

EDİTÖR

Prof. Dr. Murat DAL

Alanında Araştırmalar
ve Değerlendirmeler

İÇ MİMARLIK

Haziran 2025

İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel
Yayına Hazırlayan • Gece Kitaplığı
Editör • Prof. Dr. Murat DAL

Birinci Basım • Haziran 2025 / ANKARA

ISBN • 978-625-388-425-3

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Gece Kitaplığı
Adres: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt
No: 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40

www.gecekitapligi.com
gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt
Bizim Buro
Sertifika No: 42488

İç Mimarlık Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler

Haziran 2025

Editör:
Prof. Dr. Murat DAL

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

MOBİL YAPILARIN ÜRETİMİNDE MALZEME TERCİHLERİNE BİR BAKIŞ

Onur KILIÇ1

BÖLÜM 2

BREEAM VE LEED SERTİFİKALI OTELLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KRİTERLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Kübra İlkiz KURT, Filiz TAVŞAN19

BÖLÜM 3

SU VERİMLİLİĞİ SİSTEMLERİ VE LEED (V1.0 – V5) SERTİFİKASYON SÜREÇLERİNDE SU VERİMLİLİĞİ KRİTERLERİNİN ANALİZİ

Zeynep BAHAR, Filiz TAVŞAN43



BÖLÜM

1

MOBİL YAPILARIN ÜRETİMİNDE MALZEME TERCİHLERİNE BİR BAKIŞ

Onur KILIÇ

MOBİL YAPILARIN ÜRETİMİNDE MALZEME TERCİHLERİNE BİR BAKIŞ

Giriş

Mobil yapıların iç mekan tasarımı sahip oldukları kısıtlı hacim nedeniyle ayrıntılı çözüm gerektirmektedir. Dinlenme, yeme-içme ve çalışma fonksiyonlarının aynı kısıtlı hacim içerisinde çözümü beraberinde farklı problemleri getirmektedir. Bu problemlerin başında ise esnek mobilya çözümlerine olan ihtiyaç öne çıkmaktadır. Bununla birlikte hafif ve kullanışlı malzeme tercihi hem esneklik sağlanması bakımından hem de kolay temizlenebilme özellikleri nedeniyle önemli bir başlık olmaktadır. Ergonomik mobilya çözümlerinin antropometrik ölçüler temel alınarak yapılması mobil yapılar için bir zorunluluktur. Bu bakımdan karavan, yat ve diğer mobil yapı örneklerinde malzeme tercihlerinin incelenmesi ve bu yöndeki eğilimlerin anlaşılması bakımından önemli görülmektedir.

Mobil Yapılar

Mobil konut teknolojilerinin kullanımı, konut sorununa acil geçici bir çözüm bulunmasına katkı sağlayabilir (Tsymbalova, 2022). Mobil akıllı ev, mobil yaşam tarzı, enerji tasarrufu, enerji yönetimi, akıllı ev ve akıllı ev alanlarındaki kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayabilir, akıllı ev politikasını, çift karbon politikasını destekleyebilir ve teşvik edebilir. Modern, kent sakinleri kısmi savaşlar veya doğal afetler nedeniyle şehri terk etmek zorunda kalmaktadır. Bunun sonucunda evsiz ve yoksul kalanlar, çok sayıda mültecinin olmasına ve can kaybı yaşanmasına neden olmaktadır (Yu vd., 2022). Son yıllarda küresel toplum pandemiler, göçmen akını, kentsel evsizlik, savaşlar ve doğal afetler gibi öngörülemeyen olaylar nedeniyle büyük bir değişime maruz kalmıştır. Konfordan ve çevresel sürdürülebilirlikten ödün vermeden, sınırlı bir alan ve süre için kullanılan, hızlı ve kolay inşa edilen binalara, modüler ve esnek monte edilen evlere olan talep artmıştır (Barreca vd., 2023).



şekil 1. Mobil ev

<https://www.inropatinyhouses.nl/greenbuild/>

Son yıllarda, uygun fiyatlı sürdürülebilir konutlara olan ihtiyaç artmıştır. Aynı zamanda, kompakt yaşama olan ilgi giderek artmaktadır. İklim değişikliğinin artan etkileriyle birlikte, kompakt, uygun fiyatlı ve iklime duyarlı daha dayanıklı yaşam biçimleri geliştirmek için yeni bir düşünce tarzına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaca yanıt olarak, 'Z-Free Home' fikri doğmuştur. 'Z-Free Home', dokuz sıfır hedefine ulaşan temel pasif ve ekodöngü sistemleriyle donatılmış küçük bir mobil evdir. Ana tasarım ve inşaat konsepti, dairesel tasarıma ve doğaya dönüş yaşam döngüsü ilkelerine dayanmaktadır (Dabaieh vd., 2023).



Şekil 2. Mobil ev

<https://www.inropatinyhouses.nl/greenbuild/>

Birçok ülke düşük karbonlu ve çevre dostu kalkınmayı teşvik etmeyi ve sürdürülebilir kalkınmaya giden bir yol bulmayı hedeflemektedir. Bu tür bir kalkınma için, uygun yapıların tasarlanmasına ve inşa edilmesine yardımcı olan bir model gereklidir (Hsueh vd., 2022). Sürdürülebilirlikle ilgili bilgiler insanların seçimlerini ve değerlendirmelerini etkiler (Nezzi vd., 2022). 1 Aralık 2019' da Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın (EGD) sunulması nedeniyle, Avrupa Birliği tarafından belirlenen hedeflere karşılık gelen mimarların eğitimi için yeni bir bağlam sunmak önemlidir. Bunlara sera gazı emisyonlarının azaltılması, binaların enerji verimliliğinin artırılması, binaların dögüsel ekonomi ilkelerine uygun olarak tasarlanması, yenilenebilir enerji kullanılması, ekolojik gıdanın teşvik edilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması dahildir (Sadowski, 2021). Mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) sektörü, önemli kaynak tüketimini ve küresel emisyonlardaki yüksek payını azaltma konusunda büyük bir potansiyele ve sorumluluğa sahiptir. Ancak, ekonomik faktörler genellikle bina tasarımında daha çevre dostu çözümlere engel olarak gösterilir. Bu nedenle, çevresel ve ekonomik yaşam dögüsü değerlendirmesi (LCA ve LCC) bina tasarımında son derece önemlidir (Schneider-Marin ve Lang, 2022). İnşaat sektörü hem konut krizi hem de iklim değişikliğiyle başa çıkmada önemli bir zorlukla karşı karşıyadır. Bu zorluğun hafifletilmesi için, ürün kalitesini iyileştirmek, uygulama

sürelerini kısaltmak ve üretim maliyetlerini düşürmek için inşaat sürecine endüstrileşmenin dahil edilmesine yönelik bir baskı olmuştur. Ancak, konutun çevresel etkisini azaltmak için sürdürülebilir özelliklere sahip malzemelerin uygulanması da hayati önem taşımaktadır (Quidel vd, 2023). Sürdürülebilir inşaat, kıt kaynaklar ve çevre üzerindeki baskıyı en aza indirmek ile tüm bina ömrü boyunca ekonomik sürdürülebilirliği ve insan refahını en üst düzeye çıkarmak arasındaki dengeleri sağlamalıdır. İnşaat sektörünün çevresel performansını iyileştirme arayışında, geleneksel malzemeleri biyo-bazlı malzemelerle değiştirmeye yönelik artan bir ilgi vardır. (Rivas-Aybar vd., 2023).



Şekil 3. Sürdürülebilir malzemeler kullanılan tiny house örneği
<https://www.planetcustodian.com/sustainable-tiny-homes-in-world/31113/>

Modüler yapılara sürdürülebilir malzemeleri dahil etmenin bazı yolları vardır. Bunlar, koyun yünü, pamuk veya selüloz gibi çevre dostu yalıtım malzemeleri kullanmak, güneş panelleri entegre etmek, güneş ışığı almak için bitki örtüsüyle kaplı yeşil çatılar sağlamak, yağmur suyu akışını azaltmak ve biyolojik çeşitliliği teşvik etmektir (Vitomir ve Nastic, 2024). Doğal malzemelerin dışında sentetik ürünlerde önemli bir yer tutmaktadır. Kouvara vd.'e göre polimer betonun dezavantajlarına rağmen, yüksek performans özellikleri ve reçetesine ikincil malzemelerin entegre edilme olasılığı, daha düşük bir karbon ayak izine neden olabilir (Kouvara vd., 2023).



Şekil 4. Mobil yapı olarak karavan

<https://pixabay.com/photos/caravan-house-vehicle-beautiful-4928036/>
 Son gelişmeler aşırı nüfus, modern yaşam ve fiziksel veya ruhsal sağlık sorunlarının insanları doğaya ve izole alanlara yönlendirdiğini göstermektedir. Kamp ve karavan turizminin doğanın değerini gösteren heyecan verici deneyimler sunduğu, sınırlı asgari koşullarda yaşamayı öğrenme şansı verdiği ve özellikle mevcut Covid-19 pandemi dönemindeki olumsuz turizm gelişmelerine alternatif olarak güvenli turizm faaliyetleri sağladığı anlaşılabacaktır (Bilim ve Ozer, 2021). Mevcut yasal çerçeve ve son enerji krizi, enerji talebini, çevresel emisyonları ve enerji maliyetlerini azaltmak için inşa edilmiş çevrede yenilenebilir enerji kaynaklarının büyük çaplı uygulamalarını gerektirmektedir. Bu politikaların, özellikle mimari mirasa yönelik eleştirel olmayan bir şekilde uygulanması, miras değerlerini, biyolojik çeşitliliği, geleneksel görünümü tehlikeye atarak ciddi koruma sorunlarına yol açabilir (Elena, 2023).



Şekil 5. Yat yapım süreci

<https://www.grabauinternational.com/news/choosing-a-blue-water-yacht-hull-construction/>

Yatlar, yelken veya motor kullanarak özellikle eğlence amaçlı yolculuklar veya yarışlar için inşa edilen teknelerdir. Bu tür tekneler özel kullanım veya kiralama faaliyetleri için inşa edilir ve genellikle zenginlik, lüks, daha iyi yaşam koşulları, toplum ve işletim masraflarıyla ilişkilendirilir (Aydın, 2023).



Şekil 6. Yat güvertesi

<https://drobnjak.co.rs/en/2023/09/25/exclusive-material-options-for-luxury-yachts/>

Tekneler, özellikle iç tasarımlarıyla ilgili hem mimarlık hem de tekne alanlarında büyük ilgi gören birkaç husus sunmaktadır. Son yirmi yılda iç yat tasarımında gerçek bir devrim yaşanmıştır. Bu sektör, (estetik açıdan) kara tabanlı evlerin tasarımına son derece yaklaşmıştır. Malzemelerin, kompozisyonun, rengin, ışık ve gölge yönlerinin incelenmesi, son kullanıcının mekana ilişkin algısını etkiledikçe yeni anlamlar kazanmaktadır. Projeler, daha yüksek duyuşal ifade için giderek daha fazla "yumuşak" özellik içeriyor ve estetik özellikler duyuşal deneyimde temel bir rol oynuyor (Campolongo, 2017).



Şekil 7. Yat yapım süreci ve zemin kaplaması

<https://www.pbo.co.uk/expert-advice/boat-wood-a-complete-guide-for-yacht-owners-81059>

Mobil Yapılarda Malzeme Tercihleri

Son zamanlarda, iklim değişikliği krizi ve yenilenebilir kaynakların eksikliğinden kaynaklanan enerji sorununun anlaşılmasıyla birlikte, iklim ve sera gazı emisyonlarıyla ilgili birçok sorun ortaya çıkmıştır. Binaların iç mimari sektörü dünyada en fazla enerji tüketen sektördür, dolayısıyla son derece verimli bir iç tasarım yaklaşımına, bireyin konforuna, refahına, termal adaptasyon ve çevresel gerekliliklere uygun bir iç ortam üretimine ihtiyaç vardır (Elmenshaw, 2024). Mimari tasarım genellikle estetik ve stille ilişkilendirilir, ancak aynı zamanda bina performansı ve sürdürülebilirliği için de çok önemlidir. Mimari tasarımı sürdürülebilir kaynaklardan malzeme seçimi, iç hava kalitesi, enerji verimliliği ve üretkenlikle ilişkilendiren bazı çalışmalar vardır (Barbosa vd., 2016). Miselyum bazlı biyo-kompozitler (MBC'ler), özellikle modern iç mekan tasarımı alanında çağdaş uygulamalar için yüksek potansiyele sahip sürdürülebilir ve yenilikçi bir malzemeyi temsil eder. Mekanik özellikler, MBC'lerin iç elemanlarda kullanılan geleneksel malzemelerle uyumluluk göstermesiyle, bükülme, sıkıştırma, darbe ve çekme mukavemetinde farklılıklar gösterir. L. sajour-caju ve G. fornicatum'dan üretilenler bu bağlamda özellikle ümit verici özellikler gösterir. Özellikle dikkat çeken, belirli sentetik köpüklerde gözlemlenen değerleri birkaç kez aşan üstün sıkıştırma ve darbe mukavemetleridir (Aiduang vd., 2024).



şekil 8. Standart ahşap duvar montajı

<https://www.caravansplus.com.au/guides/self-build-guide-5-floor-wall-and-roof-construction>

Yerel ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyokompozitler (doğal elyaf kompozitler) önemli sürdürülebilirlik imkanı sunmaktadır. Endüstriyel ekoloji, eko-verimlilik ve yeşil kimya, yeni nesil malzeme, ürün ve süreçlerin geliştirilmesine rehberlik etmektedir. Son on yılda biyokompozitlerin evsel sektörde, yapı malzemelerinde, havacılık endüstrisinde, devre kartlarında ve otomotiv uygulamalarında kullanımında önemli bir artış görölmüştür. Ancak diğer sektörlerdeki uygulaması sınırlıdır. Bununla birlikte, uygun geliştirmelerle biyokompozitlerin yeni pazarlara girme ve böylece talebi artırma potansiyeli bulunmaktadır (Bharath ve Basavarajappa, 2016).



Şekil 9. Karavan duvar yapımının dört aşaması

<https://www.caravansplus.com.au/guides/self-build-guide-5-floor-wall-and-roof-construction-a-122.html>

En çok enerji tüketen sektörlerden biri olan yapı sektörü, atmosferdeki CO₂ miktarları üzerindeki antropojenik faktörün etkisi ve küresel sıcaklık artışıyla ilişkisi hakkındaki olgunlaşan endişeler nedeniyle en güncel konular arasındadır. Sürdürülebilir yapı malzemelerinin kullanımı, kullanımdaki enerji verimliliğini artırmak için bina zarfı uygulamalarında umut verici bir alternatiftir. Düşük çevresel etkiye, yenilenebilir olma avantajına ve düşük gömülü enerjiye sahip olan bu malzemeler küresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunur (Nasr vd., 2023). Turizm pazarının içinde ve dışında devam eden değişimler, özellikle turizm talebi açısından, kamp turizmi içinde çeşitli alt kategorilerin ve turizm ürünlerinin ortaya çıkmasına ve büyümesine yol açmıştır. Bu kategorilerden biri, yalnızca bir yaşam tarzı olarak kabul edilmekle kalmayıp aynı zamanda kamp turizminin hayati bir segmenti olarak öne çıkan, sürdürülebilirliğini önemli ölçüde şekillendiren ve etkileyen karavancılıktır (Golub vd., 2024).



şekil 10. Yat yeme-içme alanı

<https://www.c-yacht.com/services/upholstery-and-mattresses/>

Yatlar, kıyı şehirlerindeki tüketiciler arasında popülerdir. Yatın tasarımı ve rengi, insanların tüketim psikolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yatın iç renkleri, estetik duygusunu ve seviyesini yansıtabilir, aynı zamanda alıcıların kişiliğini ifade edebilir. İç renk ve malzeme uyumu ile renk ve malzemenin tüketiciler üzerindeki etkisi araştırılabilir, böylece tüketicilerin satın alma eğilimi ortaya çıkarılabilir. Yat iç renk tercihinden başlayarak, boya rengi araştırılır, malzeme kalitesi ortaya konulur ve tüketicilerin satın alma niyeti görsel uyarım, renk duygusu, tüketici psikolojisi ile analiz edilir (Jin ve Kim, 2017). Hafif kompozit bileşenlerin kurulumu ve inşası için artan bir talep bulunmaktadır. Bunun nedeni, bu yatların daha yüksek performansa sahip olmasının istenmesidir. Motoryatlar için bu bileşenler büyük kapılar, kapaklar, üst yapı veya hatta tüm gövde gibi ayrı hareketli parçalar olabilir. Büyük yelkenli yatlarda bile, masalar, güverte veya tüm gövde kompozit malzemelerden inşa edildiğinde bu yaklaşım ağırlık azaltmada önemli bir etkiye sahip olabilir (Vries, 2024).

