etrafında davranış değişikliği girişimleri tasarlanması çağrısında bulunmuşlardır [7,8]. 'Sadece geri bildirim' ötesine geçen girişimler, örneğin sosyal medya kullanımı yoluyla BİT tabanlı müdahaleler ile daha geniş bir topluluk ortamı arasındaki bağlantıları incelemiştir [9-12]. Kullanıcıları davranış değişikliği müdahalelerinin ortak tasarımına dahil etmek, bu müdahalelerin kabulünü ve sonuçta ortaya çıkan etkileri artırmak için giderek daha fazla kullanılan bir yaklaşımdır. Binalarda enerji tasarrufunu teşvik etmek için bu yaklaşımı takip etmek, kuruluşların enerji yönetimine daha katılımcı bir yaklaşım benimsemeleri gerektiği anlamına gelir [13,14]. İşyerinde yirmiden fazla enerji tasarrufu davranış değişikliği müdahalesinin kapsamlı bir incelemesinde Staddon ve ark.

[15] en başarılı girişimlerin teknolojik otomasyon ve 'etkinleştirme' - yani bina kullanıcılarının eğitim ve öğretimin ötesine geçmesi için fırsatlar - kombinasyonuna sahip olduğunu belirtmektedir.

* Sorumlu yazar.

E-posta adresi: ashley.morton@dmu.ac.uk (A. Morton).<https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101772>

Alındı 6 Kasım 2019; Gözden geçirilmiş haliyle alındı 24 Temmuz 2020; Kabul edildi 2 Eylül 2020

Çevrimiçi Baskı

2214-6296/©

2020 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license

(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Bu makale, Ekim 2017'de başlayan ve binalarda enerji tasarrufunu teşvik etmek için BİT tabanlı bir aracın tasarımını geliştirmek için kullanıcı katılımı ve güçlendirme ilkelerini kullanan eTEACHER adlı yeni bir Avrupa Birliği (AB) Horizon 2020 (H2020) projesini tartışarak bu bağlama yanıt vermektedir. eTEACHER aracı, İspanya, Birleşik Krallık ve Romanya'da konutlar, okullar, sağlık merkezleri ve ofisler dahil olmak üzere on iki evsel ve evsel olmayan vaka çalışması binası ile çalışılarak üç yıl boyunca geliştirilmekte ve pilot olarak uygulanmaktadır. Bu çalışma, eTEACHER'ın kullandığı bir dizi yaklaşımdan (bina kullanıcı çalışmaları, anketler ve saha ziyaretleri) elde edilen ampirik verilere dayanarak kullanıcı katılımının hem faydaları hem de zorlukları konusunda giderek artan bir kanıt tabanına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Enerji verimliliği girişimleri için kullanıcı katılımı bir süredir savunulmakla birlikte (örneğin [16]), süreçten öğrenmeye ilişkin ampirik açıklamalar hala azdır [17].

Bu makale, enerji tasarrufu müdahalelerinde kullanıcı katılımı hakkında daha fazla bilgi geliştirmeye odaklanmakla kalmayıp, aynı zamanda BİT tabanlı davranış değişikliği araçlarının geliştirilmesiyle kullanıcı katılımının birleştirilmesini de rapor etmektedir. Bunu yaparken, farklı bina türlerinde ve farklı Avrupa lokasyonlarında bir dizi bina kullanıcısının motivasyon ve eylemliliğinin analizi ve kullanıcı katılımı yoluyla güçlendirici bir BİT tabanlı araç geliştirmede karşılaşılan zorlukları tespit amaçlamaktadır.

2. Arka plan

Binalardaki enerji kullanımı çok çeşitli bireysel ve bağlamsal faktörlerin sonucudur. Enerji sistemlerinin verimliliği ve bina kontrollerinin etkisi gibi bağlamsal faktörlerin etkisi hakkında çok şey bilinirken, bina sakinlerinin davranışlarının etkisini ölçmek genellikle zordur [18,19]. Davranış normları, binalardaki enerji sistemlerini kullanma becerisi ve yetkisi ve kullanıcıların enerji sistemlerinin nasıl çalıştığını anlaması gibi bireysel ve sosyal faktörler önemli bir etken olabilir. Wei ve diğerleri [20], bina sakinlerinin alan ısıtma davranışlarının tek başına 27 farklı faktörden etkilenebileceğini vurgulamıştır. BİT yeni değildir ancak binalarda enerji tasarrufuna ilişkin kullanımdaki gelişmeler son on yılda çok daha belirgin hale gelmiştir. BİT'in son yıllarda ev içi ve ev dışı binalarda ne ölçüde kullanıldığı, ev içi sektörde ev içi ekranların etkisine odaklanan birçok çalışma ile değişirken, oyunlaştırma gibi daha yeni yöntemler genellikle ev dışı sektörde test edilmiştir. BİT kullanımı, hem binalardaki enerji verimliliğini yönetmek hem de daha enerji verimli davranışları teşvik etmek için bina kullanıcılarına müdahale etmek ve/veya onlarla etkileşim kurmak için zengin bir fırsat sunmaktadır.

Ev ortamında BİT tabanlı yaklaşımlara ışık tutabilecek iyi araştırılmış bir enerji davranışı değişikliği müdahalesi, enerji tüketimi hakkında neredeyse gerçek zamanlı geri bildirim sağlamak için Ev İçi Ekranların (IHD'ler) uygulanmasıdır. Kullanıcılar geri bildirimle etkileşime geçerek elektrik tüketiminde tasarruf sağlayabilirler, ancak geri bildirim verilen yanıtların geniş bir yelpazede olduğu görülmüştür [21]. Hargreaves ve ark. [22] kullanıcıların ev ekranlarına farklı derecelerde katılım gösterdiğini vurgulamakta ve bunun farklı hanelerdeki sosyal ilişkilerin ve uygulamaların değişen kısıtlamalarından kaynaklandığını öne sürmektedir. Buchanan ve diğerleri [23], kısa vadeli yeniden düşüşlerin ortalama sadece %2 olduğu göz önüne alındığında, tek başına geri bildirim sağlamanın konutlardan önemli karbon emisyonu düşüşleri elde etmek için yetersiz olduğunu savunmaktadır. IHD'ler enerji tüketimine ilişkin bilgi ve güveni artırabilir de, arka planda kalabildikleri için konut sakinlerini uzun vadede enerji kullanımlarını azaltmaya her zaman motive edememektedir [24]. IHD'lerin nasıl uygulandığı ve etkilerle bağlantıları açısından, çeşitli çalışmalar ev sakinlerinin rutinlerine ve ev estetiğine uyduklarında daha fazla kabul gördüklerini ortaya koymuştur [25,26]. Weiss ve [27] aktif katılımı artırmak için IHD'ler üzerinden akıllı telefonların kullanılmasını önermekte, çoğu bireyin zaten akıllı telefonlara sahip olduğunu ve kullandığını ve gerçekten de son yıllarda bir dizi uygulama tabanlı ev enerji yönetim sisteminin ortaya çıktığını vurgulamaktadır. Dolayısıyla, IHD'ler, BİT tabanlı müdahalelerin bazı hedeflere ulaşma potansiyelini göstermektedir.

Enerji tüketiminde tasarruf sağlamakla birlikte, hane halkının sürekli katılımını sağlamak ve hane halkının davranışlarını etkileyen daha geniş teknolojik değişiklikler bağlamına uyum sağlamak konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır.

Ev dışı binalar da Birleşik Krallık'ın karbon emisyonlarının yaklaşık %18'ine yol açtığı için önemli bir araştırma önceliğidir [7]. Bu sektördeki verimsizliğe bir örnek, Avrupa hizmet sektöründeki enerji talebinin yaklaşık %30'unu oluşturan ofislerde bilgi işlem için kullanılan enerjiden gelmektedir [28]. Mulville ve diğerleri [29] bu ekipmanın çoğunun yeterince kullanılmadığını ve sıklıkla gece boyunca açık bırakıldığını ve verimlilik tasarrufu için önemli fırsatlar sunduğunu ortaya koymuştur. Daha yaygın olarak, işyerleri, ortak alanlarda ekran kullanımı gibi BİT tabanlı enerji geri bildirim için yeni fırsatlar sunmaktadır [30,31], ancak bunların enerji tasarrufu üzerindeki etkileri belirsizliğini korumaktadır [15]. İşyerlerindeki davranış değişikliği müdahaleleri, bina kullanıcılarının sınırlandırılması (örneğin ısıtmayı kontrol etme becerisi) ve kurumsal politikalar ve süreçler (örneğin BT sistemlerinin kullanımını etkileme) [32] gibi ek zorluklarla karşı karşıyadır ve bu da evsel olmayan bina kullanıcılarının enerji tasarrufuna yönelik motivasyonunu ve katılımını etkileyebilir.

