

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Uluslararası Telekomünikasyon Sektörünün Etkinliğinin Araştırılması

Doktora Tezi

Fatma DEMİR ERKUL

ANKARA 2024

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Uluslararası Telekomünikasyon Sektörünün Etkinliğinin Araştırılması

Doktora Tezi

Fatma DEMİR ERKUL

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

Ankara-2024

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

Uluslararası Telekomünikasyon Sektörünün Etkinliğinin Araştırılması

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ

TEZ JÜRİSİ ÜYELERİ:

Adı ve Soyadı

İmzası:

1. Prof. Dr. Kadir GÜRDAL
2. Prof. Dr. Güray KÜÇÜKKOÇAOĞLU
3. Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ
4. Doç. Dr. Mustafa DOĞAN
5. Doç. Dr. Ayşe YILDIZ

Tez Savunması Tarihi

09/01/2024

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Prof. Dr. Fazıl GÖKGÖZ danışmanlığında hazırladığım “Uluslararası Telekomünikasyon Sektörünün Etkinliğinin Araştırılması (Ankara.2024) ” adlı doktora tezimdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Fatma DEMİR-ERKUL

19.01.2024

ÖNSÖZ

Telekomünikasyon sektörü her geçen gün yeni gelişmelerle birlikte hayatımızdaki yerini artırmaktadır. Özellikle dünyada özelleştirme ve serbestleştirmeden sonra sektördeki gelişmeler oldukça hızlı yol almıştır. Sabit hattın, mobil hata yakınsaması derken internetin mobile entegre olması iletişim kanallarının alternatif yollarını artırmıştır. Sadece bireysel olarak değil başka sektörlerin de telekomünikasyon alanına olan talebinin artması beraberinde bazı sorunları da getirmektedir.

Sektörlerin kaynak kullanımında önemli yararlar sağlayan telekomünikasyon sektörü; bu talebi karşılamak için yatırımlar, Ar&Ge çalışmaları vb. faaliyetlerde bulunmasının yanı sıra enerji tüketimi, kaynakların kullanımı ve çıktısını (CO₂ emisyonu gibi) azaltıcı önlemler de alması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Bu bağlamda özelleştirme ve serbestleştirmeden sonra telekomünikasyon sektöründeki hızlı gelişmeler sektörün mobil ağ operatörlerinin etkinliklerinin önemini artırmıştır. Her işletmenin önceliği faaliyetine devam edebilmek ve günümüz kaynaklarının da sınırlılığı açısından sürdürülebilir bir yaşam sağlamaktır. Bu doğrultuda uluslararası faaliyet gösteren mobil ağ operatörlerinin çevre, inovasyon ve finansal etkinliği Veri Zarflama Analiz (VZA) yöntemlerinden biri olan süper aylak tabanlı model ile analiz edilmiştir. Tezin telekomünikasyon sektöründe enerji değişkeni ve çıktısını kapsaması ile etkinlik ölçümünün yapılması literatüre yapılan yeni bir katkı olduğu düşünülmektedir.

Tez hazırlama sürecinde, öncelikle tez danışmanın Prof. Dr. Fazıl Gökgöz'e yoğun bir çalışma temposu içerisinde olmasına rağmen anlayışı ve tez aşamasında bulunduğu katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez çalışma sürecinde sevgili eşim Ercem Erkul'a her zaman yanımda olarak desteğini esirgemediği için çok teşekkür ederim. Ayrıca doktora dönemimde bana hep güvenen ve

bu süreci başarılı bir şekilde tamamlayacağıma inanan rahmetli annemi de özlemle anıyorum.

Bu çalışma süresince her zaman maddi ve manevi yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen aileme de çok teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1 TELEKOMÜNİKASYON ALANINA İLİŞKİN LİTERATÜR.....	6
1.1. Telekomünikasyon Sektörünün Tarihsel Gelişimi	6
1.2. Rekabetin Telekomünikasyon Sektörüne Etkisi	8
1.3. Teknolojinin Telekomünikasyon Sektörüne Katkısı	10
1.4. Sürdürülebilirlik ve Telekomünikasyon Sektörü	13
BÖLÜM 2 SÜRDÜRÜLEBİLİR TELEKOMÜNİKASYON: YENİLİK VE ÇEVRE ETKİNLİK	17
2.1. Telekomünikasyonda Çevre ve Yenilik Nedir?	17
2.2. Telekomünikasyon Sektöründeki Çevre ve İnovasyon Etkinliğinin Önemi.....	20
2.3. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve Yenilik Literatür Çalışmaları	23
BÖLÜM 3 TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNÜN FİNANSAL PERFORMANSI	31
3.1. Telekomünikasyon Sektörünün Finansal Değişkenleri	31
3.1.1. Telekomünikasyon Sektöründe Etkinlik Üzerine Yapılan Literatür Çalışması	31
BÖLÜM 4 VERİ ZARFLAMA ANALİZİNE İLİŞKİN LİTERATÜR	42
4.1. Veri Zarflama Yöntemleri.....	46
4.1.1. Süper Aylak Tabanlı (SBM) Etkinlik Modeli	47
BÖLÜM 5 TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNÜN ETKİNLİK ANALİZİ	49
5.1. Amaç.....	49
5.2. Yöntem	51
5.3. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi	52
5.4. Veri Seti Hakkında Bilgiler.....	53
5.4.1. Çevre Modeli	54
5.4.2. İnovasyon Modeli	55
5.4.3. Telekomünikasyon Sektörüne İlişkin Finansal Modeller	55
5.5. Etkinlik Analiz Sonuçları	56
5.5.1. Çevre Modeli Etkinlik Analiz Sonuçları	56
5.5.2. İnovasyon Modeli Etkinlik Analiz Sonuçları	61
5.5.3. Finansal Model Etkinlik Sonuçları	66

BÖLÜM 6 SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	75
6.1.Bulguların Özeti	75
6.2. Değerlendirme	84
KAYNAKÇA.....	87
ÖZET	96
ABSTRACT	97



KISALTMALAR

3G: 3. Nesil

5G: 5. Nesil

6G: 6. Nesil

A&P: Andersan & Petersen Süper Etkinlik

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AI/ML: Yapay Zeka / Makine Öğrenimi

APEC: Asya Pasifik Ekonomik İş birliği

Ar&Ge: Araştırma ve Geliştirme

BEREC: Bilgi ve İletişim Teknolojileri Regülatörleri Avrupa Konseyi (Body of European Regulators for Electronic)

BİT: Bilişim ve İletişim Teknolojileri

BRICS: Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti

BT: Bt Group

BTK: Bilişim Teknolojileri Kurumu

BTK: Bilişim Teknolojileri Kurumu

Charter: Charter Communications

China Unicom: China Telecom Corporation

DE: Deutsche Telekom

EC: Avrupa Komisyonu (European Commission)

ESG: Çevresel, Sosyal, Yönetişim (Environmental, Social, Governance)

ETSI: Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü

FAVÖK: Faiz, Amortisman ve Vergi Öncesi Kârlılık

FBWM: En İyi En Kötü Bulanık Model

FVÖK: Faiz ve Vergi Öncesi Kâr

G8: Sekizler Grubu (Kanada, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Rusya, Birleşik Krallık ve ABD)

GFCF: Gayrisafi Sabit Sermaye Oluşumu

GPRS: Mevcut 2G cep telefonu şebekesi üzerinden paket anahtarlama olarak veri iletimi sağlayan teknoloji

GSYİH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

HBK: Hisse Başına Kar

IoT: Nesnelerin İnterneti

ITU: Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)

KVB: Karar Verme Birimi

MTFPI: Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi

NTT: Nippon Telegraph & Telephone

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü

OTT: Sistem Üstü Hizmetler (over to top=OTT)

Rogers: Rogers Communications

SBM: Aylak Tabanlı Ölçüm (Slack Based Measure)

SSBM: Süper Aylak Tabanlı Ölçüm (Super Slack Based Measure)

Verizon: Verizon Communications

Vodafone: Vodafone Group

VZA: Veri Zarflama Analizi



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar.....	28
Tablo 2. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar devamı	29
Tablo 3. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar devamı	30
Tablo 4. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür	32
Tablo 5. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür devam.....	33
Tablo 6. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür devam.....	34
Tablo 7. Çevre Model değişkenleri	54
Tablo 8. İnovasyon model değişkenleri	55
Tablo 9. Finansal model1 değişkenleri	55
Tablo 10. Finansal model 2 değişkenleri	56
Tablo 11. 2020 yılına ait çevre modeli ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	56
Tablo 12. 2020 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	57
Tablo 13. 2021 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	58
Tablo 14. 2021 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	59
Tablo 15. 2019 yılına ait Ar&Ge modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri	61
Tablo 16. 2019 yılına ait Ar&Ge modeline ilişkin süper etkinlik SBM iyileştirme oranları (%).....	61
Tablo 17. 2020 yılına ait Ar&Ge Modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri.....	62
Tablo 18. 2020 yılına ait Ar&Ge Modeline ilişkin süper etkinlik SBM iyileştirme oranları (%).....	63
Tablo 19. İnovasyon modeli değişkenleri	63
Tablo 20. 2019 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri	64
Tablo 21. 2019 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper etkinlik SBM İyileştirme oranları (%).....	64
Tablo 22. 2020 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri	65
Tablo 23. 2020 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper etkinlik SBM İyileştirme oranları (%).....	65
Tablo 24. Finansal Model1 değişkenleri	66
Tablo 25. 2020 yılına ait Finansal Model 1'e ilişkin Süper SBM Etkinlik Sonuçları ...	66
Tablo 26. 2020 yılına ait Finansal Model1'e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	67
Tablo 27. 2021 yılına ait Finansal Model1'e ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	68
Tablo 28. 2021 yılına ait Finansal Model1'e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	70
Tablo 29. Finansal Model2 Değişkenleri	71
Tablo 30. 2020 yılına ait Finansal Model 2'e ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	71
Tablo 31. 2020 yılına ait Finansal Model 2'ye ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	72
Tablo 32. 2021 yılına ait Finansal Model 2'ye ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları ...	73
Tablo 33. 2021 yılına ait Finansal Model2'e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%).....	74
Tablo 34. 2020-2021 yıllarına ait Finansal 1 modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	75

Tablo 35. 2020-2021 yıllarına ait Finansal 2 modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	76
Tablo 36. 2020-2021 yıllarına ait Çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları	79
Tablo 37. 2019 yılına ilişkin Ar&Ge ile İnovasyon değerlerinin karşılaştırılması	82
Tablo 38. 2020 yılına ilişkin Ar&Ge ile İnovasyon değerlerinin karşılaştırılması	83



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Finansal Model 2020-2021 Ortalama Etkinlik Değerleri.....	77
Şekil 2. Yıllar İtibari ile Operatörlerin Elde Etmiş Olduğu Patent Sayısı.....	78
Şekil 3. 2020 ve 2021 yıllarına ait Çevre Modeli'ne ilişkin ortalama etkinlik değerleri	80
Şekil 4. 22 operatörün ortalama CO ₂ emisyonunu ve enerji tüketimi.....	81
Şekil 5. Ar&Ge ve İnovasyon modellerinin ortalama etkinlik değerlerinin karşılaştırılması	83



GİRİŞ

Telekomünikasyon, tarih boyunca insanların iletişim kurma yöntemlerini çeşitlendiren önemli bir alandır. Ateş ile başlayan bu yolculuk zamanla telgraf, telefon, televizyon gibi iletişim araçları ile devam etmiştir. Ancak dünyadaki telekomünikasyon sektörü son yıllarda büyük bir dönüşüm geçirerek iletişim, bilgi paylaşımı ve teknolojik gelişmelerin merkezinde yer almaya başlamıştır. Bu dönüşüm dijital teknolojilerin yükselişi ile başlamıştır. Bu bağlamda, telekomünikasyon sektörü tarih boyunca iletişimdeki devrimi tetiklemiş ve iletişim araçlarını sürekli olarak dönüştürmüştür. Ancak son yıllarda, dijital teknolojilerin yükselişi ile bu değişim daha da hız kazanmıştır. İnternetin küresel iletişim ağı haline gelmesi, telekomünikasyon sektörünün de en güçlü aracı haline gelmiştir.

Özellikle mobil telekomünikasyon alanı dünya genelinde milyarlarca insanın eğitimden e-ticarete, sosyal medyadan video konferanslarına kadar birçok alanda cep telefonları ve akıllı cihazlar sayesinde her an her yerden iletişim kurmasına olanak sağlamaktadır. Zamanla internetin her alanda yaygınlaşması, dijital ekonominin büyümesini desteklerken rekabet koşullarını da değiştirmiştir. Mevcut bu gelişmeler telekomünikasyon sektöründeki rekabetin artmasına yol açarak mobil operatörlerin de etkinliklerini gözden geçirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Öncelikle rekabet, bu sektörün temel bir özelliğidir. Mobil operatörler; müşteri memnuniyetini artırmak, yeni müşteriler kazanmak ve pazar paylarını korumak için yoğun bir rekabetin içindedir. Bu rekabet, operatörlerin hizmet kalitesini artırmalarını ve maliyetleri düşürmelerini gerektirdiği gibi yeni teknolojilere, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine ve organizasyonlarının devamlılığına ilişkin yatırım yapmaları gerekliliğini de ortaya çıkarmıştır. Bu noktada finansal performans, operatörlerin sürdürülebilir

rekabet avantajı sağlama yeteneğini belirleyen önemli bir faktördür. Ancak rekabet, mobil operatörlerin karşılaştığı tek zorluk değildir.

Telekomünikasyon sektörü, dünya genelinde sürekli olarak büyüyerek teknolojik gelişmelerle birlikte daha fazla veri iletişimi ve erişim ihtiyacını karşılamaya başlamıştır. Bu artan talep, telekomünikasyon altyapısının sürekli olarak çalışmasını gerektirmektedir. Ancak bu durum, enerji tüketimini de artırmaktadır. Veri merkezleri, mobil baz istasyonları ve iletişim ağları gibi telekomünikasyon altyapısı bileşenleri, büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada sürdürülebilirlik, sektörün geleceği için kritik bir odak noktası haline gelmektedir. Enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları gibi çevresel faktörlerle yakından ilişkilendirilen sektör operatörleri, enerji verimliliğini artırma ve çevre dostu uygulamaları benimseme konularında önemli adımlar atmaya başlamışlardır. Bu adımlar, enerji tüketimini azaltmaya ve çevresel etkileri minimize etmeye yardımcı olurken aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamaktadır.

Mobil telekomünikasyon, sürdürülebilirlik çabalarının yanı sıra yakınsama (convergence) kavramı ile de önemli bir bağlantıya sahiptir. Yakınsama; telekomünikasyonun enerji, inovasyon ve dijital ekonomi gibi farklı sektörlerle kesiştiği bir alandır ve bu kesişim, çeşitli yeni fırsatların kapısını aralamaktadır. Özellikle akıllı şehirlerin gelişimi, nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları gibi alanlarda telekomünikasyon sektörü yakınsama sayesinde büyük rol oynamaktadır (IoT, cihazların birbirleriyle iletişim kurduğu ve verilerin büyük miktarda aktığı bir alanı temsil etmektedir). Mobil telekomünikasyon altyapısı, bu cihazlar arasındaki iletişimi sağlama ve verileri aktarma görevini üstlenirken, enerji etkinliği ve sürdürülebilirlik konularında da önemli bir role sahiptir.

Diğer taraftan patent ve inovasyonlar, mobil telekomünikasyon sektörünün geleceğini şekillendiren diğer kritik unsurlardır. Hızla değişen teknolojiye ayak uydurmak

ve rekabet avantajını sürdürebilmek için mobil operatörlerin, sürekli olarak inovasyon teknolojilerine yatırım yapmaları kaçınılmazdır. Aynı zamanda mobil telekomünikasyon sektöründeki teknolojik inovasyonların çıktısı olan patent, mobil ağ operatörleri tarafından bir tehdit unsuru olarak görülmektedir. Mobil ağ operatörlerinin, söz konusu patent tehditleriyle başa çıkabilmeleri için bir strateji geliştirmeleri gerekmektedir. İnovasyon ve patentler, yeni ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesi, sektörde teknolojik öncü olma ve pazarda rekabet edebilirlik açısından telekomünikasyon sektöründe hayati öneme sahiptir.

Telekomünikasyon sektörü, geleceğe yönelik olarak 5G/6G teknolojisi, IoT, Yapay Zeka ve Bulut Bilişim gibi yeni trendlere odaklanarak hazırlıklarını sürdürmektedir. Bu yeni teknolojiler sektörün daha hızlı, güvenilir ve ölçeklenebilir iletişim çözümleri sunmasına olanak tanımaktadır. Ancak telekomünikasyon sektörü, sadece iletişimdeki hızlı gelişmelerle değil aynı zamanda küresel ekonomiyi, sosyal etkileşimi ve teknolojik inovasyonu da şekillendiren önemli bir role sahiptir.

Telekomünikasyon sektörü, günümüz dünyasının ayrılmaz bir parçası haline gelmiş, iletişimdeki devrimin öncüsüdür. Ancak bu sektörün etkinliği sadece iletişimdeki hızlı gelişmelerle sınırlı değildir. Aynı zamanda sektör; küresel ekonomiyi, sosyal etkileşimi ve teknolojik inovasyonu da şekillendiren önemli alanlardan biridir. Diğer taraftan telekomünikasyon, bir dizi kritik konu (güvenlik, çevre vb.) etrafında yoğunlaşmıştır ve bu konular sektörün geleceğini belirlemektedir. Bu bağlamda, telekomünikasyon sektörünün geleceği, daha sürdürülebilir ve verimli bir şekilde iletişim sağlama yeteneği ile belirlenecektir. Enerji sürdürülebilirliği ve çevresel faktörler göz önüne alındığında, telekomünikasyon sektörünün, küresel toplumun daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru adım atmasına yardımcı olduğunu söylemek mümkündür.

Telekomünikasyon alanında yapılan çalışmalar teknolojik gelişmeler ile birlikte oldukça çeşitlenmiştir. Sektörün kapsamının genişlemesi ve derinleşmesi, sektörün hem

mikro hem de makro açıdan geniş bir yelpazede çalışma alanı sunmuştur. Bu doğrultuda mikro düzeyde yapılan çalışmalar, bir ülkenin veya bölgenin telekomünikasyon operatörlerinin performansını ayrıntılı bir şekilde incelemek için uygun bir yol olabilir. Bu tür çalışmalar bir operatörün pazar payı, müşteri memnuniyeti, gelir artışı, teknolojik yenilikler gibi spesifik konuları ele alabilir. Operatörler arasındaki rekabeti anlamak ve operatörlerin stratejilerini değerlendirmek için bu tür mikro çalışmalar çok değerlidir. Diğer taraftan, makro düzeydeki çalışmalar ise farklı ülkelerin telekomünikasyon sektörlerini karşılaştırmak ve sektörün küresel dinamiklerini anlamak için sektörel açıdan önemlidir. Bu tür çalışmalar bir ülkenin telekomünikasyon politikalarının etkilerini, küresel trendleri ve sektörün genel etkinliğini değerlendirebilir.

Bu gözlem ve analiz yöntemlerinin kullanılması, telekomünikasyon sektörünün gelişimini daha iyi anlamamıza ve sektördeki operatörlerin performanslarını iyileştirmeye yönelik stratejiler geliştirmemize yardımcı olabilir. Ayrıca hem mikro hem de makro düzeydeki çalışmaların bir araya gelerek sektörün daha geniş bir resmini oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Böylelikle telekomünikasyon sektörüne ilişkin yapılan etkinlik çalışmaları üzerinde durulmuştur. Yapılan literatür çalışması sonucunda parametrik olmayan yöntemlerden biri olan Veri Zarflama Analizi kullanılmasına karar verilmiştir.

Araştırmanızın konusu oldukça önemli ve güncel bir alana odaklanmaktadır. Telekomünikasyon sektöründeki mobil operatörlerin rekabet koşullarındaki değişim ve bu operatörlerin sürdürülebilir bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için gerekli stratejileri belirlemektir.

Bu çalışmada, mobil operatörlerin sürdürülebilirliğini artırmak ve müşteri memnuniyetini yükseltmek amacıyla nasıl yenilikçi yaklaşımlar benimseyebileceklerini değerlendirecek ve telekomünikasyon sektöründeki mobil operatörlerin faaliyet

alanındaki rekabette yok olmamaları için nasıl etkin olarak hayatlarına devam etmeleri gerektiği üzerinde durulacaktır. Son yıllarda mobil internetin hızla gelişmesiyle birlikte, temel destek olarak yeni nesil mobil iletişim ağı yaygın bir ilgi görmüştür. Yeni nesil ağların sinyal gücünün yükseltilmesi sürecinde telekom operatörlerinin, yeni nesil ağların konuşlandırılması ve yeni hizmetlerin etkin bir şekilde düzenlenmesi için kilit faktörlerden biri olan ağ yatırım performansını kavramaları gerekmektedir (Du vd., 2019).

Sonuç olarak çalışmamızın amacı, gelişen ve yeniliğe açık olan telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren mobil ağ operatörlerinin etkinlik analizinin yapılması ve bu etkinlik analizinin sonuçları doğrultusunda önerilerde bulunulmasıdır. Bu doğrultuda mobil ağ operatörleri finansal, çevresel ve inovasyon tabanlı modeller çerçevesinde değerlendirilmiştir. Literatürde aynı anda bu üç temelde mobil ağ operatörlerinin etkinliklerinin değerlendirilmemiş olması araştırmamızın önemini ortaya çıkarmaktadır.

