



ISSN 1304-8120 | e-ISSN 2149-2786

Araştırma Makalesi * Research Article

Sağlık 4.0'ın Benimsenmesinin Önündeki Engellerin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Barriers to the Adoption of Health 4.0 by Analytical Hierarchy Process and Analytical Network Process Methods

Kübra KARAKUŞ

Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü kubrakarakus097@gmail.com
Orcid ID: 0000-0001-7872-0727

Burak YEŞİLYURT

Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü burakk.01.04@gmail.com
Orcid ID: 0000-0003-4782-5635

Şeyda GÜR

Öğr. Gör., Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu seydaaa.gur@gmail.com
Orcid ID: 0000-0002-4639-9657

Tamer EREN

Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Bölümü tamereren@gmail.com
Orcid ID: 0000-0001-5282-3138

Öz: Endüstri 4.0 birçok modern otomasyon yapılarını, üretim teknolojilerini ve bilgi aktarımını içeren genel bir terimdir. Buradaki asıl amaç, kendini yönetebilen üretim proseslerinin olduğu yeni fabrikaların hayata geçirilmesidir. Günümüzde üretimden ticarete, sağlıktan günlük yaşama kadar her noktaya etki edecek yeni bir dönem başlamıştır. Bu çalışmada, endüstri 4.0 devriminin sağlık sektörü üzerine etkileri incelenmektedir. Sağlık 4.0, kişinin sağlığının teknolojik hareketlerle sağlık kurumlarının dışını da kapsayacak şekilde sağlanmasına karşılık gelen bir terimdir. Aynı zamanda bu devrim ile, doktorların hastalık teşhisi için kullanacağı, eldeki veriyi artırmanın yanında verinin anlık olarak taşınabilmesi sebebiyle de daha tutarlı ve zamanında müdahale imkânı doğurmuş olacaktır. Böylece teknoloji tabanlı elde edilen bu veri ile hem daha öngörülebilir hem de kişiselleşmiş bir sağlık hizmeti ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0 ile sağlık sektörünün verimli, yenilikçi ve faydalı hale getirilmesiyle birlikte hastalık tanı ve tedavilerindeki doğruluk, hastane veri sistemi güvenliği gibi daha birçok konu sağlık 4.0 kapsamında incelenmektedir. Bu çalışmanın amacı, Sağlık 4.0'ın benimsenmesinin engellerini araştırmak ve bu konudaki en büyük etkenin ne olduğunu belirlemektir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden, analitik hiyerarşi prosesi ve analitik ağ süreci yöntemi kullanılarak çözüme ulaşılması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki en büyük engel teknolojik yapıların kurulabilmesi için sermayenin yeterli olması gerekliliğidir. Sağlık

Geliş Tarihi:08.06.2020

Kabul Tarihi:21.04.2022

Yayın Tarihi:30.04.2022

Atf: Karakuş, K., Yeşilyurt B., Gür, Ş. & Eren, T. (2022). Sağlık 4.0'ın Benimsenmesinin Önündeki Engellerin Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 363-375. Doi: 10.33437/ksusbd.749430

yöneticilerinin bütçe planlamalarını günümüz teknolojisi doğrultusunda doğru bir şekilde planlamasını yapması gerektiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0; sağlık 4.0, sağlık sektörü, analitik hiyerarşi prosesi, analitik ağ süreci.

Abstract: It is a general term that includes modern automation structures, production technologies, and information transfer from Industry 4.0. The main purpose here is to implement new factories. Today, a new era is underway, from production to commerce to the point of health, to influence it daily. In this regard, the industry 4.0 revolution is examined in the health sector. It is a term. At the same time, with this revolution, besides increasing the available data that doctors will use for diagnosis of the disease, the data should be moved instantly. With this data obtained with this technology, a more predictable and personalized health service emerges. Health 4.0, health 4.0, and more, such as accuracy of disease diagnosis and treatments, hospital data system security, and health 4.0. The purpose of this study is to investigate the obstacles to the adoption of Health 4.0 and you will see what is the biggest factor in this regard. One of the multi-criteria decision-making methods of this criterion is to solve the method of analytical hierarchy process and analytical network process. According to the results obtained, the biggest obstacle to the adoption of health 4.0 is the need for sufficient capital to establish technological structures. It is seen that health managers should plan their budget plans correctly in line with today's technology.

Keywords: Industry 4.0, health 4.0, health sector, analytical hierarchy process, analytical network process.

GİRİŞ

Günümüzde dördüncü endüstri devrimi olarak da isimlendirilen Endüstri 4.0 kavramı; maliyet, hız, inovasyon ve verimlilik opsiyonlu pazarlama ve üretim anlayışını, hızla gelişen teknoloji imkanları sayesinde ulaşılan yeni bir biçimde ifade etmektedir (Soylu, 2018: 48). Endüstri 4.0 ile üretim proseslerindeki tüm birimlerin birbirleriyle bilgi alışverişi sağlaması, önem arz eden bilgilere zamanında ulaşabilmesi ve böylece beklentileri maksimum düzeyde karşılayacak çıktılar elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Endüstri 4.0 kavramını ortaya çıkaran hareketlere bakıldığında teknolojik dünyada meydana gelen büyük düzeyde gelişmeler ve bunların meydana getirdiği siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti adı verilen ve birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunan on binlerce cihaz, büyük veriler işleme yeteneği gibi birçok etken öne çıkmaktadır (Sayar ve Yüksel, 2018: 90). Teknolojik gelişmeler endüstriyel üretkenliğin yükselişlerine neden olmaktadır (Rüßmann vd., 2015: 60). Sağlık 4.0 bireylere odaklanarak her bir hastaya özel tedavi yönteminin geliştirildiği, sunulan hizmet kalitesinin artırıldığı yeni uygulamaları içermektedir. Sağlık 4.0, e-sağlık, mobil sağlık, teletıp, robotik sağlık, dijital hastane, büyük veri ve yapay zekâ gibi uygulamaların sağlık sektöründe kullanılması anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle; robotlar, yapay zekâ yazılımlar, teletıp araçları, akıllı telefonlar, web sayfaları, tabletler, kablosuz portatif cihazlar, mesajlaşma servisleri, hasta takip sensörleri ve uygulamalar aracılığıyla sürekli ve her yerden ayrı olarak sağlık hizmeti verilmesi, sağlıkla ilgili bilgi aktarımı ve ilgili iletişimin sağlanmasıdır (Kılıç, 2016: 15).