IHD'ler ve web tabanlı uygulamalar gibi BİT tabanlı müdahalelere katılımı sürdürmek zor olabilir ve oyunlaştırma potansiyel bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Oyunlaştırma burada hem eğlendirici hem de eğitici olmayı amaçlayan 'ciddi oyunlar' yaratmayı [33] hem de oyun tasarımının arkasındaki motivasyon ilkelerini kullanarak kullanıcıların diğer eylem türlerine katılımını ve bunlardan keyif almasını artırmayı ifade etmektedir [34,35]. Bu, binalar veya mahalleler arasında puana dayalı bir rekabet kadar basit olabileceği gibi, enerji avaturları içeren web tabanlı bir uygulama kadar sofistike de olabilir. Oyunlaştırmanın enerji tasarrufu projeleri için kullanımına ilişkin sistematik bir incelemede Johnson ve diğerleri [36] önemli potansiyel faydaların (örneğin motivasyon ve öğrenmede) altını çizirken, etkilerine ilişkin sağlam ampirik kanıtların eksikliğini vurgulamaktadır. Enerji odaklı oyunlaştırma uygulamalarına ilişkin ampirik çalışmalarda elde edilen bazı olumlu etkiler arasında enerji farkındalığının artması [37], enerji tasarrufuna yönelik daha olumlu tutumlar [38] ve enerjiyle ilgili bilginin artması [39] yer almaktadır. Grossberg ve arkadaşları [35], etkili oyun tasarımlarının belirli kullanıcı kitlesine göre dikkatlice uyarlanması ve çabaları ödüllendirmek ve etkileri artırmak için sosyal medyayı (ör. Facebook, Instagram) entegre etmesini tavsiye etmektedir. Wood ve diğerleri [40] ayrıca enerji okuryazarlığını geliştirmek için akranların performansı sosyal olarak karşılaştırılabilmesinin, açık ve ulaşılabilir hedefler belirlemesinin ve eylemleri gerçek dünyadaki enerji kullanımıyla ilişkilendirmesinin önemini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, Senbel ve diğerleri [41] müdahalelerinin enerji tüketimini azaltmadaki başarısının, bilinmeyen akranlara karşı rekabetçi puanlamadan değil, kişisel arkadaşlarla hikayelerin ve deneyimlerin iletişiminden kaynaklandığını bulmuşlardır. Dolayısıyla bu çalışmalar, yarışmalar yoluyla motivasyon ve sosyal ağlarda akranlar arası karşılaştırma dahil olmak üzere oyunlaştırmanın temel ilkelerinin, enerji tüketimini ilgi çekici bir şekilde azaltmaya yönelik müdahalelerin bir parçasını oluşturmak için iyi bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Belirli davranışlar ve davranış değişikliği müdahaleleri her zaman 'daha geniş bir sistem' [42] içinde gerçekleştiği anlaşılmalıdır ve bu kavrayış ev dışı sektörde özel bir öneme sahiptir. 'Topluluk oluşturma' kavramı [13], binalardaki enerji ile ilgili davranışların, 'bireysel' davranışlara odaklanmanın ötesinde dikkate alınması gereken belirli sosyal ve teknolojik bağlamlara gömülü olduğunu kabul etmektedir. Bir topluluk oluşturmak veya mevcut topluluk bağlantılarını ifade etmek için bir platform oluşturmak, kullanıcıların etkilerini artırabilecek kolektif bir çabanın parçası olduklarını hissetmelerini sağlar. Bu ilkenin uygulamadaki örnekleri arasında BİT tabanlı katılımı tamamlamak için fiziksel kullanıcı toplantılarının kullanılması ve bina kullanıcılarının çevrimiçi bir forumda sorunları işaretlemelerine ve çözüm talep etmelerine izin verilmesi yer almaktadır [7,12]. Davranış değişikliği müdahalelerinde sosyal etkileşimi yönelik artan istek göz önüne alındığında, sosyal medyanın da müdahaleler için çok değerli bir mekanizma olabileceği anlaşılmaktadır. Bu, tamamen yeni ısmarlama BİT tabanlı platformlar aracılığıyla ya da yeni bir giriş ve alışılmadık bir sistemin düzenli kullanımını çalışmak yerine önceden var olan sık katılım alışkanlıklarını kullanarak mevcut popüler siteleri "sırtlayarak" yapılabilir [43]. Örneğin,

Sosyal medya, bir üniversite kampüsündeki 6500 öğrenci arasında enerji tasarrufu yarışması başlatmak ve bu yarışmaya enerji sağlamak için kullanılmıştır [41] ve bilinmeyen çok sayıda akran yerine arkadaşların eylemleri ve hikayeleri yoluyla artan motivasyon yaratmıştır. Bununla birlikte, sosyal medya kullanımı, özellikle gizlilik ve güven sorunlarının bir çalışanın katılma isteğini tehlikeye atabileceği kurumsal ortamlarda belirli zorluklar da ortaya çıkarmaktadır [44].

Araştırmacılar ve uygulayıcılar, etkin kullanıcı katılımının sadece davranış değişikliği müdahalelerinin başarılı bir şekilde uygulanması için kilit bir faktör olmadığını, aynı zamanda müdahale tasarımının hedef kullanıcıların tasarım süreci boyunca aktif katılımıyla geliştirilebileceğini giderek daha fazla kabul etmektedir [45-48]. BİT tabanlı müdahaleler için bu, kullanıcı girdisi ile yinelemeli iyileştirmelerden oluşan kullanıcı merkezli bir tasarım yaklaşımı [16] önermektedir, böylece nihai çıktı kullanıcıların ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak, böylece yoğun ve uzun süreli katılım şansı artacaktır [49]. Binalarda enerji kullanımı için, geliştirme aşamalarında aktif kullanıcı katılımı, farklı bina kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarının çeşitliliğini ortaya çıkarabilir ve tüm kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayamayan tek tip stratejilerin geliştirilmesi riskini azaltır [50]. Bu nedenle, kullanıcı katılımı yaklaşımları, her bir kullanıcı grubunu kendi özelliklerine göre ele alan tarifeli ve özel müdahaleler için özellikle faydalıdır [51]. Bu nedenle, enerji tasarrufu projelerine yönelik kullanıcı katılımı yaklaşımları, derinlemesine kullanıcı çalışmalarının önemine vurgu yapmakta [52] ve kişiselleştirilmiş ve bağlama duyarlı müdahaleler yoluyla etkileri artırmayı amaçlamaktadır [44,53-55].

Dolayısıyla, binalarda enerji verimliliği için BİT tabanlı davranış değişikliği müdahaleleri umut vaat etmektedir, ancak bu bölümde gösterildiği gibi, hedef bina kullanıcılarının sürekli katılımını ve motive etme konusunda belirli zorluklarla karşı karşıyadırlar. Bu makale, eTEACHER projesinin geliştirilmesinden BİT tabanlı davranış değişikliğinde kullanıcı katılımının rolü hakkında neler öğrenilebileceğini araştırmaktadır. Bu proje, evsel ve evsel olmayan binalarda çeşitli bina kullanıcıları arasında güçlendirme ve katılım ilkelerini başarılı bir şekilde kullanmayı amaçlamaktadır. Çeşitli bina türlerinde uygulanabilecek BİT tabanlı bir aracın geliştirilmesiyle ilgili fırsat ve zorlukları vurgulamaktadır. Geliştirme boyunca tüm bina kullanıcı gruplarının katılımını sağlayarak, araç, çok sayıda son kullanıcıyı enerji verimli davranışlar konusunda güçlendirmek için herkese uyan tek bir çözümün faydalarını keşfetme fırsatı sunmaktadır.

3. Metodoloji

3.1. Vaka Çalışması Projesi: eTEACHER

eTEACHER projesi, Enerji Verimliliğine Yönelik Davranış Değişikliğini Güçlendirmek ve Farkındalığı Artırmak için Son Kullanıcı Araçları, altı farklı ülkede on iki ortaktan oluşan bir konsorsiyum tarafından yürütülen üç yıllık bir projedir. eTEACHER, çeşitli bina tipolojilerinde enerji tasarrufu sağlamak ve sağlık koşullarını ve konforu iyileştirmek için enerji son kullanıcılarını güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Proje, bir dizi bağlantılı BİT tabanlı çözüm aracılığıyla davranış değişikliğini mümkün kılmayı amaçlamaktadır. Bunlar arasında Bina Enerji Yönetim Sistemlerinde (BEMS) yapılan geliştirmeler, kullanıcı dostu web tabanlı uygulamalar ve çevrimiçi gösterge panoları yer almaktadır. Daha önceki birçok davranış değişikliği projesinden farklı olarak eTEACHER, konum, tipoloji ve bina kullanıcıları açısından farklılıklara izin verecek şekilde bilinçli olarak seçilen on iki pilot binada (Tablo 1) denenmektedir. Bu, farklı zorlukların ve fırsatların bir dizi bina ve kullanıcı türünde tanımlanmasına ve herhangi bir BİT tabanlı çözümün etkili olması için dikkate alınması gereken enerji tüketimi davranışlarını etkileyen faktörlerin, özellikle de çeşitli bina türlerindeki kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilecek BİT tabanlı bir çözümün belirlenmesine olanak tanır.

Proje iki alanda bilgi ve uygulamayı geliştirmeyi amaçlamaktadır: ilk olarak, çok çeşitli bağlamlarda enerji verimli davranış değişikliğini destekleyebilecek BİT tabanlı bir müdahale ve ikinci olarak, eTEACHER aracını geliştirmek için pilot kullanıcılarla etkileşimin davranışların etkili katılımı tasarımına nasıl ışık tutabileceğini araştırarak

enerji verimliliği için değişim müdahaleleri. Proje, birden fazla bina tipinde ve farklı Avrupa lokasyonlarında BİT tabanlı bir enerji davranış değişikliği müdahalesinin fırsatlarını ve sınırlamalarını belirlemek için kullanıcı perspektiflerini pragmatik bir şekilde bir araya getirmektedir. Farklı bağlamlarda bir dizi bina kullanıcılarını enerji verimliliği yönünde güçlendiren BİT tabanlı bir müdahale geliştirmek için kullanıcı katılım yöntemleri aracılığıyla enerji ile ilgili davranış değişikliği için ortak zorlukların ve fırsatların belirlenmesine olanak

Proje kullanıcı merkezli bir tasarım yaklaşımı yerleştirmek amacıyla, eTEACHER aracının geliştirilmesinde kullanıcı katılımını yapılandırmak için Değişimi Etkileştirme yaklaşımı [45] seçilmiştir. Değişimi Etkileştirme, değişim girişimlerinin geliştirilmesi için erişilebilir bir çerçeve sağlamak üzere hem teori hem de uygulamadan yararlanarak davranış değişikliği tasarımına ilişkin kanıta dayalı içgörülerini bir araya getirmeyi amaçlamaktadır. Yaklaşım iki planlama düzeyi içerir: *program düzeyi* ve *proje düzeyi*. Program düzeyinde planlama, müdahalenin orta ve uzun vadeli hedeflerini tanımlar ve hedef kitleyi gayri resmi tartışmalara ve/veya odak gruplarına dahil ederek mevcut araştırma ve bilginin ön kapsamını belirler. Proje düzeyinde planlama, müdahalenin hedef kitle için uygun olmasını sağlamaya vurgu yaparak müdahalelerin gerçekleştirilmesinin pratiklerine odaklanır. Bu seviye, hedef aktörlerin ve arzu ettikleri eylemlerin belirlenmesini, paydaşların ihtiyaç ve endişelerinin araştırılmasını, eylemin daha faydalı ve daha kolay gerçekleştirilebileceği yolların düşünülmesini ve söz konusu bağlamda etkililik geçmiş olan davranış değişikliği müdahalelerinden yararlanılmasını içerir. Robinson [45], hedef kullanıcılardan ve diğer destekleyici paydaşlardan oluşan bir danışma grubu olan 'Brains Trust'ın oluşturulması yoluyla hedef kullanıcıların sürekli olarak sürece dahil edilmesini ve katılımının sağlanmasını önermektedir. eTEACHER projesi için bu ilke, her bir vaka çalışması binası için ilk bina kullanıcı çalışmaları düzenlenerek ve daha sonra projenin geliştirme ve uygulama aşamaları sırasında "Geri Bildirim Forumları" kullanılarak kilit aktörlerle sürekli katılım sağlanarak uygulanmıştır.