BÖLÜM 1

TELEKOMÜNİKASYON ALANINA İLİŞKİN LİTERATÜR

1.1. Telekomünikasyon Sektörünün Tarihsel Gelişimi

Graham Bell'in 1876 yılında telefonu icat etmesi ile insanlık, iletişimde yeni bir döneme geçmiştir. Akabinde gelişen teknolojik gelişmelerle birlikte ortak iletişim araçları gelişmiştir. Telekomünikasyon sektörü hem ülkeler olarak hem de operatörler bazında sürekli gelişme göstermekte olup dünya ekonomisine katkısı her geçen gün artış göstermektedir. Sektörde cep telefonların kullanıma girmesi, serbestleştirmelerin olması ve yatırımcıların artması sektörün değişmesini ve gelişmesini sağlamıştır. Bununla birlikte telekom şirketlerinin de kaynaklarını daha etkin kullanma ve karlılıklarını artırma çabaları içerisinde girdiği 1980'li yıllarda, dünya genelinde özelleştirme ve serbestleştirme hareketleri başlamıştır.

Telekomünikasyon sektörü, serbestleştirilmesinden sonra köklü değişiklikler yaşamıştır (Torres ve Bachiller 2013). Ülkelerin çoğunda başlayan özelleştirmelerin, telekomünikasyon sektöründeki rekabetin yönünü belirlemede kritik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. 1980'li yılların ortalarında başlayan özelleştirmelerin başını İngiltere, ABD ve Japonya gibi yüksek gelir düzeyine sahip olan ülkeler çekmiştir. 10 yıl süren bu değişim süreci devamında Avrupa, Kuzey ve Latin Amerika, Doğu Asya ve Pasifik ülkelerini de etkilemiş ve özelleştirme dalgasına kısmen ya da tamamen girmiştir (BTK,2003). Bununla birlikte, özelleştirmelerin hızı ve oranı Avrupa genelinde çok farklı olmuştur; İspanya ve Danimarka gibi ülkeler özelleştirme sürecini birkaç yıl içinde tamamlamış; İngiltere, İtalya ve Hollanda gibi ülkelerin tamamen özelleştirilmiş bir sektöre ulaşması yaklaşık on yıl sürmüştür; öte yandan Almanya, Fransa, İsveç, Finlandiya, Belçika, Avusturya, Norveç ve İsviçre gibi diğer ülkelerdeki hükümetlerin ise

özelleştirmeyi kısmen yaptığı ve eski yerleşik şirketlerde hala önemli hisselerinin bulunduğu bilinmektedir (Castelnovo vd., 2019).

Böylelikle 1990'ların başında cep telefonlarının kullanılmaya başlanmasıyla telekomünikasyonun çehresi büyük ölçüde değişikliğe uğramaya başlamıştır (Naimy ve Merheb, 2014). 1990 yılında 11.210.115 mobil kullanıcı sayısı 2003 yılında 1,42 milyar mobil kullanıcı sayısına ulaşarak sabit kullanıcı sayısını (2003=1,14 milyar) geçmiştir. 2006 yılında artan trendten azalan trende geçiş yapan sabit telefon kullanıcı sayısı 2022 yılında 840.736.466 olurken, mobil kullanıcı sayısı 8,36 ise milyar olmuştur. Sabit kullanıcı sayısının 2006 yılı ile giderek azalması ve mobil kullanıcı sayısının da giderek artan eğilim göstermesi telekomünikasyon sektöründe yeni bir dönemin başladığının sinyallerini vermiştir. Diğer taraftan 1990'lı yıllarda internetin yaygın olarak kullanılmaya başlanması da insanların iletişim kanallarının çeşitliliğini artırmıştır. Teknolojik gelişmelerle birlikte telekomünikasyon; ses, veri ve video iletişiminin tümünü kapsayan bir alana hakim olması ve internet kullanım altyapısını sunması neticesinde internet ve telekomünikasyonun bir araya gelmesini hızlandırmıştır. Bu durum sektördeki diğer bir devinime yol açmıştır. Böylelikle dünya genelinde insanların birbirleriyle iletişim kurmasını, bilgiye erişmesini ve hızla büyüyen dijital ekonomide faaliyet göstermesine olanak sağlamıştır.

Sonuç olarak ekonomik büyüme ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olmasının yanı sıra telekomünikasyon alanındaki teknolojik gelişmelerin ve ilerlemelerin de ekonomik büyümeye katkısının büyük olduğu görülmektedir. Başlangıçta artan sabit hat kullanım oranı ekonomik büyüme ile ilişkilendirilirken şimdilerde mobil telefon kullanım oranına da etkileşime girmiştir. Bu durumda telekomünikasyon sektörü, gelirler ve karlar açısından dünyanın en hızlı büyüyen sektörlerinden biri haline gelmektedir (Koi-Akrofi, 2013).

1.2. Rekabetin Telekomünikasyon Sektörüne Etkisi

Son yirmi yılda telekomünikasyon endüstrisi, bilgi ve iletişim hizmetleri alanında yeni teknolojinin sürekli geliştirilmesi ve benimsenmesi nedeniyle dünya pazarında kimliğini oluşturmuştur. Bu çerçevede, çeşitli sektörlerin yapısal dönüşümü için sektör çalışanları ve devlet kurumları tarafından iletişim hizmetlerinin önemi artmıştır. Böylelikle telekomünikasyon endüstrisi, düşük işlem maliyetleri ve sınır ötesi bilgi akışıyla bilgiye erişimi kolaylaştırmıştır. Bu da işletmelerin büyümesini ve uluslararası arenada rekabet avantajı elde etmelerini sağlamaktadır. Böylece telekomünikasyon sektörü, dünya ekonomisinin temel bir parçası haline gelmiştir (Sahoo ve Sahoo 2022). Telekomünikasyon sektörünün dünya ekonomisindeki payının giderek artması, farklı sektörlerde olduğu gibi özelleştirme ve serbestleştirme olduğu söylenebilir (Brzić vd. 2021). Telekomünikasyon sektörü, dünya genelinde piyasanın serbestleştirilmesi ve özelleştirme süreçlerinin en belirgin örneklerinden birini yaşamış bir endüstridir. Bu sektörün önemi, büyüklüğü ve kamu hizmetlerinin taşıyıcısı olması, sektörün birçok ülkede özelleştirme sürecinin ana konusu haline gelmesine neden olmuştur. Telekomünikasyon sektörü, ekonomik dönüşümün merkezinde yer almış ve özelleştirme, bu sektörün işleyişinde köklü değişikliklere yol açmıştır (Torres ve Bachiller, 2013). Özelleştirme, kamu telekomünikasyon operatörlerinin özel sektör tarafından yönetilmesine ve rekabetçi bir yapıya dönüşmesine ve sektörün daha verimli bir şekilde yönetilmesine olanak sağlamıştır. Özelleştirme süreci, devlet kontrolündeki telekomünikasyon şirketlerinin özel sektöre devri anlamına gelirken düzenleyici bir çerçevenin oluşturulması da bu sürecin bir parçasıdır. Bu düzenlemeler piyasa koşullarının oluşturulmasına, rekabetin teşvik edilmesine ve tüketicilere daha iyi hizmet sunulmasına yardımcı olmuştur. Söz konusu durum, telekom şirketlerinin özelleştirildikten sonra performanslarını artırdıkları, bununla birlikte piyasanın rekabetçi olması durumunda bu faydanın daha yüksek olacağını göstermiştir (Torres ve Bachiller,

2013; D'souza ve Megginson, 1999). Kavramsal olarak mülkiyetten farklı olan rekabet, izleme olanaklarını ve dolayısıyla üretken verimliliğe yönelik teşvikleri büyük ölçüde geliştirebilir. Dolayısıyla ürün piyasası rekabeti performans açısından sadece bilinen tahsis etkinliği nedenleriyle değil, aynı zamanda üretim etkinliğini artırdığı için de önemlidir. Diğer taraftan özelleştirilen şirketlerde rekabet, performans iyileşmelerindeki ana bileşenlerden biri olarak görülebilir (Vickers ve Yarrow,1991).

Telekomünikasyon alanındaki rekabetin her geçen gün artması beraberinde teknolojik gelişmeler ile farklı sektörlere yakınsamaları ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca teknolojik değişimin telekomünikasyon sektöründe oynadığı yaygın ve sürekli teknolojik ilerlemeler nedeniyle sektörün rekabet ortamı değişmiştir (Asimakopoulous ve Whalley, 2017). Dijital ekonomide bunun etkisini araştıran birçok çalışma bulunduğu gibi telekom sektörünün de bilgi ve iletişim teknolojisinde etkisi giderek artmaktadır. Telekomünikasyon sektörünün de içinde barındığı bu alan, firma düzeyinde verimliliği ve ülkelerin rekabet gücünü nasıl artırdığına ve ekonominin dijitalleşmesini teşvik etmek üzere tasarlanmış kamu politikalarının faydasına işaret ettiği ortaya çıkmıştır. Dijitalleşme, beraberinde telekomünikasyon altyapısına erişim ile gerçekleşebilmektedir. Bu erişimin daha yeterli olabilmesi için de telekomünikasyon sektörünün ağlarına ve tesislerin dağıtımına yatırım yapmalıdır. Telekomünikasyon firmalarının bu yatırımları da dolaylı olarak bu sektördeki rekabetin yoğunluğuna bağlı olması rekabet ile yatırım arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Kısacası rekabetin yoğun olmadığı bir piyasada firmaların yatırım yapmaya niyetli olmadıkları ve bu konuda da teşvik edilmedikleri gözlenmiştir. Diğer taraftan da sektörde çok fazla rekabetin olması, yanında bazı olumsuz sonuçları (batık yatırımlar gibi) beraberinde getirmektedir (Bardey vd., 2022). Bu nedenle, telekomünikasyon sektöründe rekabetin dengeli bir şekilde yönetilmesi ve düzenleyici kuralların operatörlerin uzun vadeli büyümelerini destekleyecek şekilde oluşturulması önemlidir. Rekabetin müşteriye fayda sağlaması

kadar operatörlerin de sürdürülebilir bir şekilde faaliyet göstermelerini sağlayacak bir denge bulunmalıdır.

1.3. Teknolojinin Telekomünikasyon Sektörüne Katkısı

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimi her sektörde olduğu gibi telekomünikasyon sektörünün dönüşümünde de etkin bir rol oynamaktadır. Telekomünikasyon sektörünün iletişimin temel yapı taşı olduğu düşünüldüğünde teknolojinin etkisi ile hayatımızın ayrılmaz parçası haline gelmiştir.

Telekomünikasyon sektörünün 1990'lı yıllarda gelişim göstermesinde teknoloji altyapısının etkisi büyüktür. Böylelikle hem BİT'lerin (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) gelişimi sağlanırken hem de sabit ve mobil telefon yakınsaması ile sektör karakterize edilmiştir. Bu süreçte internet, mobil ve sabit telefon arasında oluşan bağlantılar modern ağların gelişimine ön ayak olmuştur (Torres ve Bachiller, 2013). Öyle ki sektörün sürekli olarak yeniliklere ve teknolojik gelişmelere ayak uydurması gerekmektedir. Bu nedenle sektörün yapacağı yatırımların belli standartlarda olması gerekmektedir. Özellikle telekomünikasyon sektörü, standartlar oluşturmanın ve iş birliği yapmanın önemli örneklerinden biridir. Birçok farklı cihazın ve hizmetin birlikte çalışabilmesini sağlayan standartlar oluşturmuştur. Örneğin kablosuz iletişimde kullanılan standartlar, farklı mobil cihazların ve ağların uyumlu bir şekilde çalışmasını mümkün kılmaktadır. Bu sayede kullanıcılar, farklı marka ve modellerdeki telefonları kullanabilmekte ve farklı ağlara sorunsuzca bağlanabilmektedir. Bununla birlikte bu standartların oluşturulması ve güncellenmesi, endüstri paydaşları arasında geniş bir iş birliği gerektirmekte olup standart geliştirme süreci farklı şirketlerin, endüstri gruplarının ve düzenleyici kurumların katılımını gerektirmektedir.

Teknoloji standartları, karmaşık teknolojiye sahip endüstriler için hayati bir öneme sahiptir. Bu standartlar, ürün kalitesini yükseltir; uyumluluğu teşvik eder ve farklı

ürünlerin birlikte çalışabilirliğini artırır. Özellikle telekomünikasyon sektöründe, bu standartlar hızlı gelişmelere ve artan karmaşıklığa işaret etmektedir. Standart belirleyici kuruluşlar, gelecekteki standartları belirlemek için Ar&Ge faaliyetlerini koordine ederler (Gamarra ve Friedl, 2023).

Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü (ETSI) standartlarıyla uyumlu ekosistem sayesinde günümüz mobil sektörü çeşitli sağlayıcılardan (işletim sistemi yazılımı, mobil ağ operatörleri vb.) oluşmaktadır. Özellikle akıllı telefon sektöründe alanında uzman olan birçok teknoloji firması ve dikey entegre şirket birden fazla role sahiptirler. Tek bir şirkete ait web ölçekli "Kazanan her şeyi alır." platformlarının aksine mobil iletişimdeki ortak standartlar, birçok yığılmış yazılım katmanına sahip platformların tanımlanmasına yardımcı olmuştur. Dinamik, çok katmanlı ve iş birliği 6G alanında yer alan şirketler değer yakalamak için yatay rekabet ederken daha fazla iş birliğini dikey bir araya gelmeleriyle sağlamaktadır (Matinmikko-Blue vd., 2023). Böylelikle bu iş birliği sayesinde telekomünikasyon endüstrisi daha yenilikçi ve rekabetçi hale gelmektedir. Bu nedenle teknoloji standartları, endüstrinin inovasyon yatırımlarını anlamak ve yönlendirmek için kritik bir role sahiptir (Gamarra ve Friedl, 2023).

Özellikle milenyumun başlangıcından bu yana Avrupa Birliği (AB), inovasyon politikaları ile sanayi politikaları arasındaki çizgileri bulanıklaştıran öncelikli olarak yatay bir yaklaşımı tamamen benimsemiştir. 2000'li ve 2010'lu yıllarda Lizbon Gündemi ve Avrupa 2020 ile inovasyon politikaları, yatay sanayi politikalarını uygulamanın bir yolu olarak dikkatleri üzerine çekmiştir. Bu politikaların temel noktasında yukarı yönlü Ar&Ge ve yaşam boyu öğrenme yer almaktadır. Böylece nitelikli iş gücünün kamu destekli ileri teknolojiler vasıtasıyla üretime seri bir şekilde entegre olacağı görüşü yansıtılmıştır. Bu tür yatay inovasyon/endüstriyel politikaların uygulanmasında, yukarı yönlü Ar&Ge'nin teknolojilerin endüstriyel benimsenmesine ve kullanımına

dönüşebileceği belirli mekanizmalara nispeten az dikkat edilmiştir (Chang ve Andreoni, 2020; Rossi, 2023).

Mobil telekomünikasyon endüstrisinde değişen ve gelişen faktörlerden biri de teknoloji inovasyonudur (Hamdouch ve Samuelides, 2001; Fernández ve Usero, 2009; Ghezzi vd., 2015). Bir yandan, akıllı telefonlar ve tabletlerde internetin kullanılması kullanıcıların video akış hızını ve mobilite veri tüketimini artırmaktadır (Tilson ve Lyytinen, 2006; West ve Mace, 2010; Ghezzi vd., 2015). Söz konusu bu durum beraberinde telekomünikasyon sektörünün altyapısına yatırım yapmasını ve telekomünikasyon altyapı teknolojilerine yenilikler getirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Böylelikle oluşan rekabet ortamında mobil ağ operatörlerinin stratejilerini geliştirirken müşteri ihtiyaçlarını ve rakiplerini dikkate almaları gerekmektedir (Buellingen ve Woerter, 2004; Zhang ve Liang, 2011, Ghezzi vd., 2015).

Telekomünikasyon sektörü; müşterilerine kaliteli hizmet sunabilmek için ekipman, altyapı, lojistik ve yazılıma çok fazla yatırım yapan bir sektördür. Tüketicinin sofistikasyonu, artan ve hızlı teknolojik ilerlemeler ve küreselleşme, telekomünikasyon şirketlerine yukarıda belirtilen kalemlere yatırım yapmaktan başka seçenek bırakmamaktadır. Bu yatırımlar, beraberinde telekomünikasyon şirketlerine finansal olarak kazanç sağlamayabilir ancak piyasada rekabet edebilmek için yapmaları gereken eylemlerdendir. İşletmelerin temel amacının faaliyetlerine devam etmek ve karlılık sağlamak olarak düşünüldüğünde telekomünikasyon yöneticilerinin son teknoloji ekipmanlarının tedarikine mi yoksa yüksek gelir getirici programlara mı odaklanmaları hususunda zor durumlarla karşı karşıya kalmaları söz konusudur (Koi-Akrofi, 2013). Böylelikle, sektördeki şirketlerin alanda yapacakları zamanında ve doğru şekilde yapılan ilk hamle oldukça önemlidir.

İlk hamle avantajlarının temelinde teknolojik liderlik, kıt kaynakların önceliği ve alıcı değiştirme maliyetlerinin yaratılması özellikleri yatmaktadır. İlk olarak teknolojik

liderlik, araştırma ve geliştirmedeki (Ar&Ge) kapsam ekonomileri ve üstün teknolojik becerilerle kazanılır. İkinci olarak, ilk hamleyi atanlar işi geliştirmek için kıt kaynak (tesisler, dağıtım kanalları, ekipmanlar gibi) ve son olarak müşteri geçiş maliyetini önleyebilir. Tüm bu avantajlar, rakiplerin lider firmayla eşit şartlarda rekabet etmesini daha da zorlaştırmaktadır; zira lider firmalar, kurulu müşteri tabanlarından kaynaklanan üstün bir finansal performansa sahip olma konusunda daha yetenekli olacaktır (Asimakopoulos ve Whalley, 2017).

Rekabet ve büyüme hedeflerine ek olarak Çin; uyguladığı agresif sanayi politikasına karşılık, liderlik ve stratejik karar alma kavramlarına doğru bir yeni bir yönelim ortaya çıkarmıştır. Teknoloji ile aynı düzlemde olma, önemli teknolojilerin geliştirilmesinde aktif rol alma ve kilit sektörlerde öz yeteneklere sahip olma hedefleri yeni bir boyut kazanmıştır. Dahası küresel teknolojik rekabet giderek farklı değeri sistemleri arasında yeni bir rekabet alanı açmıştır. Bu durum, siber güvenlikle bağlantılı teknolojiler gibi yapay zeka ile ilgili teknolojiler için de geçerlidir (Rossi, 2023).

1.4. Sürdürülebilirlik ve Telekomünikasyon Sektörü

Sürdürülebilirlik, günümüzde iş dünyası ve endüstriler için kaçınılmaz bir konu haline gelmiştir. BİT alanında da farklı sektörlerde geliştirilen ve uygulanan çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri kullanılmalıdır (Matinmikko-Blue vd., 2023). Yapılan son çalışmalar, küresel enerji tüketiminin %2-10'unu BİT cihazlarının oluşturduğunu göstermiştir. Bu cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte bu oranın daha da artması beklenmektedir (Liu vd., 2021). BİT sektörü, küresel elektrik tüketiminin yaklaşık %7'sini oluşturmaktadır ve bu oranın 2030 yılına kadar %13'e yükseleceği tahmin edilmektedir. Bu enerji ayak izi şu anda küresel karbon emisyonlarının %3-5'ini temsil etmekte ve havacılık sektörü ile aynı seviyeye gelmektedir (EC, 2023). Elde edilen veriler ışığında yıllar itibariyle BİT'in enerji tüketiminin giderek artacağı yönündedir. Bu

doğrultuda düzenleyici kuruluşlar, heterojen bir yapıda olan BİT'i sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gündemine almıştır.

Paris Anlaşması'nın küresel ısınmayı 2 santigrat derecenin (°C) çok altında ve tercihen 1,5°C ile sınırlama hedefleri ışığında, BEREC (Bilgi ve İletişim Teknolojileri Regülatörleri Avrupa Konseyi) çevresel konuların önemini kabul etmekte ve 2021-2025 stratejisinde *“BEREC ile ilgili olabilecek sürdürülebilir kalkınma hedeflerini belirlemek için Yeşil Anlaşma'nın BİT ile ilgili kısımlarını ve Gündem 2030 hedeflerini göz önünde bulundurarak sürdürülebilirlik üzerine çalışmaya”* karar vermiştir. Strateji ayrıca BEREC'in dijital sektörün çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine katkıda bulunabileceğini öngörmekte ve yukarıda bahsedilen etkiye ilişkin farkındalığın artırılmasını son kullanıcıların güçlendirilmesi için ilgili bir kaldıraç olarak tanımlamaktadır (BEREC, 2022). BEREC, dijitalleşmenin diğer sektörlerin karbonsuzlaşmasına olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz geri tepme etkileri de dahil olmak üzere BİT sektörünün çevre üzerindeki dolaylı etkilerinin (“ikinci dereceden” etkiler olarak da adlandırılır) varlığına dikkat çekmektedir. BİT sektörü ('doğrudan etki', 'birinci dereceden etki' olarak da adlandırılır). Bu BEREC'in dijital teknolojilerin göreceli katkısına ilişkin net bir vizyon oluşturmaya olanak sağlamıştır (BEREC, 2022).

BİT sektörünün kendisi (bu tanımda telekomünikasyon, bilgisayar ve internet, ancak yayın vericileri ve alıcıları hariç) sera gazı emisyonlarının yaklaşık %2 ile 2,5'ine, 1 Gigaton CO₂ eşdeğerinin biraz altında katkıda bulunmaktadır. BİT sektörü ekonominin geri kalanından daha hızlı büyüdüğü için bu pay zaman içinde artabilir. Ancak ekonominin diğer sektörlerinden kaynaklanan küresel emisyonların geri kalan %97,5'inin azaltılmasında BİT'ler yüksek potansiyele sahiptir (ITU, 2023).

Telekomünikasyon sektörü de BİT'in önemli bir bileşeni olarak bu sürdürülebilirlik çabalarının merkezinde yer almaktadır. Hızla gelişen teknoloji,

telekomünikasyon sektörünün büyümesini ve dönüşümünü yönlendirmektedir. Bu nedenle, telekomünikasyon sektörü; enerji tüketimini azaltma, elektronik atık yönetimi, yeşil enerji kullanımı, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı gibi sürdürülebilirlik çabalarının önemli bir odak noktası haline gelmiştir.