Bunun tüm dünyada kabul görmesinin iki önemli nedeni vardır: Birincisi, ülkelerin yaptıkları hastalık merkezli sağlık harcamaları çok üst düzeylere ulaşmakta ve içinden çıkılmaz bir hal almaktadır (Göktürk, 2018). İkincisi, kişilerin sağlıklı olması, hastalanıp tedavi olmasından daha önceliklidir (Göktürk, 2018).

Sağlık sektöründe tansiyon aleti ve benzeri teknolojik aletler gibi izafi erken kullanım şansı bulan temel cihazların dışında, kişinin olduğu ortamda işlevini gerçekleştiren teknolojiler son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Kişinin sağlığının teknolojik imkanlarla hastane ortamının dışında da kontrol edilebilir olması "Sağlık 4.0" kavramı içinde tanımlanabilir. Endüstri 4.0 kavramı, işçi içermeyen fabrikalara karşılık gelirken, "Sağlık 4.0" kavramı da içerisinde hasta olmayan sağlık kuruluşları olarak tanımlanabilir. Bu, sağlık kuruluşlarında sistemin yeniden dizayn edilmesini, planlamaların yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir (Göktürk, 2018). Dünyada gelişen teknoloji ile birlikte sağlık

sektöründe de Endüstri 4.0 devrimine geçiş süreci yaşanmaktadır. Bilim ve teknoloji alanında özellikle de tıp ve genetik alanında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Tıpta geçmişe dayanan geleneksel hasta-hekim ilişkisi, günümüze gelindiğinde teknolojinin tıp bilimini etkisi altına almasıyla değişime uğramaya başlamıştır. Günümüzde sağlık sektöründe teknoloji tabanlı değişimin karşılığı “ e-Sağlık” kavramı ile nitelendirilse de e-sağlığın, içinde eş değer anlamlı birçok kavramı da içinde bulunduran bir “çatı kavram” olarak kullanıldığı görülmektedir. (Toygar, 2018 120).

Bilgi üreten ve internet üzerinden bunu paylaşan tüm teknolojik cihazları ve insanları birbirine bağlayan teknoloji olarak tanımlanan Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) dayalı ev içi sağlık hizmetleri büyük iş potansiyeline sahiptir. Yang vd. (2014: 2185) çalışmasında, akıllı bir ev tabanlı platform olan “iHome Health-IoT” önerilmiştir ve uygulanmıştır. Özellikle, platform, cihazların ve hizmetlerin entegrasyonu için gelişmiş bağlantı ve değiştirilebilirlik özelliklerine sahip açık platform tabanlı bir akıllı ilaç kutusu (iMedBox) içerir; pasif radyo frekansı tanımlama (RFID) ile etkinleştirilebilen iletişim özelliğine ve fonksiyonel malzemeler tarafından etkinleştirilen çalıştırma özelliğine sahip akıllı farmasötik ambalaj (iMedPack); ve son teknoloji mürekkep püskürtmeli baskı teknolojisi ve çip üzerindeki sistem tarafından sağlanan esnek ve giyilebilir biyo-tıbbi sensör cihazı (Bio-Patch) geliştirilmiştir.

E-sağlık alanındaki diğer çalışmalara yaşlı insanların her ortamda sağlık durumlarıyla ilgili gözlem sistemleri (Hossain, 2016: 15), yaşlı insanlar veya engelliler için düşmeleri algılayıcı sistemler (Mccreery ve Han 2014; Ramesh vd., 2014; Felisberto vd., 2014; Magaña vd., 2014), belirli saatlerde fazla morötesi ışınlarına maruz kalan insanları uyarıcı sistemler (Anonim, 2015) örnek verilebilir. Elementler, aşılarda ve ilaçlar için medikal soğutucularda Toğrul (2015), kapalı döngü tedarik zinciri yöntemi ve önemi anlatılmaktadır. Bahsedilen tedarik zincirinde Radyo Frekansı ile Tanımlama teknolojisi etiketlerinin kullanılmasının sağlayacağı takip olanaklarından bahsedilmiştir. Ulaş (2015), literatürdeki nesnelerin interneti makine-makine arasındaki bağlantıdan, uygulama alanları ve gelecekteki konumundan bahsedilmiştir. Ayrıca nesnelerin interneti makineler arası iletişim için hizmet veren platformlar incelenmiş olup ilk örnek için uygulama gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada sağlık 4.0' ın benimsenmesinin önündeki engeller incelenerek birden fazla kriter arasından en önemlisinin seçilmesi için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmıştır. Bu nedenle literatür araştırması yapılarak 15 önemli kriter belirlenmiştir. Bu kriterler Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve Analitik ağ süreci (AAS) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Çalışma sağlık 4.0'ın uygulamalarının önündeki engelleri göstermektedir. Aynı zamanda bu engellerin yaratabileceği olumsuzluklara dikkat çekmektedir. Bu engellerin en çok hangisine odaklanılmalı ve bu noktaya yönelik iyileştirme yapılması gerektiğini göstermektedir. Literatüre ve gerçek hayattaki uygulamalara bu noktada katkı sunan bu çalışma ile araştırmacılar sağlık 4.0 uygulamaları için nelere dikkat edilmesi gerektiğini görebilecektir.

Bu çalışma dört kısımdan oluşmaktadır. İkinci kısımda çalışmanın çözümünde kullanılan ÇKKV tekniklerinden AHP ve AAS yönteminden bahsedilmiştir. Üçüncü kısımda problem tanımlanarak AHP ve AAS yöntemi ile problem çözümü yapılmıştır. Dördüncü kısımda ise değerlendirme ve sonuçlara yer verilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Analitik Hiyerarşi Prosesi

Karar problemlerinde, her insan tarafından karar kriterlerinin önem düzeyi ve alternatiflerin incelenmesinde sonuçlar değişiklik gösterebilmektedir. AHP, Saaty (1980) tarafından geliştirilen ve karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan bir modeldir. AHP yöntemi, kararların sonuca ulaştırılması için kullanılan bir tekniktir. AHP ile karar hiyerarşisi tanımlanarak kararı etkileyen sebeplerin karar sınırlarının yüzdelik dağılımları verilir. AHP yönteminde, Saaty (1980) tarafından geliştirilmiş 1-9 skalası kullanılmaktadır. İncelenen problemde kararı etkileyen kriterler ve karar sınırlarının önem dereceleri, birebir karşılaştırılır. AHP yöntemi temelde dört adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Karar probleminin tanımlanmasında yardımcı olan ve kararı etkileyen tüm faktörleri içeren bir yapıdır.

Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisi ve Çözümü: Karar vericiler her seviyedeki kriterlerin birbirlerine göre değerlendirmesini yapmaktadır.

Adım 3: Görelî Önem Ağırlıkları: Normalize edilen matriste her satırın ortalaması alınarak görelî önem ağırlıkları elde edilmektedir.