Kaplamalar, hem koruyucu hem de estetik katmanlar olarak yatların dış yüzeyini kaplamada temel bir role sahiptir. Özellikle, dolgular mekanik özellikler açısından temel katmanı temsil eder ve polimerik bir matris, farklı genişleticiler, katkı maddeleri ve dağıtıcı maddelerden oluşur. Dağıtıcı maddeler, iyi bir genişletici-matris uyumluluğu sağlama rolüne

sahiptir (Vita vd., 2020). Fiberglas yatların farklı parçalarının farklı yapısal mukavemet gereksinimleri göz önüne alındığında, karbon fiber/cam elyaf hibrit takviyesi, özel alanlarda sandviç panellerin kaplamalarına uygulanabilir (Cai vd., 2024).



Şekil 11. Yat üretiminde kompozit malzemeler

<https://www.cruisingworld.com/how/composite-construction-decoding-matrix/>

Tekne gövdeleri için bitkisel yağ bazlı elyaf kompozitler ilginç ve büyüyen bir malzeme grubudur. Hazırlanmalarının farklı aşamalarında birçok sorunla başa çıkılması gerekse de yeşil kompozitler halihazırda başarılı bir şekilde ticarileştirilmiştir (Dabrowska, 2022). Malzeme bilimi ve kompozit teknolojisi hızla ilerliyor ve karbon nano tüplerin uygulanması da dahil olmak üzere epoksi karışımları gibi yeni kompozitler, yüksek performanslı deniz yapılarına yönelik giderek artan ilgiyle daha popüler hale gelmektedir. Hafiflik, üretim kolaylığı, dayanıklılık ve güç, kompozitlerin deniz uygulamalarında hayati bir rol oynamasını sağlamaktadır. Deniz sektörü, verimliliği artırmaya ve genel maliyetleri düşürmeye devam ederken, kompozit malzemeler deniz inşaatının geleceğinde büyük bir rol oynayacaktır (Koci, 2017). Polimer kompozitlerin benzersiz özellikleri nedeniyle bu malzemeler gemi yapımı (tekne, yat, motorbot, kesici, gemi ve soğutma kapıları, ponton ve şamandıralar, torpido tüpleri ve füzeler, koruyucu kalkanlar, anten direkleri, radar kalkanları ve antenler vb.) dahil olmak üzere birçok endüstride kullanılmaktadır. Modern ölçüm yöntemleri ve araçları,

kompozit malzemenin özelliklerinin daha tasarım aşamasında belirlenmesine olanak tanır (Kyzioł vd., 2020).

Sonuç ve Öneriler

Mobil yapılar geçici barınma veya gezi amaçlı olarak çok amaçlı kullanıma uygun hareketli yapılardır. Hareketli olması makul büyüklük ölçülerini zorunlu kılmaktadır. Yeterli konforu sağlamak açısından bir zorluk olarak kısıtlı hacimde mekan çözümü karşılaşılan en büyük problemdir. Yeme-içme, dinlenme ve çalışma alanlarının etkili ve işlevsel çözümü kısıtlı hacimlerin en ince ayrıntısına kadar esnek çözümlerin kullanımını gerektirmektedir. Bununla birlikte hafiflik mobil yapılar için oldukça önemlidir. Esnek, değişken yapıda ve hafif malzemelerin kullanımı hareketli yapılar olarak karavan ve yatlarda başlıca özellik olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda çalışma kapsamında kompozit ahşap, alüminyum ve çelik malzemelerin yüzey kaplaması ve strüktür olarak kullanıldığı görülmüştür. Bununla birlikte tekstil ürünlerin gerekli konforun sağlanması bakımından tercih edildiği değerlendirilmiştir. Yat tasarımında ise deniz şartlarına uygun olacak şekilde, dayanım özelliğiyle öne çıkan kompozit ürünlerin kullanımı dikkat çekmektedir. Ayrıca iç mekanda kompozit ahşap, doğal taş ve plastik kökenli malzemelerin yüzey ve mobilyalarda kullanıldığı görülmüştür.

Kaynakça

Aiduang, W., Jatuwong, K., Jinanukul, P., Suwannarach, N., Kumla, J., Thamjaree, W., Teeraphantuvat, T., Waroonkun, T., Oranratmanee, R., & Lumyong, S. (2024). Sustainable Innovation: Fabrication and Characterization of Mycelium-Based Green Composites for Modern Interior Materials Using Agro-Industrial Wastes and Different Species of Fungi. *Polymers*, 16. <https://doi.org/10.3390/polym16040550>.

Aydın, M. (2023). Perception of Yachts by Non-Owners. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.1344818>.

Bilim, Y., & Ozer, O. (2021). No “Over”, Yes “Minimal”! Camp and Caravan Tourism. *Anais Brasileiros de Estudos Turísticos - ABET*. <https://doi.org/10.34019/2238-2925.2021.v11.32580>.

Barbosa, J., Araújo, C., Mateus, R., & Bragança, L. (2016). Smart interior design of buildings and its relationship to land use. *Architectural Engineering and Design Management*, 12, 106 - 97. <https://doi.org/10.1080/17452007.2015.1120187>.

Barreca, F., Arcuri, N., Cardinali, G., Di Fazio, S., Rollo, A., & Tirella, V. (2022). A Highly Sustainable Timber-Cork Modular System for Lightweight Temporary Housing. *Civil Engineering Journal*. <https://doi.org/10.28991/cej-2022-08-10-020>.

Bharath and S. Basavarajappa. "Applications of biocomposite materials based on natural fibers from renewable resources: a review." *Science and Engineering of Composite Materials*, 23 (2016): 123 - 133. <https://doi.org/10.1515/secm-2014-0088>.

Campolongo, M. (2017). House and Yacht: the Aesthetics of the Interior as a Link between Different Sectors. *The Design Journal*, 20, S209 - S218. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352760>.

Cai, Y., Wang, X., Ouyang, F., Chen, Q., Zhu, Z., Fan, K., & Ding, F. (2024). Study on the Mechanical Properties of a Carbon-Fiber/Glass-Fiber Hybrid Foam Sandwich Structure. *Materials*, 17. <https://doi.org/10.3390/ma17092023>.

Dabrowska, A. (2022). Plant-Oil-Based Fibre Composites for Boat Hulls. *Materials*, 15. <https://doi.org/10.3390/ma15051699>.

Dabaieh, M., Iarkov, I., & Rodil, K. (2023). The ‘Z-Free’ Home: A Circular Thinking and Eco-Cycle Design Practice. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en16186536>

Elmenshawy, A. (2024). Carbon Footprint and its impact on sustainable development case study industrial zone - tenth of ramadan. *Journal of Environmental Science*. <https://doi.org/10.21608/jes.2024.278382.1766>.

Elena, L. (2023). Renewable Energies and Architectural Heritage: Advanced Solutions and Future Perspectives. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings13030631>.

Hsueh, S., Sun, Y., Zhang, Y., Xiao, N., & Meen, T. (2022). Decision-Making Model Based on Discriminant Analysis Fuzzy Method for Low-Carbon and Eco-Friendly Residence Design: Case Study of Conghua District, Guangzhou, China. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings12060815>

Jin, Z., & Kim, C. (2017). Influence of Interior Color and Material Matching Design of the Yacht to the Consumer Psychology. , 392-394. <https://doi.org/10.2991/ICADCE-17.2017.95>.

Kouvara, A., Priavolou, C., Ott, D., Scherer, P., & Van Zyl-Bulitta, V. (2023). Circular, Local, Open: A Recipe for Sustainable Building Construction. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings13102493>.

Kyziol, L., Panasiuk, K., Hajdukiewicz, G., & Dudzik, K. (2020). Acoustic Emission and K-S Metric Entropy as Methods for Determining Mechanical Properties of Composite Materials. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21010145>.

Koci, M. (2017). Stress Analysis of Composite Materials Used for Yacht Production Through Solid Work Simulation. *European Journal of Economics and Business Studies*, 3, 107. <https://doi.org/10.26417/ejes.v9i1.p107-113>.

Golub, B., Jaković, B., & Kovačević, M. (2024). Caravanning as a Sustainable Segment of Camping Tourism? Theory and Practice Review. *Oeconomica Jadertina*. <https://doi.org/10.15291/oec.4247>.

Koci, M. (2018). Composite Materials Behavior Analyze for Desk, Hull and Board Yacht's Panel. *European Journal of Engineering and Formal Sciences*. <https://doi.org/10.26417/ejef.v2i3.p48-55>.

Nasr, Y., Zakhem, H., Hamami, A., Bachawati, M., & Belarbi, R. (2023). Comprehensive Review of Innovative Materials for Sustainable Buildings' Energy Performance. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en16217440>.

Nezzi, C., Ruiz-Pastor, L., Altavilla, S., Berni, A., & Borgianni, Y. (2022). How Sustainability-Related Information Affects the Evaluation of Designs: A Case Study of a Locally Manufactured Mobile Tiny House. *Designs*. <https://doi.org/10.3390/designs6030057>.

Rivas-Aybar, D., John, M., & Biswas, W. (2023). Can the Hemp Industry Improve the Sustainability Performance of the Australian Construction Sector?. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings13061504>.

Quidel, G., Acuña, M., Herrera, C., Neira, K., & Cárdenas-Ramírez, J. (2023). Assessment of Modular Construction System Made with Low Environmental Impact Construction Materials for Achieving Sustainable Housing Projects. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15108386>.

Schneider-Marin, P., & Lang, W. (2022). A Temporal Perspective in Eco2 Building Design. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14106025>.

Sadowski, K. (2021). Implementation of the New European Bauhaus Principles as a Context for Teaching Sustainable Architecture. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su131910715>.

Tsymbalova, T. (2022). FEATURES OF MOBILE HOUSING DESIGN IN MODERN CONDITIONS. *Physical Metallurgy and Heat Treatment of Metals*. <https://doi.org/10.30838/j.pmhtm.2413.240422.50.843>.

Vitimir, J., & Nastić, V. (2024). Modular structures: Sustainable ecological structures made of recycled aluminium. *Zbornik radova sa Nacionalne konferencije sa međunarodnim učešćem – Zelena Gradnja 2024 - zbornik radova*. <https://doi.org/10.5937/greenb24021v>.

Vries, T. (2004). Large composite (super) structures on yachts.

Vita, S., Ricotti, R., Dodero, A., Vicini, S., Borchardt, P., Pinori, E., & Castellano, M. (2020). Rheological, Mechanical and Morphological Characterization of Fillers in the Nautical Field: The Role of Dispersing Agents on Composite Materials. *Polymers*, 12. <https://doi.org/10.3390/polym12061339>.

Yu, M., & Bi, C. (2022). A STUDY OF THE MARKET DEMAND OF MOBILE SMART HOUSE UNDER THE SMART CITY DEVELOPMENT BACKGROUND. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v9.i11.2022.1248>.



BÖLÜM

2

BREEAM VE LEED SERTİFİKALI OTELLERİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KRİTERLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Kübra İLKİZ KURT

Filiz TAVŞAN

Giriş

İkinci Dünya Savaşı sonrasında kentlerin yeniden yapılandırılması süreci, çoğu zaman plansız ve denetimsiz bir büyümeyi beraberinde getirmiştir. Bu düzensiz kentleşme, atık üretiminin hızla artmasına neden olmuş; başlangıçta toplumsal düzeyde önemli bir sorun teşkil etmeyen atıklar, zamanla birikerek küresel ekosistemi tehdit eden ciddi çevresel problemlere dönüşmüştür (Erdede vd., 2014). Sosyal, ekolojik ve finansal krizlerin artan sıklığı ve yoğunluğu, çağdaş küresel sistemin karşı karşıya bulunduğu çok boyutlu ve karmaşık sorunları gözler önüne sermektedir. Çevresel tahribat ve iklim değişikliği, büyümeyi teşvik etmek amacıyla ormansızlaşma, yenilenemez doğal kaynakların aşırı kullanımı ve artan karbon salınımına dayanan sanayileşme modellerinin sürdürülebilirliğini ciddi biçimde tartışmalı hale getirmiştir. Dünya nüfusunun önemli bir bölümü için su kıtlığı, geçim kaynaklarının yok olması ve toplumsal-kültürel yapının bozulması günlük yaşamın sıradan bir parçası haline gelmiştir. Bu çok yönlü krizler, politika yapıcılar, finansal kuruluşları ve sivil toplum aktörlerini sürdürülebilir kalkınma yaklaşımlarına daha fazla yönelmeye sevk etmektedir (Brown, 2010).

Bu doğrultuda, doğal süreçlere dayalı yöntemlerle yeni kaynakların elde edilmesine yönelik çabalar da giderek ön plana çıkmaktadır. 1972 yılında yayınlanan Stockholm Bildirgesi'nde bu sorunlara dikkat çekilmiş, insanın sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkının temel bir insan hakkı olduğu vurgulanmıştır. Aynı zamanda bu hakkın korunmasının, yalnızca mevcut kuşakların değil, gelecek nesillerin de yararı gözetilerek çevrenin korunması ve iyileştirilmesi yönünde ciddi bir sorumluluk yüklediğine dikkat çekilmektedir (Ateş ve Can, 2019). Sürdürülebilirlik kavramının en köklü tanımlarından biri, 1987 yılında yayımlanan “Brundtland Raporu”nda yapılmıştır. Bu raporda, kalkınmanın çevresel sınırlar gözetilerek gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmış ve sürdürülebilirlik, çevresel kısıtlar içinde kalkınmanın sürdürülmesi olarak tanımlanmıştır (World Commission for Environment and Development, 1987 akt. Owen & Dovey, 2008).

Küresel enerji tüketiminin önemli bir bölümünün konut tipi yapılar tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu yapıların enerji verimliliği açısından olumsuz bir tablo sergilemesinde, kullanıcıların verimsiz tüketim alışkanlıklarının yanı sıra, geleneksel inşaat teknolojilerinin kullanılması da etkili olmaktadır. İnşaat sektörü, küresel ısınmanın

hızlanması, iklim değişikliklerinin derinleşmesi ve enerji kaynaklarının tükenme sürecine girmesi gibi çevresel sorunlarda kayda değer bir sorumluluğa sahiptir. Bu bağlamda, söz konusu olumsuz etkileri en aza indirme amacıyla, doğal kaynakları etkin kullanabilen, çevreye duyarlı, sürdürülebilir ve doğayla bütünleşik bir yapı üretim anlayışını temsil eden “yeşil bina” yaklaşımı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yeşil bina yaklaşımının ön plana çıkmasıyla birlikte yapıların bu yaklaşımın özelliklerini taşıyabilmesi için çeşitli ülkeler ortak kararlar ve düzenlemeler doğrultusunda yeşil bina enerji sertifikasyon sistemleri geliştirmiştir. Başlangıçta yalnızca kendi ulusal ihtiyaçlarına yanıt vermek amacıyla tasarlanan bu sistemlerden bazıları, zaman içerisinde uluslararası düzeyde kabul gören ve yaygın olarak kullanılan yeşil bina sertifikasyon sistemlerine dönüşmüştür. Bu bağlamda öne çıkan örnekler arasında BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika Birleşik Devletleri) ve DGNB (Almanya) sertifikasyon sistemleri yer almaktadır (Anbarcı vd., 2012; Üruk & Külünkoğlu İsmailoğlu, 2019).

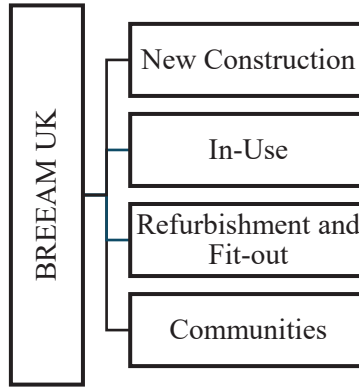
BREEAM Sertifikasyon Sistemi

BREEAM yeşil bina sertifikasyon sistemi, 1990 yılında Birleşik Krallık ‘ta geliştirilen ilk yeşil bina değerlendirme sistemi olma özelliğini taşımaktadır. Bu öncü konumu sayesinde, günümüzde en güvenilir ve saygın yeşil bina sertifikasyon sistemlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Uruk & Külünkoğlu İsmailoğlu, 2019).

BREEAM sistemi, yapılaşmış çevrede çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği teşvik etmeyi, değerlendirmeyi ve ödüllendirmeyi amaçlayan bütüncül bir yaklaşıma sahiptir. Bu sistem, mevcut yasal düzenlemelerin ve yaygın uygulamaların ötesine geçen, bilimsel temellere dayalı kapsamlı kriterler aracılığıyla yapıların performansının sürekli olarak iyileştirilmesini ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesini destekler. Aynı zamanda, bina, altyapı ve yerleşim alanlarının planlanması, inşa edilmesi, yönetilmesi ve kullanılması süreçlerinde yer alan tüm paydaşları sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma konusunda teşvik ederek, bilinçli karar alma süreçlerini güçlendirir. Bağımsız sertifikasyon sistemi sayesinde ise, bireyler, kurumlar, toplum ve çevre açısından sağlanan çok yönlü faydaları belgeleyerek güvenilirlik sağlar ve sürdürülebilir yapıların ekonomik ve toplumsal değerini artırır (BREEAM, 2020).