Mobil iletişim topluluğundaki temel odak noktasının enerji etkinliğini artırmak olsa da daha bütünsel bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji verimliliğinin kendisi bile adil ve kapsamlı bir şekilde tanımlanması, ölçülmesi ve karşılaştırılması zor bir metriktir (Matinmikko-Blue vd., 2023).

Mobil iletişim topluluğunun enerji verimliliği konusundaki odak noktası, daha bütünsel bir yaklaşımın gerekliliğini vurgularken bu yaklaşımın aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlikle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, enerji verimliliği konusundaki çabaların yalnızca çevresel sürdürülebilirliğe değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlikle de uyumlu bir şekilde ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

Bu sürdürülebilirlik geçişi yaklaşımı ya mikro bağlama (firma düzeyinde sürdürülebilirlik girişimleri) ya da makro düzeye (endüstrilerde ve ülkelerde sürdürülebilirliğe doğru değişim) odaklanmaktadır (Matinmikko-Blue ve Arslan, 2023).

Mikro düzeye odaklanarak telekom operatörleri ile yapılan görüşmeler sonucunda, telekom operatörlerin 2030-2050 yıllarına kadar ulaşmayı hedeflediği çevresel hedefleri belirlenmiştir. Odak noktası, enerji verimliliğini artırmak için sera gazı emisyonlarını ve diğer çevresel etkileri azaltmak gibi alternatif yolları içermektedir. Ayrıca atık yönetimi operasyonlarını sıfır atık hedefine yönlendirmek, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını teşvik etmek ve toksik maddelerin kullanımından kaçınılması da bu hedefler arasında bulunmaktadır (BEREC, 2022). Şu anda, mobil ağların teknik gelişimindeki temel itici gücü internettir. Mobil internetin birçok ülkede yaygın olarak kullanılmakta ve mobil veri kullanıcılarının sayısı hızla artmaktadır. Ancak bu durum,

özellikle artan veri hızlarının neden olduğu sabit fiyatlandırma modeli nedeniyle telekom operatörleri için büyük bir maliyet baskısı yaratmaktadır. Bu nedenle, operatörler veri hızlarındaki artışa rağmen maliyetleri düşürme hedefine odaklanmaktadır. Aynı zamanda bu hedef, mobil iletişim endüstrisinin çevresel bilincini artıran enerji verimliliği çabalarıyla da uyumludur (Jada vd., 2010). Bu çevresel verimlilik perspektifi mobil iletişimin gelişiminde var olmuştur ve rolü, ağların enerji tüketiminin mobil ağ operatörlerinin ağ operasyonlarında maliyet tasarrufu sağlamaları için önemli bir alan haline geldiği 5G'de giderek daha önemli hale gelmektedir (Ahokangas vd., 2023). Telekomünikasyon ağlarının ana yatırımcıları olan telekom operatörleri; bir yandan finansman fırsatlarından yararlanmak, diğer yandan da bu tür dağıtımları etkileyen yüksek belirsizlikle başa çıkmak zorundadır. Bu nedenle bütçe detayları ve strateji planları ile doğru ve hızlı seçimlerin net bir temel üzerine inşa edilmesi gerekmektedir (Tsilipanos vd., 2015).

5G'nin daha yüksek hızlar, daha düşük gecikme süreleri ve daha geniş kapasite sunması beklenirken bu teknolojinin enerji tüketimi üzerinde de büyük bir etkisi olacaktır. Bu doğrultuda bir telekomünikasyon güç sisteminin enerji tüketiminin azaltılması, hem ekonomik kaynakların büyük ölçüde tasarruf edilmesini sağlamak hem de "sürdürülebilir" kalkınma eylemlerini gerçekleştirmek için telekomünikasyon teknolojilerinin kritik faktörlerinden birini temsil etmektedir (Lubritto vd. 2011).

BÖLÜM 2

SÜRDÜRÜLEBİLİR TELEKOMÜNİKASYON: YENİLİK VE ÇEVRE ETKİNLİK

2.1. Telekomünikasyonda Çevre ve Yenilik Nedir?

İklim değişikliğine küresel bir yanıt olarak önemli bir kalkınma yolu olarak yeşil ve yüksek kaliteli kalkınma gösterilebilir. Çevre ve yenilik, sırasıyla yeşil ve yüksek kaliteli kalkınmanın önemli göstergeleri ve temel itici güçleri olarak geniş ilgi görmüştür (Cheng vd. 2023).

Çevre bilinci ve sürdürülebilirlik, çağımızın önem taşıyan kavramları arasında yer almaktadır. Dünyamızda kaynakların sınırlı olması ve artan nüfus ile tüketimin artması çevremizi daha iyi korumamızı gerektirmektedir. Bu sadece bireyler için değil; şirketler, endüstriler ve toplumların da çevre bilincini ve sürdürülebilirliği önceliklenmelidirler. Telekomünikasyon sektörünün de sürekli gelişim ve değişim halinde olması onun çevreye verdiği/vereceği zararın artacağı öngörülmektedir. Bundan dolayı telekomünikasyon sektörünün de diğer sektörlerinde çevre dostu süreçler ve ürünler gibi kaynak kullanımında verimli olma hamleleri yapmaları gerekmektedir (Traoré vd. 2023). Böylelikle bir işletmenin veya organizasyonun daha az kaynak kullanarak ve daha az çevreye zarar veren atık bırakarak elde ettikleri ürün ve hizmetler söz konusu işletme veya organizasyonların çevreye göstermiş oldukları duyarlılığı gösterir. Ayrıca kaynakların daha etkili bir biçimde kullanılması da işletmelerin veya organizasyonların çevresel sürdürülebilirlik hedefleri için yapacakları en etkili adım olduğu söylenebilir.

Çevre etkinlik genellikle enerji verimliliği, su tasarrufu, atık azaltma, karbon ayak izi azaltma gibi kıt kaynaklar ve istenmeyen çıktılarla iç içedir. Bu doğrultuda ülkelerin,

sektörlerin ve işletmelerin sürdürülebilirlik konusunda bu faktörleri ilk sıralara koymaları gerekmektedir.

Telekomünikasyon sektörünün dünya ekonomisindeki yerinin giderek artması çevre etkinliği açısından da hedeflerinin olması gerektiğini doğurmuştur. Her ne kadar diğer sektörler göre daha az istenmeyen çıktısı olsa da teknolojik gelişmeler ile kullanım alanının artması bu istenmeyen çıktılarının arttığını göstermektedir. Bunun için de sektörün önlem alması ve gelecek nesillere temiz bir çevre bırakma sorumluluğunu arttırması gerekmektedir. Çevreye karşı sorumlu olma ihtiyacı ile sınırlı kaynakların olması doğal olarak telekomünikasyon sektöründeki ürünleri de enerji tüketimi açısından optimize etmeye iten birçok faktör vardır ve bunlardan birisi de iklim değişikliğidir (Chiaroni vd. 2023). Bu sektördeki çevre; alt yapı ağlarında enerjinin verimliliği, cihazların düşük enerji tüketimi, geri dönüştürülebilir cihazlar, atık yönetimi, karbon ayak izini azaltma gibi konuları içerebilir. Bu etkenleri her ne kadar telekomünikasyon sektörü dahilinde bahsetmiş olsak da tüm sektörlerin neredeyse ortak konuları olarak görmek yanlış olmayacaktır. Bu doğrultuda akademik alanda oldukça çok çalışma bulunmaktadır.

Wang vd. (2021), BİT üzerinde yapmış oldukları çalışmada, yeşil teknolojik inovasyonun enerji tüketimini, kirletici emisyonları azaltabileceğine değinirken yeşil bir ekonominin gelişmesini de teşvik edebileceğini savunmuştur. Ayrıca çalışmacılar, söz konusu yeşil teknolojinin ülkeden ülkeye uygulanabilirliğinin değişmekte olduğunu ve işletmelerin de ülkelerin de kendilerine özgü yeşil teknolojiyi benimselemeleri gerektiğini belirtmiştir.

Traoré ve Asongu (2023), çalışmalarında BİT alanında sürdürülebilirlik çalışmaları 2000-2020 dönemi 43 Afrika ülkesini kapsamaktadır. Çalışmada panel VAR modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. CO₂ emisyonlarındaki azalmanın mobil telefonların kullanımının artması ve internetin hızlı yayılması ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ekonomik büyümenin CO₂ emisyonları üzerinde pozitif anlamlı bir ilişki

bulunurken yenilenebilir enerjilerin CO₂ emisyonlarını azalttığı sonucu elde edilmiştir. CO₂ emisyonu ile mücadelede Afrika’da yönetim politikalarının uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Bununla birlikte politika yapıcılarının; kurumları ve yönetişimi yeni teknolojilere uyarlayarak dijitalleşme sürecinden potansiyel olarak daha fazla fayda sağlayabileceği belirtilmiştir.

Bu yüzyılın en önemli zorluklarından biri, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu doğrudan bağlantılı olduğundan CO₂ emisyonlarımızın azaltılmasına önemli bir katkıda bulunmak için dünya çapındaki dijital altyapının enerji tüketimini mümkün olduğunca en aza indirmek olacaktır.

Ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonun artışının pozitif yönlü olması çalışmacıların CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi üzerinde yoğunlaştığı görülmekte olup yeşil teknolojik inovasyonların kurumların kalitesini ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik ettiği doğrultusunda öneriler sunmuşlardır (Ali vd. 2023; Obobisa vd. 2022; Iqbal vd. 2022; Xie vd. 2022; Azam vd. 2021; Teng vd. 2021; Gross vd. 2019; Das vd. 2019; Camposeco-Negrete, 2013).

Giderek daha fazla fiziksel nitelikteki işin dijitalleşmesi, merkezi işletmelerde veya fabrikalarda yapılan işlerin uzaktan yapılmasını ve güç kullanım modelini etkilemektedir. BİT’in sektörlerdeki etkisi yapay zeka/makine öğrenimi (AI/ML), sinyal işleme, yarı iletken, soğutma, güneş enerjisi ve batarya teknolojilerindeki hızlı gelişme ile hesaplama ve iletişimde güç kullanımının optimizasyonu gerçekleşmektedir. Aynı zamanda talep edilen güç kullanımı nedeniyle BİT sektörünün de optimize edilmiş güç kullanımını etkilemektedir (Chiaroni vd. 2023).

Sonuç olarak yenilik ve çevre etkinliği, çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik verimliliği bir araya getiren kavramlardır. Bu iki kavramın birleşimi hem doğal çevreyi koruma hem de ekonomi dünyasının uzun vadeli başarısını sağlama amacını taşımaktadır.

Gelecekte; bu alanlarda daha fazla yatırım yapılması ve bu kavramların daha geniş bir şekilde benimsenmesi, dünya çapında çevre sorunlarının çözümüne ve daha sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlayacağı yadsınamaz.

2.2. Telekomünikasyon Sektöründeki Çevre ve İnovasyon Etkinliğinin Önemi

Yeşil ve yüksek kaliteli kalkınma, bugünün dünyasında giderek daha fazla öneme sahip olan ve küresel iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir araç haline gelmiştir. Bu iki kavram, sürdürülebilir bir geleceğe doğru atılan adımların temel taşlarını oluşturmaktadır. Özellikle telekomünikasyon sektörü gibi büyük endüstriler, çevre bilinci ve sürdürülebilirlik konularına odaklanarak bu dönüşümün bir parçası olmaya çalışmaktadır.

Çevre ve yenilik, bu yeşil ve yüksek kaliteli kalkınmanın önemli göstergeleridir. Çevre etkinliğin kaynakları daha verimli bir şekilde kullanma ve çevresel etkiyi azaltma yeteneğini ifade etmesi, enerji verimliliği, atık yönetimi ve doğal kaynakların korunması gibi bir dizi uygulama içerir. Yenilik ise bu hedeflere ulaşmak için gereken yeni fikirlerin ve teknolojilerin geliştirilmesini sağlar. Teknolojik yenilik, özellikle telekomünikasyon sektöründe, daha yeşil ve sürdürülebilir çözümler üretmek için büyük bir potansiyele sahiptir (Cheng vd. 2023).

Bu doğrultuda enerji tasarrufu ve emisyon azaltma ekonomik kalkınma ile doğa arasındaki dengeyi sağlamada yeşil kalkınma bir ekonomik kalkınma konsepti olarak karşımıza çıkmakta ve enerji etkinliğinin iyileştirilmesi temelinde yer almaktadır. Enerji etkinliğinin iyileştirilmesinde bilimsel ve teknolojik yeniliklerin itici bir güce sahip olması ekonomik büyümenin şekillenmesinde ve değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Berizzi vd. 2019; Yuan vd. 2021; Lyu vd. 2022; Halder ve Sethi, 2022; Zuo vd. 2022, Cheng vd. 2023).

Bu nedenle yeni dönemin gelişimi bağlamında, teknolojik inovasyon etkinliğinin iyileştirilmesini teşvik edip edemeyeceği daha fazla araştırmayı hak etmektedir. Bilişim ve teknoloji inovasyon faktörlerinin seçiminde, birçok literatür Ar&Ge harcamaları, Ar&Ge personeli ve patentler gibi değişkenleri bilişim ve teknoloji inovasyon yeteneğini ölçmek için kullanmaktadır (Cheng vd., 2021; Su ve Fan, 2022; Cheng vd. 2023). Ancak teknolojik inovasyon; tasarım, araştırma ve geliştirme, imalat, özümseme, üretim ve yayılımı içeren karmaşık bir süreçtir. Her farklı teknolojik inovasyon bağlantısı, teknolojik inovasyon kabiliyetini etkileyecek ve ayrıca ekolojik etkinlik üzerinde farklı etkilere sahip olacaktır (Cheng vd. 2023).

Öncelikle, BİT gelişiminin yaşam kalitesini artırmada ve sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı teşvik etmede önemli bir araç olduğu belirtiliyor. BİT yatırımlarının çevre dostu üretim süreçleri oluşturarak karbon emisyonlarını azaltabileceği ve düşük karbonlu kalkınmanın bir parçası olabileceği vurgulanıyor. Ayrıca BİT'in gelişimi ile akıllı şehirler, ulaşım sistemleri, elektrik şebekeleri ve endüstriyel süreçlerin verimliliğinin arttığına dikkat çekiliyor. Ancak BİT'in gelişiminin enerji tüketimini artırabileceği ve çevre için zararlı olabileceği görüşüne de değiniliyor. Bu görüşe göre BİT gelişimi, endüstriyel üretimi ve enerji tüketimini artırarak enerji güvenliği ve sürdürülebilir enerji gelişimi için olumsuz etkilere yol açabilir (Ali vd. 2023; Zhang vd., 2022; Lee vd., 2022; Alsharif vd. 2022; Lahouel vd., 2021; Ozcan ve Apergis, 2018; Kursheed ve Budiyol, 2018).

Genel olarak bakıldığında günümüzde hızla büyüyen bir BİT endüstrisi ve bunun içinde de gelişen ve payını her geçen gün arttıran telekomünikasyon sektörü yer almakta ve öne çıkmaktadır. İnternet, mobil cihazlar ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ve devinimler telekomünikasyon sektörünü daha da öne çıkarmaktadır. Ancak bu gelişme ve büyüme beraberinde çevresel etkileri de getirmektedir. Bu nedenle sektördeki çevre etkinliği ve yenilik giderek daha da önem kazanmaktadır. Sektör büyük veri merkezleri, kablosuz iletişim altyapısı ve milyonlarca cihazlar gibi enerji tüketimini arttırıcı

bileşenlere sahiptir. Bu da beraberinde çevre etkinliğini ön plana getirmektedir. Bu sebeple çevre etkinliği, enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması ve atık üretiminin azaltılması için kritik bir öneme sahiptir.

Çevre etkinliği beraberinde inovasyon etkinliğini de getirdiği söylenebilir. Çevre etkinliğinin sağlanmasında çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Telekomünikasyon sektörü de yenilik yoluyla sürdürülebilir geleceğe katkı sağlayacak diğer faktörler arasında yer almaktadır. Söz konusu bu durumu örneklendirecek olursak yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar sonucunda ortaya çıkan teknolojik gelişmeler, verimli enerji alt yapılarının kurulması gibi uygulamalar gösterilebilir.

Bu aşamaya kadar çevre etkinliğinin ve yenilik etkinliğinin sadece çevre için ele alsak da diğer taraftan söz konusu bu gelişmelerden şirketlerin de ekonomik avantajlar elde edeceği/ettiği yadsınamaz. Daha verimli enerji kullanımının maliyetleri düşürmesi şirketlerin uzun vadede karlılığını arttırabilir. Yenilebilir enerji kaynaklarının alana uygulanabilirliği ile enerji harcamalarındaki azalmalar finansal açıdan şirketlerin daha çok gelişmelere yönelmesini sağlayabilir. Ayrıca çevre dostu uygulamalar şirketlerin marka değerlerine olumlu etki gösterebilir. Telekomünikasyon şirketleri çevre dostu iş süreçleri ve uygulamaları benimseyerek çevre etkinliğini teşvik edebilirler. Bu uygulamalar şunları içerebilir: enerji verimli ekipman kullanımı, veri merkezlerinin soğutma sistemlerini optimize etme, kağıtsız ofis uygulamaları ve elektronik belge yönetimi, çalışanların uzaktan çalışma olanaklarını teşvik etme ve işe gidip gelme ihtiyacını azaltma. Bu uygulamalar, telekomünikasyon sektöründe çevresel sürdürülebilirliği artırmak için kullanılabilir ve aynı zamanda işletmelerin maliyetlerini düşürebilir. Böylelikle telekomünikasyon sektörü, teknolojik yeniliklerini çevresel sürdürülebilirlikle birleştirerek geleceğe daha güvenli ve temiz adım atabilir.

2.3. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve Yenilik Literatür Çalışmaları

Hücreli mobil teknoloji son zamanlarda muazzam bir büyüme yaşamaktadır. Hücreli mobil hizmetlere artan talebin karşılanması beraberinde hem iyi hem de kötü çıktılarını getirmektedir. İstenmeyen kötü çıktılarının üstesinden gelebilmek için geleneksel enerji kaynaklarının kullanımından daha yeşil ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına doğru geçişin sağlanması gerekmektedir. Aynı zamanda günümüzde temiz ve sürdürülebilir enerji kaynakları olmadan sürdürülebilir kalkınmadan bahsetmenin pek mümkün olduğu söylenemez (Ali vd. 2023).

Bu doğrultuda yapılan birçok çalışma yer almaktadır. Özellikle BİT alanında yaygın bir çalışma olmasına rağmen çevre etkinliği ve yenilik alanında yapılan çalışmalar oldukça azdır. BİT'in telekomünikasyon sektörünü kapsamaması nedeni ile literatür çalışmalarında BİT ve telekomünikasyon alanları incelenmiştir. Böylelikle hem mikro hem de makro olarak literatür incelenmiştir.

Mohamad Aris ve Shaba (2015) çalışmasında telekomünikasyon sektörünün insanların bilgi ve enformasyonu paylaşma alanında küresel ekonomide önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir. Söz konusu paylaşımların her yerden kesintisiz olarak sağlanabilmesi için baz istasyonlarının kesintisiz bir enerjiye ihtiyacı olduğunu ve baz istasyonlarının da dizel jeneratörlerle faaliyet gösterdiğine dikkat çekmişlerdir. Veri trafiğinin artması ile baz istasyonlarının sayısının artmasına böylelikle enerji tüketimlerinin giderek artmasından dolayı çevreye yayılan emisyonun da arttığına vurgu yapmışlardır. Baz istasyonlarına güç sağlamak için sürdürülebilir çözümlere ihtiyaç olduğunu söylemişlerdir. Özellikle baz istasyonlarının barınaklarının/kabinlerinin, elektronik ekipmanlarının, güç kaynağı bileşenlerinin ısıtılması, soğutulması gibi termal yönetiminin sürdürülebilir ideal bir güç kaynağı çözümüne ihtiyacı olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, bu alanda çeşitli optimizasyon yaklaşımları ile enerji tüketimi üzerinde operasyonel ve kontrol stratejileri gözden geçirilmiştir.

Singh vd. (2016); nüfusun artması ile enerji sektörü, telekomünikasyon sektörü, otomobil sektörü vb. alanlarda çok sayıda emisyon ve kirlilik meydana geldiğini bu nedenle fosil yakıtlara olan bağımlılığımızı azaltarak/ortadan kaldırarak çeşitli sektörlerdeki sera gazı emisyonlarını ve diğer kirlilikleri azaltmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının cazibe kazandığını söylemektedir. Elektrik şebekelerinin, günlük talepleri karşılamak için iletim ve dağıtımda birçok zorlukla karşı karşıya olduğunu belirtmiştir. Hindistan'da bu zorlukları aşabilmenin enerji depolama sistemlerinin yapay zeka ile kurşun asit akünün yanlış şarj ve deşarj nedeni ile sülfatlaşmasını azaltarak ömrünü iyileştirmektir. Böylece verimlilik artışı sağlayarak istenmeyen çıktı miktarını azaltmaktır.

Orakzai vd. (2017), telekomünikasyon sektörünün hem enerji harcamalarına hem de çevresel tehlikeleri üzerine olan etkilerine değinmişlerdir. Bu nedenle makalede enerji etkinliği ve yeşil iletişimi kapsamlı olarak ele almışlar ve radyo kaynak yönetimi perspektifinde yeşil kablosuz iletişime geçme hedeflerini ileri teknikler yöntemi ile özetlemişlerdir.

Kursheed vd. (2018), telekomünikasyon sektöründe enerji etkinliğine ulaşmak için birden çok parametrelerin yer aldığı ancak beşinci nesil etkinliğinin artırılması için seçme ve uyku mekanizması dağıtmaya yardımcı olan birleşik komşu birimi birleşiminden oluşan entegre model önerilmiştir. Bununla birlikte 5G performans açısından 4G'den daha iyi bir bant genişliği, enerji etkinliği, spektral verimlilik vb. sağlamaktadır. Akıllı telefonların, tabletlerin ve diğer çeşitli kullanmadaki artışı sonucunda yüksek spektrumun kapasitesi ve verimlilik önemi artmaktadır. Bu doğrultuda yanında ortaya çıkan iletişim enerji optimizasyonu odaklanan hem akademi hem de endüstrilerin enerji optimizasyonuna yönelik çalışmaları devam ettiği belirtilmiştir.