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması: Hesaplama sonucunda oranın 0,10'dan küçük olması gerekmektedir. Bu durumda doğru kabul edilir.

Analitik Ağ Süreci

Analitik ağ süreci (AAS), Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş olup ikili karşılaştırma esasına dayanmaktadır. Karar verme problemlerinde, karar sürecinde etkili olan birçok kriter bulunmaktadır ve bu kriterlerin aralarında etkileşim ve ilişki olduğu durumlarda AAS yöntemi çözüm sürecinde yardımcı olmaktadır. Kısaca AAS, karar verme sürecinde kriter ve alternatiflerin birbirleri arasındaki bağlantıların dikkate alınmasını sağlayarak ve problemi çok yönlü modelleyerek problemlerin daha faal ve realist bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır (Arık, 2014: 45). AAS'nin, Analitik Hiyerarşik Süreci (AHP)'ne göre ayrıcalığı, büyükten küçüğe doğru bir hiyerarşik yapı yerine etkileşimli (ağ/network biçiminde) bir hiyerarşik yapı kullanılmasıdır. Genel AAS şu adımları takip eder:

Adım 1: Karar probleminin belirlenmesi: Problemin ayrıştırılarak ağ yapısının oluşturulması yöntemin ilk aşamasıdır.

Adım 2: Ölçütlerin birbirleri ile olan ilişkilerin belirlenmesi: Bir sistemin araştırma işlemi için kriter, alt kriter ve alternatiflerin sayısı, bunların birbirleri ile bağlantılarını gözden geçirilmesidir.

Adım 3: Faktörler arası ikili karşılaştırmaların yapılması: Kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerinin belirlenmesi için, ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır.

Adım 4: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık kontrolü: Karar vericinin kriterlerin tutarlılığını ölçerken her bir matris için "tutarlılık oranı" bulunur. Tutarlı olup olmadığına karar verilir.

Adım 5: Süper matrislerin sırayla oluşturulması: Ağırlıklandırılmamış süper matrisin oluşturulması limit süper matrisi için ilk adımdır. Matris bölümleri, sistem içindeki iki faktör arasındaki ilişkiyi gösterir. İkinci adımda ağırlıklandırılmış süper matris oluşturulur. Sütun toplamları birden büyüktür. Son adım limit süper matrisin elde edilmesidir. Önem ağırlıklarının eşitlenebilmesi için süper matrisin $(2k+1)$ kuvveti alınır, burada k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süper matris olarak adlandırılır.

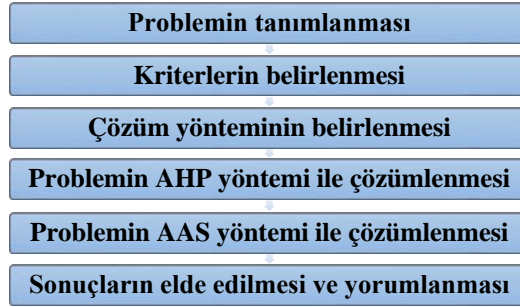
Adım 6. Sonuç ağırlıklarının bulunması ve en iyi seçimin yapılması: Alternatiflere ya da karşılaştırılan faktörlere ilişkin önem ağırlıkları belirlenir.

Çalışmada kullanılan AHP ve AAS yöntemleri literatürde birçok farklı çalışmada ve temada kullanılmıştır. Bu çalışma alanlarına bakıldığında, enerji alanında (Özcan vd., 2017; Özder vd., 2019; Zhou ve Yang, 2020; Gündoğdu ve Kahraman, 2020), performans değerlendirmede (Eren ve Gür, 2018), ulaşım alanında (Taş vd., 2017; Hamurcu ve Eren 2018; Yucelgazi ve Yitmen, 2019), sağlık alanında (Ayan vd., 2016; Abbaspour vd., 2020), endüstri 4.0 alanında (Sevinç vd., 2018; Uslu vd., 2019; Yanık ve Işıklı, 2019) yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir.

Bu çalışma için literatürde sağlık 4.0 ile ilgili yapılan çalışmalara bakılmıştır. Ayrıca gerçek hayatta sağlık kuruluşunda çalışan, çalışmanın değerlendirme sürecinde yardımcı olan uzman kişilerin görüşlerine de yer verilmiştir. Araştırmalar sonucunda Tablo 1'de gösterilen kriterler bir araya getirilmiştir. Sağlık 4.0 tanımı, uygulamaları, gelecekte gelebileceği düşünülen noktalar incelenmiştir. Bunun sonucunda da uygulamalar sırasında karşılaşma olasılığı olan engeller belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ele alınan problem sağlık 4.0 uygulamalarının benimsenmesi sırasında karşılaşılan engellerin değerlendirilmesidir. Akış şeması Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Akış şeması

Problem Tanımı

Dünya üzerinde yaşlılık oranının artmasıyla birlikte kronik rahatsızlıklar gibi çeşitli hastalıklarında arttığı görülmektedir. Bu durum sağlık kuruluşlarına olan talebi de arttırmaktadır bu da beraberinde sağlık harcamalarının ve maliyet artışlarının olmasına neden olmaktadır.

Sağlık sektöründe artan bu talep hem sektördeki artan maliyetler hem de hizmet kalitesi açısından önem arz etmektedir. Talebe anında cevap verebilmek özellikle insan sağlığı açısından oldukça kritiktir (Sayar ve Tunç, 2015: 565).

Sağlık sektöründe Endüstri 4.0 ile en hassas hastalıklar dahil erken teşhis edilmesiyle tedavi ve uygulama yeteneği gelişme sağlayacaktır. Bireylerin sağlık veri tabanları ve akıllı algoritmalar sayesinde yakalanma riski olan çeşitli hastalıkları olduğundan erken tahmin edilerek; hastalığa yakalanmadan ilgili önlemler alınabilecektir. Yapay zekâ ve algoritmaların sağlayacağı olanaklar sonucunda gerekli personeller yönlendirilip; yanlış teşhis ve bunun sonucunda yapılan yanlış tedavilerin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bunun sayesinde tanı-teşhis-tedavi proseslerinde meydana gelebilecek yanlışlar en aza indirilebilecektir. İlaç kullanımı ise her hastanın şahsi tüm özellikleri dikkate alınarak en uygun şekilde düzenlenecektir. Böylece hem gereğinden fazla ve yanlış ilaç kullanımı önlenecek; hem de ilaç israfının önüne geçilmiş olacaktır.

