

**İç Mekânda Enerji Verimliliği ve Teknoloji İlişkisi:
Güncel Uygulamalar Bağlamında Bir İrdeleme**

**Relationship Between Energy Efficiency and Technology in The Interior Space:
A Review in Context of Current Applications**

Filiz TAVŞAN, Cevgiz TAVŞAN, Edanur FETTAHOĞLU
Karadeniz Teknik Üniversitesi İç Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon

Doi: 10.51764/smutgd.1013574

Geliş Tarihi : 22.10.2021

Kabul Tarihi : 07.12.2021

ÖZET

Sürdürülebilirlik, artan çevre kirliliği ve doğal kaynakların hızla tükenmesi gibi faktörlerin etkisi ile her geçen gün daha da önemli bir konu haline gelmektedir. Birçok sektörde bu konuya ilişkin sorunlar dile getirilmekte, önlemler planlanmaktadır. Sürekli olarak gelişmekte olan yapı sektörü de bu alanlar arasında önemli bir konuma sahiptir. Bir yapının hem yapım hem de işletim süreci boyunca her alanda kaynakların kullanım miktarı, niteliği ve yöntemi farklılaşmaktadır. Yakın tarihte yaşanan enerji krizi ve sürekli olarak artan enerji tüketim miktarı enerji verimliliğinin bu konuda dikkat edilmesi gereken parametrelerden biri olduğunu göstermektedir. Bu alanda çeşitli çalışmalar yürütülmekte, teknolojik uygulamalar ise konuya farklı yaklaşımlar sunmaktadır. Teknoloji yapım sürecinin hemen her aşamasında etkili olmaktadır. Ancak yapı şükrütürü ve cephede etkili olan teknoloji unsurunun iç mekânda aynı ölçüde yer bulamadığı görülmektedir. Bu bağlamda, iç mekanlar için yürütülen enerji verimliliği uygulamaları ve teknoloji ilişkisi araştırmanın temel inceleme alanı olarak belirlenmiştir. Araştırmada teknolojinin iç mekânda yaygın olarak kullanılan sistemler dışında, enerji verimliliği konusunda aktif roller üstlenebileceği varsayımından yola çıkılmıştır. Yüksek enerji tüketiminin sebepleri arasında görülen teknolojinin aynı zamanda enerji verimliliğini sağlama aracı olarak kullanılabileceği ise araştırmanın bir diğer varsayımıdır. Araştırma varsayımları güncel teknolojik uygulamaların analiz edilmesi yöntemiyle sınanmıştır. İç mekânda teknoloji ve enerji verimliliği ilişkisi konusunda farklı bir bakış açısının geliştirilmesi, teknolojinin bu alanda ne gibi rollerinin olduğunun tespit edilmesi hedeflenmiştir. Araştırma sonucunda, teknolojinin enerji verimli iç mekân uygulamalarının geliştirilmesine yenilikçi alternatifler sunduğu, enerji tasarruflu iç mekân uygulamalarının ötesine geçilerek enerji üreten iç mekân anlayışının ortaya çıktığı ve söz konusu uygulamaların gelişme potansiyelinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, iç mekân, teknoloji, sürdürülebilirlik.

ABSTRACT

Sustainability is becoming an increasingly important issue for various reasons. In many sectors, measures are planned in this regard. The ever-developing construction industry is among these areas. The recent energy crisis and the ever-increasing energy consumption show that energy efficiency is one of the parameters to be considered in this regard. Technological applications on this subject offer different approaches to the subject. Technology is effective at almost every stage of the construction process. However, the technology element, which is effective on the building structure and the facade, is not taken into account sufficiently in the interior. For this reason, the relationship between energy efficiency and technology in indoor spaces has been determined as the main study subject of the research. In the research, it is assumed that technology can play an active role in energy efficiency, apart from the systems commonly used indoors. Another assumption of the research is that technology, which is among the causes of high energy consumption, can also be used as a means of providing energy efficiency. Research hypotheses were tested by analyzing current technological applications. It is aimed to develop a different interpretation of the subject and to determine the roles of technology in this subject. As a result of the research, it has been determined that technology offers innovative alternatives to energy-efficient indoor applications, creates an energy-generating interior concept by going beyond energy-efficient interior applications, and that these applications have the potential to develop.

Keywords: Energy efficiency, interior space, technology, sustainability.

GİRİŞ

İnşaat sektörü ilişkili olduğu çeşitli sektörler ile birlikte sürdürülebilirlik ve kaynakların korunumu alanlarında dikkate alınması gereken başlıca sektörler arasında yer almaktadır. Yapım ve işletim aşamalarında sürekli olarak yaşanan gelişmeler, yeni teknoloji ve ürünler çevre korunumu tartışmalarını da beraberinde getirmektedir. Özellikle enerji krizleri ve artan nüfus bu konunun önemine işaret etmektedir ve enerji verimliliğine verilen önemin çeşitli politikalar ile desteklenmesi gerekmektedir (Goldemberg, Joansson, Reddy ve Williams, 1987). Bununla birlikte yapı tasarımı ve inşası sürecinde her aşamada görev alan kişilerin konuya göstereceği hassasiyet büyük önem taşımaktadır. Yapıların çevreye vereceği zararı en düşük düzeyde tutmak, çevrenin korunmasını sağlamak, çevresel ve yapısal sürdürülebilirlik için yapım üretim sürecinin bütün aşamalarının dikkate alınması gerekmektedir (İpekçi, Coşgun ve Esin, 2015). Enerjinin sürdürülebilirliği ve verimli kullanımı da yapı sektöründe dikkat edilmesi gereken kilit unsurlar arasındadır.

