

The Internet of Things at the Intersection of Architecture and Disaster-Emergency Management Processes

Kubra OZDEMIR ¹ , Emine TOPAL ¹ , Elif TATAR ¹ 

¹ Eskişehir Technical University, Architecture and Design Faculty, Architecture Department, 21555 Eskişehir, Türkiye

Keywords

Architecture, Disaster and emergency, Internet of things, Digital transformation, Disaster management

Highlights

- * Internet of things in the intersection of architecture and disaster management in the current digital transformation age
- * Potential uses of the internet of things at the intersection of disasters-emergencies and architecture
- * Disaster management and architecture as an interdisciplinary field

Aim

The aim of the study is to provide potential use for internet of things in the intersection of architecture and disaster-emergency management

Location

--

Methods

The study employed the content analysis method

Results

Sustainability and smart technologies for the internet of things in the intersection of disaster and emergency and architecture were suggested as the research topics for future related studies

Supporting Institutions

The author(s) declared that this study has used no support data from other institutions

Financial Disclosure

The author(s) declared that this study has received no financial support

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Ozdemir K., Topal E., Tatar E., 2025. The Internet of Things at the Intersection of Architecture and Disaster-Emergency Management Processes, Turk Deprem Arastirma Dergisi 7(1), 14-24, DOI:10.46464/tdad.1514655.

Manuscript

Research Article

Received: 11.07.2024

Revised: 21.09.2024

Accepted: 06.01.2025

Printed: 30.04.2025

DOI

10.46464/tdad.1514655

Corresponding Author

Kubra Ozdemir

Email: kubrakasapoglu97@gmail.com



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

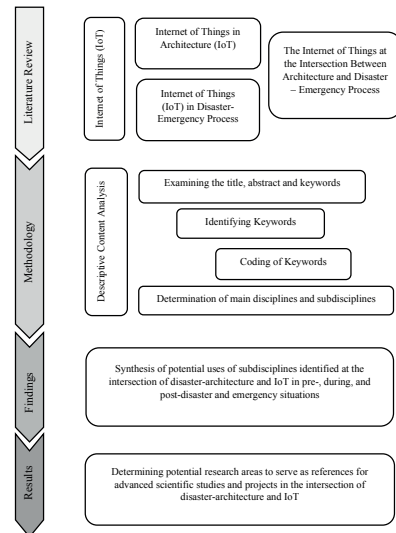


Figure
Research flowchart

Mimarlık ve Afet-Acil Durum Süreci Arakesitinde Nesnelerin İnterneti

Kübra ÖZDEMİR¹ , Emine TOPAL¹ , Elif TATAR¹

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 26555 Eskişehir, Türkiye

ÖZET

Gelecekte, nesnelerin internetinin (IoT) afet ve acil durum süreçleriyle mimarlık arasındaki etkileşimde büyük rol oynayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla makalede mimarlık ve afet-acil durum süreci arakesitinde IoT ile ilişkili güncel çalışmaları analiz ederek IoT teknolojileri yardımıyla afet ve acil durum süreçlerinin mimarlıkla etkileşimi üzerine öngörülerde bulunmak amaçlanmaktadır. Çalışmada içerik analizi yöntemi ile lisansüstü tezler, Proquest ve YökTez üzerinden; nitelikli bilimsel yayınlar ise ScienceDirect ve Web of Science veri tabanlarından elde edilmiştir. Mimarlık ve IoT ile ilgili 13, afet ve IoT ilgili 96 çalışma; başlık, özet ve anahtar kelimeler üzerinden analiz edilmiştir. Güncel teknolojilerin gündelik yaşamda etkin kullanımı anlamında Covid 19 pandemisinin önemli bir kırılma noktası olduğu düşünülerek araştırma aralığı pandemi öncesi ve sonrası olmak üzere 2016 - 2023 yılları olarak belirlenmiştir. Analizler sonucunda afet ve acil durum süreçleriyle mimarlık arasındaki etkileşimde IoT'nin sürdürülebilirlik ve akıllı teknolojiler araştırma başlıklarında disiplinler arası süreçlere öncülük edeceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler

Mimarlık, Afet ve acil durum, Nesnelerin interneti, Dijital dönüşüm, Afet yönetimi

Öne Çıkanlar

- * Dijital dönüşüm çağında mimarlık ve afet yönetimi arakesitinde nesnelerin interneti
- * Afet-acil durum ve mimarlık ara kesitinde nesnelerin internetinin potansiyel kullanım alanları
- * Disiplinler arası bir alan olarak afet yönetimi ve mimarlık

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 11.07.2024

Düzeltilme: 21.09.2024

Kabul: 06.01.2025

Basım: 30.04.2025

DOI

10.46464/tdad.1514655

Sorumlu yazar

Kübra Özdemir

E-posta:

kubrakasapoglu97@gmail.com

The Internet of Things at the Intersection of Architecture and Disaster-Emergency Management Processes

Kubra OZDEMİR¹ , Emine TOPAL¹ , Elif TATAR¹

¹ Eskişehir Technical University, Architecture and Design Faculty, Architecture Department, 21555 Eskişehir, Türkiye

ABSTRACT

In the future, it is believed that the Internet of Things (IoT) will play a significant role in the interaction between disaster and emergency processes and the field of architecture. Therefore, the aim of the article is to analyze contemporary studies related to IoT in the intersection of architecture and disaster-emergency processes and to make predictions about the interaction between disaster and emergency processes and the discipline of architecture with the assistance of IoT technologies. In the study, postgraduate theses were obtained from Proquest and YökTez; high-quality scientific publications were obtained from ScienceDirect and Web of Science databases were analyzed using content analysis method. A total of 13 studies related to architecture and IoT, and 96 studies related to disaster and IoT, were analyzed based on their titles, abstracts, and keywords. Given the significant role of the Covid-19 pandemic as a breaking point in the effective use of current technologies in daily life, the research period was set between the years of 2016-2023, encompassing both pre-pandemic and post-pandemic periods. The analysis revealed that IoT in the interaction between disaster and emergency processes and architecture is poised to lead interdisciplinary processes in research topics related to sustainability and smart technologies.

Keywords

Architecture, Disaster and emergency, Internet of things, Digital transformation, Disaster management

Highlights

- * Internet of things in the intersection of architecture and disaster management in the current digital transformation age
- * Potential uses of the internet of things at the intersection of disasters-emergencies and architecture
- * Disaster management and architecture as an interdisciplinary field

Manuscript

Research Article

Received: 11.07.2024

Revised: 21.09.2024

Accepted: 06.01.2025

Printed: 30.04.2025

DOI

10.46464/tdad.1514655

Corresponding Author

Kubra Ozdemir

Email:

kubrakasapoglu97@gmail.com

1. GİRİŞ

Tüm dünya teknolojik gelişmelere paralel dijital dönüşüm sürecindedir. Bu süreç tüm disiplinlerde sürdürülen araştırmaları etkilemektedir. Kentleri, yaşam ve sosyal ilişkilerimizi biçimlendiren ve yapı çevrenin tamamının tasarımından sorumlu mimarlık alanı da dijital dönüşümden hızla etkilenmektedir. Son zamanlarda, enerji etkin yapı, akıllı ev, akıllı şehir, tasarım ve teknoloji, bilgisayar destekli tasarım, yapı bilgi modellemesi (BIM), artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ (AI), meta verse, RFID-RTLS, bulut bilişim gibi kavramlar üzerine çalışmaların mimarlık alanında ön plana çıktığı görülmektedir (İlerisoy ve diğ. 2021). Bu kavramlar çoğunlukla küresel ısınma, iklim değişikliği, sürdürülebilirlik, doğal afetler gibi güncel konularla ilişkilendirilmektedir.

Tüm dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliğinin de etkisiyle, doğal afetler ve insan kaynaklı afetler giderek artış göstermektedir (IFRC 2020). Bu tehditlerin meydana gelmesi önlenemese de hazırlıklı olma ve zararlarının azaltılması afet ve acil durum yönetimi ile mümkündür. Afet ve acil durum yönetimi literatürde çeşitli şekillerde ele alınmakla birlikte genel olarak; önleme, hazırlık, müdahale, iyileştirme ve zarar azaltma olarak beş görev alanından oluşmaktadır (Kadıoğlu 2008). Dijital dönüşümle birlikte teknolojik gelişmeler afet yönetiminin farklı aşamalarında çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır. Önleme ve zarar azaltma aşamasında Küresel Konumlama Sistemi (KKS), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); hazırlık sürecinde simülasyon, AR, VR ve erken uyarı sistemleri; müdahalede mobil uygulamalar, nesnelerin interneti, drone, büyük veri, blok zincir; iyileştirme aşamasında yapay zekâ, büyük veri, CBS teknolojilerinin öne çıktığı görülmektedir (Sofuoğlu 2022). Güncel teknolojiler, afet yönetimi sürecinin geleneksel yöntemlerden daha hızlı ve etkili bir şekilde sürdürülmesini sağlamaktadır.