Giyilebilir cihazlar veya akıllı telefonlar ile bireylerin sağlığı hekimler tarafından anlık kontrol edilebilecek ve riskli durumlar oluşmadan erken teşhislerde bulunulabilecektir. Aynı zamanda kişilerin hayat kaliteleri artarken devlet harcamaları azalacaktır (Sayar ve Yüksel, 2018:85).

Endüstri 4.0 uygulamaları sağlık hizmetlerinde kullanılabilir bir sektör olmasına rağmen hala Türkiye’de ve hatta dünyada sağlık zincirleri tarafından benimsenmeye çalışılmaktadır. Sağlık kuruluşlarının bu yenilikleri benimsenmesini geciktiren ya da engelleyen sebepler araştırılarak çözüm bulunmalıdır. Bu yazının amacı bu engellerin belirlenerek en büyük engelin bulunmasıdır. ÇKKV yöntemleri ile bu etken bulunarak çözüme ulaştırılacaktır. Bu şekilde sağlık 4.0 konusundaki engeller aşılarak yaygınlaşmasına katkı sağlanacaktır.

Kriterlerin Belirlenmesi

Endüstri 4.0 uygulamaları sağlık hizmetlerinde de kullanılabilir bir yöntem olmasına rağmen dünyada ve Türkiye’de halen benimsenmeye çalışılmaktadır. Sağlık kuruluşlarının çoğunluğu hala bu yeniliklere şüpheli yaklaşmaktadır. Bu nedenle, benimsenmesi önündeki engeller araştırılarak çözüm bulunması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı bu engellerin kriterler olarak belirlenmesi ve değerlendirilmesidir. ÇKKV tekniklerinden AHP yöntemi ile ağırlıklandırma çalışması yapılarak

çözümüne ulaştırılacaktır. Bu şekilde sağlık 4.0 konusundaki engeller aşarak yaygınlaşmasına katkı sağlanacaktır. Sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki engeller için belirlenen kriterler;

Tablo 1. Kriterler ve açıklamaları (Ajmera ve Vineet, 2019; Kesayak, t.y)

KRİTERLER	KRİTER AÇIKLAMALARI
İş kesintisi riski (IKR)	4.0 ile beraber makineleşme geleceği için işçi sayısında otomatik olarak azalma görülecektir.
Kapsamlı sermaye gereksinimi (KSG)	Sağlık 4.0'ın gerçekleştirilmesi için ilk olarak yatırım gerekmektedir.
Özel ve yetenekli işgücü gereklilik (ÖYİ)	Sağlık kurumları makinelerin tedarikine önem vermek zorundadır. Nesnelerin internetinin sayısallaştırılması ve kullanılması olarak özel eğitim oturumlarının düzenlenmesi iyi teknik bilgi ve gelişmiş beceriler gerektirir. Klinik verilerinin çok hassas ve mümkün olduğunca çok dikkatli ele alınması gerekir. Yalnızca işgücünün verilerini korumak için özel olarak eğitilmiş olması gerekir.
Yetersiz bilgi teknolojisi altyapı (YBT)	Nesnelerin internetini kullanmak için gelişmiş bilgi teknolojileri altyapısı gereklidir. Sağlık 4.0 uygulamasını güçlendirmek için iletişim ağı ve zayıf sinyal gücü, tüm süreci hem yatay hem de kesintisiz veri olarak çok önemlidir.
Klinik bilgi değişimi için tek tip olmayan düzenlemeler (KDT)	Hastaneler ve poliklinikler homojen olmadığı için her bir birime farklı düzenleme yapılması gerekmektedir.
Harici veri kullanımı ilgili hukuki uygulamalar (HHU)	Rekabetin artması nedeniyle dijitalleşme, veri güvenliği ve yapay zekâ hakkında doğru bilgi olarak bir meydan okuma teşkil etmektedir. Yeni bir dijital uygulamadan önce takip edilmesi gerekir. Klinik hizmetlerin kabulüne ilişkin uzun süreli rehber ilkeler dijital sağlık hizmetleri gerçekten devam etmeden önce gözden geçirilmelidir.
Siber güvenlik ve mahremiyet sorunlar (SGM)	Sağlık 4.0 yeni bir sistem olacağı için güvenlik kısmı son derece önem arz etmektedir.
Yetersiz bakım desteği sistemi (YBD)	Sağlık 4.0'ın getirdiği uygulama, her zaman düzenli olarak bakım ve servis yapılmasına ihtiyaç duyan kapsamlı bilgi teknolojisi altyapısını gerektirir. Bu süreç tüm sistemi ilgilendirmektedir. Yetersiz bakım sağlık için tehlikelidir. Bu nedenle akıllı bakım sistemleri herhangi bir bozulmayı önlemek için gerekli önlemleri almalıdır.
Siyasi destek (SD)	Büyük veri gibi bazı mesleki kurslar için çok büyük bir gereksinim vardır. Bu konuda analitik, veri bilimi ve uzmanlaşmış bilgisayar kursları dijitalleşmenin büyüme çağı hükümet tarafından desteklenmelidir. Ayrıca, Hükümet ulusal düzeyde tek tip standartlar belirleyerek destek olabilir.
AR-GE Kümelerinin Yokluğu (ARG)	Sağlık tüm dünyada en önemli ve öncelikli AR-GE odağıdır. İnsanın yaşadığı dünyada öncelikli hedefi hayatta kalmaktır. AR-GE, tanımından da anlaşılacağı üzere doğrudan doğruya bilim ve bilimsel süreçlerle ilişkili bir kavramdır. Türkiye'de de bir devlet politikası olarak sağlık öncelikli alan ilan edilmiştir. Tele tıp ve uzaktan bakım, kişiye özel tedavi ve üç boyutlu yazıcı teknolojisi gibi konular da sağlıkta AR-GE'nin oldukça önemli alanları olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de de sağlığa yönelik AR-GE çalışmaları giderek artmakla beraber gelişmiş ülkeler ile mukayese edildiğinde hâlâ yetersizdir
Dijital strateji eksikliği ve kaynak kıtlığı (EKK)	1. Sağlık kuruluşlarının üretimi ve talebi sırasında çeşitli stratejiler ile teknoloji ürünü olan donatım (takım, alet, makine, cihaz ve diğer nesnelere) ve ilaçlardan yararlanılmaktadır. Konunun, ülkelerin bütününde olduğu gibi, Türkiye bakımından da, ikili tıkanıklık karakterinde gözlemlendiği söylenebilir. Bir yandan artmakta olan kantite ve kalitede sağlık hizmeti arzı, öte yandan malî kaynaklarının kıtlığı ve politikasızlık, kamu ve özel sektörün teknoloji kullanımını ve sağlık hizmetleri üretim / arz / tüketim sistemlerini

baskı altına almakta, verimsiz-yetersiz kaynak kullanımına ve üretime sebep olmaktadır.