Tarihte yaşanan enerji krizleri, teknoloji kullanımının artışı ve kaynak yetersizliği gibi sebepler birçok alanda enerjinin korunumu ve verimliliğinin sağlanmasına yönelik çalışmaları gündeme getirmiştir (Goldemberg vd., 1987; Çakmanus, 2004). Şehirler, dünyadaki enerji tüketiminin yaklaşık %75'ini ve sera gazı emisyonlarının %80'ini oluşturmaktadır; inşaat sektörü de bu tüketiminin dikkate değer kısmını kapsamaktadır (Aghamolaei ve Ghaani, 2020). Enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmalar bu alanda önem kazanmaktadır (Çakmanus, 2004). Enerji verimliliği, binaların sürdürülebilirliği hususunda en temel unsurlarından biridir (Parasonis, Keizikas, Endriukaityté. ve Kalibatiené, 2012). Bir yapının yaşam döngüsü içerisinde sürdürülebilirliğin ve tasarrufun sağlanması her aşamada dikkat edilmesi gereken unsurlardır. Yapım için kullanılacak hammaddelerin çıkarılmasından yıkımına kadar geçen zamanı kapsayan bu döngü içerisinde kaynakların doğru ve etkili kullanımı hem çevrenin hem de geleceğin korunması açısından titizlikle planlanmalı ve uygulanmalıdır (Tufan ve Özel, 2018). Yapının çevresinden iç mekân detaylarına kadar bütün tasarım süreci enerji verimliliğini sağlayacak şekilde yürütülebilmektedir.

Enerji verimliliğini sağlamaya yönelik tasarımların ayırt edilebilir yönü “yapıyı oluşturan malzeme ve bileşenlerin üretimi, yapının tasarımı yanında iklimlendirme sistemlerinin seçimi, bakımı, işletimi ve yönetimi” gibi alanlarda da bu doğrultuda tasarlanırken aynı zamanda yapının standardını da korumasıdır (Çakmanus, 2004). Bu alanda iç mekânda yapılabilecek uygulamalar ise hem inşaat sürecinde hem de inşaat sonrasında gerçekleştirilebilecek uygulamalar olarak çeşitlenmektedir. Yapım süreci tamamlandığında dahi iç mekânda gerçekleştirilebilecek birçok uygulamaya erişmek mümkündür. Yapılan araştırmalar incelendiğinde konuya ilişkin alt başlıklar ile çeşitli araştırmaların yapıldığı (Gençoğlu, 2005; Haydaraslan ve Sümer, 2018) veya daha geniş kapsamda sürdürülebilirlik üst başlığında incelendiği (Yüksel ve Kariptaş, 2019; Toker, 2020), teknik irdelemeler bağlamında değerlendirildiği (Parasonis vd., 2012; Aghamolaei ve Ghaani, 2020) çeşitli çalışmalara ulaşılmıştır. Söz konusu araştırmalar konu hakkında bilgi ve katkı vermekle birlikte uygulamaların derlenerek örneklendiği iç mekân bağlamında yeterli çalışmaya ulaşılamamıştır. Konuya ilişkin yeterince bilgiye ulaşılamaması yenilikçi uygulamaların kullanımının yaygınlaşmaması ve tanınmaması ile sonuçlanmaktadır. Araştırma bu problemde yola çıkılarak kurgulanmıştır. İç mekânda enerji verimliliğini sağlama amacı ile gerçekleştirilen uygulamalar çoğunlukla enerji verimli beyaz eşyalar, enerji tasarruflu ampuller gibi mevcut enerjinin daha az tüketilmesine yönelik ürün grupları olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırmada, iç mekânda teknolojik gelişmelerin çok daha aktif ve sürdürülebilir enerji verimliliği uygulamalarını mümkün kılacak potansiyele sahip olduğu varsayımı benimsenmiştir. Bir diğer varsayım ise, enerji tüketiminin önemli sebepleri arasında görülen teknolojinin aynı zamanda iç mekânda enerji verimliliği konusunda bir araç olarak kullanılabileceğidir. Elde edilecek sonuçlar ile konu hakkında farklı bir yaklaşımın ortaya konması istenmiştir. İç mekânda enerji verimliliğini sağlamaya yönelik çalışmalar içerisinde teknolojinin kapsamının ve rolünün neler olabileceği hakkında bir veri kümesine ulaşılmaması amaçlanmıştır.