Günümüz dünyasının vazgeçilmez bir bileşeni olan güncel teknolojiler disiplinler arası çalışmaları mümkün kılmaktadır. Bilimsel araştırmalar ve güncel teknolojiler artık birden fazla disiplinden beslenerek literatüre daha zengin ve nitelikli çıktılar sağlamaktadır. Bu çıktılarının daha akılcı ve işlevsel olması, özgün bir değer kazanması için tasarım, güncel teknolojilerin her aşamasına dahil olmuştur. Bu bağlamda afetlere hazırlıklı olmak ve olası maddi-manevi kayıpları azaltmak için disiplinler arası çalışmalar oldukça kritiktir. Mimarlık disiplininde arazi kullanımı, zemin etütleri, acil durum sonrası toplanma ve tahliye alanı olarak açık-yeşil alan planlamaları, yapı malzemeleri seçimi gibi konular afetle mücadelenin ilk basamağıdır. Dolayısıyla mimarlık ve afet acil durumların birlikte ele alınması son derece önemlidir. Hem afet ve acil durumda hem de mimarlıkta kullanımı giderek artan Nesnelerin İnterneti (IoT) her alanda diğer teknolojilerle entegre bir şekilde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple çalışmada, mimarlık ve afet-acil durum süreci arakesitinde IoT üzerine güncel çalışmaları analiz etmek ve gelecek çalışmalar üzerine öngöründe bulunmak amaçlanmıştır. Makalenin araştırma soruları aşağıda yer almaktadır.

1. Nesnelerin İnterneti kavramı Mimarlık disiplini ile hangi noktalarda ilişkilendirir?
2. Afet ve Acil Durum Yönetiminde IoT'nin kullanım potansiyeli nedir?
3. Afet ve Acil Durum süreci ve Mimarlık arakesitinde IoT teknolojilerinin kullanımı mümkün müdür?

Bu sorulara cevap bulmak üzere 2016-2023 yılları arasında mimarlık programlarındaki lisansüstü tezleri ve nitelikli bilimsel yayınlar, betimsel içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Mimarlık programlarındaki lisansüstü tezleri, Proquest ve YökTez (Türkiye Yüksek Öğretim Kurumu Tez Merkezi) üzerinden; nitelikli bilimsel yayınlarda yer alan araştırmalar ScienceDirect ve Web of Science veri tabanları üzerinden incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda nesnelerin interneti, afet-acil durum ve mimarlık alanlarını kapsayan bir çalışma bulunamamıştır. Bu kapsamda yapılan çalışma, mimarlık ve afet-acil durum arakesitinde IoT teknolojilerinin olası güncel yaklaşımları ve araştırma alanlarını ortaya koyması ve bu konu ile ilişkili gelecek bilimsel araştırmalara kaynak oluşturması açısından önemlidir. Ayrıca afet-acil durum, mimarlık ve nesnelerin interneti arakesitinde oluşacak disiplinler arası özgün araştırmalara öncülük ederek; bu sürecin akademisyenler, profesyoneller ve sivil toplum kuruluşları tarafından uygulanma potansiyelini arttıracaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1) Nesnelerin İnterneti (IOT)

Nesnelerin İnterneti kavramı ilk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından Procter- Gamble için yaptığı sunumda kullanılmıştır. Ashton, Nesnelerin İnterneti kavramının neden gerekli olduğundan bahsederken geleneksel yöntemlerle oluşturulan internet verilerinin oluşturulmasının çok zaman aldığını fakat nesnelerin interneti sayesinde çok daha fazla bilginin hızlı ve doğru bir şekilde kaydedilebileceğini vurgulamaktadır. Yani insanların verileri alıp internete işlemek için kısıtlı zamanı, dikkati ve hata yapma ihtimali olması sebebiyle gerçek dünyaya ait veri yakalamakta yetersiz kalırken, insanlardan yardım almadan verilerin toplanıp kullanılması ve her şeyin takip edilmesini sağlayan IoT'nin günlük hayatta pek çok kolaylık sağlayabileceğini öngörmüştür (Ashton 2009). Nesnelerin internetinin uygulamadaki ilk karşılığı ise 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki araştırmacıların kahve makinesinin içindeki kahve seviyesini takip etmek için kurdukları ve bilgisayarlarına anlık görüntü aktaran video kamera sistemleridir (Lopez-de-Armentia ve diğ. 2012).

Nesnelerin İnterneti, belirli uygulamaların iletişim kurmaları ve iş birliği yapmaları için; araçlar, sensörler ve ev aletleri gibi çeşitli IP adreslenebilir fiziksel cihazları internet üzerinden birbirine bağlar (Cicioğlu ve Çalhan 2020). Sıcaklık, nem, karbondioksit oranı, ses şiddeti vb. çevresel veriler nesnelerin interneti yardımıyla toplanır. Doğadan alınan bu veriler sinyallere çevrilir. Verilerin işlenebilmesi için RFID, Bluetooth, NFC, Kızılötesi, Ethernet gibi kablolu ve kablosuz iletişim teknolojileri ile iletilmesi yani veri işleme merkezlerine gönderilmesi gerekir. Makine öğrenimi yöntemleriyle verilerin analiz edilmesi yapılır (Gökrem ve Bozoklu 2016). Bu sistemlerin önemi, giderek artan kullanımları ve hayatımızdaki yerine bakıldığında daha net anlaşılabilir.

Cisco yıllık internet raporuna göre 2018'de 3.9 milyar (küresel nüfusun yüzde 51'i) olan toplam İnternet kullanıcısı sayısı 2023'e kadar 5.3 milyara (küresel nüfusun yüzde 66'sı) çıkarak küresel nüfusun yaklaşık üçte ikisini bulacaktır. IP ağlarına bağlı cihaz sayısının ise 2023'e kadar küresel nüfusun üç katından fazla olacağı tahmin edilmektedir. Buna göre; 2018 yılında 18.4 milyar olan ağa bağlı cihaz sayısı, 2023 yılında 29.3 milyara ulaşacaktır. Ağa bağlı cihazlardan; ev otomasyonu, ev güvenliği ve video gözetimi, beyaz eşya ve

izleme uygulamaları gibi ev uygulamaları 2023 yılına kadar toplam IoT bağlantılarının yaklaşık %50'sini oluşturacaktır. Ev uygulamalarını, filo yönetimi, acil arama, araç teşhis ve navigasyon vb. ağa bağlı araç uygulamaları takip ederek en hızlı yıllık bileşik büyüme oranına (CAGR) sahip olacaktır. Akıllı şehirlerde akıllı altyapı, hava kalitesi yönetimi, trafik yönetimi, akıllı otopark, akıllı atık yönetimi vb. ile ağa bağlı şehir uygulamaları da ikinci en hızlı yıllık bileşik büyüme oranı (CAGR) ile karşımıza çıkacaktır (Evans 2012). Özetle halihazırda çok yaygın kullanımı olan ağa bağlı ev teknolojileri 2023 yılında mevcut ağa bağlı cihazların yarısını oluşturacağı ve bunu takiben ağa bağlı araç ve şehir uygulamalarının da büyük bir ivme ile hayatımıza dahil olacağı öngörülmektedir.

İnternet yoluyla nesnelerin birbirleriyle veri paylaşımı yapmasına ve bu nesnelerin bütünüyle senkronize olmasına imkân veren nesnelerin interneti; Yapı ve İnşaat, Enerji, Tüketici ve Ev, Sağlık ve Canlı Bilimi, Sanayi, Nakliye ve Lojistik, Perakende Satış, Güvenlik ve Kamu Düzeni, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Beecham Research 2022). Son yıllarda nesnelerin interneti; farklı türleriyle sensörler, KKS, 3D baskı, 5G, uçan göz, büyük veri, blok zincir, bulut bilişim, yapay zekâ, derin öğrenme, makine öğrenmesi, sanal/artırılmış gerçeklik gibi teknolojik tabanlı yeniliklerle entegre olarak öne çıkmaktadır (Sofuoğlu 2022). Örneğin KKS ve IoT teknolojileri gerçek zamanlı konum takibi sayesinde; lojistik ve taşımacılık endüstrisinde araç takibi ve verimli rotaların planlanmasında, ebeveynler için çocuklarının nerede olduğunu takip edebilmesinde, engellilerin bağımsız bir şekilde seyahat edebilmesinde, çabuk bozulabilecek gıdaların uzun mesafelere taşınırken ortam verilerinin uygunluğunun sağlanmasında kullanılmaktadır (Sarıbardak 2019). IoT ve AI birlikte çalışarak işlerin takibini yapabilen ve insansız karar alabilen bir mekanizma oluşturmaktadır. IoT, interneti kullanarak etkileşime giren cihazlarla ilgilenirken, AI (yapay zekâ), cihazların verilerinden ve deneyimlerinden öğrenmesini sağlamaktadır (Nolle 2023). Dolayısıyla IoT günlük hayatın her alanında ve güncel bütün teknolojilerle entegre bir şekilde yaygın olarak kullanılabilme imkânı sunmaktadır.

2.2) Afet- Acil Durumlarda Nesnelerin İnterneti

Afet- acil durum yönetiminde hızlı planlama ve çözümler üretme, bilgi paylaşımı, kaynakların yönetilmesi ve koordine edilmesi gibi hususlarda doğru uygulamaların hayata geçirilmesi kritiktir. Afet ve acil durum yönetiminin karmaşık ve dinamik yapısıyla baş etmede modern teknolojilerin kullanımı oldukça önemlidir (Çağlayan ve diğ. 2018). Bu teknolojiler afetle mücadelede geleneksel yöntemlere nazaran zaman, maliyet, veri analizi, veri paylaşımı, veri belgeleme gibi alanlarda avantaj sağlamaktadır.