Üst yönetim eksikliği (ÜYE)

Sağlık 4.0 uygulaması başlangıçta kuruluşlarda uygun altyapıyı geliştirmek ve sürdürmek için kapsamlı bir yatırım gerektirir. İşgücünün eğitimi için ek maliyet gerekmektedir. Sağlık kuruluşlarında teknoloji kullanımının ülkenin ve sağlık kuruluşlarının ihtiyaç, imkân, şart, alt yapı, bünye ve gerçeklerine göre geliştirilip uygulanan yöntemlere dayandırılmaması, "sağlık hizmetlerinin eşit, ulaşılabilir ve sürekli olması gerekir" ilkesinin oluşmasını engelleyen etkenlerden biridir. Bu nedenle ülkelerin sağlık yöntemlerini geliştirip uygulamaları, kamu, yurttaşlar ve teker teker insanların faydasına olan, ihmal edilmemesi gereken bir zorunluluk gereği taşımaktadır. Teknoloji yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanmaya konulmasında yönetsel alanların, konuyu ele alma ve uygulama düzeyleri bakımından, iki ayrı aşama oluştuğunu söylemek mümkün olacaktır. Bu aşamalar;

- ✓ Sağlık Sektöründe ülke düzeyi teknoloji yönetimi,
- ✓ Sağlık Kuruluşlarında birim düzeyi teknoloji yönetimi olarak adlandırılabilir

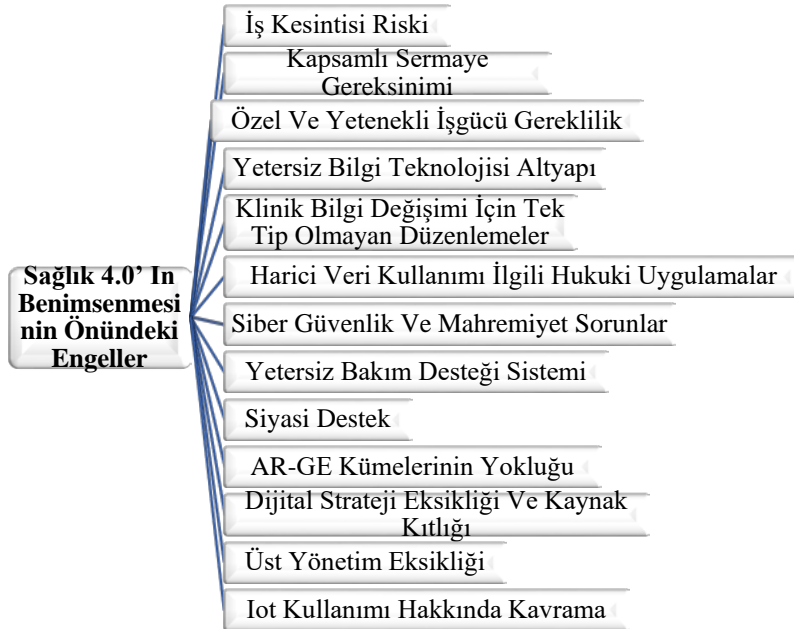
IoT kullanımı hakkında kavrama (IOT)

2. IoT, Sağlık 4.0'ın önemli dayanaklarından biridir ve makul şekilde kullanılırsa sağlık kuruluşları için büyük ekonomik kazançlar sağlar. Fakat çalışanlar, potansiyel faydalar ve doğru kullanım hakkında hala belirsizdir.

Problemin AHP Yöntemi ile Çözümü

ÇKKV yöntemlerinden olan AHP ile kriterler ağırlıklandırılmıştır.

Adım 1: Hiyerarşik yapını oluşturulması: problem üzerinde etkili olan kriterlerin hiyerarşik yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Hiyerarşik yapı

Adım 2: Nisbi Önem Ölçeğinin Belirlenmesi

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra öğeler birbirleriyle karşılaştırılarak ağırlıkları belirlenir. Bir sonraki aşamada yapılacak olan ikili karşılaştırma matrislerinin temelini oluşturmaktadır. Bu karşılaştırma işleminde Saaty tarafından geliştirilen, "1-9 ölçeği" olarak önem skalası kullanılarak problemdeki veriler değerlendirilmektedir (Saaty, 1980).

Adım 3: Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Bu adımda Saaty tarafından oluşturulan skala kullanılarak uzman kişilerinde görüşü dikkate alınarak ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. Tablo 2'de kriterlerin karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır. Satır ortalamaları Tablo 2'deki değerler kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerler kriterlerin önem derecelerini göstermektedir. Tablo 3'te kriter ağırlıkları gösterilmektedir.

Tablo 2. Kriterlerin karşılaştırma matrisi

Kriterler	İKR	KSG	ÖYİ	YBT	KDT	HHU	SGM	YBD	SD	ARG	EKK	ÜYE	IOT
İKR	1,00	0,11	0,20	0,14	4,00	4,00	0,14	0,25	4,00	0,20	0,20	0,14	0,20
KSG	9,00	1,00	6,00	5,00	7,00	7,00	3,00	4,00	7,00	4,00	6,00	2,00	4,00
ÖYİ	5,00	0,17	1,00	0,50	5,00	5,00	0,50	2,00	5,00	2,00	2,00	0,50	2,00
YBT	7,00	0,20	2,00	1,00	6,00	3,00	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00
KDT	0,25	0,14	0,20	0,17	1,00	0,33	0,17	0,20	0,33	0,20	0,20	0,17	0,33
HHU	0,25	0,14	0,20	0,33	3,00	1,00	0,14	0,17	1,00	0,17	0,17	0,14	0,17
SGM	7,00	0,33	2,00	1,00	6,00	7,00	1,00	2,00	6,00	2,00	2,00	1,00	2,00
YBD	4,00	0,25	0,50	1,00	5,00	6,00	0,50	1,00	5,00	1,00	1,00	0,33	1,00
SD	0,25	0,14	0,50	0,33	3,00	1,00	0,17	0,20	1,00	0,17	0,17	0,14	0,17
ARG	5,00	0,25	0,50	1,00	5,00	6,00	0,50	1,00	6,00	1,00	1,00	0,33	1,00
EKK	5,00	0,17	0,50	1,00	5,00	6,00	0,50	1,00	6,00	1,00	1,00	0,33	1,00
ÜYE	7,00	0,50	2,00	1,00	6,00	7,00	1,00	3,00	7,00	3,00	3,00	1,00	3,00
IOT	5,00	0,25	0,50	1,00	3,00	6,00	0,50	1,00	6,00	1,00	1,00	0,33	1,00
TOPLAM	55,75	3,66	16,10	13,48	59,00	59,33	9,12	16,82	57,33	16,73	18,73	7,43	16,87