3.2. Araştırma yöntemleri

Çalışma, enerji tasarrufunu etkileyen fırsatları ve zorlukları ve BİT tabanlı bir aracın etkili tasarımını ve uygulamasını belirlemek için vaka çalışması binaları, bina kullanıcıları ve binalar ile kullanıcılar arasındaki etkileşimler dahil olmak üzere birden fazla faktöre odaklanmayı gerektirmiştir. Bu nedenle, eTEACHER örneklemindeki kullanıcı ve bina tipolojilerinin çeşitliliğine uyum sağlamak için karma bir yöntem yaklaşımı benimsenmiştir. Projenin ilk yılında ilgili bilgileri toplamak için birbirini tamamlayan üç veri toplama yöntemi kullanılmıştır: pilot saha ziyaretleri; bina kullanıcı atölyeleri; ve bina kullanıcı anketi. Pilot bina olarak kullanılan bina tiplerindeki çeşitlilik göz önüne alındığında, sonuçta elde edilen veri analizi, etkili bir BİT tabanlı davranış değişikliği müdahalesinin uygulanmasındaki zorluklar ve fırsatlarla ilgili olarak bina tipleri arasında karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlamıştır.

3.2.1. Pilot saha ziyaretleri

İlk veri toplama yöntemi olarak baş yazar ve proje ortakları tarafından her bir pilot binada saha ziyaretleri gerçekleştirilmiştir. Bu ziyaretler, her bir bina hakkında ilgili verileri toplamak, bina kullanıcılarını daha iyi anlamak ve davranış değişikliği müdahalelerini uygulama potansiyelini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ziyaretler sırasında, beş temel alanda veri toplamak için yapılandırılmış bir şablon kullanılmıştır: 1: Kurumsal hiyerarşinin ortasında yer alan etkili "orta aktörler" [32] de dahil olmak üzere bina kullanıcılarının kategorileri; 2: Binanın birincil işlevi; 3: Kurulu enerji sistemleri ve Bina Enerji Yönetim Sistemi (BEMS); 4: Elektrik ve ısıtma için halihazırda mevcut olan enerji kullanım verileri; ve 5: Halihazırda gerçekleştirilmekte olan belirgin enerji verimsizliği davranışları. Saha ziyaretleri, gözlemsel verilerin toplanmasının yanı sıra, tipik olarak bina yöneticisi (BM) veya tesis yöneticisi (FM) dahil olmak üzere kilit bina aktörleriyle gayri resmi görüşmeleri de içermektedir. Bu görüşmeler her bir binanın rehberli turları sırasında gerçekleştirilmiş ve beş temel alanın her biri için ek bilgi toplanmasına olanak sağlamıştır.

Tablo 1
eTEACHER pilot bina özelliklerinin özeti.

eTEACHER pilot binası	Konum	Bina kullanımı	Bina tipi	Bina kullanıcı sayısı
InCity (4 ayrı blok)	Bükreş, Romanya	Konut	Özel	1500
Villafranca	İspanya	Sağlık Merkezi	Kamu	915
Guareña	İspanya	Sağlık Merkezi	Kamu	577
Torrente Ballester	İspanya	Lise	Kamu	520
Arco Iris	İspanya	Anaokulu	Kamu	120
OAR Badajoz	İspanya	Ofis	Kamu/Özel	130 personel+ kamu ziyaretçileri
Konut Bloğu	İspanya	Konut	Özel	95
Konsey Evi	Nottingham, Birleşik Krallık	Ofis	Kamu	40 personel+ kamu ziyaretçileri
Djanogly	Nottingham, Birleşik Krallık	Lise	Kamu	800

3.2.2. Bina kullanıcı çalıştay ve anketi

Her pilot binada, BİT katılımına dayalı faaliyetler yoluyla bina kullanıcılarıyla yakınlık kurmak için bir başlangıç atölyesi kullanılmıştır. Çalıştayda kullanıcıların BİT kullanım pratikleri (işte ve özel hayatlarında) ve potansiyel eTEACHER tasarımları ve işlevleri hakkındaki görüşleri hakkında veri toplanmıştır. Atölye çalışmaları, oturumlar sırasında üretilen bilgilerden tutarlı bir şekilde biçimlendirilmiş sonuçlar elde etmek için tek tip bir şablon kullanılarak pilot yapı ortakları tarafından yerel dilde gerçekleştirilmiştir. Her oturum 8-12 katılımcı için tasarlanmıştır. Gerekli görülen tüm kullanıcı profillerini temsil eden pantolonlar - hem binayı her gün kullananlar hem de ilgili tesis yönetimi personeli (Tablo 2'deki ayrıntılara bakınız). Katılımcılar gruplara ayrılmış ve her biri atölye faaliyetlerinin tamamlanmasına rehberlik etmek ve tartışmaları yönlendirmek üzere kendi kolaylaştırıcılara sahip olmuştur. Faaliyetler renkli, uygulamalı ve zihinsel olarak teşvik edici olacak şekilde tasarlandı, böylece deneyim unutulmaz kılındı ve projeye olumlu bir ilişki kurularak sürekli katılım desteklendi.

Hedef aktörler ve onların enerjiyle ilgili davranışları hakkındaki veriler de bir kullanıcı anketi aracılığıyla toplanmıştır. Anket tasarımı saha ziyaretlerinden elde edilen ilk bulgularla şekillendirilmiştir ve bu nedenle yedi alanı kapsamaktadır: kullanıcı demografisi; BİT cihazlarının sahipliği ve kullanımı; pilot binanın kullanım şekli; enerjiyle ilgili davranışlar, tutumlar ve farkındalık; termal konfor memnuniyeti; kullanıcıların eTEACHER'a katılım motivasyonu; ve sosyal normların davranış üzerindeki etkisi. Bu sorular, kabiliyet, sosyal ve fiziksel fırsat ve motivasyonların davranışsal sonuçları etkilemek için etkileşime girdiğini vurgulayan 'COM-B' davranışsal etkiler modeli [42] tarafından şekillendirilmiştir. Anket, bina kullanıcılarının demografik özellikleri, mevcut enerji kullanımları, motivasyonları ve BİT'i kabulleri ile ilgili daha fazla bilgi toplamak için kullanılmıştır. Anketler bina kullanıcı atölyelerinde 110 katılımcı tarafından doldurulmuştur (İspanyol konut bloğundan 2 katılımcı anketi doldurmamayı tercih etmiştir). Buna ek olarak, İspanyol OAR ofis binasında dört personel (FM, temizlikçi ve güvenlik dahil) ve Birleşik Krallık Konsey Evinde bir personel (FM) daha anketi doldurmuştur.

Toplamda 115 yanıt verilmiştir. Bu, tüm eTEACHER pilot binalarındaki toplam kullanıcı sayısının %2,5'ini temsil etmektedir. Bu, toplam kullanıcıların düşük bir oranını temsil etse de, saha ziyaretleri sırasında belirlenen tüm hedef kullanıcı gruplarından yanıtlar alınmıştır.

4. Sonuçlar

4.1. Saha ziyaretleri

Saha ziyaretleri, tüm bina kullanıcılarının ve etkili orta aktörlerin belirlenmesini sağlayarak sonraki çalıştaylar/anketler ve enerji kullanımını ve kullanıcı katılımını etkileyen bir dizi binaya özgü konu hakkında bilgi vermiştir (Tablo 3). Gözlemsel veriler de dahil olmak üzere saha ziyaretlerinin ardından üretilen dokümantasyonun tematik analizi, tüm pilot binalarda bulunan enerji tasarrufu önlemlerinin uygulanmasına yönelik iki temel kullanıcı katılımı zorluğunu ortaya çıkarmıştır.

İlk olarak, binalarda enerji tüketimini etkilemek için nispeten düşük düzeyde temsiliyet söz konusudur; zira her durumda, kurulu enerji kullanım altyapısına ilişkin kararlar, konutlar da dahil olmak üzere bina kullanıcıları tarafından değil, dışarıdan alınmıştır. Ayrıca, bazı durumlarda enerji yönetimi politikaları kullanıcıların eylemliliğini azaltmıştır. Örneğin, İspanya'daki Sağlık Merkezlerinde enerji altyapısının satın alınması ve bakımı Bölgesel Kamu Sağlığı Servisi tarafından dışarıdan yönetilmektedir. Konut kullanıcıları, maksimum ayar noktası tesis yönetimi tarafından belirlendiğinden, ulaşabilecekleri maksimum iç sıcaklık konusunda kısıtlanmıştır. Benzer şekilde, saha ziyaretleri, termostatları çevreleyen kurcalamaya karşı korumalı kutular, aydınlatma kontrollerinin kontrol ettikleri odalardan farklı odalara yerleştirilmesi, kurcalamaya karşı korumalı radyatör vanaları ve termostatlara yalnızca belirli bina kullanıcılarının, ağırlıklı olarak tesis yöneticilerinin erişebilmesi gibi bina altyapısı aracılığıyla kullanıcılara yönelik kısıtlamaları ortaya çıkarmıştır.