Afet ve acil durum yönetimi afet risklerinin azaltılması, afetlerin şiddetinin ve oluşturacağı zararların önlenmesi, acil durumlara müdahaleyi planlama ve hazırlık, afet ve acil durum eğitim ve tatbikatları, afet öncesi erken uyarı, tahmin, izleme, afet sonrası hızlı etki ve ihtiyaç analizi, afet anında hızlı-etkili müdahale ve iyileştirme, afet sonrası iyileştirme ve rehabilitasyon gibi süreçleri kapsayan çok yönlü ve multidisipliner bir alandır (Aman 2019). Verileri analiz edip karar almaya yarayan sistemler olarak ortaya çıkan IoT teknolojilerinin afet ve acil durum yönetimi uygulamalarında kullanımının pek çok avantajı bulunmaktadır.

Her zaman ve her yerde kablosuz ağlar üzerinden iletişim kurmayı sağlayan IoT teknolojisi sadece kolay bağlantı kurulmasını değil aynı zamanda izleme ve kontrol süreçlerinin de kolaylaşmasına olanak tanımaktadır (Habibi Rad ve diğ. 2021). Erken uyarı ve karar destek sistemleri, afet öncesi hazırlık ve tatbikat simülasyonları, afet anında gerçek zamanlı tahliye sistemleri ve afet sonrası hasar tespit-zarar azaltma gibi konular IoT teknolojilerinin başvurulduğu uygulamalardır. IoT sensörlerden gelen verileri değerlendirerek herhangi bir anormalliği tespit edebilmektedir. Bunu yapabilmenin ilk adımı “normal” durumun nasıl görüldüğünü anlamak ve normalden sapan veri noktalarını belirleyerek sisteme işlemektir. IoT doğal afetler sonucunda yapılarda meydana gelen boşluk ve bükülmeleri, hasarları sinyaller aracılığıyla kullanıcılarına haber verebilmektedir (Ekoyapı 2022).

Gerçek zamanlı izleme, uyarı ve karar destek sistemleri afetlerin olumsuz etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Erken uyarı ve karar destek sistemi yaklaşan tehlikeleri önceden algılayıp afetlerin etkilerine karşı hazırlık yapılmasına olanak sağlamaktadır. Pillai ve diğ. (2021) hataya dayanıklı bir şema ile erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi için bir IoT mimarisi önermiştir. Acil durumlarda kablosuz iletişim teknolojileri insan hayatının kurtarılmasında çok önemlidir. Kablosuz ağlar, özellikle vücut alanı ağları (giyilebilir teknolojiler), kurtarma birimlerine başı deritte olan insanlar hakkında veri toplayabilir ve gönderebilir. Afet olaylarında hayat kurtarmak için eş zamanlı iletişim sağlayan, konum belirleme, yaşamsal belirti iletimi ve SOS çağrılarına imkân tanıyan nesnelerin interneti tabanlı kablosuz vücut alanı ağları önerilmiştir (Cicioğlu ve Çalhan 2020).

Son yıllardaki iklim ve hava dinamikleri ciddi insan, mal ve mülk kayıplarına yol açan sel felaketlerinin sayısında büyük bir artışa neden olmuştur. Arama ve kurtarma operasyonlarında kullanılan iletişim teknolojilerindeki yaklaşımların sınırlılıkları olduğunu tespit eden Hasan ve diğ. (2021) nitel bir değerlendirme yoluyla sel yönetim sistemi için mağdurların hızlı bir şekilde bulunmasını sağlayan ve böylece zamanında kurtarma eylemlerini mümkün kılan kablosuz ağlardan yararlanarak IoT destekli arama ve kurtarma çerçevesi hakkında bir öneri ortaya koymuştur (Hasan ve diğ. 2021).

Afet türlerinden biri olarak kabul edilen salgın hastalıkların yayılımını engellemek amacıyla geliştirilmiş, sosyal mesafe takibini yapabilen IoT teknolojili yazılımlar da mevcuttur. Cep telefonlarındaki uygulamalar sayesinde korona virüs teşhisi konan bir hastanın takibi ve diğer insanlarla temas durumu izlenebilmektedir (Adil ve Khan 2021).

Afet ve acil durum yönetiminde modern teknolojilerin kullanımı çok önemlidir. IoT teknolojileri bu alanda çeşitli avantajlar sağlamaktadır. IoT'nin afet ve acil durum yönetiminde kullanıldığı başlıca alanlar arasında erken uyarı ve karar destek sistemleri, gerçek zamanlı izleme, acil durum simülasyonları, hasar tespiti ve zarar azaltma gibi konular yer almaktadır. Kablosuz ağlar üzerinden iletişim kurma özelliği sayesinde IoT, afet ve acil durumlarda hayat kurtarmada ve bilgi paylaşımında büyük önem taşımaktadır. Örneğin, sel yönetim sistemi için kablosuz ağlar ve IoT teknolojilerinden yararlanarak mağdurların hızlı bir şekilde bulunmasını ve kurtarma eylemlerinin zamanında yapılmasını sağlayan

öneriler bulunmaktadır. Ayrıca, salgın hastalıkların yayılımını engellemek amacıyla sosyal mesafe takibini yapabilen IoT yazılımlarının da kullanıldığı görülmektedir. Tüm bu uygulamalar, afet ve acil durumlarda zaman, maliyet, veri analizi, paylaşım ve belgeleme gibi alanlarda geleneksel yöntemlere kıyasla avantaj sağlamaktadır.

2.3) Mimarlıkta Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti, günümüzde farklı branşlarda ve uygulamalarda çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Bu branşlardan biri olan mimarlık alanında nesnelerin internetinin kullanımı çeşitli yenilikleri de beraberinde getirmektedir. IoT gibi teknolojiler mimaride esnek tasarımlara, sürdürülebilir, enerji etkin ve çevreye daha duyarlı yapıların üretilmesine olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler sayesinde yapı yaşam döngüsünün ve malzemelerin evrildiği, mimari tasarım süreçlerinde yeni sistemlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Nesnelerin internetinin mimarlık alanında akıllı ev, akıllı bina ve akıllı şehir teknolojilerinde; inşaat sektöründe ve BIM sistemlerinde kullanıldığı gözlemlenmiştir (Agrawal 2022, Álvarez -Diaz 2022, Designblendz Team 2022). BIM sistemine IoT kavramının entegrasyonu ile birlikte çeşitli uygulama alanları geliştirilmektedir. İnşaat süreç ve işletme, kaynak yönetimi gibi konularda IoT teknolojisinin BIM modellerine dahil edilmesiyle gerçek zamanlı olarak sürekli bir veri akışı sağlanır. Bu sayede inşaat süreçlerinin daha iyi bir şekilde takip edilmesi, yönetilmesi ve operasyonel verimliliğin artmasına imkân verir (BIMTeknoloji 2019).

Teknolojinin gelişmesiyle beraber mekanlar bulundukları ortamdaki verileri algılayarak bilgi toplayıp, bu veriler arasında ilişkiler kurmaktadır. Verilerin anlamlandırılıp yorumlanması, çevreyle bağ kurması ve aynı zamanda bu bilgilerin depolanmasıyla geleceğe dair öngörülerde bulunmasını sağlamaktadır (Özel 2019). Nesnelerin birbirleriyle kablosuz ağlar üzerinden iletişim kurduğu ev otomasyonlarında nesnelerin haberleşmesi makineden makineye (M2M) iletişime dayalı bir akıllı ev ve güvenlik sistemiyle gerçekleştirilebilir (Jiang ve diğ. 2012). Akıllı evlerde de IoT teknolojileri başka teknolojilere entegre edilerek kullanılmaktadır. Evin uzaktan kontrolünü sağlamak için sensörler, aktüatörler, ara yüzler ve cihazlardan oluşan sistemlerle ortamın algılanması ve izlenmesi; sıcaklık, nem, ışık ve hareket değerlerindeki değişimler gözlenebilmektedir. Akıllı evler; akıllı telefon, bilgisayar, kameralar, ışıklar, televizyon, kapı kilitleri hatta buzdolabı gibi tüm cihazları birbirine bağlayan tek bir otomatik sistemden oluşmaktadır. Akıllı evler, örneğin yalnız yaşayan yaşlı bireylere ilaç zamanlarını hatırlatarak, alışkanlıklarını takip ederek veya herhangi bir acil durumda hastane ile irtibat kurarak onların yaşamlarını kolaylaştırmaktadır (Das ve diğ. 2015). Akıllı evlerde kullanılan IoT teknolojisi, evde bulunulmayan anlarda bile eylemleri gerçek zamanlı olarak izlemeye imkân tanımaktadır (Ekoyapı 2022). Iqbal ve diğ. (2018), Web-of Objects (WoO) ve bulut mimarisi kullanan bir akıllı ev sistemi için birlikte çalışabilir bir IoT platformu önermiştir. Önerilen platform, ev aletlerini her yerden kontrol ederek çeşitli hizmet sağlayıcıların uygulamaları ve analizleri için evlerin verilerini bulut sisteminde toplamaktadır (Iqbal ve diğ. 2018).