Tablo 3. Kriter ağırlıkları

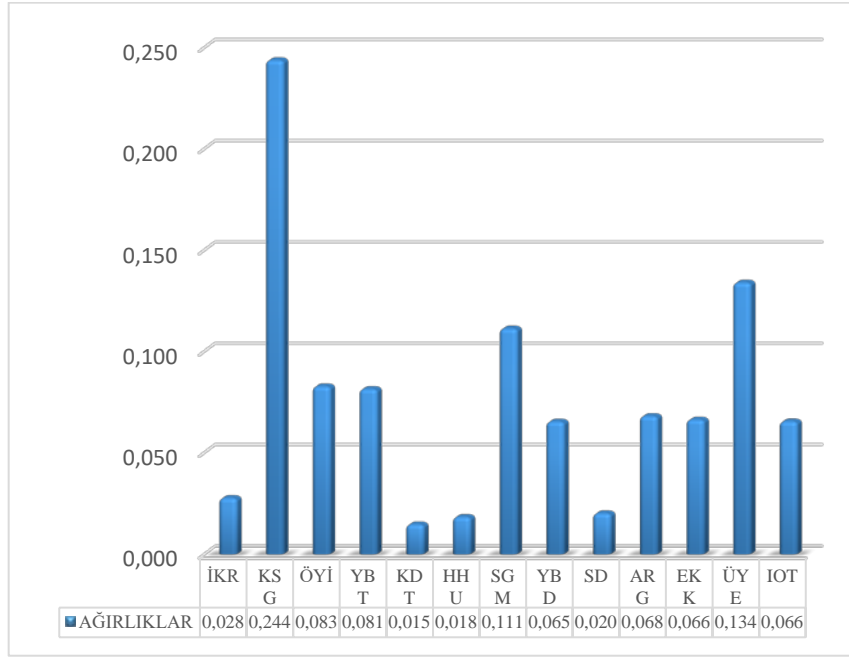
Kriterler	Ağırlıklar
İKR	0,028
KSG	0,244
ÖYİ	0,083
YBT	0,081
KDT	0,015
HHU	0,018
SGM	0,111
YBD	0,065
SD	0,020
ARG	0,068
EKK	0,066
ÜYE	0,134
IOT	0,066

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Ağırlıklar elde edildikten sonra tutarlılık kontrolü için ikili karşılaştırma matrisindeki verilerin tutarlılık oranının belirlenmesi gerekir. Tutarlılığa yakınlık derecesine göre "Tutarlılık indeksi (CI)" hesaplanmaktadır. Sonuçta tutarlılık oranı 0,1'den düşük olması tutarlı olduğunu göstermektedir.

Adım 5: Nihai sıranın belirlenmesi

Literatür araştırması sonucunda belirlenen kriterlerin AHP yöntemi ile değerlendirilmesiyle en önemli kriter tespit edilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken sağlık kuruluşunda çalışan iki uzman kişi ve bir akademisyen yardımcı olmuştur. Bunun sonucunda tespit edilen en önemli kriter "Kapsamlı Sermaye Gereksinimi" olmuştur. AHP uygulaması sonuçlarının grafik ile gösterilmesi Şekil 3'teki gibi oluşturulmuş olup kriterlerin ağırlıklarını göstermektedir.

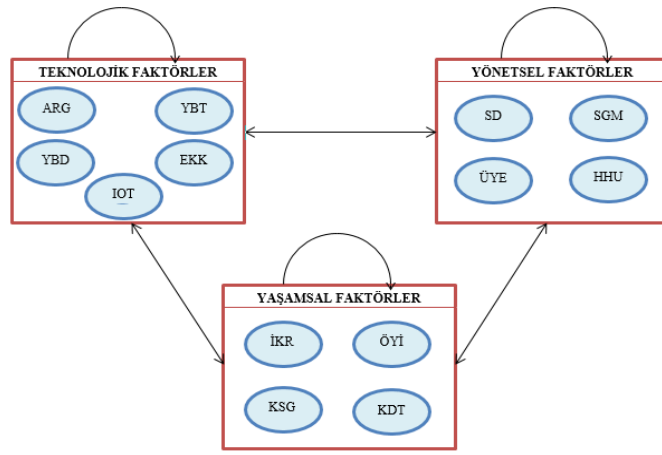


Şekil 3. Kriter ağırlıklarının grafik ile gösterimi (İş kesintisi riski (İKR); Kapsamlı sermaye gereksinimi (KSG); Özel ve yetenekli işgücü gereklilik (ÖYİ); Yetersiz bilgi teknolojisi altyapısı (YBT); Klinik bilgi değişimi için tek tip olmayan düzenlemeler (KDT); Harici veri kullanımı ilgili hukuki uygulamalar (HHU); Siber güvenlik ve mahremiyet sorunları (SGM); Yetersiz bakım desteği sistemi (YBD); Siyasi destek (SD); AR-GE kümelerinin yokluğu (ARG); Dijital strateji eksikliği ve kaynak kıtlığı (EKK); Üst yönetim eksikliği (ÜYE); IoT kullanımı hakkında kavrama (IOT))

Problemin AAS Yöntemi ile Çözüm

Konuya hâkim sağlık kuruluşunda çalışan iki kişi ve bir akademisyenden oluşan uzman kişilerin görüşleri ve literatür çalışmaları dikkate alınarak kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar ÇKKV yöntemlerinden AAS yönteminde kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Super Decision (2009) paket programından yararlanılmıştır. Kriterler arasında ilişkiler ve etkileşimler Şekil 4'te gösterilmektedir.

Sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki engellerin AHP ve AAS yöntemleri ile değerlendirilmesine yönelik ağ yapısına göre birbirleriyle alakaları göz önüne alınarak ölçütlü ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve elde edilen ağırlıklar Tablo 4'te gösterilmektedir.