Das vd. (2019), çalışmalarında gelişmiş üretim teknikleri sayesinde dünya genelinde telekomünikasyon sektörünün genel enerji tüketimini artırdığını belirtmişlerdir. Bu

doğrultuda operatörler için baz istasyonlarının sayısının artış göstermesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Ancak fosil yakıt gibi kaynakların kullanımı nedeniyle artan işletme maliyeti beraberinde çevresel etkileri de yanında getirmektedir. Bundan dolayı hücresel enerji tüketiminde optimizasyon sağlamak için küresel ağ operatörlerin farklı enerji tasarrufu stratejileri uygulamaları gerektiğinden bahsetmiştir. Çalışmacılar, ağ operatörlerine enerji tasarrufu sağlamak için altyapı değişikliği gerektirmeyen basit bir yazılım tabanlı etkin güç anahtarımı algoritması önermiştir. Önerilen algoritma ile hem optimize edilmiş hem de optimize edilmemiş yıllık yük için modelin şebekeye bağımlılığını analiz etmek üzere beş tane baz istasyonunu örnekleme almıştır. Her iki durum için şebeke güç kullanımı karşılaştırılmış ve algoritmanın baz istasyonunun enerji tüketimini azalttığı ortaya çıkmıştır. Böylelikle hibrit güneş enerjisi ile batarya depolama kapasitesi kullanım baz istasyonu modeli işletme maliyetini düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmacılar; mobil ağ operatörlerinin yüksek elektrik faturalarının ve operasyonel giderlerinin enerji tüketimindeki artış ile başa çıkmak için spektrum, teknoloji ve topolojide önemli iyileştirmeler yapmalarına ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Halдар ve Sethi (2022), çalışmalarında BİT ve yenilenebilir enerjinin etkileşim etkisi emisyonu azaltır, BİT ve inovasyonun etkileşim etkisi emisyonu azaltır, BİT ve ticari açıklık etkileşimi emisyonu azaltır, BİT ve finansal gelişme etkileşimi emisyonu azaltır, hipotezlerini 2000-2018 yılları arasında 16 gelişmekte olan ülke için incelemiştir. İnternet kullanımının yenilenebilir enerji tüketimi ve ticaretteki artışın CO₂ emisyonunu önemli derecede azalttığı, yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışın ise CO₂ emisyonunu önemli derecede artırdığını bulmuşlardır. İnovasyon ve internet kullanımı arasındaki etkileşimin ile yenilenebilir enerji inovasyon, ticaret ve finansal gelişme mobil kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmacıların elde ettikleri sonuçların daha önce yapılan akademik çalışmalarla paralel olduğu belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar, gelişmekte olan ekonomilerin emisyonu

azaltmak için internet kullanımı ile ilgili uygulamaları güvenli bir şekilde artırmaları aynı zamanda çevrede oluşan istenmeyen çıktıların azaltılması için de yenilenebilir enerji ve yeşil inovasyon teknolojilerinin kullanımının artırılması gerektiğini şeklinebilir. Ayrıca çalışmacılar regresyon analizi ile CO₂ emisyonu üzerinde internet kullanan sayısı, mobil telefon kullanan sayısı, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH), birincil enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, toplam yenilenebilir güç üretimi, GSYİH'deki Ar&Ge, toplam patent başvurusu, GSYİH içinde özel sektöre verilen yerli kredi değişkenlerinin etkisine bakılmıştır. Patent ve Ar&Ge harcamaları inovasyon temsilcileri olarak belirtilmiştir.

Alsharif vd. (2022), hücreli mobil teknolojilere talebin hızlı bir şekilde artmasının, beraberinde zorluklar getirdiğinden bahsetmişlerdir. Bu zorluklardan birisi mobil ağ operatörlerin artan hücreli kulelere enerji sağlamak için kullanılan güç kaynaklarıdır. Bu sebeple kablosuz ağ operatörlerinin, nokta düğümlerinde daha yüksek erişilebilirlik sağlayan çok sayıda kablosuz araçlara daha iyi veri hızları dağıtmak için baz istasyon sayılarını önemli derecede artırmaları gerekmektedir. Bu baz istasyonlarının sayısının artışı da beraberinde fosil yakıtların kullanımının artmasına yol açmaktadır. Bu doğrultuda çalışmacılar, hücreli mobil teknoloji altyapısını temiz ve sürdürülebilir bir güneş fotovoltaik şemasının optimum boyutlandırarak optimum güneş enerjisi sistemi tasarlamışlardır. Yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda önerilen sistemin hücreli operatörlere enerji tüketiminde, operasyonel harcamalarda, ekolojik ve teknik faydalar sağladığı ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte çalışmacılar, son olarak düşük maliyetli optimizasyon modelleri üzerinde daha fazla çalışmalar yapılmasını önermiştir.

Ali vd. (2023); çalışmalarında yenilenebilir enerjinin, enerji krizine ve iklim değişikliğine karşı bir çözüm olarak görmektedirler. Telekomünikasyon sektörünün de yenilenebilir enerji ile karbonsuzlaştırılabilir olacak sektörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Ancak baz istasyonların istikrarsız elektrik ile beslenme sistemlerine sahip

olmaları etkinliklerini düşürmekte ve enerji tüketimlerini artırmaktadır. Özellikle baz istasyonlarının dizel jeneratörler kullanması yüksek CO₂ emisyonu ortaya çıkmaktadır. Söz konusu sera gazlarının, emisyonlarını azaltmak için pratik ve güvenilir enerji depolama cihazlarına ihtiyaç duyulduğunu vurgulamışlardır. Bunun içinde hibrit yenilenebilir enerji sistemlerinin, baz istasyonlarının güç kaynağı sistemlerine entegre edilmesini önermektedirler.

Cheng vd. (2023), çalışmalarında inovasyon ağı etkinliği ve ekolojik etkinliği 2006-2019 dönemi için Çin'in 30 ilindeki sanayi işletmelerinde üç aşamalı bir değerlendirme yapmıştır. Öncelikle inovasyon ağını ve segmentlerin etkinliğini VZA yöntemlerinden biri olan SBM modeli ile analiz etmiştir. İkinci olarak, eko-etkinliği değerlendirmek için istenmeyen SBM modelini kullanmıştır. Son olarak ise inovasyon ağı etkinliği ile eko-etkinlik arasındaki bağlantı ve koordinasyon ilişkisini de nicel bir model oluşturarak incelemiştir. Mevcut çalışmada teknolojik yenilik girdi değişkenleri Ar&Ge 'nin tam zamanlı eşdeğer personeli, Ar&Ge harcamalarının iç harcamaları ve yeni ürün geliştirme harcamalarıdır. Çıktı değişkeni olarak ise bilişim ve teknoloji yeniliğin başarısının önemli bir şekli ve yenilik seviyesini ölçmek için temel bir standartı patenti almıştır.

Ayrıca aracı faktör olarak da kullanılan patent, ekonomik başarıların dönüşümünde girdi unsuru olarak da kullanılmaktadır. Tablo 1'de Ar&Ge ve çevre ile ilgili literatür çalışması yer almaktadır.

Tablo 1. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar

Yazar/Yıl	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
Dranev vd. (2023)	VZA	• Patentlerin sayısı • Ar&Ge yoğunluğu • Sermaye harcamaları yoğunluğu • Piyasa/defter oranı	• Birleşen firmanın kümülatif anormal getiri • Birleşen firmanın özkaynak karlılığı • Birleşen firmanın P/D oranı	434 Bileşme ve Satın Alma
Gareev vd. (2023)	Dinamik VZA	• Ar&Ge personeli sayısı • Kurum içi Ar&Ge giderleri	• Yayın sayısı (scopus indeksli) • Patent başvurusu yapılan alan sayısı	12 Rus bölgesi
Han vd. (2023)	VZA Malquist	• Devlet Ar&Ge yatırımı • Araştırmacı sayısı	• Dergi makalelerinin sayısı • Patent sayısı	64 Ar&Ge projesi
Jiang ve Xu (2023)	VZA Windows Analizi	• Yetenek (Ar&Ge personeli sayısı) • Finansal (Ar&Ge sermaye Stoku) • Malzeme (Duran varlıkların net değeri)	• Performans (patent başvuru sayısı)	129 Çin İmalat Şirketi
Wang ve Zhang (2022)	Dinamik Ağ VZA	• Ar&Ge çalışan sayısı • Ar&Ge harcamaları • Kabul edilen patent başvuruları süreçte olan • Patent başvuruları kabul edilen • İkinci aşama: • Yeni ürün geliştirme harcamaları • Enerji tüketimi • Yürürlükteki patentler	• SCI makaleleri • Yurtiçi teknik pazarlardaki sözleşme anlaşmalarının değeri • Yeni ürünlerin satış geliri	30 Çin Eyaleti
Xua vd. (2023)	VZA Malmquist Tobit modeli	• Ar&Ge çalışan/ toplam çalışan Ar&Ge yoğunluğu	• Buluş patent başvurularının sayısı • Kurumsal işletme geliri	42 Çin tekstil firması
Yoon vd. (2022)	İki aşamalı VZA Mann-Whitney U	• Ar&Ge harcamaları • Tesis yatırım giderleri • Aracılar: • Üretilen patentler • Süreçteki patentler	• Satışlar • Faaliyet karı	Kobiler
Kao ve Le (2022)	İki Aşamalı VZA EKK regresyon modeli	• Ar&Ge sermayesi • Ar&Ge gideri • İkinci aşama • İşletme giderleri • Maddi duran varlıklar	• Aracı Çıktı: • Patent başvuruları • Garanti (granted)patent • İkinci aşama • Gelir • Piyasa Değeri	41 çok uluslu ilaç şirketleri

Tablo 2. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar devamı

Yazar/Yıl	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
Kweh vd. (2022)	VZA Dinamik Ağ SBM	- Ar&Ge yatırım - Ar&Ge sermaye <u>Dış (external) Girdi:</u> - İşletme giderleri - Maddi duran varlıklar ve ekipmanlar	<u>Aracı Çıktı:</u> - Patent sayısı - Patent atıfları - Patent kapsamına giren istem sayısı <u>Çıktı:</u> - Faaliyet karı - Piyasa değeri	Tayvan 32 İot şirketi
Kiani Mavi vd. (2022)	VZA Malmquist	- Ar&Ge harcamaları - Ar&Ge araştırmacıları - Birincil enerji arzı - Brüt sermaye oluşumu	- GSYİH - Çevre teknolojilerine ilişkin patentler - Yüksek teknoloji ihracatı - Sera gazı emisyonları	OECD ülkeleri
Puertas vd. (2022)	VZA Çoklu Regresyon Analizi	- Ar&Ge (şirketlerin kendileri tarafından finanse edilen nakit yatırım) - Yatırım Harcamaları - Çalışanlar	- Net satışlar - Kâr	EU'daki 1000 en iyi innovative şirketler
Wu vd. (2022)	VZA Ağ SBM Model	- Ar&Ge harcamaları - Personel maaşları - Duran varlıklar - Kümülatif patentler <u>İkinci aşama</u> - İşletme giderleri - Satış ve yönetim giderleri - Patent başvuru sayısı	- Patent başvurularının sayısı <u>İkinci aşama</u> - Net satışlar	Taiwan Elektronik Şirketler
Yang vd. (2022)	İki aşamalı VZA	- Ar&Ge personel sayısı - Ar&Ge fonlarının iç harcamaları <u>İkinci aşama</u> - Teknolojik dönüşüm için yapılan harcamalar - Teknoloji tanıtımı ve özümsemesi için yapılan harcamalar	- Faydalı model ve tasarım patent başvuru sayısı - Buluş patent başvurularının sayısı <u>İkinci aşama</u> - Faydalı model ve tasarım patent başvuru sayısı - Buluş patent başvurularının sayısı - Yeni ürünlerin satış geliri	16 Çin Eyaleti Sanayi kuruluşları
Yoon vd. (2022)	VZA Mann whitney U	- Eğitim - Ar&Ge - Reklam giderleri	- Satış - Faaliyet karı	KOSPI (595) KOSDAQ (621) kote şirketler
Zhu vd. (2022)	Kümeleme Analizi İki aşamalı VZA	- Ar&Ge personeli - Ar&Ge harcamaları - Teknoloji sindirim, özümseme ve dönüşüm fonları - Proje personelinin tam zamanlı eşdeğeri - Yeni ürün geliştirme harcamaları	- Aracı Çıktı: - Patent başvuru sayısı - Çıktı: - Teknoloji pazarındaki teknoloji ihracat sözleşmesi miktarı - Yeni ürün satışlarından elde edilen gelir	30 Çin Eyaleti

Tablo 3. Telekomünikasyon Sektöründe Çevre ve İnovasyona İlişkin Çalışmalar devamı

Yazar/Yıl	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
Xiong vd. (2018)	İki Aşamalı Dinamik VZA	• Ar&Ge çalışan sayısı • Ar&Ge harcamaları • <u>Araçlar:</u> • Patent sayısı • <u>İkinci aşama:</u> • Yönetim maliyeti	• Patent sayısı • Yayınlanmış SCI • <u>İkinci aşama:</u> • Lisanslar tarafından yaratılan gelir	Çin Bilimler Akademisi 17 araştırma enstitüsü
Seo vd. (2014)	İki aşamalı VZA KruskalWallis H testi	• Dahili Ar&Ge Harcamaları miktarı • Harici Ar&Ge harcamalarının miktarı • Ar&Ge çalışanlarının sayısı • <u>Araç değişken:</u> • Ürün patent başvuruları • Süreç patent başvuruları	• Satış • Faaliyet karı	640 KOBİ
Leea ve Park (2005)	VZA	• Ar&Ge harcamaları • Araştırmacı sayısı	• Teknoloji gelirleri dengesi • Makaleler • Patentler	Ülkeler

Genel olarak literatürü incelediğimizde telekomünikasyon sektörünün enerji alanındaki en çok tüketiminin baz istasyonları olduğu ortaya çıkmaktadır. Baz istasyonlarının kullanmış olduğu güç jeneratörleri de fosil yakıtlardan elde edilen enerjidir. Mobil kullanımın her sektörde artması bununla birlikte teknolojik gelişmeler ile internetin mobilite kazanması ve her sektörde etkin olarak kullanılması CO₂ emisyonunu azaltırken baz istasyonlarına olan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Baz istasyonlarının artması hem çevreyi hem de işletmeleri finansal olarak olumsuz etkilemektedir. Bu etkileri azaltmak aynı zamanda sürdürülebilirlik için baz istasyonlarının enerji tüketimlerini ya hibrit ya da yenilenebilir enerjiden sağlaması gerekmektedir. Diğer taraftan, telekomünikasyon sektöründeki diğer teknolojik gelişmeler (5G, 6G, akıllı cihazlar vb) ile enerji kullanımının artması da diğer sektörlerdeki CO₂ emisyonunu azaltıcı etkisini de göz ardı etmemek gerekiyor. Bundan dolayı mobil ağ operatörlerinin inovasyon yapmaları ve bu alanda çevresel faktörleri de dikkate almaları gerekmektedir.

BÖLÜM 3

TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNÜN

FİNANSAL PERFORMANSI

Telekomünikasyon sektörünün sürekli gelişen ve büyüyen bir sektör olduğundan bahsetmiştik. Sektördeki sabit hattan mobile yakınsama, internet kullanımının artması ile akıllı cihazların kullanım alanlarının genişlemesi, dijital iletişim teknolojilerindeki sürekli gelişim telekomünikasyon şirketlerinin büyümesini ve önemini giderek artırmaktadır. Bu doğrultuda telekomünikasyon sektöründeki şirketlerin kaynaklarını nasıl kullandıkları, operasyonlarını ne kadar verimli bir şekilde yönettikleri, rekabet piyasasında uzun süreli kalmaları ve işletme faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için önemlidir.

Bu bölümde finansal olarak telekom operatörlerinin etkinliğinin ölçülmesinde kullanılan finansal kalemler ele alınacaktır. Akabinde ise alanla ilgili yapılmış olan çalışmalara yer verilecektir.

3.1. Telekomünikasyon Sektörünün Finansal Değişkenleri

Telekomünikasyon sektörü bazında performans değişkenleri literatür çalışmalarından yararlanılarak ele alınmıştır.

3.1.1. Telekomünikasyon Sektöründe Etkinlik Üzerine Yapılan Literatür Çalışması

Telekomünikasyon sektörü, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği bir alan olup günümüz dünyasında vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. İnternet erişimi, mobil iletişim, kablosuz ağlar ve daha birçok hizmet telekomünikasyon sektörünün kapsamına girmektedir. Bu sektörün hızla büyümesi ve değişen dinamikleri, şirketlerin rekabetçi

kalabilmeleri ve sürdürülebilir bir başarı elde etmeleri için etkinliklerini sürekli olarak optimize etmelerini gerektirmektedir.

Bu bağlamda telekomünikasyon sektöründeki etkinlik üzerine yapılan literatür çalışmaları, büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmalar, sektördeki şirketlerin kaynakları nasıl en iyi şekilde kullanabileceklerini, operasyonlarını nasıl daha verimli hale getirebileceklerini ve rekabet avantajlarını nasıl artırabileceklerini anlamak için kritik bilgiler sunmaktadır. Telekomünikasyon şirketlerinin etkinliği hem finansal başarılarını hem de müşteri memnuniyetini etkileyebilir.

Bu doğrultuda telekomünikasyon sektöründe VZA ile etkinlik analizi yapan çalışmalar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 4. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür

Yazar	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
ForouzeshtNejad, (2023)	Süper etkinlik En iyi en kötü bulanık model Makine öğrenme	- İlk sermaye - Çalışan sayısı	- Enerji tüketiminin azaltılması - Pazar payı arttırmak - İlk gelir	Telekomünikasyon projelerin seçimi
Abdel-Halim vd. (2023).	Windows VZA	- Toplam varlıklar - Faaliyet giderleri - Sermaye harcamaları	- Satış gelirleri - Hissedarların özkaynakları	Suudi Arabistan'da faaliyet gösteren 3 Telekomünikasyon şirketi
Bielov vd. (2022).	SBM VZA	- Toplam bağlantı sayısı - Toplam spektrum aralığı	Veri hacmi	OECD ülkelerinden 34 mobil operatörün
Kuznetsov vd. (2021)	VZA	- Toplam varlıklar - Toplam yükümlülükler	- Gelir/Hisse Sayısı - Nakit Akışı/Hisse Sayısı	Dijital ekonomideki 11 şirket
Chen, (2019).	SBM süper etkinlik	- Toplam varlıklar - Toplam özsermaye - Toplam sermaye harcamaları - Toplam çalışan sayısı	- Gelir - Faaliyet karı - Net gelir - Hisse başına kar	41 Telekomünikasyon operatörü

Tablo 5. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür devam

Yazar	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
Du vd. (2019)	Dinamik VZA	Yatırım	- Gelir - Kullanım - Uygulama - Tedarik	31 Çin ili için bir operatör
Ajibesin vd. (2014).	Simülasyon VZA yöntemleri	- Toplam düğüm sayısı - Ağ boyutu bağlantı yarıçapı - Sink sayısı	Sink sayısı verildiğinde çoklu ağların ihtiyaç duyduğu ortalama enerji	Geçici Kablosuz Ağlarda Enerji Etkinliği
Nigam vd. (2012).	VZA	- Harcamalar - Çağrı başarı oranı - Çağrı düşme oranı - Ses kalitesi	- Servis erişim gecikmesi - Her 1.000 fatura başına şikayet - Abone sayısı - Brüt gelir	Kamu operatörlerini ve özel operatörleri içeren 126 kamu hizmeti
Liao ve Lien (2012)	VZA	- Toplam çalışan sayısı - Toplam varlıklar - Sermaye harcamaları	- Faaliyet karı - Sabit hat kullanıcı sayısı - Mobil kullanıcı sayısı - Geniş bant kullanıcı sayısı	16 operatör
Mao vd. (2011).	VZA	- Toplam varlıklar - Sermaye harcamaları - Çalışan sayısı	- Gelir - FVÖK - Net gelir	27 KVB
Diskaya vd. (2011)	VZA Malmquist	- Sermaye harcamaları - Borçlar - Toplam erişim hatları - Çalışan sayısı	- Gelir - Net gelir - Mobil abone sayısı	Türkiye ve G8 ülkelerindeki 9 mobil ağ operatörü
Banker vd. (2010).	VZA	- Hizmet maliyeti - Ekipman maliyeti - Satış ve idari giderler - Amortisman ve itfa payları	- Ekipman geliri - Hizmet geliri	16 telekomünikasyon operatörü
Bachiller, P. (2009).	VZA Tobit	- Hizmette olan hat sayısı - Çalışan sayısı - Toplam yatırım	İşletme gelirleri	Telefonica ve 4 farklı alan şirketleri
Liao ve González, (2009)	VZA	- Toplam çalışan sayısı - Toplam varlıklar - Sermaye harcamaları	Toplam Gelir	10 telekom operatörü

Tablo 6. Finansal performans ile ilgili VZA çalışmalarına ilişkin literatür devam

Yazar	Yöntem	Girdi	Çıktı	Alan
Ngwenyama ve Morawczynski (2009)	VZA	• Toplam yıllık yatırım • Toplam çalışan sayısı	• Yıllık gelir • Ana telefon hat sayısı • İnternet kullanıcı sayısı • Ankesörlü telefon sayısı • Cep telefonu abone sayısı	Ülkeler
Mitra Debnath ve Shankar, (2008)	VZA	• Arıza sayısı • Çağrı başarı oranı • Çağrı düşme oranı • İyi ses kalitesi	• Hizmet erişim gecikmesi • Kesilen her 100 fatura başına şikayet • Dört hafta içinde çözülen şikayetler • Tüm geri ödemelerin süresi • Toplam abone sayısı	Hindistan'daki 13 mobil hizmet sağlayıcıları
Lu ve Hung, (2008).	Contextdepend ent VZA	• Çalışan sayısı • Varlıklar • Özsermaye	• Gelir • Karlar	24 telekomünikasyon operatörü
Lu vd. (2008)	VZA	• Toplam varlıklar • Sermaye harcamaları • Çalışan sayısı	• Gelir • FAVÖK • FVÖK • Net gelir	36 global telekomünikasyon operatörü
Tsai vd. (2006)	VZA Süper Etkinlik	• Toplam varlıklar • Sermaye harcamaları • Toplam çalışan sayısı	• Gelir • FAVÖK • FVÖK	39 global telekomünikasyon operatörü

Wang ve Zhang (2021), çalışmalarında Guangdong eyaletindeki 8 şehirde şeker kamışı üretiminin VZA ve Malmquist endeksini 2014-2018 yılları arasındaki etkinliğini araştırmıştır. Araştırmacılar; etkin olmayan şehirlerdeki şeker kamışı verimliliği için üniversite kaynak yönelimi, ulaşım ve telekomünikasyon altyapısı, gücün artırılması, Guangdong eyaleti tarımsal bilim ve teknoloji inovasyon ittifakının kurulması ve şeker kamışı endüstrisinde modern üretim ve uluslararası pazarlama ortamının oluşturulması gerekliliğinden bahsetmiştir.