İç Mekânda Enerji Verimliliği

İç mekân tasarımı birçok yönü ile kullanıcı ve çevre için önem arz eden; bu bağlamda detaylıca planlanması gereken bir konudur. İç mekân tasarımcıları kullanıcıların ihtiyaçları gibi birçok unsuru göz önünde bulundurarak tasarım sürecini gerçekleştirmektedirler. Tasarım sürecinde alınacak kararlar olumlu veya olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Sürdürülebilirliğe ilişkin tüm yapı tasarımı aşamalarında olduğu gibi iç mekânda da gerçekleştirilen ve gerçekleştirilme potansiyeli olan uygulamalar mevcuttur. Enerji verimliliği de bu alanda dikkat edilmesi gereken konulardan biridir. İnsan yaşamı, teknolojinin etkisi ile birlikte daha konforlu hale gelmiş, bunun sonucu olarak da enerji tüketimi artmıştır (Doğan ve Yılankırkan, 2015).

Artan enerji tüketimi ile birlikte enerji verimliliğine ilişkin uygulamaların önemi de artmaktadır. Enerji verimliliği söz konusu olduğunda mimari planlama ve yerleşim gibi değişkenler etkili olmaktadır (Parasonis vd., 2012). Bununla birlikte tamamen iç mekân kullanımına yönelik tasarlanmış birçok ürün ve uygulama geliştirilmektedir. Örneğin; akıllı teknolojiler bu alanda sürekli olarak gelişmekte olan uygulama alanlarından biridir. Söz konusu teknolojiler; sürdürülebilir bir geleceğin planlanması, küresel ısınmanın etkilerini azaltma ve dengeli bir ekonomik kalkınma sağlama gibi problemlere çözüm sağlama amacı ile gerçekleştirilmektedir (Nizetic, Djilali, Papadopoulos ve Rodrigues, 2019). Akıllı teknolojiler dışında da birçok uygulama ve ürün geliştirilmektedir. Geliştirilen uygulamaların kullanımı ise yeterli yaygınlıkta olmayıp bu durum çeşitli değişkenler ve faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

İç Mekânda Enerji Verimliliği ve Teknoloji İlişkisi

İnsanoğlunun çevreye verdiği zarar her geçen gün artmakta, bu zarara sebep olan etkenler arasında enerji üretim ve tüketimi büyük bir paya sahip olmaktadır (Kırbaş, 2019). Çevreye verilen zararın artması ve olumsuz sonuçlarının göz ardı edilemeyecek düzeylere ulaşması; konuya ilişkin çalışmaların yapılması ve hemen her alanda önlemlerin alınması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Mimarlık alanında da enerji tüketiminin çevreye verdiği zarar doğrultusunda çeşitli önlemler alınmış, mimari tasarım anlayışında değişiklikler meydana gelmiştir (Soğukoğlu ve Vatan, 2014). Enerji verimliliği bağlamında geliştirilen akıllı binalar ve sürdürülebilir yaklaşımlar mimari alanında görülen en somut örnekler arasındadır. Söz konusu binalar ve sistemlerin, üretiminden kullanım sürecine kadar teknolojinin etkisini görmek mümkündür. Örneğin, teknolojinin etkin olarak kullanıldığı akıllı binalarda çevreye en az zararı verecek, en az kirliliğe sebep olacak ve hatta enerji üretebilecek sistemler kurgulanabilmektedir (Özler, 2003). Mevcut sistemler de sürekli olarak geliştirilmekte ve bu alanda çeşitli çalışmalar yürütülmektedir.

İç mekân bağlamında değerlendirildiğinde hem mimari yapım aşamasında hem de kullanılmakta olan yapıların iç mekanlarına eklenebilecek / değiştirilebilecek ürün ve sistemler ile enerji verimliliğini artırmak mümkündür. İç mekânda enerji verimliliği sağlayan çözümler doğal yollarla sağlanabileceği ve çeşitli önlemler alınabileceği gibi teknolojik imkanlar ile geliştirilmiş kalıcı çözümler de kullanılmaktadır. Teknolojik iç mekân çözümleri enerji verimliliği sağlarken gelişmiş akıllı sistemlerle kullanıcı ihtiyaçlarını tespit eden, gelişmiş bir kullanım süreci kurgulayan ürünlerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır (Alıcı, 2020). Bununla birlikte, maliyet faktörü ve teknoloji kavramına ilişkin yaklaşımlar gibi sebeplerle enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin alımı sınırlı düzeylerde kalmaktadır (Geller, 2002). Buna karşın, teknoloji iç mekân oluşumunu biçimsel, işlevsel ve boyutsal olarak etkilemekte, iç mekânda yeniliklerin gündeme gelmesine öncülük etmektedir (Özturan, 2010). Yapılan araştırmada teknolojinin iç mekâna etkisi kullanılan ürün ve uygulamalar bağlamında enerji verimliliği konusu özelinde incelenmiş, teknoloji ve iç mekânda enerji verimliliği arasındaki ilişki olumlu ve olumsuz yönleriyle ele alınarak değerlendirilmiş; güncel örnekler bağlamında söz konusu ilişkisinin çeşitli boyutlarının ortaya konması hedeflenmiştir.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Enerji verimliliği ve teknoloji ilişkisinin iç mimari tasarım ölçeğinde incelendiği çalışma beş aşamadan oluşmaktadır. Araştırmanın birinci aşamasında “enerji verimliliği”, “teknoloji”, “sürdürülebilirlik” “mimari” ve “iç mekân” başlıkları bağlamında elde edilen kaynaklar irdelenmiş, araştırmanın kavramsal çerçevesi çizilerek amacı, önemi ve varsayımları belirlenmiştir. İkinci aşamada ise belirlenen kavramsal çerçeve doğrultusunda araştırma yöntemi ve örneklem grubu belirlenmiştir. Araştırmanın üçüncü aşamasında konuya ilişkin yapılmış çalışmalar arasında konuya ilişkin analiz edilmiş; mevcut yaklaşımlar araştırılmıştır. Dördüncü aşamada ise iç mekânda enerji verimliliği sağlamaya yönelik güncel ürün ve uygulamalar tespit edilmiş, söz konusu uygulamalar iç mekânda enerji verimliliği ve teknoloji ilişkisi bağlamında irdelenmiştir. Bu aşamada örneklerin belirlenmesinde, ödüllü veya literatüre girmiş uygulamalar olması seçim kriteri olarak değerlendirilmiştir. Belirlenen örnekler doğrultusunda, bu alanda geliştirilen ürün ve uygulamaların belirli başlıklar altında gruplandırıldığı tespit edilmiş, “3.1. İç mekânda enerji verimliliğine ilişkin yenilikçi uygulamalar” maddesi altında bu başlıklar doğrultusunda irdelenmiştir. Analiz ve irdelemeler sonucunda elde edilen veriler derlenerek sonuç aşamasında aktarılmıştır.