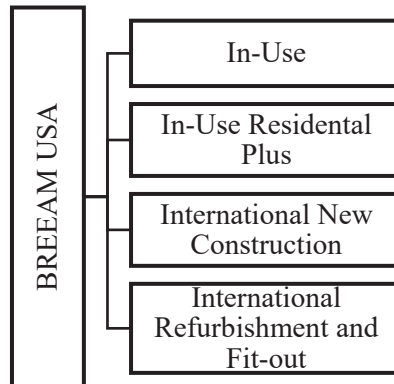
BREEAM sertifikasyon sistemi, başlangıçta yerel düzeyde geliştirilmiş olup, zamanla uluslararası ölçekte uygulanmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda sistem, farklı coğrafi ve yapısal gereksinimlere uyum sağlayabilmek amacıyla çeşitli şemalarla kategorize edilmiştir. BREEAM UK, BREEAM USA ve BREEAM UK NCR gibi şemalar, bölgesel koşullar ve sektörel ihtiyaçlar doğrultusunda yapıların sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmek üzere tasarlanmıştır (Resim 1).

Resim 1. BREEAM UK Alt Kategorileri



BREEAM USA kategorisi altında uluslararası yapıların da değerlendirildiği görülmektedir (Resim 2).

Resim 2. BREEAM USA Alt Kategorileri



Söz konusu sertifikasyon sistemi kapsamında değerlendirmeler, toplamda on ana kriter doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Her bir kriterin, değerlendirme sürecine belirli bir yüzdelik katkısı bulunmakta olup, yapılar toplamda %110 üzerinden puanlanmaktadır. Bu sistemde,

yapıların belirli bir sertifika seviyesine ulaşabilmesi için, ana başlıklar altında tanımlanan kriterlerden bazılarını asgari düzeyde karşılamaları zorunlu tutulmakta, dolayısıyla her yapı için belirli ön koşulların sağlanması gerekmektedir. Sertifika sisteminin puan dağılımı Şekil 3’de görüldüğü gibidir.

Tablo 1. BREEAM Sertifikası Puan Dağılımı

Kategori	Ağırlık (Yüzde)
Yönetim (Management)	%12
Sağlık ve Konfor (Health & Wellbeing)	%15
Enerji (Energy)	%19
Ulaşım (Transport)	%8
Su (Water)	%6
Malzeme (Materials)	%12,5
Atık (Waste)	%7,5
Arazi Kullanımı ve Ekoloji (Land Use & Ecology)	%10
Kirlilik (Pollution)	%10
İnovasyon (Innovation)	%10
Toplam puan %110’dur. İnovasyon kategorisi diğer kategorilere ek olarak %10’a kadar ekstra puan sağlar.	

Yapıların, Tablo 1’de belirtilen kriterler doğrultusunda elde ettikleri toplam puanlara göre BREEAM sertifikası kapsamında derecelendirmeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır:

Tablo 2. BREEAM Sertifikası Dereceleri

Toplam Puan (Yüzde)	Derece
≥ %85	Olağanüstü (Outstanding)
≥ %70	Mükemmel (Excellent)
≥ %55	Çok iyi (Very good)
≥ %45	İyi (Good)
≥ %30	Geçer (Pass)
< %30	Derece verilmez

LEED Sertifikasyon Sistemi

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Sertifikasyon sistemi, 1998 yılında ABD Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilmiş olup, sürdürülebilir yapı sektöründe çevre dostu yapıların tanımlanması ve değerlendirilmesi amacıyla uygulamaya konulmuştur (Sev & Canbay, 2009). Amerika Birleşik Devletleri’nde çevresel duyarlılığa dayalı bir hareket olarak ortaya çıkan LEED, çevreye minimum düzeyde zarar veren ve piyasa koşullarına uyumlu yapılar üretmeyi amaçlayan bireylerin, sağlıklı yaşam koşullarına erişimini

desteklemektedir. Aynı zamanda, inşaat sektörünün çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı ve bu etkilerin neden olduğu iklim değişikliklerini tersine çevirmeyi hedefleyen küresel ölçekte en kapsamlı çevresel sorumluluk projelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Orhan ve Kaya, 2016).

LEED puanlama sistemi, üç temel bileşenden oluşmaktadır. Sistemin ilk aşamasında, projelerin LEED sertifikasyon sürecine dâhil olabilmesi için karşılaması gereken bazı temel koşullar bulunmaktadır. Bu koşullar, Minimum Program Gereklilikleri (MPR) olarak adlandırılmakta ve sertifika kaydından önce sağlanması zorunludur. Kayıt işlemi tamamlandıktan sonra ise Ön Koşullar ve LEED Kredileri olarak isimlendirilen iki temel değerlendirme bileşeni devreye girer:

LEED Kredileri, değerlendirme sürecinde farklı aşamalara göre üç alt kategoriye ayrılmaktadır: *Proje Sahası Kredileri*, *Tasarım Aşaması Kredileri* ve *İnşaat Aşaması Kredileri*. Proje sahası kredileri, yapıların bulunduğu konum ve alanın seçimi gibi çevresel bağlamla ilgili unsurları kapsarken tasarım aşaması kredileri, projeye ilişkin sürdürülebilirlik ilkelerinin tasarıma entegrasyonuna yönelik çalışmaları içermektedir. İnşaat aşaması kredileri ise yapı inşa sürecindeki atık yönetimi, iç mekân hava kalitesi ve malzeme seçimi gibi uygulamaları değerlendirmektedir (AECO Mühendislik Danışmanlık, t.y.).

LEED puanlama sisteminde yapıların toplam performansı, etki alanına göre belirlenen kategoriler çerçevesinde maksimum 110 puan üzerinden ölçülmektedir. Bu sistem yedi ana kategoriden oluşmaktadır. Her kategori, sürdürülebilirliğin farklı boyutlarına odaklanmakta olup tabloda bu kategorilerin isimleri ve puan karşılıkları açıkça belirtilmiştir (Tablo 3) (AECO Mühendislik Danışmanlık, t.y.).

Tablo 3. LEED Sertifikası ana kategori isimleri ve puan karşılıkları

Kategori	Puan
Bütünleşik Süreç, Planlama ve Değerlendirmeler	1
Konum ve Ulaşım	14
Su Verimliliği	10
Enerji ve Atmosfer	31
Malzeme ve Kaynaklar	26
İç Mekân Kalitesi	18
Proje Öncelikleri	10
Toplam	110

Bir yapının LEED sertifikası alabilmesi için öncelikle belirlenen ön koşulları sağlaması ve en az 40 puan toplaması gerekmektedir. Bu asgari koşullar karşılandıktan sonra, yapı toplam puanına göre dört farklı sertifika seviyesinden biriyle belgelendirilir (Tablo 4).

Tablo 4. LEED Sertifika Seviyeleri

Toplam Puan	Sertifika Seviyesi
80+	Platin Sertifika (Platinum)
60+	Altın Sertifika (Gold)
50+	Gümüş Sertifika (Silver)
40+	Yalın Sertifika (Certified)

Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, sürdürülebilirlik alanında uluslararası ölçekte geçerliliği bulunan iki farklı yeşil bina sertifikasyon sistemi olan BREEAM In-Use ve LEED sistemlerinin otel yapıları özelinde uygulanma biçimlerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu doğrultuda, her iki sistem kapsamında belgelendirilmiş otel örnekleri seçilerek, mimari tasarım kararları ve sürdürülebilirlik stratejileri bağlamında benzerlik ve farklılıklar ortaya konulacaktır.

Sürdürülebilir mimarlık alanında yapılan akademik çalışmalar, özellikle yapıların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik stratejilerin kuramsal temellerini ve uygulama modellerini ortaya koyarak bu alandaki tasarım yaklaşımlarını derinleştirmektedir. Bu kapsamda çalışmalar, enerji verimliliği, malzeme seçimi, iç mekân hava kalitesi, su yönetimi ve kullanıcı konforu gibi temel bileşenleri farklı coğrafi ve sosyo-ekonomik bağlamlarda ele almıştır. Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte ya da ayrı kullanıldığı bu çalışmalar, hem bina performans ölçümlerine hem de kullanıcı deneyimlerine dayalı analizler içermektedir. Ayrıca, LEED, BREEAM, DGNB gibi uluslararası yeşil bina sertifika sistemlerinin uygulanabilirliği ve etkinliği üzerine yapılan değerlendirmeler (Sipahi & Tavşan, 2019; Orhan & Kaya, 2016; Tavşan & Yanılmaz, 2019; Uruk & Külünkoğlu İsmailoğlu, 2019), sürdürülebilir mimarlık kriterlerinin nasıl somutlaştırıldığını göstermektedir. Literatürdeki bu çalışmalar, sürdürülebilirlik ilkelerinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda kültürel, işlevsel ve estetik boyutlarını da içerecek biçimde yorumlanması gerektiğini vurgulamakta ve bu bağlamda yönetime ilişkin kavramsal bir temel sunmaktadır.

Bu araştırma, karşılaştırmalı durum çalışması yöntemi doğrultusunda yapılandırılmıştır. Çalışma kapsamında incelenen yapılar; birbirinden farklı sürdürülebilirlik sertifikasyon sistemleriyle belgelenmiş olmakla birlikte, yapı türü ve kullanım amacı bakımından benzer nitelikler taşıyan otel yapılarıdır. Araştırmada nitel veriler; proje dokümanları, sertifikasyon belgeleri ve mimari raporlar aracılığıyla elde edilmiştir. Nicel veriler ise enerji tüketimi, su kullanımı ve sertifikasyon puanlarının dağılımı gibi ölçülebilir performans göstergelerine dayanmaktadır (Resim 3).

Resim 3. Çalışmanın Yöntemi

YÖNTEM		
AMAÇ	Sürdürülebilirlik alanında LEED ve BREEAM In-Use sistemlerinin otel yapıları özelinde karşılaştırmalı analizi	
ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	Karşılaştırmalı Durum Çalışması Nitel ve Nicel Veri Analizi	
ÖRNEKLEM BELİRLEME KRİTERLERİ	2000 sonrası inşa edilmiş modern oteller LEED (Silver & Gold) ve BREEAM In-Use (Very Good & Excellent) belgelerine sahip oteller Erişilebilir dokümantasyon (mimari proje, sertifikasyon raporu, kullanıcı verisi vs.)	
ÖRNEKLEM GRUPLARI	LEED: LEED v2009 / v4 / v4.1 sistemine göre belgelenmiş 6 otel BREEAM: BREEAM In-Use sistemine göre belgelenmiş 6 otel	
VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ	Nitel Veriler	Proje dokümanları, Sertifikasyon belgeleri, Mimari raporlar, Kullanıcı deneyimleri
	Nicel Veriler	Enerji tüketimi, Su kullanımı, Sertifikasyon puanları
ANALİZ SÜRECİ	Her iki grup otelin sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda ayrı ayrı incelenmesi BREEAM Grubu için yalnızca "In-Use" kriterlerinin esas alınması. Mimari tasarım kararları ve sürdürülebilirlik stratejileri bağlamında benzerlik ve farklılıkların ortaya konması	

Çalışma kapsamında, sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda tasarlanmış ve BREEAM veya LEED sertifikalarından en az birini almaya hak kazanmış otel yapıları incelenmiştir. Araştırma alanı, 2000 yılı sonrasında inşa edilmiş modern otellerle sınırlandırılmıştır; bu tarihsel sınırlandırma, çağdaş sürdürülebilirlik yaklaşımlarının mekânsal yansımalarının daha net gözlemlenebilmesini amaçlamaktadır. Ön

değerlendirme sürecinde, söz konusu otellerin mimari projelerine, görsel ve yazılı dokümanlarına, kullanıcı deneyimlerine ve sürdürülebilirlik stratejilerine ilişkin verilerin erişilebilirliği temel alınmıştır.

Çalışma kapsamında iki grup otel yapısı belirlenmiştir:

- LEED Grubu: ABD Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından LEED v2009, v4 veya v4.1 sistemine göre değerlendirilmiş “Silver” ve “Gold” sertifikası almış 6 adet otel yapısı seçilmiştir.
- BREEAM In-Use Grubu: BRE Group tarafından In-Use kategorisinde değerlendirilmiş, “Very Good” ve “Excellent” derecesine sahip 6 adet otel yapısı seçilmiştir.

Bu çerçevede, farklı sürdürülebilirlik uygulamalarını yansıtan 12 otel yapısı, nitelikli karşılaştırmalı analiz yapılabilmesine olanak tanıyacak ölçüde en kapsamlı verilerin elde edilebildiği örnekler olarak seçilmiştir (Tablo 1). Bu doğrultuda, BREEAM sertifikasına sahip otel yapıları incelendiğinde, tüm örneklerin “In-Use” kategorisinde sertifikalandırıldığı belirlenmiştir. Bu durum dikkate alınarak, çalışma kapsamında BREEAM değerlendirme sisteminin “In-Use” kategorisine özgü ölçütleri esas alınmış ve analiz süreci bu kriterler doğrultusunda yürütülmüştür.

Tablo 1. BREEAM ve LEED Sertifikası Alan Otel Yapıları

BREEAM		LEED	
Otel Adı	Seviye	Otel Adı	Seviye
Hotel Moxy in Kaunas Center	Excellent	AC Hotel by Marriot Riga	Gold
CitizenM Boston North Station Hotel	Excellent	The Ned Doha Hotel	Gold
CitizenM Washington DC Capitol Hotel	Excellent	Hotel Continentale Trieste	Gold
Gibson Hotel	Very good	Elite World Sapanca Business Hotel	Gold
CitizenM New York Bavary Hotel	Very good	Hotel MiM Andorra	Silver
CitizenM New York Times Square Hotel	Very good	Sable Hotel at Navy Pier	Silver

Bu doğrultuda gerçekleştirilen ilişkilendirme süreci sonucunda, değerlendirme ölçütleri sekiz temel başlık altında gruplandırılmıştır. Söz konusu başlıklar çerçevesinde toplam otuz yedi alt kriter tanımlanmış ve

seçilen otel yapıları oluşturulan kriter setine göre analiz edilmiştir (Tablo 2).

Sürdürülebilir Otel Yapıları

Turizm işletmelerinin, misafirlerine hizmet sunarken günlük olarak yüksek miktarda kaynak tükettiği bilinmektedir. Odaların ısıtılıp soğutulması, temizlikte kullanılan kimyasal maddeler, yüzme havuzlarının doldurulması ve yemeklerin hazırlanmasında harcanan enerji bu tüketim örnekleri arasında yer almaktadır. Aynı zamanda turizm sektörü, küresel sera gazı ve karbondioksit emisyonlarının yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır. Küresel ölçekte değerlendirildiğinde, yapılar; temiz su kaynaklarının %17'sini, orman ürünlerinin %25'ini ve enerji kaynaklarının %40'ını tüketmektedir. Araştırmalar, turizm yapılarının bu toplam tüketimin yaklaşık %20'sinden sorumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Turizm yatırımlarının çevresel etkilerini en aza indirebilmesi için, mevcut SEG ve CO₂ emisyon oranlarını yaklaşık %30-40 oranında azaltmaları gerekmektedir (Atay & Dilek, 2013; Canbay, 2011).

Bu çerçevelerden bakıldığında sürdürülebilirlik kavramı, turizm sektörü açısından hem sektörün gelecekte de varlığını sürdürebilmesi hem de gelişimini devam ettirebilmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Turizm sektörünün temel unsurlarından biri olan konaklama hizmetleri ise, çok sayıda işletmeyi bünyesinde barındırarak sektöre katkı sağlayan önemli bir alt dal olarak öne çıkmaktadır (İlban vd., 2023).

Turizm sektörünün doğal kaynaklar üzerindeki yoğun etkisi ve bu etkinin azaltılması yönünde ortaya konan sürdürülebilirlik gereklilikleri, özellikle konaklama tesislerinin çevresel sorumluluklarını artırmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir yapı sertifikaları olan LEED ve BREEAM gibi sistemler, otel yapılarının çevresel etkilerini minimize etmeyi amaçlayan ölçütler sunarak sektöre yol göstermektedir. Çevresel performansın artırılması hedefi doğrultusunda geliştirilen bu sertifikalar, enerji ve su verimliliği, atık yönetimi, malzeme kullanımı ve kullanıcı konforu gibi çok boyutlu kriterler içermektedir. Çalışma kapsamında, bu kriterler doğrultusunda sertifikalandırılmış otel yapıları değerlendirilmiş ve sürdürülebilirlik açısından öne çıkan uygulamalar analiz edilmiştir. Aşağıda yer alan örnekler, sürdürülebilirlik ilkesini benimseyen otel yatırımlarının sektöre kazandırdığı çevresel, ekonomik ve sosyal faydaları ortaya koymak amacıyla ele alınmıştır.

Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerden biri olan Moxy Hotel (Resim 3), savaş arası dönemi mimarisi ile çevrelenmiş bir bölgede yer almakta olup, bu bağlamla kurduğu ilişki sayesinde tarihi çevreye duyarlı bir mimari kurgu sunmaktadır. Yuvarlatılmış köşe hatları, sade oranlar ve yüzeydeki pürüzlü sıva gibi unsurlar aracılığıyla yapı, bölgenin modernist geçmişine saygı gösterirken, özgün bir çağdaş yorum da geliştirmiştir. Zemin katta tercih edilen geniş cam açıklıklar, iç mekân ile kentsel alan arasında geçirgen bir ilişki kurarak kullanıcıyı davet eden bir atmosfer yaratmaktadır (Pintos, 2022).