Chen (2019), çalışmasında telekomünikasyon sektöründe veri kullanımındaki büyük artış nedeniyle sabit mobil yakınsamaya şimdilerde ise tepeden tırnağa evrim geçirmektedir. Bu çalışma, Forbes Global 2000'deki en büyük 41 küresel telekom

operatörü için 2012-2017 dönemindeki verimlilik değişimini araştırmaktadır. Üretim fonksiyonlarındaki farklılıkları yansıtmak için VZA meta-frontier yaklaşımına dayanan ampirik sonuçlar, metafrontier'a göre teknik verimliliğe ulaşan operatör sayısının 2012'de 13 firmadan 2013'te 10 firmaya, 2014'te 8 firmaya, 2015'te 8 firmaya ve 2016'da 7 firmaya düştüğünü, ancak daha sonra OTT'deki (sistem üstü over to top) artışın etkisini göstererek 2017'de 11 firmaya yükseldiğini göstermektedir. Ampirik sonuçlar, düzenleyicilerin telekom operatörlerini sabit-mobil operasyonlara teşvik etmeleri ve hizmet sağlayıcılar ile iş birliği içinde olmalarını tavsiye etmektedir.

ForouzeshtNejad (2023), çalışmasında proje portföy seçiminin her zaman belirsizlik içerdiği için kararların alınmasında birden fazla kriterin seçim sürecine dahil olması gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmacılar, telekomünikasyon sektöründeki yatırım projeleri seçimi için hibrit bir yaklaşım uygulamışlardır. Uzman ve literatür incelenmesi sonucunda sürdürülebilirlik paradigması üzerinden proje değerlendirme kriteri belirlemişlerdir. Ardından en iyi en kötü bulanık (FBWM) ile her bir kriterin ağırlığı tespit edilmiştir. FBWM'ye göre en önemli kriterler; sermaye gereksinimleri, ilk gelir, istihdam edilen uzman sayısı, enerji tüketiminin azaltılması ve pazar payının artışı olarak belirlenmiştir. Bu değişkenlerin belirlenmesinin ardından projelerin performansları 2016-2021 yılları için 19 projeye VZA yöntemlerinden biri olan süper etkinlik modeli ile ölçülmüştür. VZA ile belirlenen proje etiketlerine dayanarak rastgele ileri ve destek vektör regresörleri gibi makine öğrenme algoritmaları ile etkin olan projelerin seçimi sağlanmıştır. Çalışmacılar girdi olarak ilk sermaye, iş gücü; çıktı olarak ilk gelir enerji azaltımı ve pazar payını artırmak kabul edilmiştir. Çevresel boyutla enerjinin öneminin yüksek olması nedeni ile enerji tüketiminin azaltılması dikkate alınmıştır. Diğer taraftan stratejik boyutta ise pazar payının artırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Ajibesin vd. (2014), BİT'in dünyadaki enerji arzının artması ile yeşil iletişim endüstrisi akademi ve devlette ilgi odağı haline gelmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar bu sorunun büyümesini önlemek için büyük uğraşlar içerisinde. Çalışmacı bu makalesinde sorunu kablosuz çok noktaya yayın ağlarında enerjisini en aza indirmek için kodlanmış paket programını incelemiştir. Kablosuz çoklu ağ yayınlarındaki enerji kullanımını optimize etmek için de VZA yönteminden yararlanmıştır. Enerji etkin iletişimin değerlendirilmesinde simülasyon modeli ve VZA kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak çoklu yayın grubu (iletişime dahil olan tüm düğümlerin sayısını tanımlar) amaç belirli çoklu yayın grubuna mesaj gönderirken tüketilen enerji miktarını en aza indirmektir. Girdi değişkenler olarak ağ boyutu, toplam düğüm sayısı, bağlantı yarıçapı, sink sayısı verildiğinde çoklu ağların ihtiyaç duyduğu ortalama enerjidir.

Bachiller (2009), çalışmada İspanya'nın en büyük beş şirketi olan Repsol, Iberia, Endesa, Telefonica ve REE şirketlerinin özelleştirmenin bu tekel konumunda olan şirketlerin üzerindeki etkisini incelemiştir. Özelleştirme ile etkinlik arasında bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır. Mülkiyet değişikliğinde, özelleştirmenin öngörülen etkilerine rastlanmadığını ifade etmiştir. Akademide genel olarak özelleştirme ile etkinlik arasında ilişki bulunmuştur. Özelleşmeden önce ve sonra olmak üzere inceleme yapmıştır. VZA ve regresyon analizlerinden yararlanılmıştır. Girdi değişkenleri hizmette olan telefon hatları, çalışan sayısı, toplam yatırım; çıktı ise işletme gelirleridir.

Nigam vd. (2012), Hindistan'daki kamu sektörü teşebbüsleri operatörleri ile özel operatörleri içeren 126 firma VZA yöntemi ile performans etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada 3 girdi dört çıktı kullanılmıştır. Girdi değişkenleri harcamalar, çağrı başarı oranı, çağrı düşme oranı, ses kalitesi; çıktı değişkenleri ise servis erişim gecikmesi, her 1000 fatura başına şikayet, abone sayısı ve brüt gelirdir.

Man vd. (2011), küreselleşen ekonomide rekabetin artması ve beraberinde getirmiş olduğu zorluklar karşısında telekom operatörlerinin temel işlerine odaklanmaları

ve operasyon maliyetlerini azaltmaları kaçınılmazdır. Telekom endüstrisinde ağ dış kaynak kullanımı artan trendler arasındadır. Bu iş stratejisinin performansının nasıl yönetileceği ve ölçüleceği ise tartışma konusudur. Çalışmacılar, bu konu üzerinde dört ağ optimizasyon şirketinin karşılaştırmalı etkinliklerini ölçmek için VZA yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlarda dış kaynak kullanımının işletme etkinliği üzerinde önemli bir rol oynadığına işaret etmiştir. Optimum büyüklüğe ulaşmak isteyen şirketlerin kaynak kullanımını ayarlayarak etkinliklerini artırabilecekleri ortaya çıkmıştır.

Mao vd. (2011), telekomünikasyon sektöründe gelişen teknoloji ile sabit hat ve mobil hizmetlerin birbirine entegrasyon eğilimi giderek artmaktadır. Çalışmacılar 2000-2007 dönemi için sadece sabit telekomünikasyon şirketleri, sadece mobil telekomünikasyon şirketleri ve sabit-mobil hizmet veren telekomünikasyon şirketlerinin etkinliklerini karşılaştırmak için VZA yöntemini kullanmışlardır. Bu üç grup için yapılan analiz sonucunda, mobilsabit operasyonların bir arada olmasının doğru bir strateji olduğu ilerleyen zamanlarda da bütünleşik hizmetlere geçileceği ön görülmüştür.

Hu ve Chu (2008), 1999-2004 döneminde APEC (Asya Pasifik İşbirliği) üyesi ülkelerdeki yirmi dört telekom firmasının üretim etkinliğini 2000-2007 dönemini incelemişlerdir. Ölçek ekonomilerinin AsyaPasifik telekomünikasyon firmalarının etkinlik artışında olumlu etkileri olduğunu ancak piyasa rekabetinin ve özelleştirmenin telekomünikasyon performansına etkisinin belirsiz olduğunu bulmuşlardır. İşletme modellerini sadece sabit ve sabit mobil olmak üzere üçe ayırmışlardır. Her model için dokuz telekom şirketi Asya Pasifik, Avrupa ve Amerika'nın üç bölgesinden alınmıştır. KVB'lerin belirlenmesinde veriler telekom sektöründeki en iyi 2000 şirketin sıralandığı Forbes 2003 dergisinden alınmıştır. Bu verilere göre, 2004'ten önce her yıl için yirmi yedi KVB vardır, ancak bir dizi birleşme ve satın almadan sonra orijinal KVB'ler 2004'ten sonra yirmi üç olmuştur.

Tsai vd. (2006) çalışmasında, Forbes 2000 sıralamasında yer alan 39 lider küresel telekom operatörünün verimlilik etkinliğini karakterize etmek için çeşitli etkinlik ölçümlerini uzlaştırmaktadır. Bu çalışma, VZA yaklaşımını sırasıyla klasik radyal ölçü, süper etkinlik ölçüsü ve etkinlik başarı ölçüsü ile uygulamakta, çoklu çıktı ve girdileri birleştirmektedir.

Sueyoshi (1998), NTT'nin 1985 yılında özelleştirilmesinden önceki ve sonraki performansını karşılaştırarak ekonomik etkileri ampirik olarak incelemiştir; bu hareket NTT'yi kamu/özel ortak mülkiyeti altında yönetsel olarak etkisiz hale getirmiştir.

Chen ve Wang (2010) çalışmalarında 51 küresel telekomünikasyon şirketini 2006-2009 dönemi için etkinliklerini SBM tabanlı Malmquist ile ölçmüştür. Çalışmacı telekomünikasyon operatörlerini sadece mobil, sadece sabit ve hem mobil hem sabit olmak üzere üç gruba ayırarak analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmacılar hem sabit hem de mobil olarak faaliyetine devam eden telekomünikasyon şirketlerinin etkinliklerinin daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Birleşme sağlayan bu telekomünikasyon şirketlerinin iş stratejilerinin olumlu sonuçlandığı kanısına varılmıştır.

Banker vd. (2010) yaptıkları çalışmada ABD’de hızla büyüyen mobil kablosuz endüstrisindeki teknolojik değişimini ölçmüşlerdir. Çalışmacılar 16 mobil kablosuz şirket üzerinde yaptıkları çalışmada VZA kullanmışlardır. 2000-2002 yıllarını kapsayan çalışmada üretkenlik değişimi, teknolojik değişim ve göreceli etkinlik hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda 2002 yılındaki değişimin diğer yıllara göre daha etkin çıktığı görülmüştür. Ayrıca çalışma sonucuna göre pazar payı yüksek olan şirketlerin daha fazla teknolojik gelişme gösterdikleri de diğer bir çıktıdır.

Liao ve González (2009) çalışmalarında Brezilya, Rusya, Hindistan ve Çin’de (BRICS) 10 mobil operatörün operasyonel etkinliğini, 2002-2006 dönemini kısmi faktör verimliliği ve VZA yaklaşımlarını kullanarak araştırmışlardır. VZA sonucunda, Brezilyalı

mobil operatörlerinin diğerlerine göre yıllar itibari ile hep etkin çıktığı görülmüştür. Hintli mobil operatörleri etkinlik skorlarının, son sıralarda yer aldığı gözlenmiştir.

Kuznetsov vd. (2021), ekipman ve tesislerin üretimi ve teslimatı, telekomünikasyon hizmetlerinin sağlanması ve çeşitli dijital hizmetlerin uygulanmasını kapsayan ABD, Çin ve Rusya'da faaliyet gösteren 11 büyük şirketin VZA analizi ile göreceli performansları ölçülmüştür. Şirketlerin performansları kaynakları kullanma becerilerine göre değerlendirilmiş olup en düşük etkinlik gösteren şirketler, faaliyetleri ekipman ve tesis üretimine odaklanan şirketler olmuştur. Bu durumun sebebi ise sektörün sürekli güncelleme içinde olması bu yüzden de araştırma ve geliştirme maliyetlerinin yüksek olmasından kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Çalışma çıktı değişkeni olarak hisse başına nakit akışı ve gelir alınarak şirketlerin performansını, hissedarlar için kâr ve nakit akışı yaratmak üzere ellerindeki kaynakları kullanma becerilerine göre belirlenmiştir. Faaliyet alanı telekomünikasyon olan şirketler ikinci etkin şirketler iken en düşük etkinlik skorlarına sahip şirketler ise yüksek malzeme ve finansman maliyetlerine sahip ekipman ve el cihazları üretenler olmuştur. Bu makalenin temel amacı, VZA kullanarak Vietnam endüstrisindeki Teknoloji Telekomünikasyon şirketleri için performans ölçümünü 2012-2015 yılları arasında şirketlerin etkinlik, teknik ve üretkenlik değişiminde etkili faktörü bulmak için Süper-SBM ve Malmquist endeksi yöntemlerini kullanmışlardır.

Ngwenyama ve Morawczynski (2009) çalışmalarında BİT altyapısı geliştirmekte olan ülkelerde ekonomik etkisi oldukça önemli bir faktördür. Bunun gerçekleşmesi için de sektörün özel bir altyapıya ve ulaşılabilecek bir entegrasyon düzeyine ihtiyacı olmaktadır. Bu doğrultuda serbestleşme ile sektörün altyapıya yatırımlarının artırması için çeşitli yaptırımlar ve teşvikler yapılmaktadır. Bu makalede, Latin Amerika'daki beş geliştirmekte olan ekonomide BİT genişlemesinin etkinliğini belirleyen faktörlerin neler olduğu araştırılmıştır. Çalışmanın da sonucunda BİT genişlemesinde ekonomik, coğrafya, beşeri sermaye, sivil altyapı gibi faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

Hu vd. (2019) çalışmalarında 2007-2016 yılları arasında Asya Pasifik bölgesinde faaliyet gösteren 17 telekom operatörünü kapsamaktadır. Bu çalışmada çıktı değişkenleri olarak FAVÖK, geniş bant aboneleri, sabit şebeke aboneleri ve mobil aboneler hedef alınmıştır. Girdi değişkenleri de toplam varlıklar ve işgücü (çalışan sayısı)'dür. "FAVÖK faiz, vergi, amortisman ve itfa öncesi kar anlamına gelmekte" olup faaliyet karı yerine FAVÖK'ün çıktı değişkeni olarak seçilme nedeni, telekom operatörlerinin faaliyet performansını ölçen yaygın bir gösterge olduğu belirtilmiştir (Tsai vd., 2006). Buna ek olarak, çıktının karlılığa odaklanan etkinlik modeli olması için FAVÖK ve mobil ağlar, sabit ağlar ve geniş bant telekomünikasyon aboneleri değişkenlerinin telekom operatörlerinin ana faaliyet alanlarının seçilmiş olması gerekir. Girdi değişkenleri de temel işletme kaynakları olan toplam varlıkları ve işgücü olarak belirlenmiştir. Literatürde telekomünikasyon ağ operatörlerinin etkinliğine ilişkin çalışmalarda toplam varlıkları (Kang, 2009; Tsai vd., 2006) veya işgücünü (Kang, 2009; Liao ve Lien, 2012; Lu ve Hung, 2008) birçok çalışmacı da girdi değişkeni olarak benimsemiştir.

Torres ve Bachiller (2013) çalışmasında girdi değişkeni olarak işgücü faktörünü temsil eden çalışan sayısını ele almıştır. Çalışan sayısını, literatürde Sueyoshi (1994), Lien ve Peng (2001), Majumdar (1998), Pentzaropoulos ve Giokas (2000,2002,2008) ve Tsai vd. (2006) dahil olmak üzere telekomünikasyon sektöründeki birçok çalışmada ve farklı yöntemlerde temel gösterge olarak kullanmıştır. Diğer taraftan kullanılan diğer değişken, toplam varlıklardır. Toplam varlıklar değişkeni ise şirketin büyüklüğü ve maddi kaynakları hakkında bilgi içermesi nedeni ile önemlidir. Bu değişkeni girdi olarak kullanan çalışmalara da Zhu (2004) ve Tsai vd. (2006) örnek verebiliriz. Diğer bir çıktı değişkeni olarak kullanılan faaliyet karı da başka çalışmacılar tarafından kullanılmıştır (Sueyoshi (1994, 1998); Lien ve Peng (2001); Pentzaropoulos ve Giokas (2002); Zhu (2004) ve Tsai vd. (2006)).

Naimy ve Merheb (2014) alışmalarında girdi değişkenlerini toplam çalışan sayısı, toplam varlıklar ve sermaye harcamaları olarak belirlemiştir. Diğer çalışmalarda olduğu gibi işgücünü çalışan sayısı temsil etmektedir. Mobil ağ operatörlerinin sahip oldukları kapasiteyi toplam varlıklar ve sektörün sermayesi yoğun bir sektör olmasını da sermaye harcamaları temsil etmektedir. Çalışmada “toplam varlıklar; dönen varlıklar, sabit varlıklar, maddi olmayan varlıklar ve ertelenmiş vergi varlıkları dahil olmak üzere operatörün sahip olduğu tüm varlıklar” olarak tanımlanmıştır. Sermaye harcamalarının ağrı kalitesini, kapsama alanını, iletişim hızını ve şebeke kapasitesini etkilemesi girdi değişkeni olarak analizde yerini almıştır. Analize dahil olan tüm operatörler için ses dakikası, SMS sayısı ve GPRS ve 3G'den üretilen veri hacmi değişkenlerinin elde edilememesinden kaynaklı hizmet sistemini temsil eden çıktı değişkeni, toplam gelir ve FAVÖK belirlenmiştir.

Yapılan alışmalar göz önüne alındığında telekomünikasyon sektörüne ilişkin hem mikro hem de makro düzeyde çalışmaların yer aldığı görölmektedir. Sürekli gelişen bir sektör olmasından dolayı sadece finansal kalemlerin dışında çevre ile ilgili de değişkenlerin şirketlerin finansal performanslarını etkilediği görölmektedir.

BÖLÜM 4

VERİ ZARFLAMA ANALİZİNE İLİŞKİN LİTERATÜR

Etkinlik kavramı, Farrell (1957)'in yaptığı çalışma ile ortaya çıkmıştır. Akademik olarak oldukça çok kullanılan etkinlik kavramını tanımlayan birçok çalışmacı bulunmaktadır. Farrel'in çalışmasında etkinlik, teknik ve tahsis etkinliği olarak ele alınmıştır. Teknik etkinliği karar verme biriminin girdide ve çıktıda elde edilen en maksimum miktar olarak tanımlamıştır. Teknik etkinlik tüm hatalardan arındırıldıktan sonra kazanç olarak tanımlanırsa, tahsis etkinliğinde gelecekteki fiyat yapısı hakkında girdileri çeşitlendirerek elde edilebilecek kazancı ifade etmektedir.

Literatürde birden fazla parametrik olan ve parametrik olmayan etkinlik ölçen analizler yer almaktadır. Çalışmamızda bu analizlerden Veri Zarflama Analizi kullanılacaktır. VZA etkinlik ölçen parametrik olmayan yöntemlerden biridir. Söz konusu yöntemde etkinlik ölçüm sonuçları eğer 1'den küçük ise etkin olmadığı ve 1'den büyük ise etkin olduğunu ifade etmektedir. Analizde etkinlik ölçümü yapılacak olan unsurlar karar verme birimi (KVB) olarak adlandırılmaktadır (Cooper vd., 2006).

VZA, literatürde oldukça etkin kullanılan yöntemlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu akademik çalışmalar; Yen vd. (2023), çalışmalarında girdi liman maliyeti, çıktı iş hacmi olarak VZA ile işletmelerin performanslarını ölçmüştür. Xu vd., (2023) çalışmalarında 42 Çin tekstil firmasına yapmışlardır. VZA kullanarak yeşil inovasyonun etkinliğini çıktı olarak buluş patentleri girdi olarak Ar&Ge (çalışanları, yoğunluk, yatırım, gelir)'yi almıştır. Fukuyama vd., (2023) çalışmalarını biyoteknoloji ve ilaç sanayisinde girdi değişkenlerini toplam varlıkları ve toplam çalışan sayısını alırken çıktı değişkeni satış gelirleri olarak VZA yapmışlardır. Wang ve Zhang, (2021), çalışmalarında Guangdong eyaletindeki 8 şehirde şeker kamışı üretiminin VZA ve

Malmquist endeksini 2014-2018 yılları arasında etkinliğini araştırmıştır. Araştırmacılar etkin olmayan şehirlerdeki şeker kamışının verimliliği için üniversite kaynak yönelimi, ulaşım ve telekomünikasyon altyapısı, gücün artırılması, Guangdong eyaleti tarımsal bilim ve teknoloji inovasyon ittifakının kurulması ve şeker kamışı endüstrisinde modern üretim ve uluslararası pazarlama ortamının oluşturulması gerekliliğinden bahsetmiştir. Xiong vd., (2018) çalışmalarında, iki aşamalı VZA'yı Çin'deki 17 bilim akademisi araştırma enstitüsünün etkinliğini ölçmede kullanmışlardır.

WenLong vd. (2021) çalışmalarında 2009-2016 yılları arasında Çin'deki imalat ve lojistik verimliliğinin mevcut durumunu analiz etmek için radyal olmayan yönsüz aylak tabanlı VZA modeli uygulamıştır. Beklenmeyen çevre kirliliğine yol açan madde, üretim verimliliğinin düşmesinin ana etkeni olarak belirtilirken; girdi faktörlerinin fazlalığının da lojistik sektörünün verimliliğini etkilediği ana neden olarak belirtilmiştir.