BULGULAR VE İRDELEMELER

Araştırmanın bu bölümünde teknolojinin iç mekânda enerji verimliliğine etkisi bağlamında güncel teknolojik sistemler, enerji verimli ürün ve uygulamalar irdelenmiştir.

İç Mekânda Enerji Verimliliğine İlişkin Yenilikçi Uygulamalar

Enerji verimliliği ile ilgili alınan temel önlemlerin geleneksel ve alışılmış yöntemler olduğu ve bu alanda yapılan yenilikçi uygulamaların yaygın olarak kullanılmadığı tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle, iç mekânda kullanılabilecek yenilikçi ve teknolojik enerji verimliliği uygulamaları örnekleri listelenmiştir. Yapılan örnekleme ile konuya ilişkin bir veri kümesine ulaşmanın yanı sıra, literatürden elde edilen verilerin örnekler üzerinde irdelenmesi ve araştırmanın güncel bir zemine oturtulması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda incelenen örneklerden elde edilen veriler kapsamında yapılan gruplandırma ve irdeleme başlıkları şu şekildedir:

- Akıllı otomasyon sistemleri
- Aydınlatma sistemleri ve elemanları
- Isıtma ve havalandırma sistemleri
- Kapı ve pencereler
- Zemin ve duvar kaplamaları
- Panjur, perde ve tekstil ürünleri

Örnekler belirlenen başlıklar altında enerji verimliliğine yaklaşım biçimleri ve yenilikçi özellikleri değerlendirilerek incelenmiştir.

Akıllı otomasyon sistemleri

Öz bir tabir ile otomasyon, bir sistemin yönlendiren bir kimseye ihtiyaç duymadan kurgulandığı düzen ile verilen komutları gerçekleştirmesi olarak tanımlanabilir. İç mekânda ise konut mekanları bağlamında örnekleme gerekirse, birçok sistemin kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda gerçekleştirilmesi yoluyla kullanıcıların konfor koşullarını artıran aynı zamanda tasarruf sağlayan sistemlerdir (Yumurtacı ve Keçebaş, 2009). Güncel sistemler incelendiğinde ise akıllı otomasyon sistemlerinin birçok farklı amaca yönelik geliştirilebildiğini görmek mümkündür. Örneğin iç mekânlarda bitki yetiştiriciliğinin bir bilgisayar veya telefon aracılığıyla gerçekleştirilmesini sağlayan otomasyon sistemleri geliştirilmiştir (bkz. Şekil 1). Enerji tasarruflu LED aydınlatmalar ile kurgulanan sistemler su kullanımını da azaltırken bitki hasadını hızlandırmaktadır (URL1). Burada kullanılan teknolojinin enerji tasarrufuna ek olarak su tasarrufu sağlamaya yönelik olduğu, aynı zamanda tarıma yenilikçi bir yaklaşım sunduğu görülmektedir. Otomasyon sistemlerinin kullanılmakta olduğu bir başka alan olan otelcilik sektöründe (bkz. Şekil 2) ise sistemler hem enerji tasarrufu hem de misafir memnuniyetini sağlama amacına yönelik kullanılmaktadır (URL2). Her iki örnek değerlendirildiğinde akıllı sistemlerin hem enerji tasarrufu sağlama hem de ek işlevlerle çok amaçlı kullanımlara sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Akıllı iç mekân tarım sistemi (URL1)



Şekil 2. Otel otomasyon sistemi (URL2)