Akıllı binalar, kablosuz iletişim teknolojileri yardımıyla yenilebilir enerji kaynaklarını, ev aletlerini ve enerji tüketimlerini yöneterek kontrol etmektedir. Bilgi iletişim

teknolojileri, akıllı binaların içerisindeki cihazlarla ve çevresiyle haberleşmesini sağlar (Morvaj ve diğ. 2011). Binalarda güvenlik, bina ve tesislerin bakımı, onarımı, gerçek zamanlı kontrolü ve izlenmesi IoT kullanımı ile mümkün olmaktadır. Akıllı evlerde kullanılan IoT teknolojileri sayesinde binaya erişim ve güvenlik, enerji tüketimi ve maliyet kontrolü sağlanmaktadır. Verilerin analizleri düzenli yapılarak performans ve fonksiyon optimize edilir (RPMA Networks 2020a). Bina yönetim sistemlerinde büyük miktarlardaki enerji tüketiminin azaltılmasında bulut tabanlı bina yönetim sistemleri önemli bir rol oynamaktadır (Yu ve diğ. 2016).

Nesnelerin interneti inşaat sektöründe; zamandan tasarruf sağlamak, inşaat giderlerinin azaltılmasına yardımcı olmak ve projenin verimli bir şekilde tamamlanmasına katkıda bulunmak gibi hususlarda karşımıza çıkmaktadır. Şantiyeye gelecek malzeme teslimlerinin izlenmesi, proje takibi, otomasyon, atık yönetimi vb. konular da IoT'nin kullanıldığı alanlardandır (Ekoyapı 2022).

Akıllı binalar akıllı şehirlerin bir parçasıdır. Binalardaki yıpranma ve hasarların tespit edilmesi ve yetkililerin bilgilendirilmesi sağlanarak maliyet azaltılır, küçük sorunlar büyük felaketlere dönüşmeden çözülür (Rouse 2020). Akıllı şehirlerin hedefleri akıllı teknolojileri kullanarak insanların yaşam kalitesini arttırırken şehir işlevlerini optimize etmekte ve ekonomik büyümeyi arttırmaktır. Bu sebeple kısıtlı kaynakları verimli kullanmak için IoT teknolojilerini kullanırlar. Uzun süre dolaşmadan park yeri bulmak için akıllı parkmetreler, trafik ışıklarını izlemek ve analiz etmek için akıllı trafik yönetimi, gereksiz kullanımdan kaçınmak için sokak ışıklarının optimizasyonu, çöp seviyelerinin takibi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Gökrem ve Bozoklu 2016, Gündüz ve Daş 2018). Akıllı şehirler aynı zamanda atık ve hijyen yönetimi, akıllı su teknolojisi ile iklim değişikliği ve hava kirliliği gibi riskleri de azaltmayı hedefler. IoT tabanlı akıllı sensörler; kuraklık, sel, toprak kayması veya kasırga öncesi bir erken uyarı sistemi sayesinde afet yönetiminin önleme aşamasında kullanılabilir.

IoT destekli bina yangın tahliyesi, nesnelerin internetinin acil durumda mekânsal kurgu ile birlikte ele alındığı çalışma örneğidir. Bu sistem sayesinde iç mekân ortamı ve bina sakinlerinin durumu ile ilgili bilgiler gerçek zamanlı olarak elde edilebilmektedir. Bu gerçek zamanlı bilgilerle en uygun tahliye stratejileri-asansör tahliye süreci de dahil- anlık olarak oluşturulabilmektedir (Fang ve diğ. 2021). Smart Fire çözümü, duman dedektörü, ısı dedektörü, karbon monoksit dedektörü, iç mekân sireni ve dış mekân sireni dahil kablosuz ve AES 128-bit şifreli EN54- UL sertifikalı ürünlerden oluşan IoT teknolojisi ile entegre bir sistemdir. Konvansiyonel yangın alarm sistemlerinden çok daha erken uyarı verebilmektedir. Aile bireylerinin olası yangın senaryolarına hazırlanmasını ve anlık bilgilendirme yapılmasını sağlamaktadır (RPMA Networks 2020b). Bu teknolojiler afet acil durum senaryolarına göre mekânsal kurgu ile birlikte ele alınarak geliştirilmelidir.

Nesnelerin İnterneti mimarlık alanında ve diğer disiplinlerde çeşitli yenilikleri beraberinde getirerek geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Mimari tasarımlarda, esneklik, sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve çevre duyarlılığı gibi konularda IoT önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, akıllı ev, akıllı bina ve akıllı şehir teknolojilerinde, inşaat sektöründe

ve BIM sistemlerinde IoT'nin kullanıldığı görülmektedir. IoT teknolojisi, akıllı evlerin, akıllı binaların ve akıllı şehirlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesini ve optimize edilmesini sağlayarak insanların yaşam kalitesini arttırmaya ve kaynakların verimli kullanımına katkıda bulunmaktadır. Akıllı binalar, enerji tüketiminin yönetimi ve maliyet kontrolü açısından önemli bir rol oynarken, akıllı şehirler ise trafik yönetimi, park yeri bulma, atık ve hijyen yönetimi gibi alanlarda IoT teknolojilerini kullanarak şehir işlevlerini optimize etmekte ve riskleri azaltmaktadır.

Nesnelerin interneti tüm afet ve acil durum süreçlerinde, planlama ve koordinasyonun sağlanmasında hızlı çözüm üretmede oldukça önemlidir. Bu durum Mimarlık disiplinine ait mekânsal analizler ve potansiyellerle birlikte değerlendirildiğinde daha etkin çözümler üretilebilir. Fakat literatürde afet-acil durum ve mimarlık arakesitinde yapılan çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir.

3. YÖNTEM

3.1) Çalışmanın Amacı

Nesnelerin interneti, günlük yaşamda Yapı ve İnşaat, Enerji, Tüketici ve Ev, Sağlık ve Canlı Bilimi, Sanayi, Nakliye ve Lojistik, Perakende Satış, Güvenlik ve Kamu Düzeni, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) gibi alanlarda kullanılmaktadır (Beecham Research 2022). Özellikle dijital dönüşüm ve endüstri 4.0 çağı nesnelerin interneti gibi teknolojilerin yaygınlaşmasını ve tüm alanlarda verilerin anlık takibini makine-makine ya da insan-makine ilişkisini kurarak zamandan ve enerjiden tasarruf etmeyi sağlamıştır. Bu çalışmada mimarlık ve afet-acil durum arakesitinde nesnelerin interneti üzerine yayınlanan güncel çalışmaları analiz etmek ve gelecek çalışmalar üzerine öngörülerde bulunmak amaçlanmaktadır.

3.2) Araştırmanın Kapsamı ve Stratejileri

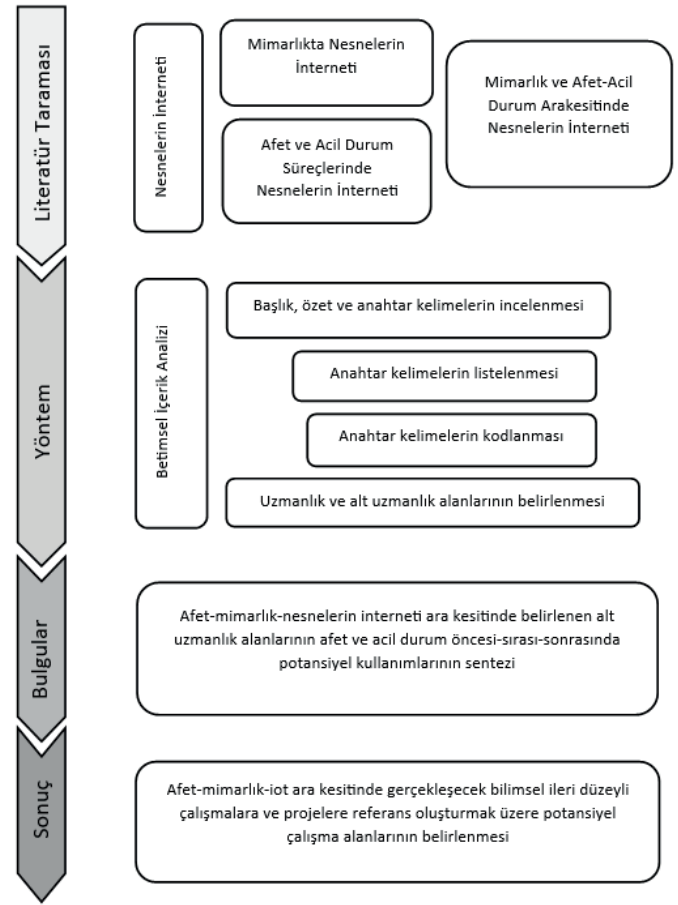
Ülkelerin pandemi döneminde özel sektörde ve devlet bünyesinde teknolojik altyapılarını geliştirmeye yönelik yatırımları artış göstermiştir. Bu yatırımlar özellikle dijital teknolojilere verilen önemin artmasıyla gelişmiş mobil geniş bant, nesnelerin İnterneti ve yapay zekâ (AI) uygulamaları ile bu uygulamaları destekleyen blok zinciri ve 5G altyapısı gibi başlıklarda gerçekleşmiştir (OECD 2020). Dolayısıyla dijital teknolojilerin ülkelere öneminin ve kullanımının artması anlamında pandemi döneminin dönüm noktası olduğu ve araştırma aralığının pandemi öncesi ve pandemi sonrası 2016-2023 yılları arası olmak üzere belirlenmesinin güncel yaklaşımları analiz etmek için ideal olduğu düşünülmüştür.