İkinci olarak, enerji tüketimi konusunda kullanıcı farkındalığının kilit bir zorluk olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, örnek çalışma sahalarında enerji kullanımının nasıl ölçüldüğü ve izlendiği konusundaki büyük farklılıklardan etkilenmektedir. Şunun için

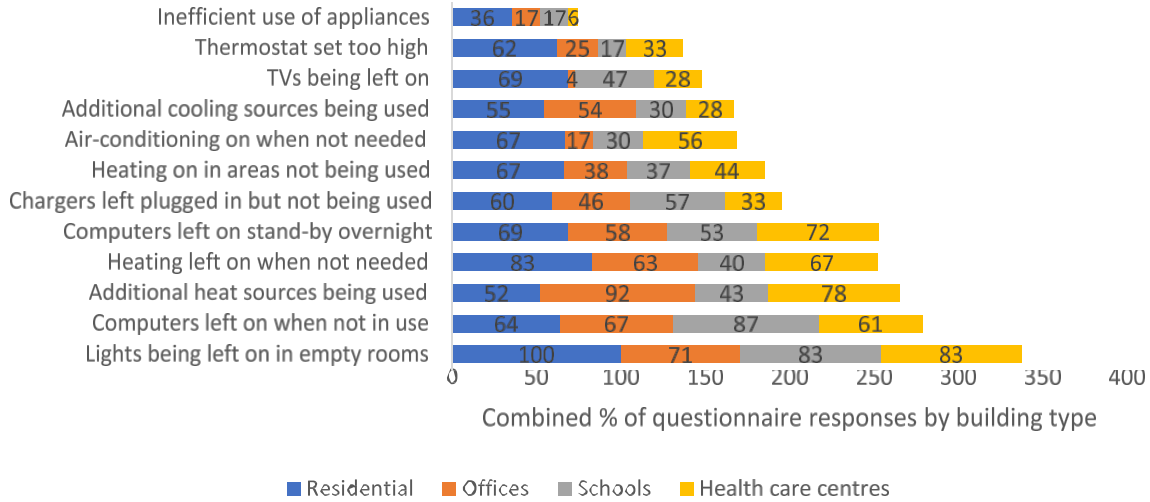
Tablo 2
Bina kullanıcı çalıştaylarının özeti.

Konum	Pilot bina	Grup büyüklüğü	Toplam bina kullanıcılarının	Kullanıcı rolleri mevcut	Demografik Bilgiler
Birleşik Krallık	Council House Djanogly	10 22 (2 atölye çalışması üzerinden)	25% 3%	İdari personel, temizlik , Belediye Meclis Üyesi Öğretmenler, diğer personel (yönetici, temizlik, açıcı dahil), öğrenciler	Yaş aralığı: 11-60+ Dil Konuşulan dil: İngilizce
Romanya	InCity (4 bina)	39 (2 atölye çalışması üzerinden)	3%	Tesis yöneticisi, teknik ekip üyeleri, mal sahipleri ve kiracılar, bina ziyaretçileri	Yaş aralığı: 18-60 Konuşulan dil: Romence
İspanya	Torrente Ballester & Arco Iris Konut bloğu	8 5	1% 5%	Personel (öğretmenler, FM, yönetici dahil) ve öğrenciler (sadece lise) Mal sahipleri ve bina yöneticisi (aynı zamanda mal sahibi)	Yaş aralığı: Çoğunluk 40-69 Konuşulan dil: İspanyolca
	Villafranca	9	1%	Personel, bina yöneticisi, tesis yöneticileri (harici şirketler), temizlikçi	
	Guareña	9	2%	Personel, bina yöneticisi, temizlikçi	

Tablo 3

Saha ziyaretlerinden edinilen bilgilerin özeti.

Bina tipi	Pilot bina	İzleme verileri mevcut			Kurum İçi Enerji Yönetimi	Konfor Sorunları	Enerji Verimsizlikleri	Katılım Sorunları
		<i>Elektrik</i>	<i>Isıtma</i>	<i>BEMS</i>				
YURT İÇİ	InCity, Romanya	Evet	Evet - bölgesel ısıtma ve gaz yedekleme kazanları. Doğal gaz, (aracılığıyla	Evet	Evet	Aşırı hava koşullarında termal rahatsızlık (çok soğuk kışlar ve çok sıcak yazlar).	Konut sakinlerinin şikayetleri veya bina sorunlarıyla ilgilenme verimliliği.	Bölge sakinlerinin katılımını sağlamak.
	Konut	Evet, tüm bina		Hayır, ısıtma sistemi	Evet		İşıklar Isıtma kullanılmıyor	Bölge sakinlerini şu konularda ikna etmek
	Block, İspanya		3. taraf)	merkezi kontrollü			alanlar. Kullanılmayan aletler açık bırakılmış.	katılmak.
SAĞLIK BAKIMI	Villafranca, İspanya	Evet - tarafından: aydınlatma; Evet - elektrikli HVAC; soğutucu; havalandırma; cihazlar.		Hayır, temel sıcaklık ısıtma ve soğutma için kontrol ayar noktası	Hayır, harici olarak yönetilen	Termal rahatsızlık. Bazı bölgeler binanın çok sıcak olduğu, diğerlerinin ise cereyandan muzdarip olduğu bildirilmiştir.	Kullanılmayan alanlarda HVAC açık. Işıklar. Isıtma mevsiminde açık pencereler Isıtma konumu Termostat konumları	Kurum içi bakım yok ekibi - tüm harici şirketler.
	Guareña, İspanya	Evet, aşağıdakilere göre ayrılmıştır aydınlatma, HVAC, cihazlar	Evet - elektrikli ısıtma pompalar	Hayır, temel sıcaklık ısıtma ve soğutma için kontrol ayar noktası	Hayır, harici olarak yönetilen	Termal rahatsızlık. Bina alanları gelen güneş ve girişlerden gelen hava akımları çok sıcak veya çok soğuk olduğu bildirilmiştir.	Kullanılmayan alanlarda HVAC açık. Işıklar. Termostat konumları	Kurum içi bakım yok ekibi - tüm harici şirketler.
	Torrente Ballester, İspanya	Evet, tüm bina	Evet - yağ kazanları, ölçülü	Hayır	Hayır	Bireysel oda kontrolünün olmaması bazı sınıfların çok sıcak veya çok soğuk olmasından kaynaklanan termal rahatsızlık.	İşıklar. Bilgisayarlar ve projektörler. Isıtma mevsiminde açık pencereler	Öğrencilerin akıllı telefon kullanmasına izin verilmez.
OKUL	Arco Iris, İspanya	Evet, tüm bina	Yağ kazanı, ölçülü	Hayır	Hayır	.	İşıklar. Kullanılmayan alanların ısıtılması. Verimsiz cihazlar Işıklar	Personel tek hedef gruptur - 3 yaş ve altındaki diğer kullanıcılar.
	Djanogly, Birleşik Krallık	Evet	Evet, Doğal gaz	Evet	Hayır, enerji tesisi	Termal rahatsızlık.		Tesis ekibi ışıkları kontrol eder/
					personel	Bireysel kontrolün olmadığı sınıflar genellikle çok sıcak veya çok soğukGelen güneşten kaynaklanan sorunlar. Ana salon genellikle çok soğuk	Bilgisayarlar ve projektörler	aletler gün sonunda kapalıdır. Öğrencilerin akıllı telefon kullanmasına izin verilmez. Personelin iş yükü potansiyel katılımı sınırlandıracaktır. Kurcalamaya dayanlı radyatör vanaları
OFİS	OAR Badajoz, İspanya	Evet, aydınlatma, HVAC, Aletler.	Evet - elektrikli	Evet, şu şekilde kullanılmıyor Ancak BEMS	Hayır	Termal rahatsızlık. Sıcaklık Ofis katları arasında farklılıklar var. Bazı alanlar çok sıcak, bazıları ise çok soğuk.	Kişisel ısıtıcıların kullanımı. BEMS kontrolü - Temizlik görevlileri ışıkları ve HVAC sistemini günlük olarak açıp kapatır Işıklar	Keen çevre motivasyon Personel termostatları değiştiremez
	Meclis Binası, BİRLEŞİK KRALLIK	Evet	Evet, bölgesel ısıtma (bitişikteki kullanılmayan bina da dahildir)	Hayır, merkezi kontrol Sadece HVAC	Hayır, enerji tesisi personel	Geniş varyasyonlara sahip termal rahatsızlık bina genelinde sıcaklık. Ana girişteki hava akımlarından kaynaklanan sorun. Aydınlatma seviyeleri.	Kişisel ısıtıcıların kullanımı.	Bekçi enerji konusunda istekli ancak herhangi bir enerji verisi göremiyor. Listelenmiş bina - bina dokusunun yenilenmesi gerekiyor Aydınlatma kontrolleri genellikle ilgili yerlerde değil. Kurcalamaya dayanlı radyatör vanaları



Şekil 1. Bina kullanıcı anketi sonuçlarına göre mevcut bildirilen verimsiz enerji davranışları.

Bazı binalarda elektrik kullanımı işleve göre ayrıştırılırken, diğerlerinde sadece tüm bina düzeyinde fatura verileri bulunmaktadır. Benzer şekilde, alan ısıtması için veriler tipik olarak sadece tüm bina düzeyinde, ancak farklı ölçüm birimleri ve sıklıkları ile mevcuttur (kullanılan gaz; kullanılan elektrik; tüketilen petrol). Binalarda enerji kullanımı ölçüldüğünde bile, bazı kullanıcılar enerji tüketiminden sadece faturalar aracılığıyla haberdar olduklarını belirtmiştir (üç ayda bir veya Arco Iris örneğinde iki yılda bir). Konutlarda, kullanıcıların faturaları sadece kendi tüketimlerini değil, aynı zamanda ortak alan tüketimi ve bakım masraflarını da içermektedir. İzlenen enerji tüketimine kullanıcı erişimi, daha gelişmiş izlemeye sahip binaların çoğunda sınırlıydı; bu verilere bina kullanıcılarının kendileri değil, yalnızca dış paydaşlar (bina yöneticileri) erişebilmekteydi. Bu durum, farklı mevcut izleme seviyeleri ve daha tutarlı veri toplama ihtiyacı göz önüne alındığında, çok çeşitli bina türlerinden anlamlı verileri kabul edebilecek "herkese uyan tek bir boyut" aracı geliştirilmesinin zorluğunu vurgulamaktadır. Bu projenin amaçları doğrultusunda, eTEACHER, aracın ilgili enerji tüketim verilerini alabilmesini sağlamak için izleme verilerinin mevcut olmadığı binalara akıllı sayaçlar ekliyor, ancak bu, eTEACHER gibi bir uygulamanın daha geniş çapta yaygınlaştırılması eski enerji izleme kurulumlarına güvenme konusundaki bir zorluğu vurguluyor. Bu konu, mimari mirası nedeniyle yasal kısıtlamaların kurulabilecek izleme ekipmanını etkilediği Heritage England Grade II listesindeki Konsey Evi gibi binalarda daha da zorlayıcı hale . Benzer şekilde, proje, bina enerji sistemlerinde iyileştirmeler yapmanın mümkün olmaması nedeniyle kısıtlanmıştır. Bunun yerine, enerji tasarrufu, izlenen enerji tüketiminden elde edilen özel tavsiyelere dayalı olarak daha enerji verimli davranışlar sergilemek için bina kullanıcılarının farkındalığını ve katılımını artırmaya dayanmaktadır.