Şekil 4. Kriterler ve alt kriterler arası ağ yapısı (İş kesintisi riski (İKR); Kapsamlı sermaye gereksinimi (KSG); Özel ve yetenekli işgücü gereklilik (ÖYİ); Yetersiz bilgi teknolojisi altyapı (YBT); Klinik bilgi değişimi için tek tip olmayan düzenlemeler (KDT); Harici veri kullanımı İlgili hukuki uygulamalar (HHU); Siber güvenlik ve mahremiyet sorunları (SGM); Yetersiz bakım desteği sistemi (YBD); Siyasi destek (SD); AR-GE Kümelerinin Yokluğu (ARG); Dijital strateji eksikliği ve kaynak kıtlığı (EKK); Üst yönetim eksikliği (ÜYE); IoT kullanımı hakkında kavrama (IOT))

Tablo 4. AAS yöntemi ile kriter ağırlıklarının bulunması

Kriterler	Kriter Ağırlıkları
KSG	0,53124
ÜYE	0,50059
IOT	0,31023
SGM	0,25079
İKR	0,24007
YBT	0,20598
ÖYİ	0,19157
YBD	0,17135
ARG	0,16353
EKK	0,14891
KSG	0,12445
SD	0,09352
KDT	0,06777

Sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki engeller AAS yöntemiyle incelendiğinde ilk olarak 3 başlık altında ele alınmıştır. Bu başlıklar kriterlerin arasındaki ilişkilere göre belirlenmiştir. Başlıklar; yaşamsal faktörler, teknolojik faktörler ve yönetimsel faktörlerdir. Bu kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapıldığında, sağlık 4.0'ın benimsenmemesine neden olan faktörler değerlendirilmiştir.

Sağlık 4.0 uygulaması başlangıçta kuruluşlarda uygun altyapıyı geliştirmek ve sürdürmek için kapsamlı bir yatırım gerektirir. Bu duruma gerek sağlık kuruluşları gerekse kişiler, yatırımın büyük olması nedeniyle ön yargı ile yaklaşmaktadırlar. Ayrıca üst yönetimde bulunan kişiler de bu durum karşısında zorluk yaşayacağını düşünebilmektedir. Çünkü yenilik ve gelişmeler karşısında maliyetler artacaktır.

Sağlık kuruluşları için büyük ekonomik kazanç sağlayan önemli dayanaklarından biri de IoT' tur. IoT, çevredeki olayların kontrol edilmesini ve takip edilerek çözümlenmesini sağlayan yazılımsal ve donanımsal hizmetleri kapsayan bir iletişim ağıdır. IoT ile sağlık hizmetleri; son teknolojik hizmete ulaşılabilen ve hastaların bireysel olarak takip edilebilmesi gibi kişiye özel tedavi süreçleri geliştirilebilmektedir. IoT potansiyelinin etkisi ile beraber sağlık kuruluşlarında birçok kolaylık sağlanmaktadır. IoT kullanmak için gelişmiş bilgi teknoloji altyapısı gereklidir. Fakat günümüzde hala yeterli alt yapıya ve IoT hakkında yeterli bilgiye sahip olmayan yerler de mevcuttur.

Sağlık sektöründe sürekli araştırma ve geliştirme çalışmaları gerekmektedir. Sağlık tüm dünyada en önemli ve öncelikli AR-GE odağıdır. Doktorlar ortaya çıkan en son teknikler ve cerrahi müdahaleler ile iyi bir şekilde teşhis koymalıdır. Bunun için sağlık hizmetlerinin verilmesi sırasında çeşitli yöntemler ile teknolojik envanterlerin hızlı elde edilmesi gerekmektedir. Sağlık hizmetlerinin üretimi ve arzı mali açıdan düşünüldüğünde dijital strateji eksikliği ve kaynak kıtlığının olduğu görülmektedir. Bu da sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki nedenlerden biridir.

Ayrıca, Hükümet ulusal düzeyde tek tip standartlar belirleyerek sağlık 4.0'ın benimsenmesine destek olabilir. Bu durum klinik bilgi değişimi için tek tip olmayan düzenlemelerini de beraberinde getirmektedir. Klinik hizmetlerin kabulüne ilişkin süreç dijital sağlık hizmetlerine devam etmeden önce gözden geçirilerek kontrol edilmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir. Sağlık 4.0'ın getirdiği uygulama ile işleyiş değişeceğinden, bakım periyodu ve sistemi de değişecektir. Bunun için ise periyodik ve düzenli bakım yapılmasına ihtiyaç duyan kapsamlı bilgi teknolojisi altyapısını gerekmektedir.

Sağlık 4.0'ın başarılı bir şekilde uygulanması için uzmanlık eğitimi ve otomatik akıllı kullanım için kalifiye sağlık işgücü gerekmektedir.

SONUÇ

Kişilerin sağlığının teknolojik gelişmelerle desteklenerek her ortam da takip edilmesinin sağlanması "Sağlık 4.0" tanımını kapsamaktadır. Sağlık 4.0, sağlık sektöründe önemli bir ayrıcalıktır ve sektöre yeni bir bakış açısı sağlama potansiyeline sahiptir. Sağlık 4.0 teknolojileri dönüştürme yeteneğine sahip odaklanmış bir sistemden oluşur. İleri teknolojilerin en üst düzeyde elde edilmesi için kaynakların optimum şekilde kullanılması için doğru planlamalar yapılması gerekmektedir. Bu araştırmada belirlenen engellerin aşılması sağlık sektörüne büyük fayda sağlayacaktır.

ÇKKV başlığı altında çözüme ulaştırılan birçok karar verme problemi bulunmaktadır. Bu problemler için birçok çözüm tekniği bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda sağlık 4.0'ın günümüze kadar nasıl geldiği literatür çalışmalarıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Türkiye'de sağlık 4.0'ın gelişimine katkıda bulunacak çalışmaların azlığı görülmektedir. Bununla ilgili daha çok araştırma ve çalışmalar yapılarak sağlık sektörüne katkıda bulunulması gerekmektedir. İncelenen çalışmada bu tekniklerden AHP ve AAS yöntemleri ile incelenip, karşılaştırılmıştır Her iki yöntemde de en etkin kriter "KSG" olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada Sağlık 4.0'ın benimsenmesinin önündeki engeller ele alınmıştır. İlerleyen çalışmalarda kriterlerin kapsamı genişletilebilir ve farklı analitik yöntemler kullanılabilir. Ayrıca sağlık kuruluşları, engellerle başa çıkmak için stratejiler geliştirebilir. Sağlık sisteminde sağlık 4.0'a geçişin kolaylaştırılabilir olması sağlanmalıdır. Önümüzdeki süreçte farklı bakış açıları geliştirilerek araştırmalar inovasyona doğru yönlendirilmelidir. Sağlık 4.0 yenilikleri ile hastanelerde yaşanabilen tıbbi dokümanlara ulaşmadaki gecikmeler veya engellere de hızlıca çözüm getirilebilmektedir. Bulut sistemi üzerinde kayıtlı olan bilgilere hastalar hastaneye gelmeden rahatlıkla ulaşabilecek ve aynı zamanda tedavi süreci ile ilgili doktordan bilgi alabilecektir. Kişisel verilerin korunması ve güvenliği üzerine bu bilgilerin sadece hasta ve doktor arasında özel olarak kalabilmesi de mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Abbaspour, A, Saremi, M, Alibabaei, A, ve Moghanlu, PS. (2020). Determining the optimal human reliability analysis (HRA) method in healthcare systems using fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS. *Journal of Patient Safety and Risk Management*, 2020. <https://doi.org/10.1177/2516043519900431>

Ajmera, P, ve Vineet J. (2019). Modelling the barriers of health 4.0–the fourth healthcare industrial revolution in India by TISM. *Operations Management Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12063-019-00143-x>

Anonim, (2015). Digital Uv Sensor Suits Up for Wearable and Iot Applications. *Sensors*, 12-12.