Resim 4. Moxy Hotel, Litvanya



İç mekân tasarımında ise işlevsellik ve estetik dengesi ön planda tutulmuştur. Açıkta bırakılmış beton yüzeyler, metal taşıyıcı elemanlar ve endüstriyel karakterdeki yapı malzemeleri, sıcak renklerdeki mobilyalar ve tekstil ürünleriyle dengelenmiştir. Bu kurgu, otelin hem çağdaş hem de kullanıcı dostu bir karaktere sahip olmasını sağlamaktadır. Ortak kullanım alanlarında, Litvanya kültürüne ait yerel motiflerin ve grafik unsurların yer alması, yalnızca estetik bir zenginlik değil, aynı zamanda aidiyet duygusunu güçlendiren bir unsurdur. Özellikle resepsiyonun bar alanıyla bütünleştirilmesi gibi sosyal etkileşimi artıran planlamalar, günümüz otelcilik anlayışında öne çıkan bir yaklaşıma işaret etmektedir (Pintos, 2022).

Yapı yalnızca mimari nitelikleriyle değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik kriterlerine verdiği önemle de dikkat çekmektedir. Hotel Moxy Kaunas Centre, BREEAM In-Use değerlendirme sistemi kapsamında “Excellent” (mükemmel) düzeyinde sertifikalandırılmıştır (BRE Group, 2022). Bu bağlamda yapı; enerji yönetimi, su verimliliği, iç mekân kalitesi, ulaşım erişilebilirliği gibi birçok ölçüt açısından uluslararası standartlara uygunluk göstermektedir. Enerji verimliliğini artırmak amacıyla LED aydınlatma sistemleri, yüksek verimli ısıtma-soğutma çözümleri ve çatı üstü güneş panelleri entegre edilmiştir. Ayrıca, asansör sistemleri de enerji tasarrufu sağlayacak biçimde tasarlanmıştır (BRE Group, t.y.a.).

CitizenM otel zincirleri Amerika Birleşik Devletleri'nde konumlanan büyük bir kuruluştur (Resim 4). “Sürdürülebilir Otel” anlayışıyla tasarlanan oteller, mevcut 34 otelinden yedisinde BREEAM In-Use sertifikasyonu uygulayarak enerji, su, atık ve emisyon başlıklarında performans iyileştirmeleri sağlamış, bu sayede otellerden bazıları “Excellent” ve bir kısmı “Very Good” derecelerine ulaşmıştır.

Resim 5. CitizenM Otelleri, Amerika



Gibson Hotel (Resim 5), Dublin’de yer alan ve ilk BREEAM In-Use sertifikasını alan otel olma özelliğini taşıyarak “Very Good” (62,6 %) derecesiyle dikkat çekmiştir. Yapının mülkiyeti Decca Group’un sürdürülebilirlik vizyonu doğrultusunda olup, tasarım ve işletme süreçlerinde sistemli çevresel performans iyileştirmeleri hedeflenmiştir. Örneğin, yapı yoğun peyzajlı atrium, erişilebilir teraslar, avlular ve yeşil çatı uygulamalarıyla ekolojik çeşitliliği desteklemiş; yağmur suyu toplama sistemi sayesinde tuvalet ve genel su kullanımında tüketim azaltılmıştır. Ayrıca, düşük akışlı elektrikli cihazlar, su kaçak tespit sistemleri ve atık ayrıştırma pratikleriyle su ve atık yönetiminde yüksek performans sağlanmıştır (BRE Group, t.y.b).

Resim 6. Gibson Hotel, İrlanda



AC Hotel by Marriott Riga (Resim 6), dört yıldızlı bir konaklama tesisi olarak toplamda 239 adet çağdaş ve konforlu odasıyla misafirlerine yüksek standartlarda hizmet sunmaktadır. Otelin en üst katında konumlandırılmış dört adet çok amaçlı toplantı salonu, doğal ışıkla aydınlatılan mekân düzenlemeleriyle etkinlik ve iş toplantılarına ev sahipliği yapabilecek niteliktedir. Hem otel misafirlerinin hem de yerel

halkın yararlanabileceği şekilde planlanan peyzaj düzenlemeleriyle, yapının ön kısmında yeşil alanlarla çevrili kamusal nitelikli dinlenme bölgeleri oluşturulmuştur (U.S. Green Building Council, 2019). Söz konusu otelde, enerji verimliliği, konum avantajları ve malzeme yönetimi gibi konulara önem verilmiş ve bu kapsamda LEED Gold sertifikası ile belgelendirilmiştir.

Resim 7. AC Hotel by Marriott Riga



Önce İçişleri Bakanlığı hizmet binası olarak kullanılan, daha sonra yeniden işlevlendirilerek otele dönüştürülen The Ned Doha (Resim 7) ile mevcut kültürel mirasın korunarak sürdürülebilir bir biçimde yeniden kullanılması hedeflenmiştir. Yapının geçirdiği restorasyonun ardından yapı sürdürülebilirlik hedefleriyle on plana çıkmış, bunun sonucunda LEED Gold sertifika ile tescillenmiştir. Yapının üstüne yapılan ek ile mekânın doğal ışık alınması sağlanmaktadır. Aynı zamanda, yapı kültürünün bozulmaması hedeflenerek yapıda kullanılan malzemelerden farklı olarak cam kullanılması da kültürel sürekliliğin destekçisi olmuştur (Pintos, 2023).

Resim 8. The Ned Doha Hotel



Hotel Continentale (Resim 8), Trieste'nin kalbi Via San Nicolò'da yer alan tarihî bir yapının modern dönüşümünü temsil eden bir oteldir. Mimarı Giovanni Righetti tarafından 1875–1880 yılları arasında tasarlanan ve inşa edilen bu yapı, eski bir Yahudi ailesine ait binanın yerini almıştır. Yeniden işlevlendirme sonrasında otel olarak kullanılan bina, tasarım yaklaşımı kapsamında, özellikle enerjinin, suyun ve iç hava kalitesinin bütüncül bir sürdürülebilirlik yaklaşımıyla optimize edilmesine

dayanmaktadır. Bu çevreci stratejiler, Hotel Continentale'nin, tarihî bir yapının modern yaşam ihtiyaçlarıyla birleştiği özgün mimari kimliğini koruyarak, sürdürülebilir turizm ve misafir memnuniyetini eş zamanlı olarak ilerletmeyi amaçladığı anlaşılmaktadır (U.S. Green Building Council, 2023).

Resim 9. Hotel Continentale, Trieste



Elite World Sapanca Business Hotel'in (Resim 9) sürdürülebilirlik yaklaşımı, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları içeren geniş kapsamlı bir anlayışla şekillenmiştir. Çevre bölgelerde turizmin doğaya ve topluma olan olumsuz etkilerini en aza indirmeyi hedefleyen zincir; atık yönetimi, doğal kaynak tasarrufu, çalışanların sağlık ve güvenliği, çocuk koruma uygulamaları ile toplumsal katılımı destekleyici faaliyetleri sistematik olarak hayata geçirmektedir. Satın alma politikalarında, ithal ürünler yerine yerel üretimi; çok uluslu firmalar yerine yerel tedarikçileri tercih eden Elite World, enerji verimliliğine sahip 'A sınıfı' cihazlara öncelik vermekte; geri dönüştürülebilir veya geri dönüştürülmüş içerikli malzemeleri kullanmaktadır. Bu sürdürülebilirlik anlayışı ile birlikte LEED kapsamında Gold sertifika ile belgelendirilmiştir (U.S. Green Building Council, t.y.a.)

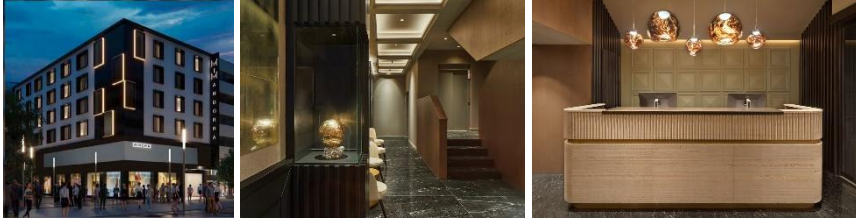
Resim 10. Elite World Sapanca Business Hotel



Hotel MiM Andorra (Resim 10), LEED Gümüş sertifika ile belgelendirilmiş bir otel olarak karşımıza çıkmaktadır. Kendi enerjisinin büyük kısmını yenilenebilir kaynaklardan üretmekte, su ve enerji verimliliği sağlayan sistemler kullanmakta ve iç hava kalitesi ile personel

eğitimi gibi alanlarda sürdürülebilirlik odaklı uygulamalara öncelik vermektedir (U.S. Green Building Council, t.y.b.).

Resim 11. Hotel MiM Andorra



Sable at Navy Pier (Resim 11), Chicago'nun simgesel yapılarından biri konumunda olan Navy Pier üzerinde yer almaktadır. Proje kapsamında mimari ile iç mekân tasarımını entegre edilerek, bulunduğu tarihe ve çevresel değerlerine saygılı bir yaklaşım benimsenmiştir. Sürdürülebilir tasarım kriterlerinin mimari, yapısal ve kullanıcı odaklı bileşenlerde dengeli şekilde ele alındığı proje, LEED Gümüş sertifika ile tescil edilmiştir (U.S. Green Building Council, t.y.c.).

Resim 12. Sable at Navy Pier



Bulgular

Çalışma kapsamında, BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemlerine ait kriterlerin ilişkilendirilmesiyle oluşturulan değerlendirme ölçütleri doğrultusunda, toplam 12 otel yapısı analiz edilmiştir. Değerlendirme ölçütleri; enerji verimliliği, su verimliliği, malzeme seçimi ve atık yönetimi, iç mekân hava kalitesi ve kullanıcı konforu, arazi kullanımı ve ekoloji, ulaşım ve erişilebilirlik, yapı yönetimi ve işletme politikaları ile ışık, gürültü ve görsel konfor olarak sekiz ana kategori altında sınıflandırılmıştır. Bu bağlamda, BREEAM veya LEED belgelerinden birini almış otel yapılarının her iki sistem kapsamında en yüksek başarı gösterdiği sürdürülebilirlik kriterlerinin karşılaştırmalı olarak analiz edilebilmesi amacıyla Tablo 2 oluşturulmuştur.

Tablo 2. BREEAM ve LEED Sertifikalı Otel Yapılarının Kriterlere bağlı Değerlendirilmesi

[illegible]

[illegible]

Otel yapılarının büyük çoğunluğunda enerji verimliliği odaklı tasarım ve uygulama yaklaşımlarının benimsendiği görülmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımı ise daha sınırlı düzeyde gerçekleştirilmiştir. Enerji performansının izlenmesi ve raporlanması kriteri oldukça yaygın olarak uygulanırken, karbon emisyonlarının azaltılması yönünde de önemli adımlar atıldığı tespit edilmiştir. Buna karşın, şebeke ile uyumlu enerji tüketimi (DSM/Grid Harmonization) kriteri genel olarak karşılanmamıştır.

Su kullanımının azaltılması ve su verimli donanımların kullanımı kriterleri geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bununla birlikte, su kaçaklarının izlenmesi, atık su yönetimi ve geri kazanımı kriterleri daha sınırlı düzeyde karşılanmaktadır. Su tüketiminin raporlanması ve stratejik yönetimi konusunda ise bazı örneklerde olumlu uygulamalara rastlanmıştır.

Geri dönüştürülmüş ve yeniden kullanılan malzeme tercihinin yaygın olarak benimsendiği gözlemlenmiştir. Ancak yapı ve inşaat atıklarının yönetimi ve sürdürülebilir satın alma politikaları gibi kriterlerin uygulama düzeyi düşük kalmaktadır. Malzeme içeriği ve şeffaflık

konusunda da kısıtlı uygulama durumu dikkat çekmektedir. Termal konfor ve iç mekân hava kalitesi kriterlerinin yaygın biçimde karşılandığı belirlenmiştir. Buna karşın, düşük emisyonlu malzeme kullanımı sınırlı seviyededir. Akustik konfor kriterine ilişkin uygulama örnekleri ise gözlemlenememiştir. Arazi seçimi ve ısı adası etkisinin azaltılması gibi kriterlerde olumlu uygulamalar mevcuttur. Ancak habitatın korunması ve ekolojik planlama kriterlerinde daha sınırlı bir uygulama yaygınlığı söz konusudur.

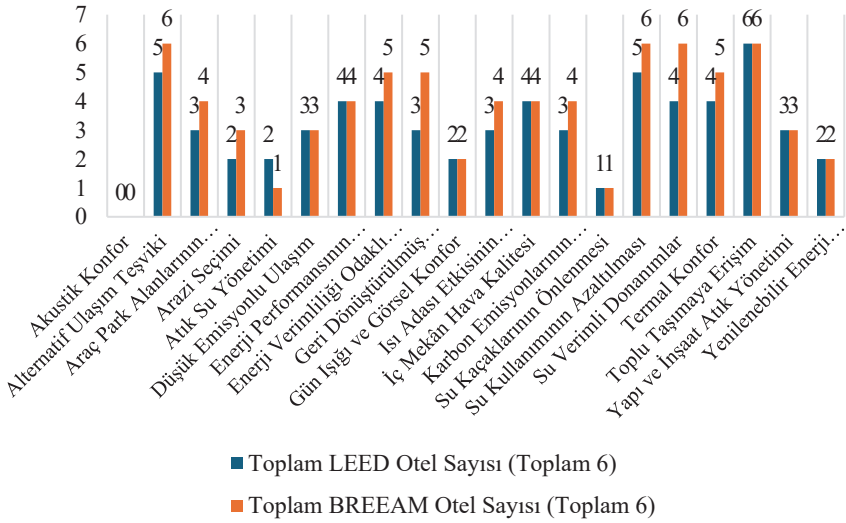
Toplu taşımaya erişim ve alternatif ulaşım araçlarının teşviki konularında yüksek bir uygulama düzeyi gözlemlenmiştir. Buna karşılık, araç park alanlarının azaltılması ve düşük emisyonlu ulaşım araçlarının desteklenmesi kriterleri kısmen sağlanmıştır. Yapı kullanım ve yönetimi ile kullanıcı katılımı ve geri bildirim kriterlerinde belirli otellerin başarılı uygulamaları bulunmaktadır. Ancak bakım ve işletme politikaları ile sürdürülebilir tedarik ve satın alma uygulamalarında genel bir eksiklik göze çarpmaktadır. Gün ışığı erişimi ve görsel konfor kriteri bazı yapılarda uygulanmış olmakla birlikte ışık kirliliğinin azaltılması ve parlama kontrolü gibi kriterlerde düşük düzeyde uygulama tespit edilmiştir.

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, BREEAM ve LEED sertifikasyon sistemlerine sahip toplam 12 otel yapısı, iki sistemin örtüşen kriterleri çerçevesinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. BREEAM ve LEED, her ne kadar farklı coğrafyalarda geliştirilmiş ve öncelikleri farklılaşan sistemler olsa da (Ding, 2008; Doan vd., 2017), yapıların çevresel etkilerini azaltmaya ve sürdürülebilirlik performanslarını artırmaya yönelik benzer hedefler taşımaktadır.

Analiz bulguları, her iki sistemin farklı sürdürülebilirlik boyutlarına vurgu yaptığını ve otellerin performanslarının belirli başlıklarda yoğunlaştığını göstermektedir (Grafik 1).

Grafik 1. BREEAM ve LEED Sertifikalı Otel Yapılarının Kriter Bazlı Değerlendirilmesi



Özellikle enerji verimliliği, her iki sertifikasyon sisteminin güçlü vurguladığı bir alan olup, otellerin büyük bir çoğunluğu bu kriterleri yüksek oranda karşılamaktadır (Berardi, 2012). Buna karşın, yenilenebilir enerji kullanımı gibi ileri düzey enerji stratejilerinde performansın daha sınırlı kaldığı görülmektedir.

Su yönetimi başlığı da her iki sistem tarafından öne çıkarılmakta ve su kullanımının azaltılması ve su verimli donanımların kullanımı gibi temel kriterlerde yüksek karşılanma oranlarına ulaşılmaktadır. Bununla birlikte, su kaçaklarının önlenmesi ve atık su geri kazanımı gibi daha detaylı uygulamaların yaygınlaşması gerekmektedir.

Malzeme seçimi ve atık yönetimi boyutunda, BREEAM sisteminin malzeme tedarik zinciri ve şeffaflığı üzerinde daha fazla durduğu gözlemlenirken (Kibert, 2016), LEED ise geri dönüşüm oranlarına daha fazla vurgu yapmaktadır. Ancak her iki sistem kapsamında da sürdürülebilir satın alma politikalarının daha yaygın biçimde uygulanması gerektiği görülmektedir.

İç mekân hava kalitesi ve kullanıcı konforu açısından, temel konfor kriterleri olan termal konfor ve iç hava kalitesi yüksek oranlarda sağlanırken, akustik konfor gibi doğrudan kullanıcı deneyimini etkileyen alanlarda genel bir eksiklik tespit edilmiştir. Bu durum, mevcut literatürde

de vurgulanan “teknik odaklı sürdürülebilirlik” eğilimiyle örtüşmektedir (Fowler & Rauch, 2006).