Pan vd. (2021) çalışmalarında Çin'in 31 bölgesinde tarımsal sürdürülebilir kalkınma ve etkinliğin bölgesel farklılıklarını VZA ve Malquist verimlilik endeksi ile analiz etmiştir. Analizde iki çıktı (toplam çıktı değeri ve toplam tahıl çıktısı) ve beş girdi (arazi, kaynaklar, enerji, teknoloji ve fonlar) değişkeni kullanmıştır. Çalışmacılar internetin ve telekomünikasyon sistemlerindeki gelişmelerin tarım altyapısında olumlu ve sürekli değişimler sağladığını vurgulamışlardır.

Hung ve Shiu, (2014) çalışmalarında genellikle Ar&Ge proje performansı fayda maliyet analizi kullanılarak yapılmasına rağmen üç aşamalı VZA yöntemi kullanarak Tayvan Ulusal Telekomünikasyon Programını oluşturan 39 akademik projenin performansını değerlendirmişlerdir. Çalışmada kullanılan girdi göstergeleri; araştırma sübvansiyonu, araştırma süresi, proje üyelerinin sayısı, proje üyelerinin profesyonelliği iken çıktı göstergeleri; araştırma makaleleri, verilen patentler, kağıt alıntıları, dergi etkileri patent atıfları, eğitilmiş yetenek sayısı, eğitilmiş yeteneklerin kalitesidir.

Bunların dışında da telekomünikasyon alanında da VZA oldukça popüler bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Abdel-Halim vd., (2023), çalışmalarında Suudi Arabistan'da faaliyet gösteren üç telekomünikasyon şirketini 2010-2019 yılları arasında performanslarını ölçmek amacı ile teknik etkinliği hesaplamak için üç farklı yöntem kullanmıştır. Bu yöntemler, VZA, Windows VZA ve Analitik hiyerarşi sürecidir. VZA'da girdi değişkeni olarak, toplam varlıklar, faaliyet giderleri ve sermaye harcamalarını alırken çıktı değişkeni olarak satış gelirleri ve hissedarların öz kaynakları hedef alınmıştır.

Apergis vd. (2023) çalışmalarında, BİT'in işsizlik ve işgücü etkinliği üzerindeki etkisini, 1972-2020 'ye kadar üç aylık ABD verileri dikkate alınarak işsizlik ve BİT sermaye yatırımları arasındaki ilişkilerini tahmin etmektedir. Elde edilen sonuçlarda BİT'in sermaye yatırımlarının işgücü verimliliğini arttırdığı gibi işsizliği de azalttığı sonucuna varmışlardır. BİT ve artan işgücü verimliliği arasındaki ilişkinin arkasında yer alan uygulayıcılar VZA kullanılarak tanımlanmıştır. Çalışmacılar VZA'da girdi olarak malzeme girdileri, işgücü ve sermaye unsurlarını alırken, çıktı değişkeni olarak faaliyet karını almışlardır.

Bielov vd. (2022), çalışmalarında 2014-2018 yılları arasındaki OECD ülkelerinden 34 mobil ağ operatörünün etkinliklerini SBM-VZA kullanarak ölçmüşlerdir. SBM-VZA da girdi değişkenleri toplam bağlantı sayısı ve toplam spektrum aralığı iken çıktı değişkeni olarak veri hacmidir. Etkinlik skorlarından elde edilen mobil ağ operatörleri performans karşılaştırmalarının, MannWhitney U testi kullanılarak istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakılmıştır. Çalışma bulgularını da yerli ve uluslararası şirket temelinde yorumlamış olup yerli mobil ağ operatörlerinin çok uluslu mobil ağ operatörlerine göre daha etkin çıktıkları görülmüştür. Bu sonuçlara göre çalışmacılar, yerli mobil ağ operatörlerinin kaynakları daha iyi kullandıklarını ve yerel pazara daha hakim olmalarının etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmacılar, etkin

olmayan mobil ağ operatörlerinin bu durumunun, mevcut spektrum aralığının yetersiz kullanılmasından kaynaklı olduğunu da belirtmişlerdir.

Du de diğ. (2019) çalışmalarında, 2013-2015 yıllarını kapsayan Çinli bir telekom operatörünün aylık işletme verileri 31 Çin ili için alınarak yatırım performansını dinamik VZA ve duyarlılık analizi ile performansını ölçmüştür. Dinamik VZA modelinde girdi değişkeni olarak yatırım alınırken çıktı değişkenleri ise, gelir, kullanım, uygulama, tedariktir.

Shao vd. (2017) çalışmalarında, MTFPI ve VZA kullanarak 13 OECD ülkesindeki telekomünikasyon hizmet endüstrilerinin 2000-2011 yılları arasındaki performansını incelemişlerdir.

Bankole vd. (2015) yapmış olduğu çalışma, 28 Afrika ülkesinden arşiv verilerini kullanarak telekomünikasyon altyapısı ve kurumsal kalitenin Afrika'daki ticaret etkinliği üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Çalışmada kullanılan yöntemler, kısmi en küçük kareler analizi, VZA ve regresyon eğrileridir. Telekomünikasyon ve kurumsal kalite faktör skorları girdi değişkenleri iken, ticaret faktör skorları ise çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, kurumsal kalitenin ticarete etkinliğinin artması için telekomünikasyon altyapı yatırımlarının gerekli olduğu ortaya konulmuştur.

Diskaya vd. (2011) çalışmalarında, telekomünikasyon sektörünün kıyası bir rekabet halinde olduğunu bu durumun da stratejik bir savaş haline geldiğini vurgulamıştır. Ekonomideki yeri artan telekomünikasyon sektörünün, tüm ülkelerde yeniden bir yapılanma sürecine girdiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda yapmış oldukları çalışma ile telekomünikasyon sektörünün 2007-2010 yılları itibari ile Türkiye ve G8 ülkelerinde yer alan dokuz mobil ağ operatörlerini karşılaştırarak ülkeler arasında kıyaslama yapmışlardır. Çalışmacılar VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği Endeksi kullanarak performans kıyaslaması yapmışlardır. Çalışmada veriler, yıllık faaliyet

raporları ve çeşitli araştırma kuruluşlarından elde edilen girdi ve çıktı değişkenler kullanılmıştır. Girdi değişkenleri "sermaye harcamaları, borç, toplam erişim hatları, çalışanlar" iken, çıktı değişkenleri "gelir, net gelir ve mobil aboneler" dir. Çalışmanın sonucunda telekom şirketlerinin küresel ekonomik krizden çok etkilenmedikleri hatta kriz ortamından daha güçlü çıktıkları algısı oluşmuştur. Çalışmacılar, bunun temel nedenini, telekomünikasyon şirketlerinin diğer sektördeki şirketlere göre zorunlu yatırım yapması ve önde gelen inovasyon aracı olarak gösterilmesine bağlamıştır.

Mitra Debnath ve Shankar, (2008) çalışmalarında teknolojik modernizasyonun her ülke için gereklilik olduğuna vurgu yapmışlardır. Bundan dolayı telekomünikasyonun da yeni bir gelişim çağına girmesi ile mobil ağ sektörünün süreklilik gösteren büyümesini ilişkilendirmişlerdir. Bu doğrultuda mobil ağ operatörlerinin temel amacının sadık bir müşteri portföyü oluşturması ve bunun devamlılığını sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla Hindistan'daki 13 mobil hizmet sağlayıcıları (42 KVB) 2004-2005 yıllarının etkinliklerini karşılaştırmak için VZA yöntemini kullanmışlardır. Girdi değişkenleri; arıza sayısı, çağrı başarı oranı, çağrı düşme oranı, iyi ses kalitesi iken çıktı değişkenleri; hizmet erişim gecikmesi, kesilen her 100 fatura başına şikayet, dört hafta içinde çözölen şikayetler, tüm geri ödemelerin süresi ve abone sayısıdır.

4.1. Veri Zarflama Yöntemleri

VZA modelleri, radial ve nonradial olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Radyal modeller CCR (Charnes Cooper Rhodes) modelidir. Bu nedenle CCR skorları, tüm girdiler (çıktılar) için ortak olan oransal maksimum girdi (çıktı), azaltma (genişletme) oranını yansıtır. Basitçe, bu modeller girdi veya çıktılarıdaki değişiklikleri orantısal olarak ele almaktadır. Tone'na göre radyal olmayan model aylak tabanlı (SBM) çıktı veya girdi aylaklarını doğrudan ele alır ve girdi veya çıktıların orantılı olarak değiştiğini varsaymaz. Bu SBM modelleri iki koşul altında tasarlanmıştır. Birincisi değişmeyen birimlerdir. Bu,

ölçünün veri birimlerine göre değişmez olması demektir. İkinci koşul ise, tekdüzeliktir.

Buradaki ölçü de girdi ve çıktıdaki her bir aylık tekdüze olmalıdır (Cooper vd., 2011).

4.1.1. Süper Aylak Tabanlı (SBM) Etkinlik Modeli

SBM etkinlik modelinde KVB’lerde sıralama yapılamamaktaydı. SBM sadece KVB’lerde etkinlik skorları vermektedir. Etkin olan KVB’lerin kendi aralarında da bir sıralama yapmak istendiğinde Süper SBM modeli kullanılmaktadır. Süper SBM amaç fonksiyonu değeri δ^* olarak tanımlarsak (Tone, 2011);

$$\delta^* = \min_{\bar{x}, \bar{y}, \lambda} \frac{(1/m) \sum_{i=1}^m (\bar{x}_i / x_{i0})}{(1/s) \sum_{r=1}^s (\bar{y}_r / y_{r0})}, \quad \text{Eşitlik (1)}$$

Kısıtlar:

$$\bar{x}_i \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i = 1, \dots, m), \quad \text{Eşitlik (2)}$$

$$\bar{y}_r \leq \sum_{j=1, j \neq 0}^n y_{rj} \lambda_j \quad (r = 1, \dots, s), \quad \text{Eşitlik (3)}$$

$$\bar{x} \geq x_0, \bar{y} \leq y_0, \quad \text{Eşitlik (4)}$$

$$\lambda \geq 0, \bar{y} \geq 0. \quad \text{Eşitlik (5)}$$

Kesir eşitliğini yorumlayacak olursak, pay kısmında $\bar{x}(\geq x_0)$, x_0 arasındaki ağırlıklı l_1 mesafesidir. Bu mesafe de $\bar{x}(\geq x_0)$, x_0 ortalama uzaklık oranını ifade etmektedir. Kesirli ifadenin paydasındaki $\bar{y}(\leq y_0)$, x_0 arasındaki ağırlıklı l_1 de ortalama azalma oranı olarak ifade edilir. Paydanın küçük olması y_0 ‘ın $\bar{y}$ göre konumlandırılmasıdır. Bundan dolayı da amaç fonksiyonu girdi uzayındaki uzaklık ve çıktı uzayındaki uzaklık olmak üzere iki indeks üretir. Bu iki indekste boyutsuzdur (Tone, 2011).

Çıktı yönlü Süper SBM amaç fonksiyonu ve kısıtları eşitlik de verilmiştir.

$$\delta^* = \min_{\bar{x}, \bar{y}, \lambda} \frac{1}{(1/s) \sum_{r=1}^s (\bar{y}_r / y_{r0})}, \quad \text{Eşitlik (6)}$$

Kısıtlar:

$$\bar{x}_i \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i = 1, \dots, m), \quad \text{Eşitlik (7)}$$

$$\bar{y}_r \leq \sum_{j=1, j \neq 0}^n y_{rj} \lambda_j \quad (r = 1, \dots, s), \quad \text{Eşitlik (8)}$$

$$\bar{x} \geq x_0, \bar{y} \leq y_0, \quad \text{Eşitlik (9)}$$

$$\lambda \geq 0, \bar{y} \geq 0. \quad \text{Eşitlik (10)}$$



BÖLÜM 5

TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNÜN

ETKİNLİK ANALİZİ

Verimlilik, ölçülmesi gereken önemli bir husustur çünkü kuruluşlar tarafından kullanılan tüm kaynaklar yetersizdir. İşgücü, hammadde, zaman ve enerji gibi girdiler artık çok bol değildir. Bu nedenle kuruluşlar bu kaynakları mümkün olan en iyi şekilde korumaya ve kullanmaya çalışmalıdır (Naimy ve Merheb, 2014).

Piyasadaki konumlarından dolayı önde olan mobil firmalar rakiplerine göre daha katı düzenlemelere tabi tutulabilirler ve bu durum onların performanslarını etkileyebilir. Bununla birlikte, sektörde daha fazla kullanıcı sayısına sahip olmasından dolayı daha büyük bir pazar payına sahip olan firmalar, mobil telefon endüstrisindeki ağ etkileri ve geçiş maliyetleri gibi faktörlerin varlığı nedeniyle ilerleyen dönemlerde piyasadaki konumlarını güçlendirebilir ve etkinliklerini artırabilirler (Doganoglu ve Grzybowski, 2007; Grzybowski, 2008; Corrocher ve Zirulia, 2009; Maicas vd., 2009 ve Usero ve Asimakopoulou, 2013). Bu nedenle, ampirik literatür hala sınırlı olmasına rağmen, önde gelen mobil operatörlerin etkinliğini ölçmek çok önemlidir (Usero ve Asimakopoulou, 2013).

Sonuç olarak mobil ağ operatörlerinin çevre, inovasyon ve finansal değişkenleri ele alınarak Süper-SBM VZA modeli ile etkinlik sıralamaları yapılmıştır. Burada mobil ağ operatörlerinin telekomünikasyon sektöründeki rekabet güçleri, çevre etkinlikleri ve finansal karşılaştırmaları yapılmıştır.

5.1. Amaç

İşletmeler arası iletişim, çevrimiçi ticaret, finansal işlemler ve daha birçok ekonomik faaliyet, güçlü bir telekomünikasyon altyapısına dayanması BİT'in

ekonomideki yerini arttırmıştır. Bu altyapı, mobil ağ operatörleri tarafından sağlanan hizmetlerle desteklenir. Mobil ağ operatörleri, bu ilişkinin önemli bir parçasını oluşturur. Ancak bu gelişmiş telekomünikasyon altyapısının sürdürülebilirliği ve enerji verimliliği, sonuçları yönüyle endişe kaynağıdır. Mobil ağ operatörleri, yüksek enerji tüketimine sahip veri merkezleri ve iletişim ekipmanlarına sahiptir. Bu, enerji maliyetlerini artırabilir ve olumlu-olumsuz çevresel etkilere yol açabilir.

İşte bu noktada, telekomünikasyon sektörünün çevresel sorumluluklarını ele alması ve enerji etkinliğini artırması gerekmektedir. Daha yeşil ve sürdürülebilir telekomünikasyon altyapısı, ekonomiye ve çevreye fayda sağlayabilir. Bu bağlamda, inovasyon ve teknolojik gelişmeler, enerji tasarrufu ve çevresel etkilerin azaltılması için kritik öneme sahiptir.

Başka bir deyişle, ekonomi, telekomünikasyon ve mobil ağ operatörleri birbiriyle sıkı bir ilişki içerisinde. Bu sektörler arasındaki iş birliği, ekonominin sürdürülebilir bir şekilde büyümesini desteklemeli ve aynı zamanda enerji etkinliği ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı amaçlamalıdır. Bu eylem hem iş dünyası için hem de çevre için olumlu sonuçlar doğurabilir.

Gelişen teknoloji ile mobil operatörlerin yatırım alanları ve Ar&Ge çalışmalarının yönü ve içeriği de internetin insan hayatının yanında işletmelerdeki yerinin de giderek artması ile daha da önem kazanmaktadır. Söz konusu bu gelişmeler, mobil ağ operatörlerin yıkıcı rekabet piyasasında yok olmamak için piyasa koşullarına ayak uydurması gerektiğinin önemini vurgular. Operatörlerin birbirlerini takip etmelerinin yanı sıra rakip operatörlere göre finansal performanslarını karşılaştırmaları, çevresel sorunlara olan duyarlılıkları ve aldıkları önlemler bu yolda başarı sağlamak için önem arz etmektedir.

Literatüre baktığımızda, mobil ağ operatörlerine ilişkin etkinlik analizleri yer almaktadır. Çalışmamızın literatüre en önemli katkısı mobil ağ operatörlerin sürdürülebilirlik kapsamında enerji tüketimini ve CO₂ emisyonunu, Ar&Ge harcamaları ve patent değişkenlerini etkinlik analizi kapsamında değerlendirerek sonuçlandırmasıdır.

Çalışmamızda operatörlerin enerji tüketimini azaltıcı yatırım ve çalışmalarının ne yönde olduğunu görmek, performanslarını karşılaştırmak ve son olarak yapılan Ar&Ge çalışma sonuçlarını karşılaştırarak önde gelen mobil ağ operatörlerinin etkinliklerini ölçmek amaçlanmıştır.

5.2.Yöntem

Bu tez çalışmasında, veri zarflama analizi yöntemleri, mobil ağ operatörlerin etkinliklerini ölçmek için kullanılmıştır. VZA, çeşitli karar birimlerinin (örneğin, işletmeler veya kurumlar) performansını değerlendirmek için kullanılan etkili bir yöntemdir. Bu analiz yöntemleri, işletmelerin veya kurumların kaynaklarını en iyi şekilde nasıl kullanabilecekleri konusunda çalışmacılara yol gösterir.

Çalışmada kullanılan, Süper Aylak Tabanlı (SBM) Etkinlik Modeli, VZA'nın bir türüdür ve Aylak Tabanlı Model'in geliştirilmiş bir versiyonudur. Süper SBM Etkinlik Modeli ise mobil ağ operatörlerinden kaynak kullanımını ve performansını incelemek için kullanılır. Mobil ağ operatörlerinden kaynaklarını daha etkin bir şekilde kullanıp kullanmadığını ve kaynaklarda potansiyel iyileştirmelerin olup olmadığını gösterir.

Mobil ağ operatörlerinin performansını iki aşamalı bir süreçte değerlendirilmiştir. Birinci aşamada girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki değerlendirilir, ardından ikinci aşamada ise bu ilişki daha fazla analiz edilir. Bu yöntem, mobil ağ operatörlerinin performansını daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirmek için kullanılmıştır.

Sonuç olarak, bu VZA yöntemleri işletmelerin veya kurumların performanslarını değerlendirmek ve kaynaklarını daha etkili bir şekilde kullanabilmeleri için yol gösterir. Bu yöntemler, veri analizi ve karar verme süreçlerini iyileştirmek ve güçlendirmek için araçlar sunar.

5.3. Girdi ve Çıktıların Belirlenmesi

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz değişkenler literatürde en çok kullanılan değişkenlerdir. Önceki bölümlerde de bu çalışmalara yer verilmiştir. Tez çalışmasında oluşturulan modellerde Toplam gelir (Total Revenue), FAVÖK (EBITDA), Sermaye Harcamaları (CAPEX), Faaliyet Karı (Operating Income), Toplam Faaliyet Giderleri (Total Operating Expense), Toplam Varlıklar (Total Assets), Hisse Başına Kar, (Earning per Share), Duran Varlıklar (Fixed Assets), Net Satışlar (Net Sales), Çalışan Sayısı, Ar&Ge harcamaları ve Patent Sayısı ve Piyasa Değeri'dir. Söz konusu bu değişkenler literatür çalışması sonucunda yaygın olarak kullanılan değişkenlerdir. Söz konusu değişkenlere ilişkin veriler Refinitiv Eikon web tabanından alınmış olması nedeni ile değişken tanımlamalarında genel olarak veri tabanı tanımlaması temel alınmıştır.

Çalışmamızda yer alan çalışan sayısı iş gücünü temsil etmektedir. Sermaye harcamaları çağrı kalitesini, kapsama alanını, iletim hızını ve şebeke kapasitesini etkilemesi ile mobil ağ operatörlerinin sahip oldukları kapasiteyi toplam varlıkları ve sektörün sermaye yoğun bir sektörü olmasını temsil etmesi amacı ile modele dahil edilmiştir.

Ar&Ge harcamaları şirketlerin rekabet avantajı elde etmek amacıyla yeni ürün ve hizmetleri temsil etmektedir.

Toplam Faaliyet Giderleri, satış hacmiyle doğrudan ilişkili değişken maliyetler, dolaylı faaliyet maliyetleri, amortisman veya itfa payları, faaliyet karşılıkları ve işletme

faaliyetlerinden kaynaklanan diğer giderler dahil olmak üzere faaliyet niteliğindeki toplam giderleri temsil eder.

Net Satışlar, peşin indirimler, ticari indirimler, özel tüketim vergisi ve satış iadeleri ve ödenekleri düşüldükten sonra ürün ve hizmetler için elde edilen satış gelirlerini temsil eder.

Faaliyet Karı, satış düzeltmeleri ve tüketim vergileri düşüldükten sonra, bir şirketin tüm işletme faaliyetlerinden elde edilen toplam gelirlerden, satış hacmiyle doğrudan ilişkili değişken maliyetler, dolaylı işletme maliyetleri, amortisman veya itfa payları, işletme karşılıkları ve işletme faaliyetlerinden kaynaklanan diğer giderler gibi işletme niteliğindeki toplam giderlerin düşülmesiyle elde edilerek çalışmada kullanılmıştır.

Piyasa değeri, şirketin mevcut hisse senetlerinin toplam değerini temsil etmektedir. Hisse başına kar, şirketlerin piyasa değerinin piyasa da işlem gören hisse senedi sayısına bölünmesi ile elde edilen oranı temsil etmektedir.

FAVÖK, ülkeler arasında kaynaklanan farklılıkları ortadan kaldırmak için literatürde şirketleri değerlendirme ölçütü olarak sık kullanılan bir kalemdir. Söz konusu bu kavram şirketleri faaliyet açısından karlılığı ayırmakta ve şirketlerin ana faaliyetinden doğan karlılığı da sunmaktadır.

Böylelikle çalışmamızda kullanılan Toplam Gelir kalemi, satış düzeltmeleri ve eşdeğerleri düşüldükten sonra bir şirketin tüm işletme faaliyetlerinden elde edilen geliri temsil etmektedir.