Saha ziyaretleri sırasında toplanan gözlemsel verilerin analizi tanımlanan davranış ve konfor sorunları açısından benzerlikler bulmuş ve ekipmanın (aydınlatma/ısıtma/soğutma/PC'ler) gerekmediği halde açık bırakıldığı ortak verimsizlikleri vurgulamıştır. Termal konfor yaygın olarak dile getirilen bir temaydı, ancak dile getirilen sorunlar oldukça spesifikti (örneğin, kullanıcıların belirli odalarda üşmesi) ve tüm bina ayarlarından ziyade belirli oda ayarlarında değişiklik yapılmasını gerektiriyordu. Bazı durumlarda, ısıtma açıldığında pencerelerin açık bırakılması veya merkezi tamamlamak için bireysel elektrikli ısıtıcıların kullanılması gibi termal rahatsızlık nedeniyle enerji tüketiminin arttığına dair kanıtlar bulunmuştur. Bununla birlikte, sadece az sayıda kullanıcının özellikle HVAC sistemlerinde bina kontrol ayarlarını değiştirme kapasitesine sahip olduğu ve bu nedenle bina kullanıcılarının çoğunluğunun yapabileceklerinin yine kısıtlı olduğu kaydedilmiştir.

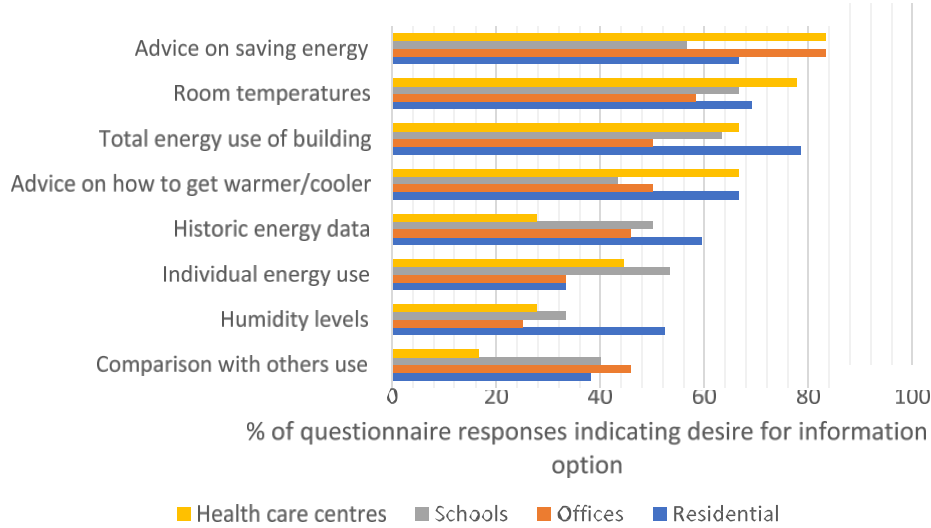
Son olarak, enerji ve eTEACHER'a katılım açısından, saha ziyaretleri katılım üzerindeki motivasyonel etkilerin altını çizmiştir (örneğin, bazıların enerji verimliliğine ilgi duyması veya diğerlerinin ilgisiz kalması). Aslında, pilot binalardan bazıları (İspanyol ofis binası ve her iki Lise) daha önceki enerji verimliliği kampanyalarının kanıtları vardı (örneğin, tüketimi azaltmaya yönelik davranışsal eylemlere adanmış posterler). Ancak analiz, bina kullanıcıları arasında, özellikle de projenin bir parçası olmayı kabul edenler ile projeye ilgili kilit bina paydaşları arasında iletişim eksikliği nedeniyle projeye karşı bir miktar ilgisizlik olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde, BİT'e erişim, kullanıcıların sahada akıllı telefon kullanmasına izin verilmemesi veya kurumsal politika gereği akıllı telefon ve/veya web sitesi kullanımının kısıtlanması gibi eTEACHER uygulamasına katılımın önündeki olası bir kısıtlama olarak tanımlanmıştır. Kullanıcı katılımının eTEACHER aracı gibi bu tür müdahalelerin başarısı için hayati önem taşıdığı göz önüne alındığında, anket aracılığıyla bu tür önlemler için motivasyon düzeyini değerlendirmek önemliydi.

4.2. Kullanıcı anketi oluşturma

Anket (bkz. Ek A), katılımcıların enerji tasarrufu yapma potansiyeli enerji ile ilgili en yaygın davranışları belirlemeye çalışmıştır. 115 ankette, toplam bina kullanıcılarının %1 ila 28'ini kapsayan tüm farklı hedef kullanıcı grupları temsil edilmiştir (Tablo 2'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır).

Anket katılımcılarından, Şekil 1'de gösterildiği gibi, kendi binalarında hangi verimsiz enerji davranışlarının gerçekleştiğinin farkında olduklarını belirtmeleri istenmiştir. Tüm binalarda en çok öne çıkan sorunlar aydınlatma, ısıtma ve cihazların ihtiyaç duyulmadığında açık bırakılmasıyla ilgilidir. Bu durum, farklı bina türlerinde bile enerji verimliliğini artırmak için benzer fırsatlar olduğunu vurgulamaktadır.

Isıtma kullanımı gibi konforla ilgili davranışlar açısından, kullanıcılar için fırsat, termal konfor elde etmek için ısıtma ve soğutmayı kontrol etme yetkilerine bağlı olacaktır. Kullanıcıların büyük bir kısmı pencereleri açıp ya da panjur veya gölgelik kullanarak termal ortamlarını ayarladıklarını bildirmiştir. Termostat ayarlarının veya radyatör vanalarının ayarlanmasının en çok konutlarda ve sağlık merkezlerinde öne çıktığı görülmüştür, ancak bu binaların kullanıcıları, ofis veya okul binalarının kullanıcılarının aksine bu kontrollere kolayca erişebilmektedir. Tüm yanıtlarda konut kullanıcılarının %11'i ve konut dışı kullanıcıların %27'si binanın termal ortamı üzerinde hiçbir kontrole sahip olmadıklarını belirtmiştir. Kontrolü çok az olan veya hiç olmayanların, konforlarını iyileştirmek için bir şeyler yapmasını talep etmek için genellikle enerji yöneticisi veya tesis yönetimi ekipleriyle iletişime geçmeleri gerekir. Ancak, konut kullanıcılarının sadece %21'i ve konut dışı bina kullanıcılarının %30'u



Şekil 2. Bina türüne göre enerji ile ilgili belirli bilgilerin tercihi.

Konut dışı kullanıcılar, binalarında enerji kullanımı ve/veya kendi konforlarıyla ilgili bir sorunu bildirdiklerini söylemiştir. Bu raporlama eksikliğinin arkasındaki ana nedenler; kullanıcıların yeterli zamanı olmaması (%11) ve kullanıcıların iletişime geçecekleri ilgili kişiyi bilmemeleri (%7) olarak belirlenmiştir.

Enerji tasarrufunun tüm pilot binalarda önemli olduğu bildirilmiştir (%82'si bunun çok önemli olduğunu söylemiştir). Dolayısıyla, ankete yanıt veren kişiler nispeten destekleyici bir gruptu. Bu destek, kullanıcıların %90'ının binalarında kullanılan enerji hakkında daha fazla bilgi edinmek istediklerini ifade etmelerine de yansımıştır. Daha fazla bilgi edinmek için en güçlü şekilde desteklenen yaklaşımlar, Şekil 2'de gösterildiği gibi, toplam enerji tüketimi ve bireysel oda sıcaklıklarına ilişkin veriler ve enerji tasarrufu tavsiyesi almaktır.

Kullanıcılara, cep telefonu uygulaması veya interaktif bir gösterge paneli gibi BİT tabanlı bir araç kullanmaktan nasıl faydalanabilecekleri sorulmuştur. Kullanıcılar için en önemli faktörler çevresel etki, maliyet ve kişisel konfor olmuştur. Maliyet, konut kullanıcıları için nispeten yüksek bir öneme sahiptir ve %54'ü bunu kendileri için en önemli faktör olarak seçmiştir. Bu durum, enerji ilgili bilgilerin daha ilişkilendirilebilir olması için maliyet veya çevresel etki gibi diğer faktörlerle ilişkilendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Herhangi bir enerji davranışı müdahalesinde, kullanıcı katılımı, özellikle de uygulamalar veya gösterge tabloları gibi kullanıcıların etkileşimine dayanan müdahalelerin başarısında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, eTEACHER'daki etkili katılım yöntemlerini anlamak hayati önem taşıyordu. Kullanıcıların çoğu (%77), cep telefonu uygulaması gibi BİT tabanlı bir araçla aktif olarak etkileşime girme olasılığının yüksek ya da çok yüksek olduğunu bildirmiştir. Kullanıcılara katılımlarını neyin motive edeceği sorulmuş ve Şekil 3'te en üstte en çok motive ediciden en az motive ediciye doğru sıralanmıştır. Kişiselleştirilmiş enerji kullanım bilgisi, önemli çevresel etkinin yanı sıra tüm bina türlerinde katılım için ana teşviklerden biri olarak görülmüştür. Konut binalarında kullanıcılar en çok parasal ödüllerle (%62) motive olduklarını bildirmişlerdir; bu da konut sektöründeki katılımın kişisel olarak kendilerine önemli bir fayda sağlaması gerektiğini göstermektedir.