Arazi kullanımı ve ekoloji kriterlerinde BREEAM’in yerel ekolojik bağlam vurgusu daha belirgin iken (Nguyen & Altan, 2011), LEED daha çok ısı adası etkisi ve kentsel bağlam üzerinden ilerlemektedir. Ancak habitat korunması ve biyoçeşitlilik kriterlerinde her iki sistem kapsamında da gelişim ihtiyacı mevcuttur.

Ulaşım ve erişilebilirlik başlığında ise, toplu taşımaya erişim ve alternatif ulaşım araçlarının teşviki gibi kriterlerde yüksek performans sergilenmekte; bu durum, şehir otellerinin daha fazla ön plana çıktığı LEED projeleriyle de uyumludur (Goh vd., 2017).

Yapı yönetimi ve işletme politikaları kriterleri bakımından, BREEAM belgelerinin işletme aşaması ve kullanıcı geri bildirimi süreçlerini daha fazla önemseyen bir yaklaşım sunduğu gözlemlenirken (Ding, 2008), LEED’in daha çok tasarım ve inşaat aşamasına odaklandığı tespit edilmiştir. Son olarak, ışık ve görsel konfor kriterlerinde genel olarak düşük performans sergilenmekte ve bu durum literatürde de sıkça dile getirilen “görsel ve duyuşsal konfor kriterlerinin ikincil öncelik kazanması” sorunuyla paralellik göstermektedir (Birtles vd., 2022).

Genel olarak, bu karşılaştırmalı analiz, BREEAM sisteminin, malzeme döngüsü, ekolojik bağlam ve kullanım aşaması performansına daha bütüncül bir vurgu yaparken; LEED sisteminin enerji, su yönetimi ve kentsel bağlam içinde optimize edilmiş tasarım kriterlerini daha güçlü şekilde teşvik etmektedir (Doan vd., 2017; Berardi, 2012). Bununla birlikte, her iki sistem de akustik konfor, ekolojik planlama ve ışık konforu gibi kullanıcı odaklı ve çevresel entegrasyonu yüksek kriterlerde gelişime açık bir profil sergilemektedir.

Kaynakça

AECO Mühendislik Danışmanlık Ltd. Şti. (t.y.). LEED sertifikası | LEED Yeşil Bina Sertifikası. LEEDsertifikası.com. Erişim tarihi 10 Haziran 2025.

Anbarcı, M., Giran Ö. & Demir, İ. H. (2012). Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri ile Türkiye'deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması. *Engineering Sciences*, 7(1), 368-383.

Atay, L., & Dilek, S. E. (2013). Konaklama işletmelerinde yeşil pazarlama uygulamaları: Ibis Otel örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(1), 203–219

Ateş Can, S. & Kurtoglu, D. (2017). Sürdürülebilir Mimari Kapsamında Geliştirilen Teknoloji ve Ürünler. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 2 (2), 22-31

Berardi, U. (2012). Sustainability assessment in the construction sector: Rating systems review. *Sustainable Development*, 20(6), 411-424.

Birtles, A., Lo, S., & Jenkins, J. (2022). Occupant comfort in sustainable buildings: A systematic review. *Building and Environment*, 207

BRE Group. (t.y.a.). Hotel Moxy, Litvanya'nın Kaunas şehrinde BREEAM Excellent derecesi aldı. BRE Group. Erişim Tarihi: 10 Haziran 2025

BRE Group. (t.y.b.). Gibson Hotel, İrlanda: BREEAM In-Use sertifikası aldı. BRE Group. Erişim Tarihi: 10 Haziran 2025

Canbay, N. (2011). “Turizm Sektöründe Yükselen Trend: Yeşil Oteller”, *Yeşil Bina Dergisi*, 9, 28-31.

Ding, G. K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(3), 451-464.

Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017). A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243-260.

Erdede, S. B., Erdede, B. & Bektaş, S. (2014). Sürdürülebilir Yeşil Binalar ve Sertifika Sistemlerinin Değerlendirilmesi, 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014), 14-17, Ekim 2014, İstanbul

Fowler, K. M., & Rauch, E. M. (2006). Sustainable building rating systems summary. Pacific Northwest National Lab (PNNL).

Goh, H. H., Ofori, G., & Toh, B. G. (2017). Challenges of sustainable high-rise building design. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 8(2), 118-129.

İlban, M. O., Gümrükçü, S., & Yıldız, N. (2023). Sürdürülebilir turizm çalışmalarında sorumlu turizm [Responsible tourism in sustainable tourism studies]. *Gastroia: Journal of Gastronomy and Travel Research*, 7(1), 201–210

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. John Wiley & Sons.

Nguyen, B. K., & Altan, H. (2011). Comparative review of five sustainable rating systems. *Procedia Engineering*, 21, 376-386.

Orhan, İ. H., & Kaya, L. G. (2016). LEED Belgeli Yeşil Binalar ve İç Mekân Kalitesinin İncelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel*, 28(1), 18–28.

Owen, C. & Dovey, K. (2008). Fields of Sustainable Architecture. *The Journal of Architecture*, 13(1), 9-21

Pintos, P. (2022, 15 Temmuz). Hotel MOXY Kaunas Center / Architectural Bureau G. Natkevicius & Partners. *ArchDaily*.

Pintos, P. (2023, July 12). The Ned Doha / David Chipperfield Architects. *ArchDaily*. <https://www.archdaily.com/1003796/the-ned-doha-david-chipperfield-architects>

Sev, A., Canbay, N. (2009). Dünya Geneline Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifika Sistemleri. *Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki*, 42-47.

Sipahi, S., & Tavşan, F. (2019). Otel Yapılarında Sürdürülebilir Yaklaşımlar ve Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, 20–30

Tavşan, F., & Yanılmaz, Z. (2019). Eğitim yapılarında sürdürülebilir yaklaşımlar. *Sanat ve Tasarım Dergisi*(24), 359–383.

Uruk, Z. F. & Külünkoğlu İsmailoğlu, A. K. (2019). Breeam, Leed ve DGNB Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Standart Bir Konutta Karşılaştırılması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15, 143-154.

U.S. Green Building Council. (2019, July 25). AC Hotel Riga by Marriott. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/projects/ac-hotel-riga-marriott>

U.S. Green Building Council. (2023, Eylül 27). Hotel Continentale Trieste. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/projects/hotel-continentale-trieste>

U.S. Green Building Council. (t.y.a.). Elite World Sapanca Business Hotel. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/projects/elite-world-sapanca-business-hotel>

U.S. Green Building Council. (t.y.b.). Hotel MiM Andorra. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/projects/hotel-mim-andorra?view=scorecard>

U.S. Green Building Council. (t.y.c.). Sable Hotel at Navy Pier. U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/projects/sable-hotel-navy-pier>



BÖLÜM

3

SU VERİMLİLİĞİ SİSTEMLERİ VE LEED (V1.0 – V5) SERTİFİKASYON SÜREÇLERİNDE SU VERİMLİLİĞİ KRİTERLERİNİN ANALİZİ

Zeynep BAHAR¹

Filiz TAVŞAN²

¹ Arş. Gör., İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Hatay/
TÜRKİYE.

ORCID: 0000-0002-8830-0504

² Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Trabzon/
TÜRKİYE.

ORCID: 0000-0002-0674-2844

GİRİŞ

Su, yaşamın devamlılığı için vazgeçilmez ve temel bir doğal kaynaktır. İnsan sağlığının korunmasından ekosistemlerin sürdürülebilirliğine kadar geniş bir etki alanına sahip olan su, aynı zamanda yerleşim alanlarının yaşanabilirliğini belirleyen en kritik unsurlardan biridir (Tavşan vd., 2022). Ancak dünya genelinde hızlı nüfus artışı, kentleşme, endüstriyel gelişmeler, göç hareketleri, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi etkenler, mevcut su kaynakları üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır. Bu durum, suyun yalnızca bir doğal kaynak olarak değil; planlama, yönetim ve tasarım süreçlerinde stratejik olarak ele alınması gereken kıt ve değerli bir varlık hâline gelmesine neden olmuştur (Kılıç, 2009). Su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde korunması ve verimli kullanımı, günümüzde çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Özellikle yapı sektörü, toplam su tüketiminin büyük bir bölümünü oluşturan alanlardan biri olarak, suyun akılcı yönetimi konusunda önemli sorumluluklar taşımaktadır. Bu nedenle, su verimliliği ilkelerinin bina tasarım ve kullanım süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Söz konusu entegrasyonun sağlanmasında yeşil bina sertifikasyon sistemleri belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, yapıların çevresel performansını ölçülebilir kriterler doğrultusunda değerlendirerek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada rehberlik sunmaktadır.

Dünyada en yaygın olarak kullanılan yeşil bina derecelendirme sistemlerinden biri olan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), çevresel etkileri azaltmayı, kaynak kullanımını optimize etmeyi ve kullanıcı sağlığını artırmayı amaçlayan kapsamlı bir değerlendirme mekanizmasıdır. LEED sertifikasyon sistemi, enerji, malzeme, iç mekân kalitesi ve özellikle su verimliliği gibi farklı kategoriler altında yapıları puanlayarak belirli sürdürülebilirlik seviyelerine göre sınıflandırmaktadır.

Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı; LEED sertifikasyon sisteminin su verimliliği kriterlerini sürdürülebilirlik ilkeleri

^a Arş. Gör., İskenderun Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Hatay/TÜRKİYE.

ORCID: 0000-0002-8830-0504

^b Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Trabzon/TÜRKİYE.

ORCID: 0000-0002-0674-2844

çerçevesinde analiz etmek ve sistemin farklı versiyonları (LEED v1.0–v5.0) arasında bu kriterlerin nasıl evrildiğini ortaya koymaktır. Su verimliliği kategorisinde yer alan açık ve kapalı alan su kullanımı, su sayaçları, proses suyu yönetimi ve alternatif su kaynaklarının kullanımı gibi başlıklar ekseninde yapılan bu karşılaştırmalı analizle birlikte, sürdürülebilir yapı tasarımında hangi stratejilerin ön plana çıktığı değerlendirilmiştir. Özellikle LEED v4.1 versiyonu bu çalışma kapsamında detaylı biçimde incelenmiş olup, diğer versiyonlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. LEED 2.0, v2.1, v2.2, v3, v4.1 ve v5.0 versiyonlarına ait su verimliliği stratejileri karşılaştırmalı tablolar üzerinden analiz edilmiştir. Bu bağlamda, sıfır su tüketimi yaklaşımı temel alınarak LEED Gold ve Platinum seviyelerinde sertifika almış toplam 64 proje örneklem olarak incelenmiş ve su verimliliği stratejilerinin yapısal uygulamalara nasıl yansıdığı değerlendirilmiştir.

Bu çalışma; hem mevcut durumun analitik bir değerlendirmesini sunarak literatürdeki boşlukları doldurmayı hem de gelecek çalışmalar için kaynak teşkil edecek veri ve yorumları akademik alana kazandırmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda su krizinin derinleştiği günümüzde, LEED gibi küresel ölçekte tanınırlığı olan çevresel sertifikasyon sistemleri aracılığıyla su yönetiminin nasıl optimize edilebileceği sorusuna da yanıt aranmaktadır. Çalışma kapsamında Tablo 1’de konuyla alakalı daha önce yapılmış bazı çalışmaların bilgisine yer verilmiştir.

Tablo 1. Su Verimliliği Kapsamında Daha Önce Yapılmış Olan Bazı Çalışmalar

YAZAR(LAR)	YIL	ÇALIŞMA BAŞLIĞI	ÇALIŞMANIN İÇERİĞİ
Keskin & Akgül	2020	<i>Farklı LEED Versiyonlarının İç Mekânlardaki Su ve Enerji Verimliliği Üzerindeki Etkileri</i>	Bu çalışmada, dünyada en çok tercih edilen yeşil bina sertifikası olan Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED)’in iç mekândaki su ve enerji verimliliği alt başlıklarında yapılan güncellemelerin su ve enerji tüketiminden kaynaklanan CO2 emisyonlarını nasıl etkilediği analiz edilmiştir. Bu kapsamda, 2009 yılına ait LEED versiyon 3 ile 2019 yılında yayınlanan güncel versiyon 4.1 arasındaki farklılıklar, versiyon 3 kapsamında sertifikalandırılmış örnek bir bina üzerindeki su ve enerji verimliliği analizleriyle ortaya konmuştur.

Selimoğlu ve Yamaçlı	2022	<i>Sürdürülebilir Yağmur Suyu Hasadı Üzerine Yapısal Bir İnceleme</i>	Bu çalışmada su felsefesinden kısaca bahsedilerek, yağmur suyu hasadı için kullanılan sistemlerin neler olduğundan ve yağmur suyu hasadı sistemlerin gelişimine kısaca değinilerek Dünya'daki ve ülkemizdeki yağmur suyu sisteminin uygulamasının hangi noktada olduğu, nasıl uygulandığı, ülkelerin bu konudaki politikaları hakkında bilgiler verilecektir.
Tavşan & Bahar	2022	<i>Sürdürülebilirlik Kapsamında Yağmur Suyu Toplama Sistemli Pavilyonlar</i>	Yağmur suyunun toplanarak kullanılması yönünde tasarlanan pavilyonlar azalan su rezervinin önüne geçmede etkili olacağı ve kullanılacağı düşünülmektedir. Çalışmada yağmur suyu toplama sistemlerinin pavilyonlar üzerinden incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışma 7 adımda kurgulanmıştır. Konuya ilişkin ilk olarak son 10 yıl içerisinde yurt içi ve yurt dışındaki pavilyonlar literatürde incelenmiş ve toplam 375 pavilyon yapısı taranarak yağmur suyu toplama özelliği bulunduran "6" adet pavilyon yapısı seçilmiştir. Seçilen pavilyonlar, suyu toplama sisteminin yöntemi, suyu toplama, depolama ve kullanım alanları, tasarımında yağmur suyunun yeri başlıkları üzerinden irdelenmiştir. Pavilyonların strüktürü, kullanılan malzemesi, tasarım özelliklerinin birçoğunu yağmur suyu toplama sistemine göre şekillendiği görülmüştür.
Değirmenci	2023	<i>Üniversite Yerleşkesinde Gri Suyun Yeniden Kullanımı ve Yağmur Suyu Hasadı Potansiyelinin Araştırılması</i>	Bu çalışmada SDÜ ve ISUBÜ Merkez Yerleşkesinde bulunan binaların çatı yüzeylerinde toplanabilecek yağmur suyu hasadı hacmi hesaplanmıştır. Öğrenci ve personel sayıları dikkate alınarak SDÜ ve ISUBÜ Merkez Yerleşkesinde gri su miktarı tespit edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda gri su ve yağmur suyu toplam hacimlerinin Merkez Yerleşkedeki yeşil alan sulamasında yeterli olup olmadığı araştırılmıştır. SDÜ Rektörlük binası için yağmur suyu hasadı projesi hazırlanmıştır.

1. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Yapı Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren çevresel sorunların derinleşmesi, doğal kaynakların tükenme riski ve insan faaliyetlerinin ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerinin

artmasıyla birlikte küresel ölçekte önem kazanmaya başlamıştır (WCED, 1987; Çoban vd., 2016). Başlangıçta yalnızca çevresel bir bağlamda ele alınan bu kavram, zamanla sosyal adalet, ekonomik kalkınma ve kültürel süreklilik gibi unsurların da dâhil olduğu çok boyutlu bir yaklaşıma evrilmiştir (UNEP, 2011).

Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların yenilenme kapasitesini aşmadan, ekolojik dengeyi gözeterek bugünkü gereksinimlerin karşılanmasını ve gelecek kuşakların yaşam hakkının korunmasını amaçlayan bütüncül bir gelişim modelidir (Drexhage & Murphy, 2010). Bu yaklaşım; ekosistem bütünlüğü, kaynak verimliliği, enerji etkinliği, karbon salınımının azaltılması, su ve atık yönetimi gibi çevresel kriterlerin yanı sıra; ekonomik sürdürülebilirlik ve toplumsal refah gibi göstergeleri de kapsamaktadır (Hopwood et al., 2005). 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan Brundtland Raporu'nda sürdürülebilir kalkınma, “bugünün insanının gereksinimlerini, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama olanaklarından ödün vermeden karşılayabilmesi” şeklinde tanımlanmıştır (WCED, 1987). Bu tanım, sürdürülebilirliğin yalnızca günümüzü değil, geleceği de odağa alan uzun vadeli bir stratejik vizyon sunduğunu vurgulamaktadır. Sürdürülebilirlik anlayışı, giderek karmaşıklaşan kent yaşamı, nüfus artışı, sanayileşme ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar karşısında yaşamın sürdürülebilir biçimde yeniden kurgulanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik; yalnızca doğal sistemleri korumayı değil, insan yerleşimlerinin, üretim-tüketim biçimlerinin ve mekânsal tasarım yaklaşımlarının yeniden düşünülmesini gerektirir.