Arık, M.M. (2014). *Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci metotları kullanılarak bir termal kamerada optik seçimi*. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Ayan, E, Cihan, Ş, Eren, T, Topal, T, ve Yıldırım, EK, (2016). Ahp ve Topsis yöntemleri ile ekokardiografi cihazı seçimi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 4, 1, 41-49.

Decision. S. (2009). Super Decisions Software for Decision-Making V. 2.0. 8.

Eren, T, ve Gür, Ş, (2018). Ameliyathanelerin performanslarına etki eden faktörlerin bulanık AHP ile değerlendirmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3, 3, 197-204.

Felisberto, F, Fdez-Riverola, F, ve Pereira, A, (2014). A ubiquitous and low-cost solution for movement monitoring and accident detection based on sensor fusion. *Sensors*, 14, 8961–8983. <https://doi.org/10.3390/s140508961>

Gündoğdu, FK, ve Kahraman, C. (2020). A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. *Soft Computing*, 24, 6, 4607-4621. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04222-w>

Göktürk, M., (2018) Sağlıkta 4.0 bizi nereye götürüyor? <Http://Www.Sdplatform.Com/Dergi/1087/Saglikta-40-Bizi-Nereye-Goturuyor.AspX>

Hamurcu M, ve Eren T, (2018). Sürdürülebilir kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi. *Nwsa Engineering Science*, 13, 3, 201-216.

Hossain, MS, ve Muhammad, G, (2016). Cloud-assisted industrial Internet of Things (Iot) enabled framework for health monitoring. *Computer Networks*, 101(4), 192-202. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2016.01.009>

Kesayak, B. (t.y). Sağlık 4.0: Sağlıkta Dijital Dönüşüm <https://Www.Endustri40.Com/Saglikta-Dijital-Donusum-Saglik-4-0/>

Kılıç, T. (2016). *E-Sağlık ve Teletıp*, Az Yayınları.

Magaña-Espinoza, P, Aquino-Santos, R, Cárdenas-Benítez, N, Aguilar-Velasco, J, Buenrostro-Segura, C, Edwards-Block, A, ve Medina-Cass, (2014). A WiSPH: A wireless sensor network-based home care monitoring system. *Sensors*, 14(4), 7096-7119. <https://doi.org/10.3390/s140407096>

Mccreery, DB, ve Han, M. (2014). *Microelectrode array for chronic deep-brain microstimulation for recording*. U.S. Patent No. 8,831,739. 9 Sep. 2014.

Özcan, EC, Ünlüsoy S, ve Eren, T, (2017). A combined goal programming - AHP approach supported with TOPSIS for maintenance strategy selection in hydroelectric power plants. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 78, 1410-1423. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.039>

Özder, EH, Özcan, EC, ve Eren, T, (2019). Staff tasks-based shift scheduling problem solution with ANP and goal programming method in a natural gas combined cycle power plant. *Mathematics*, 7(2), 192. <https://doi.org/10.3390/math7020192>

Ramesh, MV, Shanmughan, A, ve Prabha, R, (2014). Context aware ad hoc network for mitigation of crowd disasters. *Ad Hoc Netw*, 18, 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2013.02.006>

Rüßmann, M, Lorenz, M, Gerbert, P, Waldner, M, Justus, J, Engel, P, ve Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 54-89.

Saaty, T. L. (1980). *The analytical hierarchy process, planning, priority. Resource Allocation. Rws Publications, Usa.*

Sayar, M, ve Güneş M. (2015). *Akıllı iş süreç yönetimi (Ibpm) ve sağlık sektöründe bir uygulama.* 15th Production Research Symposium, Izmir, 14-16 October, 2015, Proceedings: 561-570.

Sayar, M. ve Yüksel, H. (2018). Endüstri 4.0 ve Türkiye kamu sektöründe endüstri 4.0 dönüşümü. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*, 83-98.

Sevinç, A, Gür, Ş, ve Eren, T, (2018). Analysis of the difficulties of Smes in industry 4.0 applications by analytical hierarchy process and analytical network process. *Processes*, 6(12), 264. <https://doi.org/10.3390/pr6120264>

Soylu, A. (2018). Endüstri 4.0 ve girişimcilikte yeni yaklaşımlar. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32, 43-57. <https://doi.org/10.30794/pausbed.424955>

Taş, M, Özlemiş, ŞN, Hamurcu, M, ve Eren, T, (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 3(1), 64-89.

Toygar, ŞA. (2018). E-Sağlık uygulamaları. *Yasama Dergisi*, 37, 102.

Toğrul, B, (2015). *Nesnelerin interneti ile kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu: yeni bir model önerisi.* Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

Ulaş, S. (2015). *Nesnelerin interneti ekosisteminde makineler arası özerk iletişim.* Gazi Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Uslu, B, Gür, Ş, Eren, T, (2019). Endüstri 4.0 Uygulaması için en iyi strateji seçiminin AAS ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi- B Teorik Bilimler*, 7(1), 13-38. <https://doi.org/10.20290/aubtdb.440473>

Yanık, S, ve Işıklı, E. (2019). *An Anp approach for prioritizing the agile project management criteria in industry 4.0 transition.* In Agile Approaches for Successfully Managing and Executing Projects in The Fourth Industrial Revolution (Pp. 165-187). Igi Global. DOI: 10.4018/978-1-5225-7865-9.ch009

Yang, G, Xie, L, Mäntysalo, M, Zhou, X, Pang, Z, Da Xu, L, ... ve Zheng, L R. (2014). A Health-Iot platform based on the integration of intelligent packaging, unobtrusive bio-sensor, and intelligent medicine box. *Ieee Transactions On Industrial Informatics*, 2180-2191. DOI: 10.1109/TII.2014.2307795

Yucelgazi, F, ve Yitmen, İ. (2019). An ANP model for risk assessment in large-scale transport infrastructure projects. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(5), 4257-4275. <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3314-z>

Zhou, S, ve Yang, P. (2020). Risk management in distributed wind energy implementing analytic hierarchy process. *Renewable Energy*, 150, 616-623. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.125>