5.4. Veri Seti Hakkında Bilgiler

Bu tez çalışmasında ele alınan tüm mobil ağ operatörleri Statista (Statista, 2023) veri tabanında yayınlanmış olan “En iyi 100 teknoloji ve telekomünikasyon şirketi”

raporu hedef alınarak sadece telekomünikasyon sektörü olarak belirlenmiş şirketler arasından seçilmiştir. Söz konusu bu raporda mobil şirketler 2022 yılı gelirlerine göre sıralanmıştır. Çalışmamızda kullanmış olduğumuz VZA modeli kapsamında Statista'nın yayınlamış olduğu rapordan telekomünikasyon şirketleri seçilerek toplamda 22 mobil ağ operatörü değerlendirilmeye alınmıştır.

Şirketlerin finansal verileri hakkında bilgi sahibi olabilmek için resmi web sayfalarında yayınlamış oldukları yıllık faaliyet raporları ve ESG raporlarından yararlanıldığı gibi Reuters veri tabanından da yararlanılmıştır. Bunun dışında bazı şirketlere ait birtakım veriler Avrupa Komisyonu raporlarından elde edilmiştir. Bunun dışında da Ar&Ge harcamaları her faaliyet raporunda yer almadığı için özel web sayfalarından ulaşılmıştır. Diğer taraftan şirketlerin sabit varlıklarına ilişkin veriler Nasdaq'ın sayfasından; şirketlere ait patent verileri ise Insights by grebs (Patent, 2023) web sayfasından alınmıştır.

Çalışmamızda üç model kurulmuştur. Toplamda 22 telekomünikasyon şirketi üzerinde yapılan analizlerde modeller bazında verilerine erişilemeyen şirketler analize dahil edilememiştir.

5.4.1. Çevre Modeli

Çevre Modeli olarak adlandırılan bu aşama mobil ağ operatörlerinin Süper SBM-O-C 2020-2021 yılları analizleri için yapılmıştır. Aşağıdaki Tablo 7'de Çevre Modeli'ne alınan girdi ve çıktı değişkenleri yer almaktadır.

Tablo 7. Çevre Model değişkenleri

Çevre Modeli	
Girdi	Çıktı
• Çalışan Sayısı • Sermaye Harcamaları • Enerji Kullanımı • CO₂ Emisyonu	• Faaliyet karı

5.4.2. İnovasyon Modeli

İnovasyon Modeli olarak adlandırılan bu modelin amacı, mobil ağ operatörlerinin yapmış oldukları Ar&Ge'lerin sonucunun, rekabet verilerini nasıl etkilediklerini görmektir. Bu doğrultuda İnovasyon Modeli mobil ağ operatörlerinin 2019-2022 yılları arasını iki aşamalı VZA ile analiz edilmiştir. Modele girecek olan girdi ve çıktı değişkenleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. İnovasyon model değişkenleri

İnovasyon Model			
1. Aşama		2. Aşama	
Girdi	Çıktı	Girdi	Çıktı
• Çalışan Sayısı • Ar&Ge Harcamaları • Duran Varlıklar	• Patent Sayısı	• Ar&Ge Etkinlik Değeri • Toplam Faaliyet Giderleri	• Net Satışlar

Birinci aşamayı literatürde Ar&Ge olarak adlandırılırken ikinci aşama sonucunda İnovasyon olarak adlandırılmaktadır.

5.4.3. Telekomünikasyon Sektörüne İlişkin Finansal Modeller

Finansal Model olarak adlandırılan bu aşama mobil ağ operatörlerinin Süper SBM-O-C analizleri 2020-2021 yılları için yapılmıştır. Finansal Modeli kendi içinde iki farklı şekilde değerlendirilmiştir. Aşağıdaki tablolarda Finansal Model'e alınan girdi ve çıktı değişkenleri yer almaktadır. Tablo 9'da belirtilen modele Finansal Model1 olarak değinilecektir.

Tablo 9. Finansal model1 değişkenleri

Finansal Model 1	
Girdi	Çıktı
• Çalışan Sayısı • Sermaye Harcamaları • Toplam Faaliyet Giderleri • Toplam Varlıklar	• Piyasa Değeri • FAVÖK

Tablo 10'da belirtilen değişkenler Finansal Model2'yi oluşturmaktadır.

Tablo 10. Finansal model 2 değişkenleri

Finansal Model 2	
Girdi	Çıktı
• Çalışan Sayısı • Sermaye Harcamaları • Toplam Faaliyet Giderleri • Toplam Varlıklar	• Toplam Gelir • Hisse Başına Kar

Çalışmamıza ilişkin modeller verilmiş olup analizlere ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

5.5. Etkinlik Analiz Sonuçları

5.5.1. Çevre Modeli Etkinlik Analiz Sonuçları

Bu model de aşağıdaki girdi ve çıktılar kullanılarak 22 mobil ağ operatörüne ilişkin Süper SBM Etkinlik analizleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. 2020 yılına ait çevre modeli ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

No	Operatörler	Süper SBM Değerleri
1	SWISSCOM	2,108
2	KDDI	1,222
3	NTT	1,189
4	ROGERS	1,182
5	VERIZON	0,964
6	COMCAST	0,948
7	BCE	0,807
8	CHARTER	0,691
9	TELUS	0,604
10	BT	0,559
11	ORANGE	0,482
12	CHINA MOBILE	0,446
13	DEUTSCHE TELECOM	0,425
14	T-MOBILE	0,416
15	TELEFONICA	0,384
16	VODAFONE	0,365
17	AT&T	0,343
18	KT	0,202
19	CHINA TELECOM	0,176
20	SK TELECOM	0,171
21	LUMEN	0,138
22	CHINA UNICOM	0,114

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 11’de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 22 mobil ağ operatörü vardır. Çevre Modeli Süper SBM Etkinlik Modeli ile analiz edilmiştir. 2020 analiz sonuçlarına bakıldığında Swisscom’un etkin

olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 11’de görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri sırasıyla; 2020 yılında Swisscom (2,108), KDDI (1,222), NTT (1,189) ve Rogers (1,182)’dir. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,633 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatörler Verizon, Comcast, BCE ve Charter’dır. Operatörlerin referans kümelerine bakıldığında, KDDI neredeyse tüm operatörlerin birinci referans kümesinde yer almaktadır. Etkin olmayıp ortalamanın üzerinde bulunan Verizon’un etkinlik değeri 0,964 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=2.79$)’dir. Comcast’ın etkinlik değeri 0,948 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=1.69$), Swisscom ($\lambda_i=0.37$) ve Rogers ($\lambda_i=0.28$)’dır. BCE’nin etkinlik değeri 0,807 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=0.079$), Rogers ($\lambda_i=1.50$)’dır. Charter’ın etkinlik değeri 0,691 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=1.06$) ve Rogers ($\lambda_i=0.57$)’dir.

Tablo 12. 2020 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

Operatörler	Çalışan Sayısı	Sermaye Harcamaları	Enerji Tüketimi	CO ₂ Emisyonu	Faaliyet karı
VERIZON	0	17	14	10	4
COMCAST	44	0	0	0	5
AT&T	50	0	50	52	192
T-MOBILE	0	13	22	25	140
CHARTER	34	0	2	0	45
CHINA MOBILE	50	0	70	81	124
NTT	0	0	0	0	16
DEUTSCHE TELECOM	13	0	0	0	135
KDDI	0	0	0	0	18
VODAFONE	8	0	0	2	174
BCE	23	0	19	0	24
ORANGE	25	0	0	0	108
SWISSCOM	0	0	0	0	53
TELUS	72	0	0	0	66
ROGERS	0	0	0	0	15
CHINA TELECOM	62	0	67	78	469
TELEFONICA	26	0	15	0	161
BT	53	0	41	0	79
CHINA UNICOM	71	0	71	86	777
SK TELECOM	24	0	67	29	485
LUMEN	25	0	58	46	624
KT	0	15	74	44	395

Tablo 12, Çevre Modeli 2020 süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimizin çevre etkinliği kaynaklı olmasından operatörlerin enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarındaki iyileştirmelerini dikkate alarak yorumlarsak, China Mobile, China Unicom ve China Telecom'un enerji tüketiminde China Mobile %70; China Unicom %71; China Telecom %67'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin olabilirler. Eğer CO₂ emisyonunda bir azaltma yapmak istediklerinde ise bu oranlar China Mobile %81; China Unicom %86; China Telecom %78'dir. Enerji tüketimini diğer operatörlere göre azaltması gereken operatör %74 ile KT'dir. Böylelikle KT etkin operatörler arasına girebilir. Ayrıca ortalamanın üzerinde olup etkin olmayan operatörler Verizon, Comcast, BCE ve Charter ele alındığında Verizon'un etkin olabilmesi için enerji tüketimi ve CO₂ alanında herhangi bir şey yapmasına gerek yoktur. Charter enerji tüketiminde %2'lik bir azaltma ile etkin operatörler arasında yer alabilir. BCE ise enerji tüketimini %19 azaltarak etkin operatörler arasında yerini alabilir.

Tablo 13. 2021 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

No	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	SWISSCOM	2,336
2	VERIZON	1,399
3	TELEFONICA	1,289
4	KDDI	1,180
5	COMCAST	1,121
6	NTT	1,039
7	ROGERS	0,842
8	AT&T	0,822
9	CHARTER	0,820
10	LUMEN	0,754
11	BCE	0,752
12	BT	0,582
13	TELUS	0,483
14	T-MOBILE	0,424
15	VODAFONE	0,415
16	DEUTSCHE TELECOM	0,389
17	KT	0,355
18	CHINA MOBILE	0,345
19	SK TELECOM	0,261
20	ORANGE	0,171
21	CHINA TELECOM	0,171
22	CHINA UNICOM	0,067

Tablo 13'te Çevre Modeli 2021 süper SBM etkinlik sonuçları gösterilmektedir. Çevre Modeli Süper SBM Etkinlik Modeli ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına

bakıldığında yıllar itibari ile Swisscom'un etkin olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 13'te görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri sırasıyla; 2020 yılında Swisscom (2,336), KDDI (1,180), NTT (1,039), Verizon (1,399), Telefonica (1,289) ve Comcast (1,121)'dir. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,728 olup, etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatörler Rogers, AT&T, Charter, Lumen ve BCE'dir. Operatörlerin referans kümelerine bakıldığında, etkin olmayıp ortalamanın üzerinde bulunan Rogers'ın etkinlik değeri 0,842 iken referans setinde Swisscom ($\lambda_i=0.73$) ve Telefonica ($\lambda_i=0.06$)'dır. AT&T'in etkinlik değeri 0,822 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=0.74$), Telefonica ($\lambda_i=1.60$)'dır. BCE'nin etkinlik değeri 0,751 iken referans setinde Swisscom ($\lambda_i=1.13$), Telefonica ($\lambda_i=0.15$)'dır. Charter'ın etkinlik değeri 0,819 iken referans setinde Comcast ($\lambda_i=0.12$), Swisscom ($\lambda_i=1.17$) ve Telefonica ($\lambda_i=0.47$) son olarak Lumen'in etkinlik değeri 0,753 iken referans setinde KDDI ($\lambda_i=0.19$), Telefonica ($\lambda_i=0.26$)'dır.

Tablo 14. 2021 yılına ait çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

Operatörler	Çalışan Sayısı	Sermaye Harcamaları	Enerji Tüketimi	CO ₂ Emisyonu	Faaliyet karı
COMCAST	0	0	0	0	11
VERIZON	0	0	0	0	29
AT&T	0	0	25	46	22
T-MOBILE	0	0	18	20	136
CHINA MOBILE	0	0	53	80	190
CHARTER	0	0	0	32	22
NTT	0	0	0	0	4
DEUTSCHE TELECOM	0	0	0	10	157
KDDI	0	0	0	0	15
CHINA TELECOM	29	0	57	83	486
BCE	26	0	37	0	33
VODAFONE	0	0	0	17	141
TELUS	47	0	0	0	107
SWISSCOM	0	0	0	0	57
ORANGE	0	0	0	1	484
TELEFONICA	0	0	0	0	22
ROGERS	11	0	34	0	19
BT	51	0	44	0	72
CHINA UNICOM	30	0	54	83	1000
LUMEN	0	0	55	57	33
SK TELECOM	0	0	68	32	284
KT	0	0	74	44	182

Tablo 14, Çevre Modeli 2021 süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimiz çevre etkinliği kaynaklı olduğundan, operatörlerin enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarındaki iyileştirmelerini dikkate alarak yorumlarsak, China Mobile, China Unicom ve Chia Telecom'un enerji tüketiminde China Mobile %53; China Unicom %54; China Telecom %57'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin olabilirler. Eğer bunu CO₂ emisyonunda bir azaltma olarak yaptıklarında, bu oranlar China Mobile %80; China Unicom %83; China Telecom %83'tür. Enerji tüketimini diğer operatörlere göre en fazla oranda azaltması gereken operatör %74 ile KT'dir. Böylelikle KT etkin operatörler arasına girebilir. Ayrıca ortalamanın üzerinde olup etkin olmayan operatörler Rogers, AT&T, Charter, BCE ve Lumen ele alındığında Rogers'ın enerji tüketiminde %34'lük bir azaltma yaparak etkin operatörler arasında yerini alabilir. Charter CO₂ tüketiminde %32'lik bir azaltma ile etkin operatörler arasında yer alabilir. BCE ise enerji tüketimini %37 azaltarak etkin operatörler arasında yerini alabilir. AT&T enerji tüketiminde %25 azaltma yaparak ya da %46 CO₂ emisyonunda azaltma yaparak, etkin operatörler arasında yerini alabilir. Lumen enerji tüketiminde %55 azaltma yaparak ya da %57 CO₂ emisyonunda azaltma yaparak etkin operatörler arasında yerini alabilir. Modelimizin çevre etkinliği olduğundan operatörlerin enerji tüketimi ve CO₂ emisyonlarındaki iyileştirmelerini dikkate alarak yorumlarsak, China Mobile, China Unicom ve Chia Telecom'un enerji tüketiminde China Mobile %70; China Unicom %71; China Telecom %67'lik bir azaltma yaptığı takdirde etkin olabilirler. Eğer CO₂ emisyonunda bir azaltma yapmak istediklerinde ise bu oranlar China Mobile %81; China Unicom %86; China Telecom %78'dir. Enerji tüketimini diğer operatörlere göre azaltması gereken operatör %74 ile KT'dir. Böylelikle KT etkin operatörler arasına girebilir. Ayrıca ortalamanın üzerinde olup etkin olmayan operatörler Verizon, Comcast, BCE ve Charter ele alındığında Verizon'un etkin olabilmesi için enerji tüketimi ve CO₂ alanında herhangi bir değişiklik yapmasına gerek yoktur. Charter enerji tüketiminde

%2’lik bir azaltma ile etkin operatörler arasında yer alabilir. BCE ise enerji tüketimini %19 azaltarak etkin operatörler arasında yerini alabilir.

5.5.2. İnovasyon Modeli Etkinlik Analiz Sonuçları

Süper SBM analizleri iki aşama da yapılmış olup 1. Aşama Ar&Ge Modeli 2019 sonuçları Tablo15’te verilmiştir.

Tablo 15. 2019 yılına ait Ar&Ge modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri

Ar&Ge Modeli		
2019	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	KT	2,616
2	BT	1,472
3	NTT	0,760
4	SK TELECOM	0,470
5	ATT	0,448
6	BCE	0,080
7	TELEFONICA	0,016
8	ORANGE	0,014
9	Rogers	0,012

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 15’te sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 9 mobil ağ operatörü vardır. Tablo15’te Ar&Ge Modeli Süper SBM Etkinlik yöntemi analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2019 yılında KT ve BT ‘dir. Ar&Ge Modelinde etkin mobil ağ operatörleri olup KT etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo15’te görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2019 yılında KT (2,616) ve BT (1,472)’dir. Ortalama etkinlik değeri 0,654 olup ortalama etkinlik değeri üzerinde olup etkin olmayan operatör NTT yer almaktadır. Bu doğrultuda NTT’nin referans kümelerine bakıldığında, referans setinde KT ($\lambda_i=7,18$) yer almaktadır.

Tablo 16. 2019 yılına ait Ar&Ge modeline ilişkin süper etkinlik SBM iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Çalışan Sayısı	Ar&Ge Harcamaları	Toplam Varlıklar	Patent
1	ATT	0,00	0,00	-42,52	123,00
2	BCE	0,00	0,00	-38,48	999,90
3	BT	0,00	0,00	0,00	-32,05
4	KT	0,00	0,00	0,00	-61,78
5	NTT	-49,74	-20,24	0,00	31,50
6	ORANGE	-59,68	-25,63	0,00	999,90
7	Rogers	0,00	0,00	-43,62	999,90
8	SK TELECOM	-44,51	-41,81	0,00	112,71
9	TELEFONICA	-47,16	-34,56	0,00	999,90

Tablo 16, Ar&Ge Modeli 2019 Süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimiz, operatörlerin girdi değişkenlerinin çalışan sayısı, toplam varlıklar ve Ar&Ge harcamalarından herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme ile etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan NTT mobil ağ operatörünü inceleyelim. Eğer NTT Ar&Ge harcamalarında %20,24'lük bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasında yer alacaktır.

Tablo 17. 2020 yılına ait Ar&Ge Modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri

Ar&Ge Modeli		
	Operatörler/2020	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	NTT	2,648
2	KT	1,787
3	BT	1,412
4	SK TELECOM	0,524
5	BCE	0,218
6	Rogers	0,170
7	ATT	0,055
8	TELEFONICA	0,022
9	ORANGE	0,013

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 17'de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 9 mobil ağ operatörü vardır. Tablo17'de Ar&Ge Modeli Süper SBM Etkinlik yöntemi analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2020 yılında NTT, KT ve BT etkin operatörler olduğu gözlenirken NTT etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo17'de görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2020 yılında NTT (2,648), KT (1,787) ve BT (1,412)'dir. 2020 yılına ilişkin Ar&Ge modeline ilişkin ortalama etkinlik değeri 0,761 olup ortalama etkinlik değeri üzerinde olup etkin olmayan mobil ağ operatörü bulunmamaktadır. En yakın etkinlik değerine sahip olan SK mobil ağ operatörünün referans kümelerine bakıldığında, etkin olmayan SK telekomun etkinlik değeri 0,524 iken referans setinde KT ($\lambda_i=0,026$) ve NTT ($\lambda_i=0,105$) yer almaktadır.

Tablo 18. 2020 yılına ait Ar&Ge Modeline ilişkin süper etkinlik SBM iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Çalışan Sayısı	Ar&Ge Harcamaları	Toplam Varlıklar	Patent
1	AT&T	0,00	0,00	0,00	999,90
2	BCE	-49,73	0,00	0,00	359,34
3	BT	0,00	0,00	0,00	-29,17
4	KT	0,00	0,00	0,00	-44,06
5	NTT	0,00	0,00	0,00	-62,23
6	ORANGE	0,00	0,00	0,00	999,90
7	Rogers	0,00	0,00	0,00	999,90
8	SK TELECOM	0,00	-25,56	0,00	90,71
9	TELEFONICA	0,00	-33,79	0,00	999,90

Tablo 18, Ar&Ge Modeli 2020 Süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimiz, operatörlerin girdi değişkenlerinin çalışan sayısı, toplam varlıklar ve Ar&Ge harcamalarından herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme ile etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan SK mobil ağ operatörünü inceleyelim. Eğer SK telekom, Ar&Ge harcamalarında %25,56'lık bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasında yer alacaktır.

Tablo 19'da Ar&Ge Modeline ilişkin girdi çıktı değişkenleri ile elde edilen etkinlik değerleri ile İnovasyon Modeli elde edilmiştir.

Tablo 19. İnovasyon modeli değişkenleri

İnovasyon Modeli (2.Aşama)	
Girdi	Çıktı
- Ar&Ge etkinlik değeri - Toplam faaliyet giderleri	Net Satışlar

Bu modelde Tablo 19'daki girdi ve çıktılar kullanılarak 9 mobil ağ operatörüne ilişkin Süper SBM analizleri ikinci aşaması yapılmış olup sonuçlar Tablo16'da verilmiştir.

Tablo 20. 2019 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri

İnovasyon Modeli		
No	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	Rogers	1,101
2	ORANGE	1,049
3	TELEFONICA	1,040
4	BCE	0,989
5	ATT	0,903
6	BT	0,885
7	NTT	0,878
8	SK TELECOM	0,811
9	KT	0,802

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 20’de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 9 mobil ağ operatörü vardır. Tablo20’de İnovasyon Modeli Süper SBM Etkinlik yöntemi analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2019 yılında Rogers, Orange ve Telefonica mobil ağ operatörlerinin etkin olduğu görülmektedir.

Tablo16’da görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2019 yılında Rogers (1,101), Orange (1,049) ve Telefonica (1,040)’dır. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,940 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatör BCE’dir. BCE mobil ağ operatörünün referans kümelerine bakıldığında, referans setinde Rogers ($\lambda_i=1,59$)’dır.

Tablo 21. 2019 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper etkinlik SBM İyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam faaliyet giderleri	Ar&Ge Etkinlik	Net Satışlar
1	AT&T	0,00	-51,90	10,77
2	BCE	0,00	-75,54	1,10
3	BT	0,00	-97,52	12,94
4	KT	0,00	-98,92	24,71
5	NTT	0,00	-82,44	13,86
6	ORANGE	0,00	0,00	-4,65
7	Rogers	0,00	0,00	-9,21
8	SK TELECOM	0,00	-95,68	23,30
9	TELEFONICA	0,00	0,00	-3,84

Tablo 21 İnovasyon Modeli 2019 Süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimiz, operatörlerin girdi değişkenlerinin Toplam faaliyet giderleri ve Ar&Ge herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme ile etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan BCE mobil ağ

operatörünü inceleyelim. Eğer BCE mobil ağ operatörü Ar&Ge etkinlik değerinde %75,54'lük bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasında yer alacaktır.