Sürdürülebilir yapı kavramı ise, bu ilkenin yapı ölçeğinde hayata geçirilmesini ifade eder. Sürdürülebilir yapılar, yaşam döngüsü boyunca çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanan, enerji ve kaynak kullanımını minimize eden, kullanıcı sağlığı ve konforunu gözeten yapılardır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022). Bu yapılarda kullanılan malzemelerin doğaya zararsız, geri dönüştürülebilir ve uzun ömürlü olması, yapım tekniklerinin çevre dostu olması ve işletme aşamasında enerji ve su tasarrufu sağlayacak sistemlerin entegrasyonu ön plandadır (Guy & Farmer, 2001). Bu kapsamda sürdürülebilir mimarlık ve iç mimarlık; yapıların yer seçimi, planlaması, cephe tasarımı, iç mekân düzenlemeleri ve teknik altyapı çözümlerinde çevresel etkiyi en aza indiren ve kaynak

kullanımını optimize eden karar süreçlerini içerir. İç mekân ölçeğinde ise; gün ışığı kullanımı, doğal havalandırma, sağlıklı ve yerel malzeme seçimi, ısı yalıtımı ve su verimliliği sağlayan sistemler gibi unsurlar önem kazanır (Lavy, 2010). Sürdürülebilirlik kavramı, özellikle yapı sektörü açısından kritik bir yere sahiptir. Yapılı çevre, enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini oluştururken; su tüketimi, atık üretimi ve karbon salımında da önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle, yapı sektörü kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması, küresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada temel stratejilerden biridir (UN-Habitat, 2020). Sürdürülebilir yapılaşma, aynı zamanda ekonomik açıdan da uzun vadeli faydalar sağlamaktadır. Doğru planlanmış ve uygulanmış sürdürülebilir çözümler; enerji ve su tüketiminde tasarruf, bakım-onarım maliyetlerinin azalması, kullanıcı sağlığına olumlu katkılar ve çevreyle uyumlu yaşam alanları sunarak yaşam kalitesini artırmaktadır. Ayrıca, ulusal ve uluslararası düzeyde geçerli olan yeşil bina sertifikasyon sistemleri (LEED, BREEAM, DGNB vb.) aracılığıyla bu tür yapılar daha görünür ve değerli hâle gelmektedir.

Sonuç olarak, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir yapı kavramları; yalnızca enerji ve malzeme kullanımı açısından değil, aynı zamanda su kaynaklarının korunması, yönetimi ve verimli kullanımı açısından da büyük önem taşımaktadır. Günümüzde hızla artan su talebi, azalan doğal su rezervleri ve iklim krizinin etkileri göz önünde bulundurulduğunda, suyun tasarruflu kullanımı sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada merkezi bir role sahiptir. Bu bağlamda, su verimliliği, yapı ölçeğinden başlayarak kent planlaması ve çevre politikalarına kadar her aşamada dikkate alınması gereken temel bir stratejik öncelik hâline gelmiştir.

1.2. Su Verimliliği Kavramı ve Alternatif Su Kaynakları

Su verimliliği, mevcut tatlı su kaynaklarının azaldığı, iklim değişikliğinin etkilerinin arttığı ve kentleşmenin hızlandığı çağımızda hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından hayati bir öneme sahiptir. Kavramsal olarak su verimliliği; aynı hizmetin daha az su ile sağlanması ya da aynı miktar su ile daha fazla hizmetin gerçekleştirilmesi anlamına gelmektedir (Ay & Ay, 2024). Bu bağlamda, bireysel kullanım alışkanlıklarından endüstriyel üretim süreçlerine, bina tasarımından

tarımsal faaliyetlere kadar uzanan geniş bir alanda suyun verimli kullanımı hedeflenmektedir.

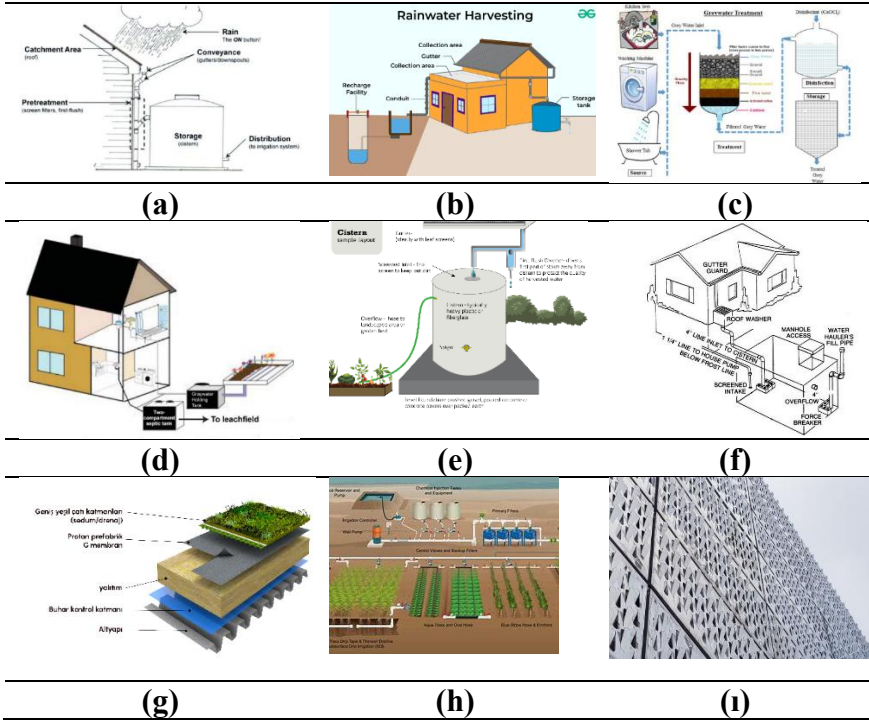
Su verimliliği uygulamaları, yalnızca suyun doğrudan kullanımında değil, aynı zamanda arıtılması, taşınması ve depolanması gibi süreçlerde de enerji tasarrufu sağlaması nedeniyle karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sunar (Gleick, 2003). Bu çok yönlü katkı, suyun verimli kullanımının çevresel, ekonomik ve sosyal açılardan stratejik bir sürdürülebilirlik bileşeni olduğunu göstermektedir.

Geleneksel su tüketim modellerinin yetersiz kaldığı günümüzde, alternatif su kaynaklarının değerlendirilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen başlıca sistemler şu şekilde özetlenebilir:

- **Yağmur Suyu Hasadı Sistemleri:** Yağmur suyunun çatılardan, teraslardan veya geçirimsiz yüzeylerden toplanarak filtreleme işlemleri sonrası depolanması esasına dayanır. Bu su; bahçe sulama, klozet rezervuarı, temizlik gibi ikincil amaçlarla kullanılabilir (Başkesen, 2024; Eren vd., 2016). (Şekil 1a, Pradhan ve Sahoo, 2019; Şekil 1b, Geeksforgeeks, 2024).
- **Gri Su Sistemleri:** Evsel kullanımdan (duş, lavabo, çamaşır makinesi gibi) gelen atık suyun arıtılarak yeniden değerlendirilmesini ifade eder. Gri su, iyi bir arıtma sistemiyle çamaşır yıkama, tuvalet sifonu, peyzaj sulama gibi birçok alanda yeniden kullanılabilir hale gelir (Karagözoğlu & Yılmaz, 2023). (Şekil 1c, Samayamanthula vd., 2019; Şekil 1d, Hawaii State Department of Health Wastewater Branch, 2009).
- **Sarnıç ve Depo Sistemleri:** Tarihsel bir uygulama olan sarnıç sistemleri, günümüzde modernize edilerek gerek yer üstü gerek yer altı su depolarıyla yağmur suyu hasadında kullanılmaktadır. Bu sistemlerin hacmi; yapı tipi, yağış miktarı ve kullanım ihtiyacına göre belirlenmektedir (Temizkan & Tuna Kayılı, 2020) (Şekil 1e, Snohomishcd, 2018; Şekil 1f, Aquabarrel, 2025).
- **Yeşil Çatı Uygulamaları:** Bitkilendirilmiş çatılar, hem yapıların ısı dengesini sağlamaya yardımcı olmakta hem de yağmur suyunu filtreleyerek suyun bir kısmını tutmakta ve

buharlaştırmakta, geri kalanını ise kontrollü biçimde kanalizasyona aktarmaktadır (Karahan vd., 2024) (Şekil 1g, Protan, 2025).

- Damla Sulama Sistemleri: Tarımda kullanılan bu yöntem, doğrudan bitki köklerine düşük basınçla su ileterek hem su hem de gübre kullanımında tasarruf sağlar (Aras, 2006) (Şekil 1h, yby-irrigation, 2025).
- Yeni Nesil Sistemler (Aquatecture, Waterfull vb.): Yapı cephelerine entegre edilen özel panellerle veya kumaşlarla çiy ve yağmur suyu toplanarak filtrelenir ve günlük kullanıma sunulur. Bu sistemler, özellikle iklim krizine karşı kent ölçeğinde su yönetimi açısından öncü uygulamalar olarak değerlendirilmektedir (Designboom, 2009; Karahan vd., 2024, Şekil 1i, Lindeque, 2020).



Şekil 1. Su Verimlilik Sistemleri

Bu sistemlerin etkinliğini artırmak için mimari tasarım sürecinin başından itibaren entegre edilmesi, kullanıcı bilincinin artırılması, finansal teşviklerin sağlanması ve yapı yönetmeliklerinin su

verimliliği esasına göre güncellenmesi büyük önem taşımaktadır (UN-Water, 2021).

Bu çalışmada vurgulanan alternatif su yönetim stratejileri, yalnızca çevresel etkilerin azaltılmasını değil; aynı zamanda bina ölçeğinde LEED gibi sürdürülebilirlik sertifikalarına uygunluk sağlamayı da hedeflemektedir. Dolayısıyla mimarlık pratiğinde su verimliliği, yapı performansını artıran ve tasarım kalitesini yükselten bütüncül bir sürdürülebilirlik yaklaşımı olarak ele alınmalıdır. Özellikle kuraklık riski taşıyan coğrafyalarda, bu sistemlerin planlama ve uygulama süreçlerine entegrasyonu yalnızca bir tercih değil, gelecek nesiller için yaşanabilir çevreler inşa etmenin bir zorunluluğudur.

1.3. LEED Sertifikasyon Sistemi ve Su Verimliliği Kriterleri

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Sertifikası, 1998 yılında Amerikan Yeşil Bina Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilmiş olan, çevresel etkileri azaltılmış sürdürülebilir bina tasarımlarını teşvik eden puan temelli bir değerlendirme sistemidir (Keskin & Akgül, 2020). Bu sistem; enerji ve su verimliliği, malzeme seçimi, iç mekân kalitesi, sürdürülebilir yerleşim gibi başlıklarda yapılan uygulamaları ölçmekte ve yapıların çevresel performanslarını objektif kriterler doğrultusunda puanlayarak belirli sertifika seviyeleri sunmaktadır. LEED sistemi kapsamında Sertifika, Gümüş, Altın ve Platin olmak üzere dört farklı sertifika seviyesi bulunmaktadır. Bu seviyeler, sistem kapsamında tanımlanan kategorilerden elde edilen toplam puanlara göre belirlenmektedir (USGBC, n.d.).

LEED sisteminin en temel katkılarından biri, suyun etkin ve verimli kullanımını teşvik etmesi ve bu doğrultuda yapı ölçeğinde uygulanabilir kriterler sunmasıdır. Özellikle v4.1 versiyonunda "Water Efficiency" (WE) başlığı altında hem açık hem kapalı alanlarda su kullanımının azaltılmasına, alternatif su kaynaklarının kullanımına ve su tüketiminin izlenmesine yönelik kriterler net biçimde tanımlanmıştır. Sistem; yapıların çevresel performanslarını iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda kullanıcı sağlığına duyarlı çözümler geliştirerek iç mekân konforunu ve hijyen standartlarını da yükseltmeyi hedeflemektedir (Ay & Ay, 2024).

LEED v4.1'e göre, açık alanlardaki su kullanımının azaltılması için iki farklı strateji öne çıkar: Bunlardan ilki, sulama gerektirmeyen peyzaj tasarımıyla uzun vadeli su tüketiminin ortadan kaldırılmasıdır. İkinci seçenek ise sulama ihtiyacının en yoğun olduğu ay temel alınarak, bu gereksinimin en az %30 oranında azaltılmasıdır. Bu azaltım, bitki türü seçimleri ve sulama sistemlerinin verimliliği aracılığıyla gerçekleştirilmeli ve EPA WaterSense Su Bütçesi Aracı kullanılarak hesaplanmalıdır (USGBC, n.d.).

Kapalı alanlardaki su verimliliği ise, armatür ve donanımların seçimi ve kullanımıyla sağlanır. Klozet, pisuar, duş başlığı, lavabo bataryaları gibi su tüketen elemanlar için belirlenen taban değerlerin %20 oranında altında kalınması gerekmektedir. Hesaplamalar, aşağıdaki Tablo 2'de belirtilen hacim ve debi (akış hızı) değerlerine göre yapılmalıdır. Tüm yeni takılacak klozetler, pisuarlar, özel lavabolar ve duş başlıkları, eğer etiketlemeye uygun ürünlerse, WaterSense etiketli (veya ABD dışındaki projeler için yerel eşdeğeri) olmalıdır. Ayrıca konut ve ticari kullanıma yönelik bulaşık makineleri, çamaşır makineleri gibi cihazların ENERGY STAR etiketli ya da eşdeğer performansta olması beklenmektedir (Keskin & Akgül, 2020).

Tablo 2. Armatür ve Donanımlar için Uygun Değerler Tablosu

Ticari Armatür ve Cihazlar	Taban Değer (İngiliz Birimi)	Taban Değer (SI Birimi)
Klozet (water closet)*	1.6 galon / sifon başına	6 litre / sifon başına
Pisuar (urinal)*	1.0 galon / sifon başına	3.8 litre / sifon başına
Umumi lavabo bataryası	0.5 galon/dakika @ 60 psi	1.9 litre/dakika @ 415 kPa
Özel lavabo bataryası*	2.2 galon/dakika @ 60 psi	8.3 litre/dakika @ 415 kPa
Mutfak bataryası (dolum dışı amaçlar)	2.2 galon/dakika @ 60 psi	8.3 litre/dakika @ 415 kPa
Duş başlığı*	2.5 galon/dakika @ 80 psi	9.5 litre/dakika @ 550 kPa

Proje kapsamında kurulan cihazlar, ekipmanlar ve süreçler, aşağıdaki tabloda verilen gereklilikleri karşılamalıdır (Tablo 3).

Tablo 3. Cihaz Türleri ve Gereklilikleri Tablosu

Cihaz Türü	Gereklilik
Konut tipi çamaşır makineleri	ENERGY STAR veya performans eşdeğeri
Ticari çamaşır makineleri	ENERGY STAR veya performans eşdeğeri
Konut tipi bulaşık makineleri	ENERGY STAR veya performans eşdeğeri
Ön durulama püskürtme valfleri	≤ 1.3 galon/dakika (4.9 litre/dakika)
Buz makineleri	ENERGY STAR; hava soğutmalı veya kapalı çevrimli sistem (örn. soğutma suyu) kullanmalı

Yapılarda kullanılan içilebilir su miktarının izlenebilir olması için LEED, bina düzeyinde sabit su sayaçlarının kurulumunu ön koşul olarak belirlemiştir. Bu sayaçlar; manuel ya da otomatik yollarla aylık ve yıllık verileri toplayabilmeli, söz konusu veriler beş yıl boyunca USGBC ile paylaşılmalıdır. Böylelikle su tüketim eğilimleri analiz edilerek daha etkili yönetim stratejileri geliştirilebilir (USGBC, n.d.). Bunların yanı sıra sistem kapsamında sağlanan ek kredilerle daha fazla puan kazanılması da mümkündür. Örneğin, dış mekân sulama ihtiyacını %100 oranında ortadan kaldıran projelere ilave puanlar verilmektedir. Aynı şekilde kapalı alanlardaki su tüketimini %50 oranında azaltan uygulamalar, altı puana kadar kredi kazandırabilmektedir. Süreç suyu kullanımı açısından da soğutma kuleleri için döngü artırımı, alternatif su kullanımı ve arıtma sistemlerinin geliştirilmesi gibi teknikler puanlamaya olumlu katkı sunmaktadır (USGBC, n.d.). LEED ayrıca, su alt sistemlerinin detaylı biçimde izlenmesini de teşvik etmektedir. Bunlar arasında sulama sistemleri, iç mekân sıhhi tesisat, sıcak su hatları, kazan sistemleri, geri kazanılmış su kullanımı ve proses suyu kullanılan alanlar (havuzlar, bulaşık makineleri vb.) yer almaktadır. Bu alanlarda kurulacak sayaçlarla sistematik su yönetimi hedeflenmektedir (Ay & Ay, 2024).