Çalışmada metot olarak kullanılan betimsel içerik analizi yönteminde belirlenen bir konu hakkında genel eğilimler saptanarak gelecek akademik çalışmalara yön gösteren değerlendirmeler yapılır. Bu değerlendirmeler; veri tabanları, anahtar kelimeler ve sınırlılıkların sistematik bir biçimde anlatımından oluşmaktadır (Ültay ve diğ. 2021). Betimsel içerik analizi; nesnelerin interneti kavramının mimarlık ve afet- acil durum arakesitine ait güncel araştırma başlıklarının belirlenmesi ve olası kullanımlarının ortaya konmasında verimli bir yöntem olacaktır.

Çalışmada literatür taraması yolu ile ilk olarak nesnelerin interneti kavramının kapsamı ve farklı disiplinlerde ne şekilde ele alındığı incelenmiştir. Sonrasında Mimarlık-

Nesnelerin İnterneti, Afet ve Acil Durum- Nesnelerin İnterneti başlıklarının ilişkisi araştırılmıştır. Yapılan bu araştırmalar sonucunda kapsam daraltılarak afet/acil durumlar ve mimarlık arakesitinde nesnelerin interneti kavramının literatürde hangi alanlarda kullanıldığının ve olası kullanım alanlarının ortaya konulması amaçlanmıştır (Şekil 1).

Yapılan araştırmada güncel bilgileri elde etmek için ScienceDirect, Web of Science, Proquest ve YökTez (Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi) veri tabanlarında 2016-2023 yılları arasında konu kapsamında belirlenen anahtar kelimeler taranmıştır.



Şekil 1: Araştırma akış şeması
Figure 1: Research flowchart

3.3) Kodlama Prosedürü

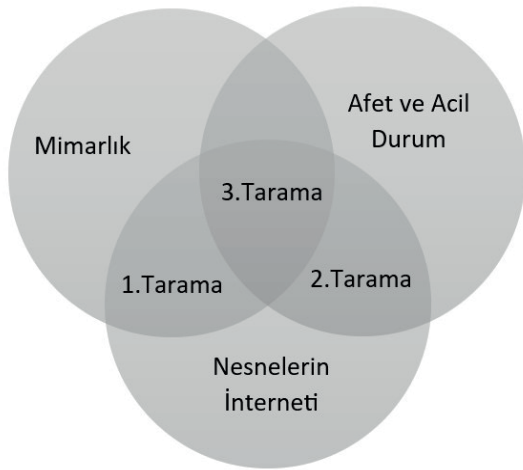
İçerik analizi araştırma kapsamında elde edilen literatür kaynaklarına uygulanmıştır. Araştırmanın ana teması Nesnelerin İnterneti ve alt temaları ise Mimarlık ve Afet-Acil durumlardır. IoT ana teması ve Mimarlık ve Acil Durum alt temalarının uzmanlık ve alt uzmanlık alanları belirlenmek üzere iki araştırmacı tarafından toplam 109 tez ve makalenin başlık, özet ve anahtar kelimeleri değerlendirilmiştir. İçerik analizi bir araştırma alanına ait verilerin değerlendirilip gelecek araştırma alanlarındaki yönelimlerin (trendlerin) belirlenmesi ve araştırmacılara öngörüler sağlaması açısından verimli bir yöntemdir. (Al Khalidi ve diğ. 2022)

Tablo 1: Anahtar kelimeler ve veri tabanlarına ait araştırma sonuç sayıları
Table 1: Number of research results for keywords and databases

Taranan Kelimeler	Makale Veri Tabanları		Tez Veri Tabanları		
	ScienceDirect	Web of Science	Proquest	YökTez	Toplam
1.“Internet of things”, architecture, “architectural design”	36	32 (SCI EXPANDED, SSCI)	11	1	80
2.“internet of things”, disaster, emergency	6	79 (SCI EXPANDED, SSCI)	10	1	96
3.“Internet of things”, disaster, architecture, “archirectural design”	0	0	0	0	0

Çalışmada konu ile ilgili tez ve makalelere ulaşmak üzere ScienceDirect, Web of Science, Proquest ve YökTez veri tabanları kullanılmıştır. Taramalar pandemi öncesi ve pandemi sonrası olmak üzere 6 yıl ile sınırlandırılmıştır. Veri tabanlarında ‘nesnelerin interneti-mimarlık’, ‘nesnelerin interneti- afet’, ‘nesnelerin interneti- afet- mimarlık’ ilişkilerini analiz etmek üzere üç ayrı tarama yapılmıştır. 3 taramada seçilen 4 veri tabanında sırasıyla gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). Taramalarda kullanılmak üzere belirlenen anahtar kelimeler aşağıdaki gibidir:

- 1.Araştırma: “Internet of things”, architecture, “architectural design” anahtar kelimeleri mimarlık ve IoT ile ilgili araştırma başlıklarına ulaşmak üzere kullanıldı.
- 2.Araştırma: “internet of things”, disaster, emergency anahtar kelimeleri afet ve IoT ile ilgili araştırma başlıklarına ulaşmak üzere kullanıldı.
- 3.Araştırma: “Internet of things”, disaster, architecture, “archirectural design” anahtar kelimeleri mimarlık, afet ve IoT’yi kapsayan araştırma başlıklarına ulaşmak üzere kullanıldı (Şekil 2).



Şekil 2: Uzmanlıklar ve araştırma alanları
Figure 2: Specialties and research areas

Makalelere ulaşmak üzere ScienceDirect ve Web of Science veri tabanlarında ‘advanced search’ yapıldı. Veri tabanlarında ulaşılan sonuçların alaka düzeyinin yüksek olması için bazı ön ayarlar yapıldı. ScienceDirect üzerinde belirlenen anahtar kelimeler ‘title’, ‘abstract or author-specified keywords’ kutucuklarında taratıldı. ‘Article type’ bölümünde herhangi bir seçim yapılmadı. Web of Science’ta ise ‘Add terms to the query preview’ sekmesinden ‘Searches title, abstract, author

keywords, and Keywords Plus’i’ içeren ‘topic’ bölümü seçildi. Nitelikli araştırmalara ulaşmak üzere web of science index sekmesinden ‘SCI EXPANDED’ ve ‘SSCI’ indeksleri tercih edildi. Böylelikle taranan anahtar kelimelerin başlık, özet ve anahtar kelimelerde geçmesi sağlanarak araştırmayla ilgili sonuçlara ulaşıldı. 1’inci Araştırmada ScienceDirect ve Web of Science üzerinde 5 tane, 2’nci araştırmada 11 tane çalışmanın her iki veri tabanında da yer aldığı tespit edilmiştir. Çakışan çalışmaların kodlama bölümüne iki kere dahil olmaması için 1’er tanesi çıkarılmıştır. Taramalar sonucunda 3’üncü araştırmaya yönelik sonuç bulunamazken, 1’inci araştırmadan 68 makale ve 2’nci araştırmadan 85 makale olmak üzere toplam 153 makale elde edildi.

Tezlere ulaşmak üzere Proquest ve YökTez veri tabanlarında gelişmiş arama yapıldı. Proquest üzerinde belirlenen anahtar kelimeler tam metin hariç her yerde olacak şekilde ‘NOFT’ bölümü seçilerek taratıldı. YökTez’ de ise ‘Search field’ bölümünden ‘all’, ‘search as’ bölümünden ‘includes’ seçildi. Proquest ve YökTez üzerinde çakışan çalışma olmadığı tespit edilmiştir. Taramalar sonucunda 3’üncü araştırmaya yönelik sonuç bulunamazken, 1’inci araştırmadan 12 tez ve 2’nci araştırmadan 11 tez olmak üzere toplam 23 tez elde edildi.

Araştırmalar sonucu elde edilen kaynaklar incelenirken 1’inci Araştırma verilerinden gelen tez ve makalelerin çoğunluğunun mimarlık disiplinine ait mimari tasarım ve mimarlık kavramlarıyla ilişkili olmadığı görülmüştür. Bu kaynaklarda bahsi geçen mimarlık kavramı IoT mimarlığı, mimari tasarım ise IoT mimarisinin tasarımıdır. Dolayısıyla araştırmada hedeflenen mimarlık disiplinine ait araştırma başlıklarına doğrudan ulaşılammıştır. Bu kaynaklara ulaşmak için elde edilen 68 makale ve 12 tez incelenerek hangi disiplinlerle ilişki kurdukları başlık-özet-anahtar kelimeler üzerinden yorumlandı.