Aydınlatma Sistemleri ve Elemanları

Teknolojik enerji verimliliği kapsamında geliştirilen aydınlatma çözümlerinde akıllı aydınlatmalar önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı aydınlatma sistemlerinde üç ana bileşen bulunmaktadır; bunlar kontrol sistemi, aydınlatma armatürü ve ana kontrol destekleyicileridir. Günümüzde birçok akıllı cihaz; telefonlar ve bilgisayarlar minimum altyapı ile akıllı aydınlatma sistemlerini çalıştırabilmektedirler (Tang, Kalavally, Yew Ng ve Parkkinen, 2017). Bununla birlikte, iç mekânda doğadan ilham alan, estetik değeri yüksek ve teknolojik alternatiflerin de üretildiği görülmektedir. Green Product Award ödüllü, kaya tuzu kristalleriyle tasarlanmış yüksek enerji verimli lamba projesine buna bir örnektir. (bkz. Şekil 3). Üründe yüksek enerji verimliliğine ek olarak kaya tuzunun nemi emerek hava kalitesini artırması ve uyarlanabilir boyutları ile farklı iç mekanlara uyum sağlaması sağlanmıştır (URL3). Teknoloji ve doğa iş birliği ile sürdürülebilir bir ürün geliştirilmiştir. Marjan van Aubel tasarımı bir başka aydınlatma ise enerjiyi koruma yoluyla değil üretme yoluyla enerji verimliliği sağlamaktadır (bkz. Şekil 4). İç mekanlar için tasarlanan ürün güneş ışığını yakalayıp enerji üretme, kendi kendine çalışabilme prensibiyle tasarlanmıştır. Güneş enerjisi sistemlerini çatı panellerinden ziyade iç mekanlar özelinde de kullanılabilen hale getirmek ve böylece “sanat, sürdürülebilirlik ve teknolojiyi birleştirmek” amaçlanmıştır (URL4). İncelenen her iki örnekte de enerji verimliliğine farklı açılardan yaklaşıldığı, yeni işlev ve doğa dostu yaklaşımlar ile estetik çözümler sağlanmanın tercih edildiği tespit edilmiştir.



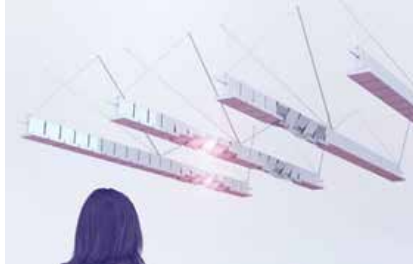
Şekil 3. Yüksek enerji verimli lamba (URL3)



Şekil 4. Enerji üreten aydınlatma sistemi (URL4)

Isıtma ve Havalandırma Sistemleri

İç mekân ısıtma ve havalandırma sistemleri temel olarak termal konfor ve hava kalitesi sağlamak için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, artan ısıtma ve havalandırma sistemi kullanımı enerji verimliliği ile ilişkili sorunları da beraberinde getirmekte; bu alanda çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir (Song, Wu ve Yan, 2013). Bu alanda teknoloji kullanımı ile ilgili incelenen örnekler, sistemlerin enerji verimliliği sağlamanın yanına kullanıcılara farklı imkanlar sunma amacına da işaret etmektedir. Isıyı sadece insanlara yoğunlaştırma üzerine kurulmuş olan “ısı balonu projesi” kamusal iç mekanlar için yenilikçi bir çalışma niteliği taşımaktadır (bkz. Şekil 5). Kullanıcıların yoğun olarak buldukları alanları tespit ederek ısıyı oraya yönlendiren sistem bu yolla gereksiz enerji kullanımının önüne geçmeyi amaçlamaktadır. Geliştirme çalışmaları devam eden projenin standart bir sistem ile kıyaslandığında iki katına kadar enerji tasarrufu sağlayabileceği ön görülmektedir. Kamusal alanda nispeten kişiselleştirilmiş bir deneyim sunmak ise projenin bir diğer amacıdır (URL5). Nanyang Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen Vortec adlı ürün (bkz. Şekil 6) ise alışılmış ürünlerin yarısı kadar elektrik kullanan ve iki kat daha hızlı soğuması beklenen bir tavan fanı olma özelliğini taşımaktadır. Fan, havayı emmekte ve daha sonra tekrar dışarı atılarak odanın her tarafına yayılması sağlanmaktadır (URL6). Her iki örnekte de enerji tüketimini azaltmaya yönelik farklı kapsamlarda çalışmalar yapılmış; ek olarak kişiselleştirme gibi imkanlar sunulmuştur.