Tüm katılımcılar başkalarından enerji tasarrufu ipuçları ve bina iyileştirme önerileri fikirler duymakla ilgilenmiştir. Bu, kullanıcıların kendi deneyimlerinden yola çıkarak başkalarıyla paylaşmaktan en çok mutlu oldukları bilgi türüyle aynıdır. Bu durum, enerji ile ilgili ipuçları, püf noktaları ve püf noktalarının paylaşımı etrafında etkileşimi daha da artırmak için "bina toplulukları" geliştirme potansiyeli olduğunu göstermektedir. eTEACHER'ın nasıl tanıtılacağı konusunda, katılımcılar en çok binaların etrafındaki posterleri, e-postaları ve TV'lerdeki/ekranlardaki duyuruları desteklemiştir.

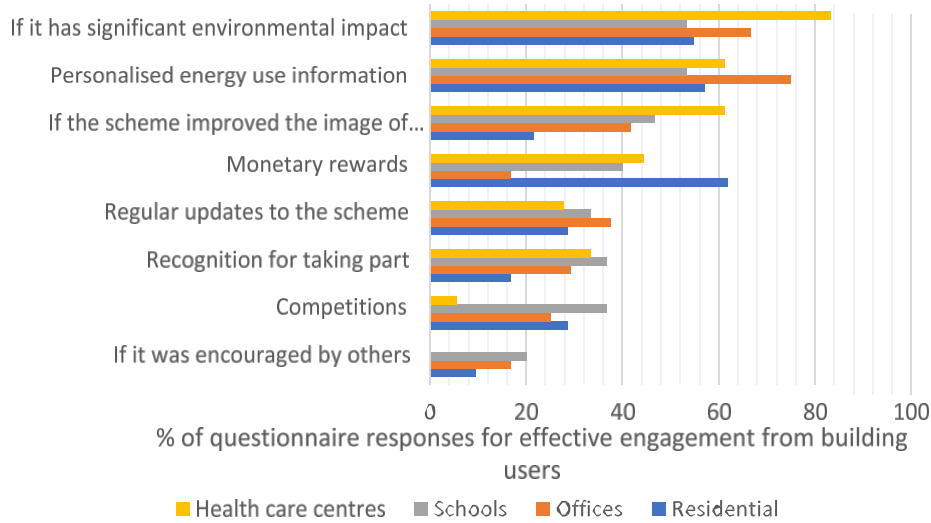
4.3. Kullanıcı geri bildirim atölyeleri oluşturma

Kullanıcı çalışmaları eTEACHER uygulamasının tasarımı için çeşitli ilkeler belirlemiştir. Tüm bina türlerindeki ortak temalar arasında BİT tabanlı araçla ilgili olarak basitlik ve kolaylık arzusu yer almaktadır. Basitlik, tüm binalarda aşırı teknik olmayan bir şey olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte, konut dışı binalarda yaşayanlar da aşırı kaydırma gerektirmemesi açısından basitliğe atıfta bulunmuş ve bilgilerin farklı "katmanlarda" görüntülenmesine izin vererek esneklik talep etmiştir. Tüm bina türlerinde, kolaylık, kullanıcıların farklı ayarlar üzerinde kontrol sahibi olmalarına da izin veren bir araç olarak görülmüştür. Bina kullanıcıları, aracın kullanımının veya anlaşılmasının çok zahmetli olmaması gerektiğini belirtmiştir. Birkaç kullanıcı da gerçek zamanlı tüketimi anlaşılması kolay bir formatta görmek istediklerini ifade etmiştir. Değişiklikleri görebilmek ve bir fark yaratarak başarı hissi elde etmek motivasyonu destekleyici olarak rapor edilmiştir.

Uygulamanın kullanılmasının önündeki bazı potansiyel engeller de tespit edilmiştir. Tespit edilen en önemli engellerden biri uygulamayı kullanmak için sınırlı zaman ve binadaki diğer kişilerin katılmaması durumunda ne yapılacağıydı. Bu durum, özellikle temel işlevleri (örneğin okullar, ofisler ve sağlık merkezleri) başka bir "görev" olarak görülebilecek ek eylemlerden ziyade bir öncelik olarak görülen konut dışı binalarda yaygındı. Oyunlaştırma açısından, çoğu kullanıcı eTEACHER ile oynamacak bir "olarak ilgilenmek istememiştir, çünkü bu daha yüksek öncelikleri varken zaman kaybı olarak algılanmıştır. Ancak kullanıcılar, kullanımı motive etmek için uygulamanın oyun benzeri unsurlara sahip olmasına açıktı. Farklı iş rollerinin farklı zaman ve enerji talepleri göz önüne alındığında potansiyel olarak adaletsiz olabilecek yarışmalar gibi oyun benzeri unsurlar konusunda dikkatli davranıldı. Kullanıcıların çoğu davranışlarının karbon ayak izine ilişkin geri bildirimle ilgilenmiyordu, ancak enerji kullanımı ve para tasarrufuna ilişkin veriler genellikle ilgi çekiciydi.

eTEACHER'ı kullanma fırsatına ilişkin tespit edilen önemli bir içgörü, okul öğrencilerinin akıllı telefon kullanmalarına izin verilmemesi ve dolayısıyla uygulama tabanlı bir aracı kullanmalarının engellenmesiydi. Benzer şekilde, bir binadaki enerji tesisi personelinin akıllı telefona erişimi yoktu. Bu durum, eTEACHER veya benzer BİT tabanlı müdahaleler için ek BİT cihazlarının (tabletler, bilgisayarlar ve ortak alanlardaki ekranlar gibi) kullanılmasına izin veren çok platformlu bir işlevsellik tasarlanmasına işaret etmektedir.

Kullanıcılara, işlevlerinden neye benzemesi gerektiğine kadar "ideal" BİT tabanlı aracı belirleme fırsatı verilmiş ve onları neyin motive edebileceğini veya aracı kullanmaktan alıkoyabileceğini belirlemeleri istenmiştir. Bu faaliyet, pilot binalar ve farklı kullanıcı grupları arasındaki farklılıkları vurgulamıştır. Bina sakinleri alarm tabanlı bir aracı tercih etmişler ancak aynı zamanda gösterge paneli gibi fikirleri içeren bir tasarıma da sıcak bakmışlardır.



Şekil 3. Binalarda BİT tabanlı müdahaleye katılma yönelik motivasyon.

danışman ve ödüller. Konut binalarındaki tesis yöneticileri, binayı daha verimli çalıştırmak için kullanılabilecek geri bildirim tabanlı bir araç konusunda istekliydi.

Konut dışı binalarda bir dizi tercih ortaya çıkmıştır. Sağlık Merkezlerinde, önemli bilgileri kolay ve anlaşılır bir formatta gösterebilen, alarm kurma ve termostat gibi bina kontrollerini ayarlayabilme gibi ek işlevlere sahip bir enerji panosu ve danışmanı tercih edilmiştir. Benzer şekilde, ofis binalarında alarmlar, enerji tavsiyeleri, geri bildirim, yarışmalar ve sorunları bildirmek için bir iletişim döngüsü gibi işlevlerin yanı sıra farkındalığı artırabilecek ve personel bilgisayarlarına bağlanabilecek gösterge paneli fikri tercih edilmiştir. Okullarda, ödüllerin ve yarışmaların çekici bir şekilde desteklenebilmesi için oyunlaştırma unsurlarının dahil edilmesi istenmiştir. Okullarda, enerji kullanımına ilişkin geri bildirimleri destekleyebilecek ve öğrencileri ve personeli bilgilendirmek için ekranlarda görüntülenebilecek alarmlar ve tavsiyeler de dahil olmak üzere benzer ek işlevlere sahip bir gösterge panosu tercih edilmiştir. Bu atölye çalışmaları, kullanıcıların tercihlerinin tamamını ya da çoğunluğunu karşılamak için, bir dizi farklı işlevi bir araya getirebilen ve kullanıcının ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilen, dolayısıyla sürekli katılımı teşvik eden BİT tabanlı bir araç tasarlanmasına işaret etmektedir.

5. Tartışma ve sonuç

Yukarıdaki ilk sonuçlar, binalarda enerji verimliliğini teşvik etmek için BİT tabanlı araçların geliştirilmesinde kullanıcı katılımının potansiyeline ilişkin bir dizi ilgili temayı vurgulamaktadır. Sonuçlar ayrıca, BİT tabanlı bir davranış değişikliği müdahalesi geliştirilmesinin içerdiği karmaşıklıkların çoğunu ve ortak tasarım ilkelerinin kullanılmasının bu tür zorluklara çözüm bulmaya nasıl yardımcı olabileceğini göstermiştir.

Bu proje çeşitli bina türlerini içermesine rağmen, tüm binalarda bildirilen enerji verimliliği davranışları son derece benzerdir. Aydınlatma kullanımı, verimsiz HVAC kontrolü ve savurgan cihaz kullanımı ile ilgili ortak noktalar bulunmuştur. Bununla birlikte, bina kullanıcılarının çeşitliliğinin yanı sıra birden fazla bina türüne, sayac ve veri sorunlarına uyum sağlayabilecek bir uygulama tasarlama konusunda önemli zorluklar bulunmaktadır. Bina kullanıcıları, ideal olarak kendi özel konumlarına ve bina kullanımlarına göre kişiselleştirilmiş, genellikle oda seviyesine kadar inen enerjiyle ilgili bilgi isterler. Ancak mevcut enerji izleme verilerinin kapsamı pilot binalar arasında büyük farklılıklar göstermekte olup, birçoğu BİT tabanlı bir araca dahil edilebilecek düzeyde değildir. eTEACHER projesi bu sorunu, her binaya uyumlu izleme ekipmanı kurarak, bazı durumlarda on binlerce Avro maliyetle yönetmektedir. Bu izleme verileri bir "Ne-

if Analysis", binaya özgü enerji verilerine dayalı özel tavsiyeler üretmek eTEACHER aracı aracılığıyla "kişiselleştirilmiş" enerji bilgilerine olanak tanır. Ancak, ölçüm ve izleme sistemlerindeki çeşitliliğin üstesinden gelmeye yönelik bu yaklaşım, herhangi bir bina için kitlesel kullanımı hedefleyen BİT tabanlı müdahaleler için uygun olmayacaktır. Bu tür girişimlerde kişiselleştirilmiş ve ilişkilendirilebilir bilgilere yönelik bu çalışmada tespit ilgi göz önüne alındığında bu durum özellikle sorunludur.