IoT kavramı hem akademik hem de endüstriyel alanda büyük ilgi görmüş ve üzerine çok sayıda bilimsel araştırma yapılmıştır. Teknolojinin her geçen gün hızla gelişmesiyle birlikte de IoT kavramı hakkında yapılan çalışmalar artmaya devam etmektedir. IoT kavramı günden güne hayatımıza daha fazla entegre olmakta ve yaşamımızı kolaylaştırmaktadır. Akıllı şehirler, akıllı binalar, akıllı mobilite, tarım ve sağlık gibi alanlarda IoT çalışmaları sıklıkla tercih edilmektedir. Bilgisayar Bilimi/ Mühendisliği, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Çevre Bilimi/ Araştırmaları, Mühendislik, Telekomünikasyon, Karar Bilimleri, Enerji Araştırmaları gibi disiplinlerin IoT-mimarlık-mimari tasarım kavramları üzerine çalışan başlıca alanlar olduğu görüldü. Bu alanlar çoğunlukla

birbirleriyle ilişki halinde ve iş birliği içindedir. IoT üzerine yapılan bilimsel araştırmalar incelendiğinde genel olarak; IoT mimarisi, IoT uygulamaları, IoT'nin hedefleri, IoT kavramında yer alan açık sorunlar, IoT'nin karşılaştığı zorluklar, IoT gizliliği ve güvenliğindeki en son gelişmeler, IoT'nin günlük hayatımızdaki kullanım alanları ve gelecekteki kullanımları

üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. İncelemeler sonucunda 11 makale ve 2 tezin mimarlıkla ilişkili olduğu görüldü. Sonuçta 96 makale ve 13 tez çalışma kapsamına dahil edilerek toplam 109 adet bilimsel ileri düzeyli yayın incelendi. Tez ve makalelerin yıllara göre dağılımı aşağıdaki gibidir (Tablo 2):

Tablo 2: Araştırma sonuç sayılarının yıllara göre dağılımı
Table 2: The quantity of researches classified by publication year

		2017	2018	2019	2020	2021	2022	Toplam
1.Araştırma Mimarlık- IoT	Makaleler	1	1	2	2	2	3	11
	Tezler	-	1	-	1	-	-	2
2.Araştırma Afet- IoT	Makaleler	3	4	18	22	15	23	85
	Tezler	1	3	2	-	3	2	11
3. Araştırma Mimarlık- Afet- IoT	Makaleler	-	-	-	-	-	-	-
	Tezler	-	-	-	-	-	-	-
Toplam		5	9	22	25	20	28	109

Bu analiz, nesnelerin interneti ve mimarlık ile nesnelerin interneti ve afet- acil durum alanlarında yapılan çalışmaların sonuçlarını ortaya çıkarmıştır. Makalede amaçlanan mimarlık ve afet acil durum arakesitinde nesnelerin internetinin araştırma başlıklarını belirlemek üzere öncelikle IoT-mimarlık ve IoT-afet ve acil durum alanlarına ait uzmanlık alanları, elde edilen bilimsel ileri düzeyli yayınların anahtar kelimeleri üzerinden belirlenmiştir. Literatürde mimarlık alt temasına ait anahtar kelimeler incelenmiş ve yoğunlukla çalışılan

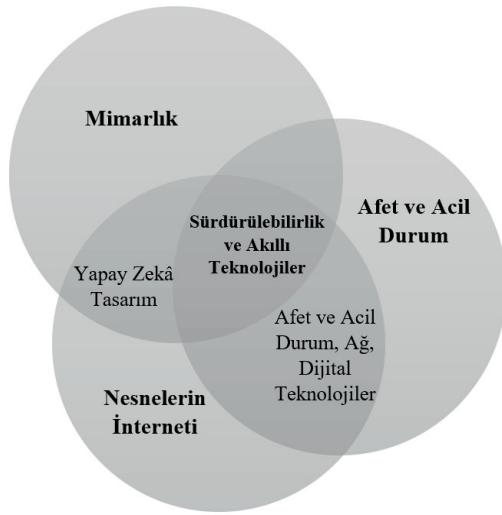
konulara bakılarak 6 adet uzmanlık alanı belirlenmiştir: akıllı teknolojiler, yapay zekâ, otomasyon, veri yönetimi, dijital teknolojiler ve sürdürülebilirlik. Afet-acil durum alt temasına ait anahtar kelimeler incelendiğinde ise yoğunlukla çalışılan konular üzerinden 6 adet uzmanlık alanı belirlenmiştir: akıllı teknolojiler, sürdürülebilirlik, afet, acil durum, ağ, dijital teknolojiler. Alt temalara ait belirlenen uzmanlık ve alt uzmanlık alanları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Ana tema ve alt temalara ait uzmanlık ve alt uzmanlık alanları
Table 3: Specialty and sub specialty related to the main theme and sub-themes

Ana Tema	Alt Tema	Uzmanlık Alanı	Alt Uzmanlık Alanı
Nesnelerin İnterneti	Mimarlık	Akıllı Teknolojiler	Akıllı ev, akıllı şehir, akıllı izleme, akıllı ev sensörleri
		Yapay Zekâ	Makine öğrenmesi, derin öğrenme, büyük veri
		Tasarım	İç mekân aydınlatması, kentsel peyzaj tasarımı
		Sürdürülebilirlik	Sürdürülebilir şehir, iklim krizi, enerji verimliliği, atık yönetimi, bina bilgi teknolojisi (BIM), güvenlik (şantiye/ meslek güvenliği)
	Afet-Acil Durum Süreci	Akıllı Teknolojiler	Akıllı sensör, akıllı cihaz, akıllı tedarik zincirleri, akıllı şehir
		Sürdürülebilirlik	İklim krizi, enerji krizi, ekonomi krizi, enerji verimliliği, enerji tüketimi, enerji yönetimi
		Afet	Sel, fırtına, kasırga, deprem, yangın, yangın güvenliği, yangın söndürme, orman yangını önleme, iklim, iklim değişikliği, iklim krizi, afet hazırlığı, kurtarma, risk yönetimi, risk azaltma, afet tespiti, afet yanıtı, afet yönetimi, afet iyileşmesi, afet iletişimi, güç tahsisi, kaynak tahsisi, kablosuz iletişim
		Acil Durum	Acil durum, acil durum yönetimi, acil durum iletişimi, acil durum teslimatı, acil durum yanıtı, tahliye, acil durum hazırlığı, su azaltımı, su hasarı, yangın hasarı, sel hasarı, mülk hasarı
	Ağ		Hücre ağı, ağ örgüsü, Kamu Güvenliği Ağları, sensör ağı, Yazılım Tanımlı Ağlar, Milimetre Dalgası (mmDalga) ağları, ağ zorlukları, Mobil Adhoc Ağ tabanlı Nesnelerin İnterneti, Kablosuz sensör ağı, Evrişimsel Sinir Ağı, Rastgele Sinir Ağları, 5G, Kablosuz Ağlar, ağ yönetimi.
		Dijital Teknolojiler	Dijital sağlık, dijital sağlık hizmetleri, dijital sinyal işleme

İkinci kodlamada ana tema kapsamında belirlenen alt temalara ait uzmanlık ve alt uzmanlık alanlarının arakesitleri tespit edilmiştir. Mimarlık ve afet-acil durum alt temalarının kesişimi

alandığında mimarlık-afet acil durum-IoT kesişiminde yeni çalışma alanları uzmanlık alanı olarak belirlenmiştir: akıllı teknolojiler, sürdürülebilirlik (Şekil 3).



Şekil 3: Alt temalardan elde edilen ortak araştırma başlıkları
Figure 3: Common research topics obtained from sub-themes

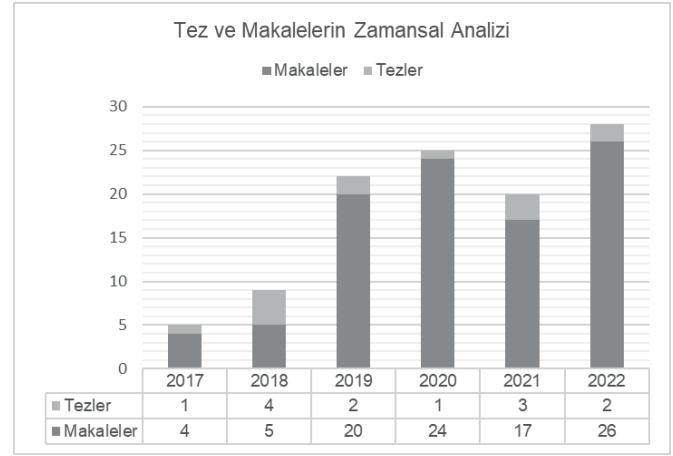
Toplamda 10 uzmanlık alanı oluşturulmuştur. 10 uzmanlık alanından 2 tanesi -sürdürülebilirlik ve akıllı teknolojiler- her iki alt temada da bulunmaktadır. Araştırmada oluşturulmak istenen mimarlık ve afet-acil durum arakesiti 2 uzmanlık alanından oluşmaktadır. Gelecekte arakesite dair araştırma başlıklarının sürdürülebilirlik ve akıllı teknolojiler uzmanlık alanları üzerinden ilerleyeceği öngörülmüştür.

4. BULGULAR

4.1) Mimarlık ve Afet-Acil Durum Arakesitinde IoT 'a Ait Verilerin Zamansal Analizi

2016-2023 yılları arasında araştırma kapsamında analiz edilen toplam tez ve makale sayısı 109'dur (Şekil 4). Araştırmada pandemi döneminin güncel teknolojilerin araştırılmasında ve kullanımında bir kırılma noktası olduğu düşünülmüştür. Literatürde nitelikli yayınların araştırma kapsamına dahil

edilen 2017-2018 yıllarından sonra araştırma sayısında belirgin bir artış olduğu görülmüştür. Daha kısa sürede üretimi mümkün olan makalelerin sayısındaki artıştan yola çıkılarak ilerleyen yıllarda tez sayılarında da artış olacağı söylenebilir.