Sonuç olarak, LEED sertifikasyon sistemi su verimliliğini çok boyutlu bir yaklaşımla ele alarak sadece yapı ölçeğinde değil, aynı

zamanda kentsel düzeyde de sürdürülebilir su yönetimini teşvik etmektedir. Türkiye gibi su stresi yaşayan ülkelerde bu tür sistemlerin yaygınlaştırılması; mimarlık ve iç mimarlık pratiklerinin çevresel sorumluluk perspektifiyle yeniden şekillendirilmesini sağlayacak, kullanıcıların su kullanım alışkanlıklarının dönüşmesine de katkıda bulunacaktır. Bu çerçevede, LEED yalnızca bir sertifikasyon aracı olarak değil, çevreyle uyumlu tasarım anlayışını yönlendiren bir rehber olarak değerlendirilmelidir.

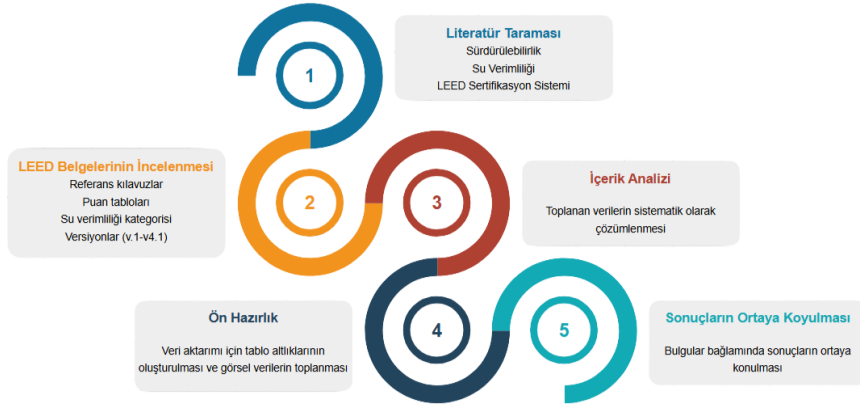
2. MATERYAL ve YÖNTEM:

Bu çalışma, su verimliliği kavramının sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmesini ve LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasyon sisteminin farklı versiyonlarındaki (LEED v1.0–v5.0) su verimliliği kriterlerinin gelişimsel açıdan incelenmesini amaçlayan nitel bir araştırmadır. Nitel araştırma yöntemi, belirli bir olgunun doğal bağlamı içerisinde derinlemesine incelenmesine ve yorumlanmasına dayanan, betimleyici ve çözümleyici bir yaklaşımla yapılandırılır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Bu kapsamda çalışmada veri toplama yöntemi olarak doküman incelemesi, veri çözümleme yöntemi olarak ise içerik analizi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, çalışmanın veri setini oluşturan kaynakların (akademik yayınlar, resmi belgeler, kılavuzlar ve görsel materyaller) sistematik şekilde incelenmesini kapsamaktadır. Analize dâhil edilen materyaller; sürdürülebilirlik, su verimliliği ve LEED sistemine ilişkin akademik makaleler, yüksek lisans ve doktora tezleri, çevresel sertifikasyon sistemlerine dair teknik raporlar, USGBC (United States Green Building Council) tarafından yayımlanan referans dokümanlar ve USGBC web sitesindeki çevrimiçi belgelerden oluşmaktadır. Ayrıca LEED v1.0'dan v4.1'e kadar olan versiyonlardaki su verimliliği başlıkları, puanlama sistemleri, teknik eşikler ve ön koşul gereklilikleri incelenerek çalışmanın ana veri seti oluşturulmuştur.

Araştırma süreci beş temel aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2):

1. Literatür Taraması: İlk aşamada sürdürülebilirlik, su verimliliği, alternatif su kaynakları ve yeşil bina sertifikasyon sistemlerine ilişkin temel kavramlar, ulusal ve uluslararası literatür taraması yoluyla incelenmiş; çalışmanın kuramsal altyapısı oluşturulmuştur.

2. LEED Belgelerinin İncelenmesi: İkinci aşamada, LEED sisteminin v1.0'dan v4.1'e kadar olan versiyonlarındaki "Water Efficiency (WE)" başlığı altındaki kriterler analiz edilmiştir. Çalışmada v5.0 versiyonuna dair henüz yeterli yayın ve belge bulunmadığı için bu versiyon kapsam dışı bırakılmıştır. Öte yandan, LEED v4.1 versiyonu, hem güncel uygulamalar açısından daha geniş kapsamlı olması hem de veri erişimi bakımından daha açık ve uygulanabilir bilgiler içermesi nedeniyle ayrıntılı analiz sürecinde odak noktasını oluşturmuştur. İnceleme kapsamında açık ve kapalı alan su kullanımı, proses suyu takibi, su sayaçları, geri kazanım sistemleri (gri su, yağmur suyu) ve kullanıcı davranışlarına ilişkin yönlendirmeler değerlendirilmiştir.
3. İçerik Analizi: Üçüncü aşamada, doküman incelemesi sonucunda elde edilen nitel veriler, içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Bu süreçte veriler tematik kodlama yoluyla sınıflandırılmış; LEED versiyonları arasında kriterlerin dönüşümü, kredi puanlamaları ve değerlendirme sistemlerindeki evrimsel değişimler yorumlayıcı bir yaklaşımla ele alınmıştır.
4. Ön Hazırlık: Dördüncü aşamada, içerik analizine dayalı verilerin düzenli aktarımı için karşılaştırmalı tabloların ve görsel materyallerin altyapısı oluşturulmuştur. Özellikle su verimliliğiyle ilgili kredi başlıklarının versiyonlar arası dağılımı tablolar hâlinde yapılandırılarak sistematik sunuma hazır hâle getirilmiştir.
5. Sonuçların Ortaya Konulması: Son aşamada ise, tüm analiz bulguları sentezlenerek su verimliliği stratejilerinin neden gerekli olduğu, yapı ölçeğinde nasıl uygulanabileceği ve sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl katkı sağladığı kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. Bu sayede çalışma, çevresel tasarım, mimarlık ve planlama alanlarına bilgi temelli bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.



Şekil 2. Çalışma Strüktürü

3.BULGULAR

Bu bölümde, LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasyon sisteminin farklı versiyonlarında su verimliliği kriterlerine ilişkin analiz bulgularına yer verilmiştir. Çalışmada doküman incelemesine dayalı olarak yürütülen içerik analizi yöntemi ile elde edilen veriler sistematik biçimde değerlendirilmiş; su verimliliği kategorisinin zaman içindeki yapısal değişimleri, puanlama sistemindeki ağırlığı ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumu karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca, v1.0'dan v5.0'a kadar olan süreçte su verimliliği stratejilerinde yaşanan gelişmeler, özellikle v4.1 versiyonundaki yenilikler ışığında detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bulgular, LEED sisteminin su kaynaklarının korunmasına yönelik gelişen yaklaşımını ve çevresel performansı artırma yönündeki dönüşümünü yansıtmaktadır.

3.1.Leed Versiyonları Kapsamında Su Verimliliği Puanları

Bu araştırma kapsamında, LEED sertifikasyon sisteminin farklı versiyonlarında (LEED v1.0–v5.0) "Water Efficiency" (Su Verimliliği) kategorisine ayrılan puanlar analiz edilmiştir. Söz konusu kategorinin her bir versiyondaki ağırlığı ve toplam puan içerisindeki yüzdelik karşılığı, Tablo 4'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu analiz sayesinde, su verimliliği kriterlerinin zaman içerisindeki gelişimi ve sertifikasyon sistemi içindeki önemi değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Tablo 4. LEED Versiyonları Kapsamında Su Verimliliğinde Değişen Puanlar USGBC (n.d.)

SU VERİMLİLİĞİ PUANLARI VE YÜZDE ORANLARI		LEED v1.0 1998	LEED v2.0 2000	LEED v2.1 2002	LEED v2.2 2005	LEED v3 2009	LEED v4 2013	LEED v4.1 2019	LEED v5 2023
BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION BD+C	New Construction / Yeni İnşaat ve Büyük Yenileme	-	5	5	5	10	11	11	9
	Core and Shell/Çekirdek ve Kabuk Geliştirme	-	-	-	-	10	11	11	8
	Schools/Okullar	-	-	-	-	11	12	12	-
	Retail/Perakende	-	-	-	-	10	12	12	-
	Data Centers/Veri Merkezleri	-	-	-	-	-	11	11	-
	Warehouses & Distribution Cntrs/Depolar & Dağıtım Merkezi	-	-	-	-	-	11	11	-
	Hospitality/Konukevi	-	-	-	-	-	11	12	-
	Healthcare/Sağlık Hizmetleri	-	-	-	-	9	11	11	-
	Homes/Evler	-	-	-	-	-	-	24	-
	Multifamily Midrise/Çok Aileli Orta Yükseklikte Konut	-	-	-	-	-	-	24	-
INTERIOR ID+C	Commercial Interiors/Ticari İç mekanlar	-	2	-	-	11	12	12	10
	Retail/Perakende	-	-	-	-	-	12	12	-
	Hospitality/Konukevi	-	-	-	-	-	12	12	-
OPERATIONS + MAINTENANCE O+M	Existing Buildings/Mevcut Yapılar	-	5	-	-	14	12	15	15
	Existing Interiors/Mevcut İç mekanlar	-	-	-	-	-	-	15	-
RESIDENTIAL	Single Family Homes/Tek Aile Evleri	-	-	-	-	-	-	30	-
	Multifamily Homes/Çok Aileli Evler	-	-	-	-	-	-	12	-
	Multifamily Homes Core and Shell/Çok Aileli Evler Çekirdek ve Kabuk	-	-	-	-	-	-	12	-
NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT ND	Plan/Plan	-	-	-	-	-	-	-	-
	Built Project/İnşa Edilmiş Proje	-	-	-	-	-	-	-	-
CITIES	Plan and Design/Planlama ve Tasarım	-	-	-	-	-	-	12	-
	Existing/Mevcut	-	-	-	-	-	-	11	-
COMMUNITIES	Plan and Design/Planlama ve Tasarım	-	-	-	-	-	-	12	-
	Existing/Mevcut	-	-	-	-	-	-	11	-
TOPLAM PUAN		-	NC-69/CI-57/EB-85	69	69	110	110	110	110

Yüzdelik Dilimlerin Tablodaki Renk Karşılıkları



Özellikle LEED v4.1 versiyonunda, su verimliliğine ilişkin önemli yapısal ve ölçümsel değişikliklerin yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu versiyonda, önceki versiyonlarda da mevcut olan "Indoor Water Use Reduction" (İç Mekânda Su Kullanımının Azaltılması) kredi başlığı korunmakla birlikte, bu kredinin hesaplama yöntemlerinde önemli sadeleştirmeler yapılmıştır. Böylece, su tüketimi hesaplamaları daha uygulanabilir ve erişilebilir bir hâle getirilmiştir.

LEED v4.1 versiyonu, yalnızca yapı ölçeğinde değil, aynı zamanda daha geniş ölçekli alanlar için de değerlendirme imkânı sunmaktadır. Bu bağlamda, Residential kategorisi altında "Single Family Homes" (Tek Aile Evleri) ve "Multifamily Homes" (Çok Aileli Konutlar) gibi alt sınıflandırmalar getirilmiş, bu konut tipleri için ayrı kredi yapıları ve puanlamalar tanımlanmıştır. Bu gelişme, konut tipi yapıların su tüketiminde önemli bir paya sahip olduğu göz önünde bulundurularak yapılmış; su verimliliği hedeflerinin konut ölçeğinde

de uygulanmasını teşvik etmiştir. Ayrıca, v4.1 versiyonunda su verimliliği kriterleri yalnızca yapılarla sınırlı kalmamış; Cities (Şehirler) ve Communities (Topluluklar) gibi geniş kapsamlı kentsel ölçekli kategoriler için de ayrı puanlama sistemleri geliştirilmiştir. Bu durum, suyun yalnızca bina ölçeğinde değil, kentsel ölçekte de stratejik bir kaynak olarak ele alındığını göstermektedir. Önemli bir diğer gelişme ise, USGBC'nin su verilerinin operasyonel düzeyde izlenmesini sağlayan ARC platformunu devreye almasıdır. Bu sistem sayesinde, projelerde su tüketimi gerçek zamanlı olarak ölçülmekte, bu da performansa dayalı bir değerlendirme sürecinin oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Nitel analiz bulgularına göre, LEED sisteminde su verimliliği kriterleri, bazı versiyonlarda toplam puanlama sisteminin %27'sine kadar ulaşan oranlarda etkili olabilmektedir. Bu oran, suyun sürdürülebilir yapıların çevresel performansındaki belirleyici rolünü vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, WHO & UN-Water (2019) tarafından yayınlanan GLAAS raporunda da belirtildiği üzere, dünya genelinde su ve sanitasyon konusundaki uygulamalar halen ciddi eksiklikler barındırmaktadır. Raporda 115 ülke üzerinden yapılan analiz sonucunda; yalnızca %15'inin su ve sanitasyon politikalarını etkin bir biçimde uygulayacak yeterli finansmana sahip olduğu, kentsel içme suyu denetimlerinin birçok ülkede düzenli yapılmadığı ve su verimliliği konusundaki planların çoğu ülkede hedeflenen seviyeye ulaşmadığı ortaya konulmuştur. Bu durum, suyun ne denli kıt ve kritik bir kaynak olduğunu gösterdiği gibi, yapı sektöründe su verimliliği stratejilerinin gerekliliğini de açıkça ortaya koymaktadır.

3.2. Leed v4.1 versiyonu (BD+C) New Construction (Yeni İnşaat) Yapı Türündeki Su Verimliliği Kategorisi Krediler ve Karşılaştırmaları

LEED v4.1 versiyonu kapsamında, "BD+C: New Construction" (Yeni İnşaat) yapı türü, su verimliliği kategorisinin değerlendirilmesinde örneklem olarak ele alınmıştır. Bu yapı türünün tercih edilmesinde, LEED sisteminin v2.0'dan başlayarak v5.0 versiyonuna kadar olan tüm sürümlerinde yer alması ve geniş bir uygulama alanına sahip olması etkili olmuştur. Söz konusu yapı türü, ofis binaları, eğitim yapıları, sağlık tesisleri gibi yeni inşa edilen birçok bina tipini kapsamı bakımından, su verimliliği

stratejilerinin karşılaştırmalı olarak analiz edilmesine uygun bir temel sunmaktadır.

LEED v4.1 kapsamında bu yapı türüne yönelik "Water Efficiency" (WE – Su Verimliliği) kategorisinde toplam yedi başlık yer almakta olup, bunlardan bazıları “ön koşul” (Prerequisite) bazıları ise “kredi” (Credit) olarak tanımlanmıştır. Ön koşullar, projelerin değerlendirmeye alınabilmesi için yerine getirilmesi zorunlu olan temel gereklilikleri ifade ederken; krediler, ilgili uygulamaların gerçekleştirilmesi durumunda kazanılabilecek ek puanları kapsamaktadır. Bu puanlar, yapının genel sürdürülebilirlik performansına doğrudan katkı sağlamakta ve sertifika seviyesini belirlemede rol oynamaktadır. Bu kapsamda LEED v4.1'deki kredi başlıkları, içerikleri ve puan değerleri Tablo 5'te aktarılmıştır.

Tablo 5. LEED v4.1 New Construction Kredi ve Puanları

Su Verimliliği Kategorisinde Krediler	Puan
Açık Havada Su Kullanımının Azaltılması (Ön Koşul)	-
Kapalı Alanda Su Kullanımının Azaltılması (Ön Koşul)	-
Bina Düzeyinde Su Ölçümü (Ön Koşul)	-
Açık Havada Su Kullanımının Azaltılması (Kredi)	6
Kapalı Alanda Su Kullanımının Azaltılması (Kredi)	2
Proses Suyu Kullanımının Azaltılması	2
Su Ölçümü	1
Toplam	11

LEED sisteminde iç mekân su verimliliği açısından belirlenen ön koşullar ve puanlama sistemi, sürdürülebilir yapı performansını izlenebilir kılmayı hedeflemektedir. Yapılarda kullanılan içilebilir su miktarının ölçülebilir olması için LEED, bina düzeyinde sabit su sayaçlarının kurulumunu ön koşul olarak tanımlamıştır. Bu sayaçlar; manuel ya da otomatik yöntemlerle aylık ve yıllık verileri toplayabilmeli ve beş yıl boyunca USGBC ile paylaşılmalıdır. Bu uygulama, su tüketim eğilimlerinin analiz edilmesini ve buna dayalı yönetim stratejilerinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca LEED, yalnızca iç mekân tüketimi değil, açık alan sulama sistemleri, sıcak su dağıtımı, geri kazanılmış su kullanımı, proses suyu (ör. havuzlar, bulaşık makineleri, kazanlar) gibi su alt sistemlerinin detaylı biçimde izlenmesini teşvik etmektedir. Bununla birlikte, sistem kapsamında sağlanan ek krediler sayesinde daha yüksek puanlara ulaşmak mümkündür. Örneğin, dış mekân sulama ihtiyacını %100 ortadan kaldıran projelere 2 puan verilirken; iç mekân tüketiminde %50 azaltımı başaran projeler 6 puana kadar ödüllendirilebilmektedir. Bu azaltımların nasıl puanlandığına ilişkin detaylar Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Yüzdeye Bağlı Puan Tablosu

Azaltım Yüzdesi	Puan (BD+C)	Puan (CS)	Puan (Okullar, Perakende, Otel, Sağlık)
%25	1	1	1
%30	2	2	2
%35	3	3	3
%40	4	4	4
%45	5	—	5
%50	6	—	—

Tablo 7 ve Tablo 8'de LEED v2.0'dan başlayarak v5.0 versiyonuna kadar olan süreçte, "Yeni İnşaat" yapı türünde yer alan su verimliliği kategorisindeki kredi başlıklarında meydana gelen değişiklikler, yeni eklenen krediler ve kredi isimlendirmelerindeki dönüşüm karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu tabloların incelenmesi sonucunda, LEED v2.0'dan v3.0'a kadar olan versiyonlarda kredi başlıklarının isimlerinin büyük ölçüde korunduğu, ön koşul uygulamasının henüz bulunmadığı ve kriter içeriklerinin birbirine benzer yapı gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak LEED v4.0 ve

özellikle v4.1 ile birlikte sistemde belirgin yapısal değişiklikler meydana gelmiştir. Bu versiyonlarda su verimliliği kategorisinde ön koşulların sisteme dâhil edildiği, kredi başlıklarının adlandırılmasının güncellendiği ve içeriklerin daha net ölçülebilir hedeflerle tanımlandığı görülmektedir. LEED v5.0 versiyonunda ise, önceki versiyonlara kıyasla su yönetimine ilişkin değerlendirme başlıklarında daha farklı kavramsal çerçeveler benimsenmiş, kriterler daha kapsamlı çevresel hedeflerle uyumlu hâle getirilmiştir.