Davranışları değiştirmek için temsilci eksikliği, bu çalışmada ortaya çıkan bir başka sorundur. eTEACHER pilot binalarındaki birçok bina kullanıcısı, kurcalamaya karşı korumalı termostatlara ve radyatör vanalarına aracılığıyla fiziksel olarak ya da kiminle iletişime geçecekleri ve sorunları nasıl kolayca bildirecekleri konusundaki belirsizlikler nedeniyle termal ortamlarını değiştirme konusunda kısıtlanmıştır. Burada, kullanıcıların sorunları bildirmesine ve tesis yöneticilerinin eylemleriyle ilgili güncellemeleri görmesine olanak tanıyan bir ICT aracı, insanların bina içinde kendilerini daha güçlü hissetmelerini ve bir değişiklik başlatma yeteneklerinden daha memnun olmalarını sağlayabilir. Daha önce işyeri ortamlarında, en azından neler olup bittiği konusunda bilgilendirildikleri takdirde personelin rahatsızlığı daha 'affedici' olabileceği [56] ve aslında çevresel koşullarını kontrol edebildiklerini algıladıkları takdirde rollerinde daha üretken ve memnun olabilecekleri gösterilmiştir [57]. Bu nedenle, eTEACHER gibi BİT tabanlı araçlar için, bina kullanıcılarının katılımını artırmak ve katılımlarının kendileri için faydalı olmasını sağlamak, aracın işlevselliğini geliştirilmesinde daha geniş faydalara sahip olabilir.

Kullanıcı katılımı yaklaşımları, eTEACHER aracının geliştirilmesine yardımcı ve uygulamanın tasarımı hakkında görüş almak için başarıyla kullanılmıştır. Bu yaklaşımlar arasında kısa ve öz enerji bilgilerinin yanı sıra bazı bina kullanıcılarının (özellikle bina operasyonel rolünde olanlar) daha ayrıntılı izlenen verilere ulaşabilmeleri için "katmanlar" içeren enerji bilgileri isteği de yer almaktadır. Tüm bina türlerindeki ortak nokta, enerji tasarrufu tavsiyelerinin yanı sıra bina/oda sıcaklığı verilerine duyulan istektir. Proje, anket verilerinde benzerlikler görülmesine rağmen, farklı bina tipleri ve bina kullanıcıları için tek bir araç geliştirilmesinin karmaşıklığının, bina kullanıcılarının interaktif çalıştaylar aracılığıyla seslerini duyurmalarına ve görüşlerini paylaşımlarına izin verildiğinde genellikle daha ayrıntılı olarak ortaya çıktığını tespit etmiştir. Pilot binaların her birinde geri bildirim forumlarının oluşturulması gibi, katılanların sayısı da cesaret vericidir, ancak proje geliştikçe, sürekli katılım sağlamak önemli bir zorluktur. Bunu başarmak için umut verici yaklaşımlar arasında ortak eylem ve diyalog [7] ve içsel motivasyonlar (örneğin sağlık, rahatlık, sosyal faydaya katkı) etrafında katılımın çerçevelenmesi yer almaktadır [58]. Bu nedenle, hem rahatlığı hem de birlikte hareket etmeyi vurgulayan bir çerçeveleme, özellikle de ölçümleme (örn. zorlukları tamamlama) kullanılarak uygulandığında ve herhangi bir finansal

tasarruflar görünür ve kişisel tercihlerle bağlantılıdır.

Son olarak, katılım ve davranışsal konular arasındaki etkileşim göz önünde bulundurulduğunda, davranış değişikliğine odaklanan katılım temelli yaklaşımların 'amaca uygun' olması hayati önem taşımaktadır. Örneğin, projenin karşılaştığı ana verimsizliklerden biri, kullanılmayan alanlarda ısıtma, aydınlatma ve soğutma kullanımı ile ilgiliydi. Bu, davranış değişikliği için hatırlatıcılar yoluyla takip edilebilirken, sensörler ve otomatik kontroller yoluyla belki de daha büyük bir potansiyel vardır. Bazı durumlarda katılımcılar, bina dokusunun yalıtılması gibi daha temel değişikliklere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamışlardır. Bunun birçok durumda hem termal rahatsızlık hem de kişisel ısıtıcı kullanımı için daha güçlü bir çözüm olması muhtemeldir. Bununla birlikte, bu çalışmada vurgulanan bir dizi davranış, özellikle aydınlatma ve cihaz kullanımı gibi kişisel davranış değişikliğine çok daha uygundur.

Genel olarak, oyunlaştırma kullanan BİT tabanlı müdahaleler bu durumlarda enerjinin daha verimli kullanılmasını destekleyebilir, ancak herkese uyan tek bir yaklaşım geliştirmeye çalışırken teknik ve katılım temelli önemli zorluklar devam etmektedir. eTEACHER aracının geliştirilmesini destekleyen kullanıcı katılımı, bu sorunları vurgulamada başarılı olmuştur ve aracın birlikte oluşturulması, daha fazla geri bildirim sağlamak ve uygulamayı desteklemek için bir grup ilgili paydaş için tohumlar ekmıştır. Tasarım sürecindeki bu güçlendirmenin bina enerji kullanımını anlamlı bir şekilde etkileme gücüne dönüşüp dönüşmeyeceği, eTEACHER ve kullanımdaki benzer uygulamaların daha fazla araştırılmasını gerektiren açık bir soru olmaya devam etmektedir.

Bu tür cihazların ölçeklendirilmesi ve daha geniş bir bina stokunda uygulanması durumunda, tek beden herkese uyar çözümleri zor olsa da gerekli olacaktır. Ancak bu çalışma, mümkün durumlarda, kullanıcı merkezli tasarım ilkelerinin, bina kullanıcılarının daha etkili, faydalı ve sürdürülebilir enerji verimliliği müdahalelerinin tasarlanmasına katılımını ve güçlenmesini sağlamak amacıyla, daha büyük finansmanlı projelerin ön koşulları olarak ilk kapsam belirleme çalışmalarında kullanılabileceğini vurgulamaktadır.

Rekabetçi Çıkar Beyanı

Yazarlar, bu makalede rapor edilen çalışmayı etkileyebilecek bilinen herhangi bir rakip finansal çıkarları veya kişisel ilişkileri olmadığını beyan etmektedirler.

Teşekkür

Bu çalışma, Horizon 2020 Araştırma ve Yenilik programı, 768738 sayılı hibe sözleşmesi tarafından finanse edilen eTEACHER projesinin bir parçası olarak gerçekleştirilmiştir.

Ek A. Tamamlayıcı veriler

Bu makalenin tamamlayıcı verileri <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101772> adresinde çevrimiçi olarak bulunabilir.