Şekil 5. Hareket sensörlü ısıtma sistemi (URL5)



Şekil 6. Enerji verimli ısıtma sistemi (URL6)

Kapı ve Pencereler

Mimaride kapı ve pencerelerin enerji verimliliği bağlamında kullanımı temel olarak ısı yalıtımı sağlama amacıyla gerçekleştirilir. Bu amaçla ısı yalıtımlı kapı ve pencereler kullanılarak bina kabuğunun da bu anlamda iyileştirilmesi sağlanır (Diakaki, Grigoroudis ve Kolokotsa, 2008). Teknolojik imkanların değerlendirilmesi bilindik enerji tasarruflu kapı ve pencerelere alternatifler sağlamaktadır. Örneğin, Şekil 7’de yer alan kapı kinetik enerjiyi dönüştürme mantığından yola çıkılarak tasarlanmıştır. Kapıya enerji jeneratörü yerleştirilmiş ve böylece her kullanımında enerjinin bir miktarı yenilenebilir enerjiye dönüştürülmektedir (URL7). Hollanda merkezli bir firma tarafından tasarlanan “PowerWindow” adlı ürün de benzer bir yaklaşımla enerji verimliliği sağlamanın yanı sıra, enerji üretimi sağlanmaktadır (bkz. Şekil 8). Bu pencere sistemi, yaygın olarak kullanılan pencerelerin yaptığı şekilde ışığın %30’unu yansıtmak yerine ışığı toplamakta ve işlemektedir. Bu sayede pencere çerçevesinin içindeki güneş pilleri sayesinde elektriğe dönüştürülmektedir. Enerji üreten cam fikri daha önce de gerçekleştirilmiş ancak bunu tamamen şeffaf ve büyük alanlarda kullanılabilir bir pencere sistemine dönüştürmek ürünün ayırt edilebilir yönünü oluşturmaktadır (URL8). Her iki örnekte de kapı ve pencerelerin yalnızca enerji korunumunu sağlama amacıyla değil, enerji üretme amacıyla da kullanılabildiği görülmektedir. Bu tarz tasarım yaklaşımları benzer anlayışla birçok kapı ve pencere uygulamasının da gerçekleştirilmesinin önünü açmaktadır.



Şekil 7. Enerji üreten döner kapı sistemi (URL7)



Şekil 8. Enerji üreten pencere (URL8)

Zemin ve Duvar Kaplamaları

Sürdürülebilirlik günümüzün önemli sorunları arasında yer almaktadır ancak bu konuda alınan önlemler ve yapılan uygulamalar kısıtlıdır. Bununla birlikte özellikle çevresel kaygılar tasarımcıları iç mekânda sürdürülebilir kaplama malzemeleri kullanmaya teşvik etmektedir (Lee, Allen ve Kim, 2013). Bu noktada farklı yollarla enerji verimliliği sağlayan uygulamalar bulunmaktadır. Wisconsin-Madison Üniversitesi bünyesinde gerçekleştirilen bir çalışmayla ayak seslerini depolayarak enerjiye dönüştüren zemin kaplama malzemesi bu uygulamalar arasındadır (bkz. Şekil 9). Çalışmada yalnızca enerji verimliliğine odaklanılmamış, geri dönüşüm kavramı da ön planda tutulmuş ve kaplama malzemesi geri dönüştürülmüş odun hamurundan üretilmiştir (URL9). Sürdürülebilirliğin birden fazla açıdan ele alındığı ve tasarım sürecine dahil edildiği görülmektedir. Kore’de bulunan bir araştırma grubunun teknolojik çalışmalar doğrultusunda geliştirdiği termokromatik boya ise bu alanda duvar kaplamalarına bir örnektir. Sıcaklığı enerjiye dönüştüren bu boya sayesinde hem enerji verimliliği hem de ekonomik fayda sağlanması amaçlanmıştır (bkz. Şekil 10). İncelenen her iki örnekte de kaplama malzemelerinin yalnızca enerji korunumu sağlamadığı aynı zamanda enerjiyi dönüştürerek iç mekânda alternatif enerji kaynakları sundukları görülmektedir.



Şekil 9. Enerji üreten zemin kaplaması (URL9)



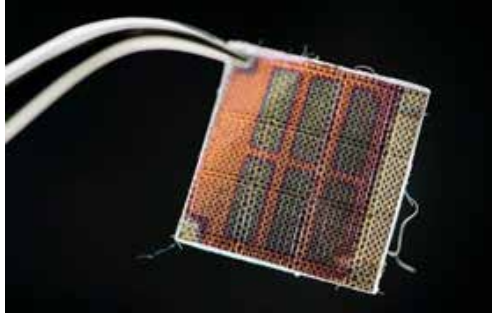
Şekil 10. Termoelektrik boya (URL10)

Panjur, Perde ve Tekstil Ürünleri

Binalarda sürdürülebilirliği sağlama amacıyla planlama aşamasında alınan önlemler, mevcut ürün ve sistemlerin enerji verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi birtakım çalışmalar yürütülmektedir (Yılmaz, 2009). Panjur, perde ve tekstil ürünleri gibi iç mekâna kolaylıkla dahil edilebilen ürünler ise alternatif ve pratik uygulamalar olarak kabul edilebilir. Örneğin, Şekil 11’de yer alan “Enerji Perdeleri”, dış tarafında bulunan ve güneş ışığı toplayan hücreler ile enerji depolamaktadır. Depolanan enerji ışık üretmek için kullanılabilir (URL11). Güneş enerjisine dayanan ürün tasarımına farklı bir bakış açısıyla yaklaşıldığı görülmektedir. Georgia Teknoloji Enstitüsü ve Wisconsin-Madison Üniversitesi tarafından geliştirilen bir kumaş ise hem güneş hem de rüzgârdan enerji üretebilmektedir (bkz. Şekil 11). Ucuz ve çevre dostu olan bu kumaş ile dış mekânda kullanıma uygun çadırlar ve iç mekanlar için perdeler üretilmektedir (URL12). Örneklerde güneş ve rüzgâr gibi kaynaklar kullanılarak enerji üretiminin çeşitli yollarının geliştirildiği, iç mekânda kullanılabilecek yeni ürün ve uygulamaların bulunduğu görülmektedir.