Bu bulgular, LEED sisteminin su verimliliği konusundaki yaklaşımının zaman içinde nasıl evrildiğini ve her yeni versiyonla birlikte değerlendirme araçlarının daha kapsamlı ve detaylı hâle geldiğini göstermesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Tablo 7. LEED v2.0. ile LEED v3 Versiyonlarının Değişiklikler Açısından Karşılaştırılması (USGBC)

Kredi	LEED v2.0	LEED v2.1	LEED v2.2	LEED v3 (2009)
Ön Koşul	Ön koşul belirtilmemiştir.	Ön koşul belirtilmemiştir.	Ön koşul belirtilmemiştir.	%20 su azaltımı sağlanmalıdır.
Su Verimliliği Peyzaj	Yüksek verimli sulama teknolojisi kullanın VEYA toplanan yağmur suyunu ya da geri dönüştürülmüş saha suyunu kullanarak sulamada kullanılan içme suyu tüketimini geleneksel yöntemlere göre %50 oranında azaltılmalıdır.1 puan kazanılabilmektedir. Tesis sulamasında (bitkilerin yerleşmesi için yapılan ilk sulama hariç) tüm içilebilir su kullanımını ortadan kaldırmak için yalnızca toplanan yağmur suyunu veya geri dönüştürülmüş tesis	Aynı puanlama geçerlidir.	%50 azaltım: 1 puan Diğer bir seçenek olarak içme suyu kullanmama veya sulama gerektirmeyen kalıcı peyzaj sağlandığında 1 puan kazanılabilir.	%50 azaltım için 2 puan kazanılabilir. Diğer bir seçenek olarak içme suyu kullanmama veya sulama gerektirmeyen kalıcı peyzaj kullanımıyla 4 puan kazanılabilir.

	suyunu kullanılmalı veya kalıcı peyzaj sulama sistemleri kurulmamalıdır. Bu durumda 1 puan kazanılabilmektedir.			
Atık Su Teknolojileri	Belediye tarafından sağlanan içme suyunun bina kanalizasyon şebekesinde kullanımını en az %50 oranında azaltın veya sahadaki atık suyu %100 arıtılmalıdır. 1puan kazanılabilmektedir.	Aynı puanlama geçerlidir.	Gri su / atık su sistemlerinin kullanımı veya su tasarruflu armatürlerin kullanımı: 1 puan	Aynı sistemler kullanılabilir. Burada iki puan kazanılabilmektedir.
Su Kullanımı Azaltımı	1992 Enerji Politikası Yasası armatür performans gerekliliklerini karşıladıktan sonra, bina için hesaplanan su kullanım temel değerinden (sulama hariç) toplamda %20 daha az su kullanan stratejiler kullanılmalıdır. (1 puan). İçme suyu kullanım azaltımını ek %10 oranında aşın (%30 toplam verimlilik artışı) (1 puan).	Aynı puanlama geçerlidir.	1992 Enerji Politikası Yasası armatür performans gerekliliklerini karşıladıktan sonra, bina için hesaplanan su kullanım temel değerinden (sulama hariç) %20 daha az su kullanan stratejileri kullanılmalıdır . %20 ve %30 azaltım için 1'er puan alınabilmektedir.	Bina için hesaplanan su kullanım temel değerinden (sulama hariç) daha az su kullanan stratejileri toplu olarak kullanılmalıdır. %30 azaltım: 1 puan %35 azaltım: 3 puan %40 azaltım: 4 puan

Tablo 8. LEED v4 ile v5 Versiyonlarının Değişiklikler Açısından Karşılaştırılması (USGBC)

Kredi	LEED v4	LEED v4.1	LEED v5 Kredileri	LEED v5
Açık Alanda Su Kullanımının Azaltılması	%30 azaltım zorunlu. Alternatif su kaynakları ve verimli sulama önerilir.	%30 azaltım zorunlu. Ancak kalıcı sulama sistemi olmadan sağlanmalıdır. Water Budget Tool kullanılır.	Su ölçümü ve Raporlama	Ön Koşul
Ekstra Puanlama (Açık Alan)	%50 azaltım → 1 puan, %100 azaltım → 2 puan	Aynı puanlama geçerlidir.	Minimum Su Verimliliği	Ön Koşul
Kapalı Alanda Su Kullanımının Azaltılması	Minimum %20 azaltım. WaterSense etiketli ürünler önerilir.	Minimum %20 azaltım. WaterSense seviyesinde ürün kullanımı zorunlu.	Su Ölçümü ve Sızıntı Tespiti	Asgari Su Verimliliği ön koşulunda tanımlanan iç mekân armatür ve donanımlarının en az %80'ini kapsayan sayaç sistemleri kurulmalı.
Ekstra Puanlama (Kapalı Alan)	%25–%50 arası azaltımlara göre 1–6 puan	%50'ye kadar azaltım ile puanlama yapılır.	Gelişmiş Su Verimliliği	İçilebilir su kullanımının azaltılması ve yenilikçi su teknolojilerine yönlendirilmesini içeriyor. %30–%65 arası yüzdelik azaltımda 1-8 puana kadar puan alınabilmektedir.

Su Ölçümü (Metering)	Ana sayaç zorunlu, alt sayaçlar opsiyonel (1 puan)	Ana sayaç zorunlu. Ayrıca veri paylaşımı ve alt sayaçlarla detaylı izleme → 1 puan
Soğutma Kulesi Su Kullanımı	CoC hesaplamasıyla verimlilik ölçülür. Maks. CoC %150 → 2 puan	CoC hedeflenir. Yetersizse alternatif su kaynakları kullanılmalı. Uygulama ile 1 puan alınabilir.

Karşılaştırmalı analiz sonucunda, LEED sertifikasyon sisteminin su verimliliği kriterlerinde zaman içinde yaşanan evrimi ve sistemin giderek daha ölçülebilir, kapsayıcı ve performans temelli bir yapıya kavuştuğunu göstermektedir. Özellikle LEED v4.1 versiyonuyla birlikte getirilen ön koşulların yapı projelerine entegrasyonu, su kullanımının yalnızca azaltılması değil aynı zamanda ölçülmesi, raporlanması ve yönetilmesi hedeflerini de içeren daha bütüncül bir yaklaşımın benimsendiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, su verimliliği kredilerine ilişkin puanlama sisteminin yüzdelik azaltımlara göre derecelendirilmesi, yapı kullanıcılarını daha yüksek sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmaları yönünde teşvik etmektedir. Kentsel ölçekte su yönetimine dair tanımlanan yeni kategoriler (örneğin "Cities" ve "Communities"), yapı ölçeğinden çıkarak daha geniş bağlamli çevresel planlamayı destekleyen bir dönüşüme işaret etmektedir. Bu değişim, LEED'in yalnızca yapıların çevresel performansını değil, aynı zamanda küresel su krizine yanıt verebilecek çok ölçekli çözümleri destekleme yönündeki politikalarının da bir yansıması olarak değerlendirilebilir. LEED sisteminin bu bağlamda geçirdiği dönüşüm hem yapı sektörü hem de çevresel politika üreticileri açısından su verimliliği kriterlerinin giderek daha stratejik bir araç hâline geldiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Çalışmada, LEED sertifikasyon sisteminin farklı versiyonlarında (v1.0–v5.0) su verimliliği kategorisinde gerçekleşen yapısal ve içeriksel dönüşümler analiz edilmiştir. Özellikle LEED v4.1 versiyonu detaylı biçimde incelenerek, kriterlerin zaman içerisinde nasıl evrildiği karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Bulgular doğrultusunda, LEED sisteminin gelişimiyle birlikte su verimliliği konusuna verilen önemin belirgin şekilde arttığı görülmektedir. v3 versiyonuna kadar projelerde zorunlu herhangi bir ön koşul yer almazken, v4 ve sonrasındaki versiyonlarla birlikte bazı kriterler ön koşul hâline getirilmiş; su ölçüm sistemlerinin kurulumu, alternatif su kaynaklarının entegrasyonu ve suyun operasyonel düzeyde takibini sağlayan ARC platformunun kullanımı gibi uygulamalar sisteme dâhil edilmiştir. Özellikle LEED v4.1 versiyonu ile birlikte, konut ölçeğinde "Single Family" ve "Multifamily" gibi farklı yapı tipleri sisteme entegre edilmiş ve bu alt kategoriler için ayrı puanlamalar tanımlanarak su verimliliği hedefleri genişletilmiştir. Yine bu versiyonda su alt sistemlerinin ayrı sayaçlarla izlenmesi teşvik edilmiş; gerçek zamanlı veri takibiyle su tüketim eğilimlerinin analiz edilmesi ve yönetim stratejilerinin geliştirilmesi mümkün hâle getirilmiştir. Bu gelişmeler, su verimliliği kategorisinin yalnızca iç mekân tüketimine odaklanmaktan çıkıp açık alan sulama sistemleri, proses suyu kullanımı ve kentsel ölçekli planlamaları da kapsayan bütüncül bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir.

Sonuç olarak, LEED sistemindeki güncellemeler, su kaynaklarının korunmasına yönelik küresel çabaların yapı sektörü özelinde nasıl somutlaştırıldığını göstermekte; v4.1 versiyonuyla birlikte su verimliliği kriterlerinin toplam puanlamadaki etkisinin %24–%27 gibi yüksek oranlara ulaştığı görülmektedir. Bu durum, suyun sürdürülebilir yapı performansındaki belirleyici rolünü açıkça ortaya koymakta ve gelecekteki yapı değerlendirme sistemlerinde su yönetiminin daha da öncelikli hâle geleceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda, LEED'in gelişimi yalnızca teknik bir güncelleme süreci değil; aynı zamanda çevresel performansı artırmaya yönelik stratejik bir dönüşüm olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Aquabarrel. (2025). Wet Vs Dry Rainwater Harvesting System | Which Is Best?. Erişim Adresi: <https://www.aquabarrel.com/wet-vs-dry-rainwater-harvesting-system>

Aras, İ. (2006). Damla Sulama Yöntemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 49-58

Ay, H. M., & Güneş Ay, N. (2024). Su Verimliliğinde Belediyelerin Uygulamaları ve Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Bitlis Eren Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 97-108. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bersad>

Başkesen, M. C. (2024). *Güneş paneli temizliği için sistem tasarımı: Yağmur suyu hasadı ve pop-up tipi yağmurlama başlıkları kullanımı* (Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Sürdürülebilir Yeşil Binalar ile Sürdürülebilir Yerleşmelerin Belgelendirilmesine Dair Yönetmelik. Resmî Gazete (Tarih: 23.12.2022, Sayı: 32052). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221223-16.htm>

Çoban, A., Hamamcı, C., & Keleş, R. (2016). *Çevre Politikası (8. baskı)*. İmge Kitabevi.

Değirmenci, C. (2023). *Üniversite Yerleşkesinde Gri Suyun Yeniden Kullanımı Ve Yağmur Suyu Hasadı Potansiyelinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Drexhage, J., & Murphy, D. (2010). Sustainable development: From Brundtland to Rio 2012. United Nations Headquarters. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Brundtland_Rio_2012.pdf

Eren, B., Aygün, A., Likos, S., & Damar, A. İ. (2016, Kasım 3–5). *Yağmur suyu hasadı: Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüs örneği*. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2016), Alanya, Antalya, Türkiye.

Geeksforgeeks. (2024). Diagram of Rainwater Harvesting. Erişim Adresi: <https://www.geeksforgeeks.org/biology/diagram-of-rainwater-harvesting/>

Gleick, P. H. (2003). Water use. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 275–314. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.040202.122849>

Guy, S., & Farmer, G. (2001). Reinterpreting sustainable architecture: The place of technology. *Journal of Architectural Education*, 54(3), 140–148. <https://doi.org/10.1162/10464880152632451>

Hawaii State Department of Health Wastewater Branch. (2009). Guidelines For The Reuse Of Gray Water. Erişim Adresi: https://health.hawaii.gov/wastewater/files/2016/03/14_Gray_Water_GL.pdf

Hopwood, B., Mellor, M., & O'Brien, G. (2005). Sustainable development: Mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13(1), 38–52.

Karagözoğlu, M.B., Yılmaz, Z.,(2023). Gri Su Arıtımında Teknolojik Yaklaşımlar ve Yeniden Kullanımı, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 12(1), 1-14

Karahan, Z., Aykal, F.D., ve Erbaş Özil, M. (2024). Yağmur Suyu Hasadının Sürdürülebilir Geri Dönüşüm Bağlamında Değerlendirilmesi, Konferans Bidirisi.

Keskin, D. N., & Akgül, D. (2020). Effects of different LEED versions on indoor water and energy efficiency. *International Journal of Advanced Engineering Pure Science*, 32(3), 340-350. <https://doi.org/10.7240/jeps.735415>

Kılıç, C. (2009). Küresel iklim değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma çabaları ve Türkiye. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 10(2), 19–41.

Lavy, S. (2010). Identification of parameters for embodied energy measurement: A literature review. *Energy and Buildings*. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2010.02.016>

Lindeque, B. (2020). The Aquatecture rain-harvesting panels – designed by a South African – would let people in drought-stricken

cities catch their own water!. Erişim Adresi: <https://www.goodthingsguy.com/environment/aquatecture-cheese-graters-south-africa/>

Pradhan, S., & Sahoo, J. (2019). Smart Rainwater Management: New Technologies and Innovation. Smart Urban Development (In Book). DOI: [10.5772/intechopen.86336](https://doi.org/10.5772/intechopen.86336)

Protan. (2025). Yeşil Çatı Sistemi. Erişim Adresi: <https://www.protantr.com/catilar-ve-membranalar/Kurulum-Sistemlerini/Yesil-cati-sistemleri/>

Samayamanthula, D., R., Sabarathinam, C., & Bhandary, H. (2019). Treatment and effective utilization of greywater. *Applied Water Science*. 9 (4). DOI: [10.1007/s13201-019-0966-0](https://doi.org/10.1007/s13201-019-0966-0)

Selimoğlu, P., & Yamaçlı, R. (2022). *Sürdürülebilir yağmur suyu hasadı üzerine yapısal bir inceleme*. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 5(2), 210–231. <https://doi.org/10.51764/smutgd.1121620>

Snohomishcd. (2018). Cisterns for Rainwater Catchment. Erişim Adresi: <https://snohomishcd.org/sound-homes-resources/2018/5/1/cisterns-for-rainwater-catchment>

Tavşan, F., Bahar, Z., & Tavşan, C. (2022). Sürdürülebilirlik kapsamında yağmur suyu toplama sistemli pavilyonlar. *Kent Akademisi Dergisi*, 15(2), 877–896. <https://doi.org/10.35674/kent.936162>

Temizkan, S., & Tuna Kayılı, M., (2020). Yağmur Suyu Toplama Sistemlerinde Optimum Depolama Yönteminin Belirlenmesi: Karabük Üniversitesi Sosyal Yaşam Merkezi Örneği, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(14), 102-116 <https://doi.org/10.31202/ecjse.778973>

U.S. Green Building Council. (n.d.). *Leed Rating System*. <https://www.usgbc.org/> [Erişim Tarihi: 24.03.2025]

UNEP. (2011). Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy>

UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/World-Cities-Report-2020>

WCED (World Commission on Environment and Development). (1987). Our common future. Oxford University Press.

World Health Organization. (2019). *National systems to support drinking-water, sanitation and hygiene: Global status report 2019 (GLAAS 2019 Report)*. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516297>

Yby-irrigation. (2025). Drip Irrigation System. Erişim Adresi: <https://tr.yby-irrigation.com/drip-irrigation-system/components-of-drip-irrigation-system.html>

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