Şekil 4: Tez ve makalelerin zamansal analizi
Figure 4: Temporal analysis of theses and articles

4.2) Mimarlık ve Afet-Acil Durum Arakesitinde IoT 'a Ait Uzmanlık ve Alt Uzmanlık Alan Veri Analizleri

Uzmanlık ve alt uzmanlık alanlarının belirlenmesiyle IoT'nin akıllı teknolojiler ve sürdürülebilirlik açısından afet ve acil durum süreçleriyle mimarlık arasında önemli bir rol oynayabileceği öngörülmüştür (Tablo 4). Bu uzmanlık alanlarında yapılacak araştırmalar ve uygulamalar, daha etkili ve verimli bir afet yönetimi ve mimari tasarım sağlama potansiyeline sahip olacaktır. Akıllı teknolojilerin kentlerde yaygınlaşmasının afetle mücadelede olumlu etkilerinin olacağı öngörülse de güvenlik, gizlilik ve etik konularını da beraberinde gündeme getirebilir. Kentler siber saldırılara ve sistem hatalarına karşı hazırlıklı hale getirilmelidir.

Tablo 4: Mimarlık ve Afet-Acil Durum Arakesitinde IoT 'a Ait Uzmanlık ve Alt Uzmanlık Alanları
Table 4: Emergent specialty and sub specialty at the intersection of IoT, disaster-emergency, architecture

Uzmanlık Alanı	Alt Uzmanlık Alanı
1. Akıllı Teknolojiler	1. Akıllı ev
	2. Akıllı şehir
	3. Akıllı kentsel mekân
	4. Smart yaşam
	5. Akıllı aydınlatma
2. Sürdürülebilirlik	1. Sürdürülebilir şehir
	2. İklim krizi
	3. Enerji verimliliği
	4. Enerji krizi
	5. Ekonomik kriz
	6. Enerji tüketimi
	7. Enerji yönetimi

5. SONUÇ

Güncel teknolojilerin ve disiplinler arası çalışmaların önemi giderek artmaktadır. Disiplinler arası bir alan olarak afet ve acil durum yönetiminde de güncel teknolojilerin kullanımı; zaman, maliyet, veri analizi, veri paylaşımı, veri belgeleme gibi konularda kolaylık sağlamaktadır. Güncel teknolojilerden biri olarak IoT, fiziksel nesnelerin internete bağlanarak bilgi paylaşmasına ve etkileşimde bulunmasına olanak tanıyan bir sistemdir. Bu teknolojinin, afet ve acil durum yönetiminde ve mimarlık uygulamalarında birçok kolaylık sağlayacağı düşünülmüştür. Bu düşünceden yola çıkılarak afet ve acil durum ile mimarlık arakesitinde nesnelerin internetinin olası kullanım alanları araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda literatürden elde edilen nitelikli kaynaklar üzerinde kodlama prosedürü geliştirilmiş, afet ve acil durum ile mimarlık ara kesitinde nesnelerin interneti üzerine yapılacak yeni çalışmaların iki başlıkta (uzmanlık alanı) olabileceği öngörülmüştür: akıllı teknolojiler ve sürdürülebilirlik.

Akıllı teknolojiler, afet ve acil durum süreçlerinde hızlı ve etkili tepkilerin verilmesine olanak sağlayabilir. IoT sensörleriyle çeşitli verilerin toplanması, izlenmesi, analiz edilmesi ve gerçek zamanlı bilgi aktarılmasıyla acil durum yönetimi iyileştirilebilir. Sensörler sayesinde potansiyel risklerinin erken tespiti, afet tahmini ve uyarı sistemleri geliştirilebilir. Örneğin, Japonya'da kullanılan IoT tabanlı erken uyarı sistemleri, depremlerden önce birkaç saniye ila bir dakika arası önceden uyarı vererek tahliye ve hazırlık süreçlerinde %15 daha az can kaybı yaşanmasına imkân tanımıştır. Bu sistemlerin potansiyel olarak daha geniş ölçekte, mimari ve şehir planlamasıyla bütünleşik çalışması, büyük bir fark yaratabilir. Bir başka örnekte ise Endonezya'da gerçekleştirilen bir çalışmada IoT tabanlı sel izleme sistemleri sayesinde afet uyarılarına yanıt süresi kısalmıştır. Bu tür sistemler, sensörler aracılığıyla su seviyelerini ve yağış miktarını izleyerek potansiyel taşkınların önceden tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca akıllı şehirler ve binalardaki IoT entegrasyonu, etkin ve hızlı müdahale ve daha iyi karar verme süreçlerine katkıda bulunarak altyapıyı ve güvenlik sistemlerini destekleyebilir. Örneğin, akıllı binalarda IoT sensörlerinin bina yapı elemanlarındaki deformasyonları anında algılaması ve yetkililere bildirmesi hızlı müdahaleyi mümkün kılar. Bu sayede afetlerin etkileri azaltılarak insanların güvende olması sağlanabilir.

Mimarlık ve yapı sektöründe günden güne önem kazanan bir yaklaşım olan sürdürülebilirlik; doğal kaynakların korunması, çevre dostu malzemelerin kullanımı, enerji verimliliği gibi ilkeleri içerir. Afet ve acil durumların yönetiminde ve mimarlık alanında sürdürülebilirliğin sağlanmasında nesnelerin internetinin önemli bir rolü olacağı düşünülmektedir. IoT, sürdürülebilirlik ilkelerini destekleyebilir. Örneğin, su ve enerji kullanımını izlemek ve optimize etmek için IoT sensörleri ve akıllı sayaçlar kullanılabilir. Ayrıca, atık yönetimi, yeşil alanların etkin kullanımı ve su tasarrufu gibi sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için IoT cihazları ve veri analitiğinden yararlanılabilir. Akıllı binalarda enerji tüketimini optimize eden IoT sistemleri, afet anında enerji kaynaklarının daha verimli kullanımını mümkün kılmakta ve bu sistemlerin kullanımıyla yaklaşık %30 gibi bir oranda enerji tasarrufu

sağlandığı bilinmektedir. Atık yönetimi ve su tasarrufu gibi sürdürülebilirlik hedeflerinde IoT'nin sağladığı veri analitiği çözümleri, afet sonrası toparlanma süreçlerinde çevreye verilen zararın minimize edilmesine katkı sunabilir. Akıllı atık yönetimi sistemlerinin kullanımı atık toplama süreçlerinde daha az kaynak tüketimine ve daha az karbon salınımına katkıda bulunur.

Akıllı teknolojiler ve sürdürülebilirlik başlıklarından yola çıkılarak nesnelerin internetinin seçilen alanda kullanımı öngörülen durumlar:

- Afet öncesi, sırası ve sonrasında afet bölgelerine -acil ihtiyaçların karşılanması amacıyla- gidecek malzemelerin gerçek zamanlı takibi,
- Geçici barınmaların kurulmasında zamandan tasarruf sağlanması,
- Yapı elemanlarında meydana gelen hasarların yetkililere bildirilmesi,
- Hasar tespitinde hızlı ve doğru değerlendirmeye yardımcı olması,
- Lojistik depolarda malzemelerin depolanması, son kullanma tarihlerinin kontrolü ve malzemelerin belirli aralıklarla yenilenmesi,
- Bölgedeki insan profiline uygun toplanma alanı tasarımı,
- Güvenli tahliye rotalarının gerçek zamanlı olarak oluşturulması,
- Tahliye rotalarının akıllı aydınlatmasının yapılması
- Akıllı şehirlerde enerji yönetimi, sürdürülebilir enerji kaynaklarının yönetimi ile afetler karşısında dayanıklılık sağlanmasıdır.

Yukarıda IoT'nin afet ve acil durum süreçleriyle mimarlık arasında nasıl kullanılabileceğine dair birtakım örnekler yer almaktadır. Gelecekte, afet bölgelerinde kullanılan malzemelerin gerçek zamanlı takibi, geçici barınakların daha hızlı ve etkin kurulumu, toplanma alanlarının daha sürdürülebilir bir yapıda tasarlanması gibi uygulamaların yaygınlaşması beklenmektedir. Buna ek olarak, gerçek zamanlı güvenli tahliye rotalarının oluşturulması gibi uygulamalar, şehirlerin afetlere karşı dayanıklılığını artıracak çözümler sunabilir. Örneğin, Singapur'da yapılan bir çalışmada IoT tabanlı tahliye sistemleri sayesinde acil durumlarda tahliye sürecinin yaklaşık %20 daha hızlı gerçekleştiği ve tıkanıklıkların %15 gibi bir oranda azaldığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, IoT'nin mimarlık ve afet yönetimi üzerindeki etkileri hem kısa vadede operasyonel iyileştirmeler hem de uzun vadede daha dayanıklı ve sürdürülebilir şehirler oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Ancak bu alanda daha fazla araştırma ve uygulama çalışması yapılması gerekmektedir. Önümüzdeki yıllarda IoT'nin afet ve acil durum süreçleriyle mimarlık arasındaki etkileşimde daha fazla gelişme olacağı beklenmektedir. Bu gelişmeler, afet ve acil durum yönetimi ile mimarlık arasındaki etkileşimi daha kapsamlı ve etkili hale getirecektir. Bu sayede, acil durum süreçlerinin daha iyi yönetilmesi, afetlerin önlenmesi ve zararın azaltılması için daha güçlü bir temel oluşturulabilir.