Referanslar

- [1] J. Burgess, M. Nye, Re-materialising energy use through transparent monitoring systems, *Energy Policy* 36 (2008) 4454-4459.
- [2] Bull, R., Irvine, K. N., Fleming, P. ve Rieser, M. (2013). İnsanlar sorun mu yoksa çözüm mü? Akıllı/akıllı binaların yükselişine ve BİT destekli katılım rolüne eleştirel bir bakış. ECEEE 2013 Yaz Çalışması - Yeniden Düşün, Yenile, Yeniden Başlat.
- [3] B. Bedwell, C. Leygue, M. Goulden, D. McAuley, J. Colley, E. Ferguson, N. Banks, A. Spence, Apportioning energy consumption in the workplace: a review of issues in using metering data to motivate staff to save energy, *Technol. Anal. Strateg. Manage.* 26 (10) (2014) 1196-1211.
- [4] L. Bastida, J.J. Cohen, A. Kollmann, A. Moya, J. Reichl, Exploring the role of ICT on household behavioural energy efficiency to mitigate global warming, *Renew. Sürdürülebilirlik. Energy Rev.* 103 (2019) 455-462.
- [5] M. Andor, K. Fels, Behavioral economics and energy conservation-a systematic review of non-price interventions and their causal effects, *Ecol. Econ.* 148 (2018) 178-210.
- [6] N. Mogles, J. Padget, E. Gabe-Thomas, I. Walker, J. Lee, A computational model for , designing energy behaviour change interventions, *User Model, User-Adapt.*
- [7] R. Bull, K.B. Janda, Beyond feedback: introducing the 'engagement gap' in organizational energy management, *Build. Res. Inform.* 43 (3) (2018) 300-315.
- [8] T. Hargreaves, Enerji geri beslemesinin ötesinde, *Build. Res. Inform.* 46 (3) (2018) 332-342.
- [9] Lehrer, D., ve Vasudev, J. (2010). Bina performansını artırmak için bilgilerin görselleştirilmesi: uzman kullanıcılar üzerine bir çalışma. UC Berkeley: Yapılı Çevre Merkezi. <https://escholarship.org/uc/item/4n08r2q2> adresinden alındı.
- [10] Foster, D., Lawson, S., Wardman, J., Blythe, M. ve Linehan, C. (2012), Mayıs. Watts in it for me?: kuruluşlarda etkili enerji müdahalelerinin uygulanmasına yönelik tasarım çıkarımları. SIGCHI Bilgi İşlem Sistemlerinde İnsan Faktörleri Konferansı Bildirileri içinde (s. 2357-2366). ACM.
- [11] R. Burrows, H. Johnson, P. Johnson, Değerleri, Tutumları ve Davranışları EtkilemeEtkileşimli ve Sosyal Medya Teknolojisi Aracılığıyla : The Case Energy Usage, University of Bath, Bath, İngiltere, Bilgisayar Bilimleri Bölümü, 2013.
- [12] D. Crowley, E. Curry, J. Breslin, Leveraging Social Media and IoT to Bootstrap Smart Environments, Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments, Springer International Publishing, 2014, s. 379-399.
- [13] K.B. Janda, Building communities and social potential: between and beyond organizations and individuals in commercial properties, *Energy Policy*. 67 (2014) 48-55.
- [14] M. Moezzi, K. Janda, From 'if only' to 'social potential' in schemes to reduce building energy use, *Energy Res. Soc. Sci.* 1 (2014) 30-40.
- [15] S.C. Staddon, C. Cyclic, M. Goulden, C. Leygue, A. Spence, Intervening to change behaviour and save energy in the workplace: a systematic review of available evidence, *Energy Res. Soc. Sci.* 17 (2016) 30-51.
- [16] Lockton, D., Cain, R., Harrison, D., Giudice, S., Nicholson, L. ve Jennings, P., (2011). İş yerinde davranış değişikliği: Kullanıcı merkezli tasarım yoluyla işyerinde enerji verimliliğinin geliştirilmesi. Davranış Enerji ve İklim Değişikliği (BECC) Konferansı, Washington DC, 2011. Erişim adresi: <https://escholarship.org/content/qt6ww5h5jm/qt6ww5h5jm.pdf>.
- [17] Morgan, E., Webb, L., Carter, K. ve Goddard, N., (2018). Büyük Bir Kuruluşta Davranış Temelli Enerji Azaltımı için Bir Cihazın Birlikte Tasarlanması. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 2(CSCW), pp.1-23.
- [18] O.G. Santin, L. Itard, H. Visscher, The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock, *Energy Build.* 41 (11) (2009) 1223-1232.
- [19] Z. Yu, B.C. Fung, F. Haghighat, H. Yoshino, E. Morofsky için sistematik bir prosedür, Bina sakinlerinin davranışlarının bina enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemek , *Energy Build.* 43 (6) (2011) 1409-1417.
- [20] S. Wei, R. Jones, P. De Wilde, Driving factors for occupant-controlled space heating in residential buildings, *Energy Build.* 70 (2014) 36-44.
- [21] N. Murtagh, B. Gatersleben, D. Uzzell, 20:60:20 - enerji davranış farklılıklarıElektrik monitörü olan haneler arasında ve içinde ve tasarruftaki , *PLoS ONE* 9 (3) (2014).
- [22] T. Hargreaves, M. Nye, J. Burgess, Making energy visible: a qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors, *Energy Policy* 38 (10) (2010) 6111-6119.
- [23] K. Buchanan, R. Russo, B. Anderson, Enerji azaltımı meselesi: sorun (s) with feedback, *Energy Policy* 77 (2015) 89-96.
- [24] T. Hargreaves, M. Nye, J. Burgess, Keeping energy visible? Exploring how householders interact with feedback from smart energy monitors in the long term, *Energy Policy* 52 (2013) 126-134.
- [25] Wilson, G. T., Bhamra, T. ve Lilley, D. (2010). Evsel enerji tüketiminin azaltılması: kullanıcı merkezli bir tasarım yaklaşımı. Sürdürülebilir İnovasyon için Bilgi İşbirliği ve Öğrenme ERSCP-EMSU. Conference Delft, The Netherlands, 25th- 29th October 2010, pp.200-222.
- [26] Y. Riche, J. Dodge, R. Metoyer, Studying always-on electricity feedback in the home, *Home Eco Behav.* (2010) 10-14.
- [27] Weiss, M., Mattern, F. ve Beckel, C. (2013). Akıllı Enerji Tüketimi Geri Bildirimi - Akıllı Telefonların Akıllı Sayacılara Bağlanması, ERCIM News [çevrimiçi]< <https://ercimnews.ercim.eu/en92/special/smart-energy-consumption-feedback-connecting-smartphones-to-smartmeters>> adresinden erişilebilir.
- [28] N. Murtagh, M. Nati, W.R. Headley, B. Gatersleben, A. Gluhak, M.A. Imran, D. Uzzell, Individual energy use and feedback in an office setting: a field trial, *Energy Policy* 62 (2013) 717-728.
- [29] M. Mulville, K. Jones, G. Huebner, The potential for energy reduction in UK commercial offices through effective management and behaviour change, *Architect. Engi. Design Manage.* 10 (1-2) (2014) 79-90.
- [30] S.N. Timm, B.N. Deal, Etkili mi geçici mi? Enerji bilgi rolünolanlarının bina sakinlerinin enerji davranışlarını değiştirmedeki , *Energy Res. Sci.* 19 (2016) 11-20.
- [31] DECC. (2018). DECC'de CarbonCulture, [çevrimiçi] Erişim adresi: <http://research.carbonculture.net/decc-report2012/category/discussion/>.
- [32] Y. Parag, K. Janda, More than filler: actors and socio-technical change in middle the energy system from the "middle-out", *Energy Res. Soc. Sci.* 3 (2014) 102-112.
- [33] U. Ritterfeld, M. Cody, P.A. Vorderer, Serious Games: Mechanisms and Effects, Routledge, New York, 2009.
- [34] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, D. Dixon, Oyunlaştırma: oyun kullanılması. Oyunlaştırılmış Enerji Verimliliği Programları. ACEE, Rapor Numarası B1501. *Comput. Syst.* (2011).
- [35] Grossberg, F., Wolfson, M., Mazur-Stommen, S., Farley, K. ve Nadel, S. (2015). Oyunlaştırılmış Enerji Verimliliği Programları. ACEE, Rapor Numarası B1501.
- [36] D. Johnson, E. Horton, R. Mulcahy, M. Foth, Gamification and serious games within domain of energy consumption: systematic review, *Renew. Sürdürülebilir. Energy Rev.* 73 (2017) 249-264.
- [37] Banerjee A. ve Horn, M. S. (2014). Hayalet avcısı: Ebeveynler ve çocuklar oyun oynuyor

- enerji tüketimi hakkında bilgi edinmek için birlikte. İçinde: Proceedings of the 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, pp. 267-274.
- [38] P.W. de Vries, E. Knol, Ergenlerin tutumlarını değiştirmek için bir araç olarak ciddi oyunlar: enerji tasarrufuna yönelik : EnerCities vakasından ilk sonuçlar, EDEN Annu. Conf. 2011 (2011) 1-5.
- [39] D. Geeleen, D. Keyson, S. Boess, H. Brezet, Exploring the use of a game to stimulate energy saving in households, J. Design Res. 10 (2012) 102-120.
- [40] G. Wood, D. van der Horst, R. Day, A.G. Bakaoukas, P. Petridis, S. Liu, L. Jalil, M. Gaterell, E. Smithson, J. Barnham, D. Harvey, B. Yang, C. Pisithpunth, Serious games for energy social science research, Technol. Anal. Strategic Manage. 26 (10) (2014) 1212-1227.
- [41] M. Şenbel, V.D. Ngo, E. Blair, İklim değişikliğinin sosyal mobilizasyonu: Üniversite öğrencileri ekran katılımı için çoklu yollar aracılığıyla enerji tasarrufu yapıyor, J. Environ. Psychol. 38 (2014) 84-93.
- [42] Michie, S., Van Stralen, M.M. ve West, R. (2014). Davranış Değişikliği Çarkı: Müdahalelerin tasarlanması için bir rehber. [Çevrimiçi] Erişim adresi: <http://www.behaviourchangewheel.com> [Erişim tarihi: 30 Ocak 2017].
- [43] Mankoff, J, Matthews, D, Fussell, S.R, ve Johnson, M. (2007). Bireyleri ekolojik ayak izlerini azaltmaya motive etmek için sosyal ağlardan yararlanma. 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07).
- [44] R. Bull, M. Lemon, D. Everitt, G. Stuart, Geri ötesine geçmek: enerji davranışbıldirimim Birleşik Krallık'ta ve yerel katılım, Energy Res. Soc. Sci. 8 (2015) 32-40.
- [45] Robinson, L. (2011). Bir Değişim Programı Nasıl Tasarlanır: Değişimoloji Süreci. [Çevrimiçi] Erişim adresi: http://enablingchange.com.au/enabling_change_process.pdf [Erişim tarihi: 23 Mart 2017].
- [46] G. Wallenborn, M. Orsini, J. Vanhaverbeke, Household appropriation of electricity monitors, Int. J. Consum. Stud. 35 (2) (2011) 146-152.
- [47] E.L. Larson, S.J. Patel, D. Evans, L. Saiman, değiştirme stratejisi olarak geri bildirim: gizlidir Davranış : şeytan ayrıntıda , J. Eval. Clin. Pract. 19 (2) (2013) 230-234.
- [48] S.M. Christina, A. Dainty, K. Daniels, P. Waterson, How organisational behaviour and attitudes can impact building energy use in the UK retail environment: a theoretical framework, Architect. Müh. Design Manage. 10 (1-2) (2014).
- [49] L. Yardley, B.J. Spring, H. Riper, L.G. Morrison, D.H. Crane, K. Curtis, G.C. Merchant, F. Naughton, A. Blandford, Understanding and promoting effective engagement with digital behaviour change interventions, Am. J. Prevent. Med. 51 (5) (2016) 833-842.
- [50] S.S. Van Dam, C.A. Bakker, J.D.M. Van Hal, Home energy monitors: impact over the medium-term, Build. Res. Inform. 38 (5) (2010) 458-469.
- [51] A. Khosrowpour, Y. Xie, J.E. Taylor, YHong, One size does not fit all: establishing. the need for targeted eco-feedback, Appl. Energy 184 (2016) 523-530.
- [52] T. Tang, Sürdürülebilir Kullanıma Doğru: Design Behaviour Intervention to Reduce Household Environment Impact, Loughborough Üniversitesi, 2010.
- [53] A.H. McMakin, E.L. Malone, R.E. Lundgrensakinleri enerji tasarrufuna motive , Finansal teşvikler olmadan etmek, Environ. Behav. 34 (6) (2002) 848-863.
- [54] F. Lossin, A. Loder, T. Staake, Davranış değişikliği için enerji bilgisi, Comput. Bilim ve Araştırma. Dev. 31 (3) (2016) 149-155.
- [55] P. Inyim, M. Batouli, M.P. Reyes, T. Carmenate, L. Bobadilla, A. Mostafavi, A smartphone application for personalised and multi-method interventions toward energy saving in buildings, Sustainability 10 (6) (2018).
- [56] A. Leaman, Dissatisfaction and office productivity, Facilities 13 (2) (1995) 3-19.
- [57] N. Oseland, P. Bartlett, Ofis Verimliliğinin Artırılması: A guide for Business and Facilities Managers, Longman, Singapore, 1999.
- [58] T. Crompton, Common Cause: The case for working with our cultural values, WWF, Londra, 2010.