Şekil 11. Enerji Perdeleri (URL11)



Şekil 12. Enerji üreten kumaş (URL12)

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada gün geçtikçe daha önemli bir problem haline gelen yüksek enerji tüketimine karşı alınan önlemler ve geliştirilen sistemlerin iç mekânda kullanıma uygun örnekleri incelenmiştir. Yapılan araştırmada enerji verimliliğine ilişkin yaygın olarak kullanılan enerji verimli beyaz eşyalar, ampuller gibi daha az enerji tüketmeye yönelik geliştirilmiş ürünler ve uygulamaların dışında, teknolojik imkanlar doğrultusunda geliştirilen yenilikçi ve farklı yaklaşımlar sunan ürün ve uygulamaların bulunduğu tespit edilmiştir. Örneğin, rüzgâr, güneş gibi doğal kaynaklardan yararlanılarak dolaşımda olan enerjinin iç mekânda kullanılabilir enerjiye dönüştürüldüğü ürünler bulunmaktadır. Söz konusu ürünlerin birçoğu henüz yaygınlaşmamış olsa da firmalar ve üniversiteler bünyesinde geliştirilmeye devam etmektedir. Ek olarak, çalışmaların geliştirilme ve yaygınlaşma potansiyelinin bulunduğu görülmüştür ve geliştirilecek yeni ürün ve uygulamalara zemin hazırladıklarını söylemek mümkündür.

İç mekânda enerji verimliliği ve teknoloji ilişkisi değerlendirildiğinde ise, teknolojinin enerji tüketimine yol açan etkenler arasında yer almasına karşın aynı zamanda yüksek enerji tüketimini önlemeye yönelik uygulamalara da öncülük ettiği görülmüştür. Teknolojinin, özellikle yanlış kullanım biçimleri sonucunda çevreye zarar verme potansiyelinin bulunduğu yadsınamaz bir gerçektir. Teknolojinin her geçen gün yaygınlaşması ve hemen her alana etki etmesi enerji tüketim miktarını artırmakta, teknolojinin bilinçsiz ve yoğun kullanımı ise söz konusu problemi daha da ciddi bir sorun haline getirmektedir. Bu durum iç mekân bağlamında da benzer sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ancak, günümüz imkanları ve yaşam koşulları teknolojinin birçok alanda olduğu gibi iç mekânların ayrılmaz bir parçası haline almasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu noktada teknoloji kullanımının azaltılması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle, teknolojinin etkin ve bilinçli olarak kullanılmasını sağlayan ürün ve uygulamaların geliştirilmesi önem arz etmektedir. Söz konusu uygulamaların büyük çoğunluğunun kısıtlı bir kullanım alanına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu noktada ön plana çıkan maliyet faktörüne karşı ise “ekonomik” ürünlerin geliştirilmekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmada elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda teknolojik gelişmelerin ve bilimsel çalışmaların katkısıyla enerji verimliliği alanında etkin, uygulanabilir birçok çalışmanın bulunduğu sonucuna varılmıştır. Gerçekleştirilen uygulamaların, üretilen malzemelerin ve sistemlerin bazıları yaygınlaşma potansiyeli taşımaktadır. Bu noktada elde edilen sonuçların araştırma varsayımlarını destekler nitelikte olduğunu söylemek mümkündür. Mimarlık alanındaki birçok konu gibi kaynakların verimli kullanımı ve sürdürülebilirlik konularında da yaratıcılık önemli rol oynamaktadır. Enerji doğada yok olmayan, dönüşen bir kaynaktır ve bu dönüşümü tasarıma uyarlamak hem mimarlığın hem de doğanın geleceği için olumlu sonuçlar doğuracaktır. İster mevcut sistemler kullanarak ister yeni sistemler geliştirilerek bu dönüşümü sağlamak mümkündür. Teknoloji ise bazı olumsuz etkilerine karşın iç mekânda gerek tasarım gerekse kullanım sürecinde enerji verimliliği alanında önemli gelişmelerin meydana gelmesini sağlayabilme potansiyeli taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Aghamolaei, R. ve Ghaani, M. R. (2020). Balancing the impacts of energy efficiency strategies on comfort quality of interior places: application of optimization algorithms in domestic housing. *Journal of building engineering*, 29, 1-12.
- Alıcı, S. (2020). Eko-tek kent modelinde iç mekân tasarımı. *IDA: International design and Art journal*, 2(1), 98-115.
- Aydın İpekçi, C., Cosgun, N. ve Esin, T. (2015). İnşaat sektöründe geri kazanılmış malzeme kullanımının sürdürülebilirlik açısından önemi. II. uluslararası sürdürülebilir yapılar sempozyumu (ISBS 2015), Ankara.