KAYNAKLAR

- Adil M., Khan M.K., 2021. Emerging IoT applications in sustainable smart cities for COVID-19: Network security and data preservation challenges with future directions, *Sustainable Cities and Society*, 75, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103311>.
- Agrawal S., 2022. Architecture Technologies: 9 Recent Technological Advancements in Architecture That Architects Must Know, Erişim adresi: <https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-fresh-perspectives/a1034-9-recent-technological-advancements-in-architecture-that-architects-must-know/>.
- Al Khalidi M., Al-Rqaibat S., Okour Y., 2022. Postgraduate disciplinary trends in architecture: Mapping master theses in Jordan, *Archnet-IJAR*, 16(3), 653-670, <https://doi.org/10.1108/ARCH-08-2021-0212>.
- Álvarez-Díaz R., 2022. How Technology Is Transforming Architectural Design, Erişim adresi: <https://www.alvarezdiazvillalon.com/blog/how-technology-is-transforming-architectural-design>.
- Aman D.D., 2019. Olası Marmara depreminde toplanma alanları yer seçim kriterlerinin belirlenmesi: İstanbul Bağcılar örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 377s.
- Ashton K., 2009. That 'Internet of Things' thing: In the real world things matter more than ideas, *Expert Views, RFID Journal*.
- Beecham Research, 2022. Word of IoT Sector Map, Beecham Research, Erişim adresi: <https://www.beechamresearch.com/download-details/world-of-iot-sector-map/>.
- BIMTeknoloji, 2019. BIM + IoT Kombinasyonu İnşaat Dünyasını Değiştirebilir Mi?, Erişim adresi: <https://www.bimteknoloji.com/teknoloji/bim-iot-kombinasyonu-insaat-dunyasini-degistirebilir-mi/>.
- Cicioğlu M., Çalhan A., 2020. IoT-based wireless body area networks for disaster cases, *International Journal of Communication Systems*, 33(13), 38-64. <https://doi.org/10.1002/dac.3864>.
- Çağlayan N., Satoğlu Ş.I., Kapukaya E.N., 2018. Afet Yönetiminde Büyük Veri ve Veri Analitiği Uygulamaları: Literatür Araştırması, 7. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 3-5 Mayıs 2018, Bursa, Türkiye, Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/326186476_AFET_YONETIMINDE_BUYUK_VERI_VE_VERI_ANALITIGI_UYGULAMALARI_LITERATUR_ARASTIRMASI.
- Das R., Tuna G., Tuna A., 2015. Design and implementation of a smart home for the elderly and disabled, *IJCNA: International Journal of Computer Networks and Applications*, 2(6), 242-246.
- Designblendz Team, 2022. 8 Major Technology Advancements Altering Architecture, Erişim adresi: <https://www.designblendz.com/blog/the-power-of-technology-in-architecture-today>.
- Ekoyapı, 2022. Mimari ve Tasarımda En İyi 7 IoT Uygulaması, Ekoyapı, Erişim adresi: <https://www.ekoyapidergisi.org/mimari-ve-tasarimda-en-iyi-7-iot-uygulamasi>.
- Evans D., 2012. The Internet of Everything: How More Relevant and Valuable Connections Will Change the World, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), Cisco Systems, Inc., San Jose, 1-9.
- Fang H., Lo S., Lo J.T.Y., 2021. Building fire evacuation: An IoT-aided perspective in the 5G era, *Buildings*, 11(12), <https://doi.org/10.3390/buildings11120643>.
- Gökrem L., Bozoklu M., 2016. Nesnelerin interneti: Yapılan çalışmalar ve ülkemizdeki mevcut durum, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 13. 47-68.
- Gündüz M.Z., Daş R., 2018. Internet of things (IoT): Evolution, components and applications fields, *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 24(2), 327-335. <https://doi.org/10.5505/pajes.2017.89106>.
- Habibi Rad M., Mojtahedi M., Ostwald M.J., 2021. Industry 4.0, disaster risk management and infrastructure resilience: A systematic review and bibliometric analysis, *Buildings*, 11(9), <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings11090411>.
- Hasan M.M., Rahman M.A., Sedigh A., Khasanah A.U., Asyhari A.T., Tao H., Bakar S.A., 2021. Search and rescue operation in flooded areas: a survey on emerging sensor networking-enabled IoT-oriented technologies and applications, *Cognitive Systems Research*, 67, 104-123.
- IFRC, 2020. World Disasters Report 2020, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), Erişim adresi: <https://www.ifrc.org/document/world-disasters-report-2020>.
- Iqbal A., Ullah F., Anwar H., Kwak K.S., Imran M., Jamal W., ur Rahman A., 2018. Interoperable internet-of-things platform for smart home system using web-of-objects and cloud, *Sustainable Cities and Society*, 38, 636-46.
- İlerisoy Z.Y. Sarıcioğlu P., Soyluk A., 2021. Mimarlık ve Endüstri 4.0 eşleşmesi, *Yapı*, 464, 12-17.
- Jiang T., Yang M., Zhang Y., 2012. Research and implementation of M2M smart home and security system, *Security and Communication Networks*, 8(16), 2704-2411, <https://doi.org/10.1002/sec.569>.
- Kadioğlu M., 2008. Modern Bütünleşik Afet Yönetimi Temel İlkeleri, (In: Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, Editors: Kadioğlu, M., Özdamar, E., 368 s.), 1-34.

López-de-Armentia J., Casado-Mansilla D., López-de-Ipiña D., 2012. Fighting Against Vampire Appliances through Eco-Aware Things, Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 4-6 July 2012, <https://doi.org/10.1109/IMIS.2012.112>.

Morvaj B., Lugaric L., Krajcar S., 2011. Demonstrating Smart Buildings and Smart Grid Features in a Smart Energy City, Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetic (IYCE), 7-9 July 2011, Erişim adresi: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6028313>.

Nolle T., 2023. AI and IoT: How do the internet of things and AI work together?, Erişim adresi: <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/AI-and-IoT-How-do-the-internet-of-things-and-AI-work-together>.

OECD, 2020. Digital Transformation in the Age of COVID-19: Building Resilience and Bridging Divides, Digital Economy Outlook 2020 Supplement, OECD., Erişim adresi: <https://web.archive.oecd.org/2020-11-27/571878-digital-economy-outlook-covid.pdf>

Özel G., 2019. [Video], Türkiye Innovation Week, 2019. [Video]. Erişim adresi: <https://www.youtube.com/watch?v=oGCUao8RUCo/erişim>.

Pillai A.S., Chandraprasad G.S., Khwaja A.S., Anpalagan A., 2021. A service oriented IoT architecture for disaster preparedness and forecasting system, Internet of Things, 14, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100076>.

RPMA Networks, 2020a. Smart Building [Video], RPMA Networks Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=EIBQmVCOB9M&t=148s&ab_channel=RPMANetworks.

RPMA Networks, 2020b. Smart Fire, RPMA Networks, Erişim adresi: <https://rpmanetworks.com/smart-fire/>.

Rouse M., 2020. Nesnelerin İnterneti ve Geleceğin Şehirleri: Akıllı Şehirler Hayatımızda Neleri Değiştirecek?,

Evrin Ağacı. Erişim adresi: <https://evrimagaci.org/nesnelerin-interneti-ve-gelecegin-sehirleri-akilli-sehirler-hayatimizda-neleri-degistirecek-9024>.

Saribardak E., 2019. How IoT Empowers GPS Tracking Technology, TechTarget, Erişim adresi: <https://www.techtarget.com/iotagenda/blog/IoT-Agenda/How-IoT-empowers-GPS-tracking-technology>.

Sofuoğlu T., 2022. Acil Durum ve Afetlerde Yeni Nesil Teknolojiler, Erişim adresi: <https://tatd.org.tr/afet/afet-yazi-dizisi/acil-durum-ve-afetlerde-yeni-nesil-teknolojiler/>.

Ültay E., Akyurt H., Ültay N., 2021. Sosyal bilimlerde betimsel içerik analizi, IBAD Journal of Social Sciences, 10, 188-201, <https://doi.org/10.21733/ibad.871703>.

Yu J., Kim M., Bang H., Bae S., Kim S.J., 2016. IoT as a applications: cloud-based building management systems for the internet of things, Multimedia Tools and Applications, 75(22), 14583-14586, <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2785-0>.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırma kapsamında herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkisi bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (Designing of the study): K.Ö., EM.T., EL.T.
- Literatür araştırması (Literature research): K.Ö., EM.T.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (Fieldwork, collection/ compilation of data): K.Ö., EM.T.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (Processing/analysis of data): K.Ö., EM.T.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (Preparation of figures/ tables/software): K.Ö., EM.T.
- Bulguların yorumlanması (Interpretation of findings): K.Ö., EM.T.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (Writing, editing and checking of manuscript): K.Ö., EM.T., EL.T.