- Çakmanus, İ. (2004). Enerji verimli bina tasarım yaklaşımı, Tesisat mühendisliği dergisi, 84. 20-27.
- Diakaki, C., Grigoroudis, E. ve Kolokotsa, D. (2008). Towards a multi-objective optimization approach for improving energy efficiency in buildings. Energy and buildings, 40(9), 1747-1754.
- Doğan, H. ve Yıllankırkan, N. (2015). Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. Gazi Üniversitesi fen bilimleri dergisi part: c, tasarım ve teknoloji, 3(1), 375-383.
- Geller, H. (2002). Energy revolution: policies for a sustainable future. Washington DC: Island Press.
- Goldemberg, J., Joansson, T. B., Reddy, A. K. N. ve Williams, R. H. (1987). Energy for a sustainable world. World Resources Institute. http://pdf.wri.org/energyforsustainableworld_bw.pdf adresinden 21 Ağustos 2021 tarihinde indirilmiştir.
- Kırbaş, İ. (2019). Binalarda enerji verimliliği uygulamaları: MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü dergisi, 10(2), 141-149.
- Lee, E., Allen, A. ve Kim, B. (2013). Interior design practitioner motivations for specifying sustainable materials: applying the theory of planned behavior to residential design. Journal of interior design, 38, 1-16.
- Nizetic, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., ve Rodrigues, J.J.P.C., (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. Journal of cleaner production, 231, 565-591.
- Özturan, Ö. (2010). Teknolojik gelişmelerin iç mekan biçimlenişine etkisi. Tasarımda genç bakışlar sempozyumu İstanbul bildiriler kitabı, 129-131.
- Özler, M. E. (2003). Akıllı binalarda enerji etkin tasarım parametreleri (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Soğukoğlu, M. ve Vatan, M. (2014). Mevcut betonarme konut binalarında enerji verimliliğinin artırılması için mimari çözüm önerileri. İstanbul Aydın Üniversitesi dergisi, 6(21), 13-22.
- Song, Y., Wu, S. ve Yan, Y.Y. (2013). Control strategies for indoor environment quality and energy efficiency-a review. International journal of low-carbon technologies, 10(3), 305-312.
- Tang, S., Kalavally, V., Yew Ng, K. ve Parkkinen, J. (2017). Development of a prototype smart home intelligent lighting control architecture using sensors onboard a mobile computing system. Energy and buildings, 138(2017), 368-376.
- Tufan, M. ve Özel, C. (2018). Sürdürülebilirlik kavramı ve yapı malzemeleri için sürdürülebilirlik kriterleri. Uluslararası sürdürülebilir mühendislik ve teknoloji dergisi, 2(1), 6-13.
- Parasonis, J., Kezikas, A., Endriukaitytė, A. ve Kalibatienė, D. (2012). Architectural solutions to increase the energy efficiency of buildings. Journal Of Civil engineering and management, 18(1), 71-80.
- URL1. <https://www.igrowpreowned.com/igrownews/grow-pod-solutions-brings-new-automation-technology-to-indoor-farming> (erişim: 23 Eylül 2021)
- URL2. <https://www.hotelmanagement.net/tech/why-smart-energy-systems-ensure-guest-satisfaction> (erişim: 28 Eylül 2021)
- URL3. <https://www.gp-award.com/en/produkte/Rocklumina> (erişim: 28 Eylül 2021)
- URL4. <https://www.designboom.com/design/sunne-self-powered-ambient-solar-light-sun-indoors-03-03-2021/> (erişim: 29 Eylül 2021)
- URL5. dezeen.com/2014/08/08/movie-interview-carlo-ratti-local-warming-mit-personalised-bubbles-heat/ (erişim: 29 Eylül 2021)
- URL6. baulinks.de/webplugin/2020/1824.php4 (erişim: 23 Eylül 2021)
- URL7. <https://inhabitat.com/energy-generating-revolving-door-by-boon-edam/> (erişim: 23 Eylül 2021)
- URL8. <https://materialdistrict.com/article/fully-transparent-solar-charged-powerwindow/> (erişim: 28 Eylül 2021)
- URL9. <https://news.wisc.edu/renewable-energy-flooring-makes-debut-in-union-south/> (erişim: 23 Eylül 2021)
- URL10. <https://materialdistrict.com/article/thermoelectric-paint-waste-heat-energy/> (erişim: 24 Eylül 2021)
- URL11. <https://www.envirogadget.com/lamps-and-lights/energy-curtain-providing-shade-and-light/> (erişim: 28 Eylül 2021)
- URL12. <https://materialdistrict.com/article/solar-wind-energy-generated-fabric/> (erişim: 28 Eylül 2021)
- Yumurtacı, M. ve Keçebaş, A. (2009). Akıllı ev teknolojileri ve otomasyon sistemleri. 5. uluslararası ileri teknolojiler sempozyumu (IATS'09), Karabük.
- Yılmaz, B. (2009). Binalarda enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.