Tablo 22. 2020 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper SBM etkinlik değerleri

İnovasyon Modeli		
No	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	ORANGE	1,537
2	Rogers	1,025
3	BCE	1,000
4	TELEFONICA	0,961
5	AT&T	0,923
6	NTT	0,907
7	BT	0,887
8	SK TELECOM	0,835
9	KT	0,817

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 22’de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 9 mobil ağ operatörü vardır. Tablo 22’de İnovasyon Modeli Süper SBM Etkinlik yöntemi analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2020 yılında Orange, Rogers ve BCE mobil ağ operatörlerinin etkin olduğu görülmektedir.

Tablo 22’de görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2020 yılında Orange (1,537), Rogers (1,025) ve BCE (1,000)’dir. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,988 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde operatör bulunmamaktadır. Ortalama etkinlik skouruna en yakın etkin olmayan mobil ağ operatörü Telefonica’nın referans kümelerine bakıldığında, referans setinde BCE ($\lambda_i=0,036$) ve Orange ($\lambda_i=1,04$)’dir.

Tablo 23. 2020 yılına ait İnovasyon modeline ilişkin süper etkinlik SBM İyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam faaliyet giderleri	Ar&Ge Etkinlik	Net Satışlar
1	AT&T	0,00	0,00	8,36
2	BCE	0,00	0,00	-0,02
3	BT	0,00	-61,68	12,70
4	KT	0,00	-75,29	22,42
5	NTT	0,00	-21,05	10,20
6	ORANGE	0,00	0,00	-34,94
7	Rogers	0,00	0,00	-2,49
8	SK TELECOM	0,00	-44,57	19,76
9	TELEFONICA	0,00	0,00	4,07

Tablo 23 İnovasyon Modeli 2020 Süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimiz, operatörlerin girdi değişkenlerinin Toplam faaliyet giderleri ve Ar&Ge etkinlik değerinin herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme ile etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan SK Telekom mobil ağ operatörünü inceleyelim. Eğer SK Telekom mobil ağ operatörü Ar&Ge etkinlik değerinde %44,57’lik bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasında yer alacaktır.

5.5.3. Finansal Model Etkinlik Sonuçları

5.5.3.1. Finansal Model 1 Tüm Operatörler

Bu model de Tablo 24’deki girdi ve çıktılar kullanılarak 22 mobil ağ operatörüne ilişkin Süper SBM analizleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 24. Finansal Model1 değişkenleri

Finansal Model 1	
Girdi	Çıktı
• Çalışan Sayısı • Sermaye Harcamaları • Toplam Faaliyet Giderleri • Toplam Varlıklar	• Piyasa Değeri • FAVÖK

Söz konusu modele ilişkin sonuçlar Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 25. 2020 yılına ait Finansal Model 1’e ilişkin Süper SBM Etkinlik Sonuçları

NO	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	SWISSCOM	1,223
2	COMCAST	1,108
3	T-MOBILE	1,105
4	KDDI	1,081
5	CHARTER	1,076
6	VERIZON	1,065
7	AT&T	1,060
8	Rogers	1,051
9	VODAFONE	1,014
10	BCE	0,992
11	TELUS	0,882
12	CHINA MOBILE	0,612
13	NTT	0,581
14	SK TELECOM	0,502
15	DEUTSCHE TELECOM	0,451
16	BT	0,390
17	ORANGE	0,376
18	CHINA TELECOM	0,335
19	LUMEN	0,332
20	CHINA UNICOM	0,321
21	TELEFONICA	0,285
22	KT	0,278

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 25’te sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 22 mobil ağ operatörü vardır. Tablo 25’te Finansal Model 1 Süper SBM Etkinlik Modeli ile analiz sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2020 yılında Swisscom’un etkin olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 25’te görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2020 yılında Swisscom (1,223), Comcast (1,108), TMobile (1,105), KDDI (1,081), Charter (1,076), Verizon (1,065), AT&T (1,060), Rogers (1,051) ve Vodafone (1,014)’dür. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,733 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatörler BCE (0,992) ve Telus (0,882)’dur. BCE’nin etkinlik değeri 0,992 iken referans setinde Swisscom ($\lambda_i=0.38$) ve Rogers ($\lambda_i=1.197$)’dır. Telus’un etkinlik değeri 0,882 iken referans setinde Swisscom ($\lambda_i=0.210$) ve Rogers ($\lambda_i=0.913$)’dır.

Tablo 26. 2020 yılına ait Finansal Model1’e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam Varlıklar	Sermaye Harcamaları	Çalışan Sayısı	Toplam Faaliyet Gideri	Piyasa Değeri	FAVÖK
1	VERIZON	0	0	0	0	0	12
2	COMCAST	0	0	0	0	18	1
3	AT&T	0	0	0	0	0	11
4	T-MOBILE	0	0	0	0	19	0
5	CHARTER	0	0	0	0	14	0
6	CHINA MOBILE	0	22	61	0	124	3
7	NTT	0	0	52	23	133	11
8	DEUTSCHE TELECOM	0	0	0	1	244	0
9	KDDI	0	0	0	0	0	15
10	VODAFONE	0	0	0	0	0	3
11	BCE	0	2	30	0	1	0
12	ORANGE	0	4	32	0	310	22
13	SWISSCOM	0	0	0	0	21	15
14	TELUS	0	13	67	0	8	19
15	ROGERS	0	0	0	0	0	10
16	CHINA TELECOM	0	28	73	26	394	2
17	TELEFONICA	0	0	22	15	492	9
18	BT	0	9	52	0	292	21
19	CHINA UNICOM	0	11	74	25	412	12
20	SK TELECOM	0	14	15	0	169	29
21	LUMEN	0	0	0	5	402	0
22	KT	0	18	6	44	492	27

Tablo 26 Finansal Model 1 2020 Süper SBM etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimizin operatörlerin finansal tablolarından elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuş olması nedeni ile finansal açıdan etkin girdi değişkenlerinden çalışan sayısı, sermaye harcamaları, toplam faaliyet giderleri ve toplam varlıklardan herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme, etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan ancak ortalama üzerinde olan BCE ve Telus'u inceleyelim. Eğer BCE çalışan sayısında %30'luk ya da sermaye harcamasında %2'lik bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasında yer alacaktır. Telus ise, sermaye harcamalarında %13 ya da çalışan sayısında %67'lik bir azaltma yaptığında etkin olacaktır. Ayrıca operatörlerin toplam varlıklarında herhangi bir azaltma yapmalarına gerek olmadığı de dikkat çekmektedir. Çalışan sayısında en çok %74'lük bir azaltma ile China Unicom etkin hale gelebilir. Çin operatörlerinin çalışan sayılarında diğer operatörlere göre etkin olabilmek için yüksek oranda azaltma yapmaları gerektiği görülmektedir.

Tablo 27. 2021 yılına ait Finansal Model1'e ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

NO	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	SWISSCOM	1,271
2	COMCAST	1,185
3	T-MOBILE	1,123
4	KDDI	1,114
5	VERIZON	1,108
6	CHARTER	1,066
7	BCE	1,056
8	LUMEN	1,047
9	ROGERS	0,928
10	TELUS	0,909
11	AT&T	0,899
12	NTT	0,626
13	CHINA TELECOM	0,603
14	CHINA MOBILE	0,574
15	SK TELECOM	0,548
16	VODAFONE	0,478
17	BT	0,458
18	DEUTSCHE TELECOM	0,435
19	TELEFONICA	0,433
20	ORANGE	0,352
21	KT	0,294
22	CHINA UNICOM	0,263

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 27’de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 22 mobil ağ operatörü vardır. Tablo 27 Finansal Model 1 2021 Süper SBM etkinlik sonuçlarını göstermektedir. Analiz sonuçlarına bakıldığında 2021 yılında Swisscom’un etkin olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 27’de görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2021 yılında Swisscom (1,271), Comcast (1,185), T-Mobile (1,123), KDDI (1,114), Charter (1,066), Verizon (1,108), BCE (1,056) ve Lumen (1,047)’dür. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,762 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatörler Rogers (0,928), AT&T (0,899) ve Telus (0,909)’dur. Operatörlerin referans kümelerine bakıldığında, etkin olmayıp ortalamanın üzerinde bulunan Rogers’ın etkinlik değeri 0,928 iken referans setinde Charter ($\lambda_i=0.04$), BCE ($\lambda_i=0.21$), Swisscom ($\lambda_i=0.46$) ve Lumen ($\lambda_i=0.01$)’dir. AT&T’in etkinlik değeri 0,899 iken referans setinde Comcast ($\lambda_i=0.66$), Charter ($\lambda_i=0.04$), KDDI ($\lambda_i=0.67$) ve Lumen ($\lambda_i=1.15$)’dir. Telus’un etkinlik değeri 0,909 iken referans setinde BCE ($\lambda_i=0.64$) ve Swisscom ($\lambda_i=0.14$)’dur.

Tablo 28. 2021 yılına ait Finansal Model1'e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam Varlıklar	Sermaye Harcamaları	Çalışan Sayısı	Toplam Faaliyet Gideri	Piyasa Değeri	FAVÖ K
1	COMCAST	0	0	0	0	23	9
2	VERIZON	0	0	0	0	0	19
3	AT&T	42	0	0	0	23	0
4	T-MOBILE	0	0	0	0	21	1
5	CHINA MOBILE	0	20	56	7	148	1
6	CHARTER	0	0	0	0	1	12
7	NTT	0	0	56	19	110	9
8	DEUTSCHE TELECOM	5	8	0	0	251	8
9	KDDI	0	0	0	0	0	20
10	CHINA TELECOM	0	18	70	32	124	7
11	BCE	0	0	0	0	5	5
12	VODAFONE	20	0	0	0	217	1
13	TELUS	0	43	62	0	7	13
14	SWISSCOM	0	0	0	0	29	14
15	ORANGE	0	0	36	4	342	27
16	TELEFONICA	17	0	14	0	256	6
17	ROGERS	12	0	0	0	16	0
18	BT	0	1	52	1	218	18
19	CHINA UNICOM	0	25	73	33	552	10
20	LUMEN	0	0	0	0	0	9
21	SK TELECOM	0	14	25	28	164	1
22	KT	0	20	0	42	454	27

Finansal Model 1, 2021 Süper SBM Etkinlik iyileştirme sonuçları Tablo 28'de sunulmuştur. Modelimizin operatörlerin finansal tablolarından elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuş olması nedeni ile finansal açıdan etkin girdi değişkenlerinden çalışan sayısı, sermaye harcamaları, toplam faaliyet giderleri ve toplam varlıklardan herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme; etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, etkin olmayan ancak ortalama üzerinde olan Rogers, AT&T ve Telus'u inceleyelim. Eğer Rogers toplam varlıklar üzerinde %12'lik ve AT&T %42'lik bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasına girebilir. Telus'un toplam varlıklar üzerinde herhangi bir iyileştirme yapması gerekmemektedir. Sermaye harcamalarında %43'lük ya da çalışan sayısında %62'lik bir azaltma yaptığında etkin operatör sınıfına girebilir. Çin operatörlerinin de diğer operatörlere göre daha fazla iyileştirme ile etkin operatörler arasında yer alacağı görülmektedir.

4.5.3.2. Finansal Model 2 Tüm Operatörler

Bu modelde Tablo 29'daki girdi ve çıktılar kullanılarak 22 mobil ağ operatörüne ilişkin Süper SBM Etkinlik analizleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 29. Finansal Model2 Değişkenleri

Finansal Model 2	
Girdi	Çıktı
- Çalışan Sayısı - Sermaye Harcamaları - Toplam Faaliyet Gideri - Toplam Varlıklar	- Toplam Gelir - Hisse Başına Kar

Söz konusu modele ilişkin sonuçlar Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. 2020 yılına ait Finansal Model 2'e ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

NO	Operatörler	Süper SBM Etkinlik Değerleri
1	SWISSCOM	1,897
2	KT	1,168
3	KDDI	1,107
4	AT&T	1,045
5	VERIZON	1,008
6	ROGERS	1,007
7	COMCAST	1,006
8	CHARTER	0,415
9	BCE	0,185
10	T-MOBILE	0,140
11	SK TELECOM	0,083
12	TELUS	0,052
13	LUMEN	0,032
14	ORANGE	0,030
15	DEUTSCHE TELECOM	0,012
16	TELEFONICA	0,009
17	CHINA MOBILE	0,007
18	BT	0,007
19	NTT	0,002
20	CHINA UNICOM	0,002
21	CHINA TELECOM	0,001
22	VODAFONE	0,001

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 30'da sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 22 mobil ağ operatörü vardır. Finansal Model 2 Süper SBM Etkinlik Modeli ile analiz edilmiştir. Tablo 26 analiz sonuçlarına bakıldığında 2020 yılında Swisscom'un etkin olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 30’da görüldüğü üzere yıllar itibari ile etkin olan mobil ağ operatörleri, 2020 yılında Swisscom (1,897), KT (1,168), KDDI (1,107), AT&T (1,045), Verizon (1,008), Rogers (1,007) ve Comcast (1,006)’tır. Ayrıca etkinlik skorların ortalaması 0,419 olup etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan operatör bulunmamaktadır. Operatörlerden Charter’ın etkinlik değeri ortalamaya en yakın olması nedeni ile referans kümesine bakıldığında, referans setinde AT&T ($\lambda_i=0.001$), Comcast ($\lambda_i=0.23$) ve Swisscom ($\lambda_i=1,88$)’dir.

Tablo 31. 2020 yılına ait Finansal Model 2’ye ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam Varlıklar	Sermaye Harcamaları	Çalışan Sayısı	Toplam faaliyet giderleri	Toplam Gelir	HBK
1	AT&T	0	0	0	0	9	0
2	BCE	5	1	35	0	0	882
3	BT	1	8	53	0	7	1000
4	CHARTER	19	0	22	0	0	282
5	CHINA MOBILE	0	28	62	0	0	1000
6	CHINA TELECOM	0	22	72	5	0	1000
7	CHINA UNICOM	0	5	74	10	0	1000
8	COMCAST	0	0	0	0	1	0
9	DEUTSCHE TELECOM	22	0	22	11	126	1000
10	KDDI	0	0	0	0	19	0
11	KT	0	0	0	0	29	0
12	LUMEN	14	0	19	12	0	1000
13	NTT	0	0	59	2	0	1000
14	ORANGE	12	0	40	3	3	1000
15	ROGERS	0	0	0	0	1	0
16	SK TELECOM	17	3	27	0	13	1000
17	SWISSCOM	0	0	0	0	0	95
18	T-MOBILE	30	12	0	10	0	1000
19	TELEFONICA	0	0	33	7	0	1000
20	TELUS	21	7	77	0	2	1000
21	VERIZON	0	0	0	0	2	0
22	VODAFONE	38	0	15	7	0	1000

Tablo 31 Finansal Model 2 2020 Süper SBM Etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimizin operatörlerin finansal tablolarından elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuş olması nedeni ile finansal açıdan etkin girdi değişkenlerinden çalışan sayısı, sermaye harcamaları, toplam faaliyet giderleri ve toplam varlıklardan herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda, çalışan sayısında en çok %77’lik bir azalma

ile Telus etkin hale gelebilir. Ayrıca Çin operatörlerinin çalışan sayılarında diğer operatörlere göre etkin olabilmek için yüksek oranda azaltma yapmaları gerektiği görülmektedir.

Tablo 32. 2021 yılına ait Finansal Model 2'ye ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

NO	Operatörler	Etkinlik Değeri
1	SWISSCOM	1,836
2	KT	1,136
3	KDDI	1,089
4	TELEFONICA	1,088
5	COMCAST	1,078
6	VERIZON	1,055
7	T-MOBILE	1,020
8	CHARTER	0,626
9	AT&T	0,258
10	SK TELECOM	0,251
11	LUMEN	0,180
12	ROGERS	0,173
13	BCE	0,098
14	TELUS	0,053
15	DEUTSCHE TELECOM	0,009
16	ORANGE	0,009
17	BT	0,006
18	CHINA MOBILE	0,005
19	NTT	0,005
20	CHINA UNICOM	0,003
21	CHINA TELECOM	0,001
22	VODAFONE	0,001

Analizimizde yer alan operatör listemiz Tablo 32'de sunulmuştur. Toplamda analizimize dahil olan 22 mobil ağ operatörü vardır. Tablo 27 Finansal Model 2 Süper SBM Etkinlik Modeli, analiz edilmiş mobil operatörlerin etkinlik değerlerini göstermektedir. Tablo 32'de analiz sonuçlarına bakıldığında 2021 yılında Swisscom'un etkin olduğu ve etkin olan diğer ağ operatörlerinin arasında da ilk sırada yer aldığı görülmektedir.

Tablo 32'de görüldüğü üzere etkin olan mobil ağ operatörleri, 2020 yılında Swisscom (1,836), KT (1,136), KDDI (1,089), Telefonica (1,088), Comcast (1,078), Verizon (1,055) ve TMobile (1,020)'dır. Ayrıca etkinlik skorlarının ortalaması 0,454 olup, etkin olmayıp ortalamanın üzerinde olan bir operatör Charter (0,626) bulunmaktadır. Operatörlerden Charter'ın referans kümesine bakıldığında, referans setinde Comcast ($\lambda_i=0.23$), Swisscom ($\lambda_i=1,72$) ve Telefonica ($\lambda_i=0.08$),'dır.

Tablo 33. 2021 yılına ait Finansal Model2'e ilişkin süper SBM etkinlik iyileştirme oranları (%)

No	Operatörler	Toplam Varlıklar	Sermaye Harcamaları	Çalışan Sayısı	Toplam Faaliyet Giderleri	Toplam Gelir	HBK
1	AT&T	44	0	0	0	0	574
2	BCE	22	2	42	0	0	1000
3	BT	0	1	52	1	8	1000
4	CHARTER	15	0	9	0	0	120
5	CHINA MOBILE	0	19	56	1	0	1000
6	CHINA TELECOM	0	7	70	5	0	1000
7	CHINA UNICOM	0	16	73	10	0	1000
8	COMCAST	0	0	0	0	15	0
9	DEUTSCHE TELECOM	6	8	3	0	156	1000
10	KDDI	0	0	0	0	16	0
11	KT	0	0	0	0	24	0
12	LUMEN	19	0	6	0	0	912
13	NTT	0	0	64	3	0	1000
14	ORANGE	12	0	43	14	1	1000
15	ROGERS	22	0	21	0	0	958
16	SK TELECOM	0	6	25	6	0	595
17	SWISSCOM	0	0	0	0	5	86
18	T-MOBILE	0	0	0	0	4	0
19	TELEFONICA	0	0	0	0	16	0
20	TELUS	20	44	77	0	3	1000
21	VERIZON	0	0	0	0	10	0
22	VODAFONE	34	0	18	9	0	1000

Tablo 33, Finansal Model 2 / 2021 Süper SBM Etkinlik iyileştirme sonuçlarını göstermektedir. Modelimizin operatörlerin finansal tablolarından elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulmuş olması nedeni ile finansal açıdan etkin girdi değişkenlerinden çalışan sayısı, sermaye harcamaları, toplam faaliyet giderleri ve toplam varlıklardan herhangi biri üzerinde yapılan bir iyileştirme, etkin olmayan operatörün etkin hale gelmesini sağlayacaktır. Bu doğrultuda etkin olmayan fakat ortalama üzerinde olan Charter'ı inceleyelim. Eğer Charter toplam varlıklar üzerinde %15'lik veya çalışan sayısında %9'luk bir azaltma yaparsa etkin operatörler arasına girebilirler. Çin operatörlerin de diğer operatörlere göre daha fazla iyileştirme ile etkin operatörler arasında yer alabileceği görülmektedir.

BÖLÜM 6

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

6.1.Bulguların Özeti

Tez çalışmasının bu alanında oluşturmuş olduğumuz modellere ilişkin özet sonuçlar yer almıştır. Aynı zamanda sonuçlara ilişkin yorumlara da yer verilmiştir. Tablo 34'te 2020-2021 yıllarına ilişkin Finansal 1 Modeli'ne ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları yer almaktadır.

Tablo 34. 2020-2021 yıllarına ait Finansal 1 modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

Finansal Model 1				
No	Operatör	Süper SBM 2020	Operatör	Süper SBM 2021
1	SWISSCOM	1,223	SWISSCOM	1,271
2	COMCAST	1,108	COMCAST	1,185
3	T-MOBILE	1,105	T-MOBILE	1,123
4	KDDI	1,081	KDDI	1,114
5	CHARTER	1,076	VERIZON	1,108
6	VERIZON	1,065	CHARTER	1,066
7	AT&T	1,060	BCE	1,056
8	ROGERS	1,051	LUMEN	1,047
9	VODAFONE	1,014	ROGERS	0,928
10	BCE	0,992	TELUS	0,909
11	TELUS	0,882	AT&T	0,899
12	CHINA MOBILE	0,612	NTT	0,626
13	NTT	0,581	CHINA TELECOM	0,603
14	SK TELECOM	0,502	CHINA MOBILE	0,574
15	DEUTSCHE TELECOM	0,451	SK TELECOM	0,548
16	BT	0,390	VODAFONE	0,478
17	ORANGE	0,376	BT	0,458
18	CHINA TELECOM	0,335	DEUTSCHE TELECOM	0,435
19	LUMEN	0,332	TELEFONICA	0,433
20	CHINA UNICOM	0,321	ORANGE	0,352
21	TELEFONICA	0,285	KT	0,294
22	KT	0,278	CHINA UNICOM	0,263

Tablo 34 incelendiğinde,

- 2020 yılında Swisscom (1,223), Comcast (1,108), TMobile (1,105), KDDI (1,081), Charter (1,076), Verizon (1,065), AT&T (1,060), Rogers (1,051) ve Vodafone (1,014)

- 2021 yılında Swisscom (1,271), Verizon (1,108), TMobile (1,123), KDDI (1,114), Comcast (1,1,185), Charter (1,066), BCE (1,056) ve Lumen (1,047)

Finansal Model 1’de etkin çıkan operatörlerdir. Hem 2020 hem de 2021 yılında Swisscom, Comcast, TMobile, KDDI, Charter, Verizon ve Rogers etkin çıkan operatörlerdir.

Tablo 35. 2020-2021 yıllarına ait Finansal 2 modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

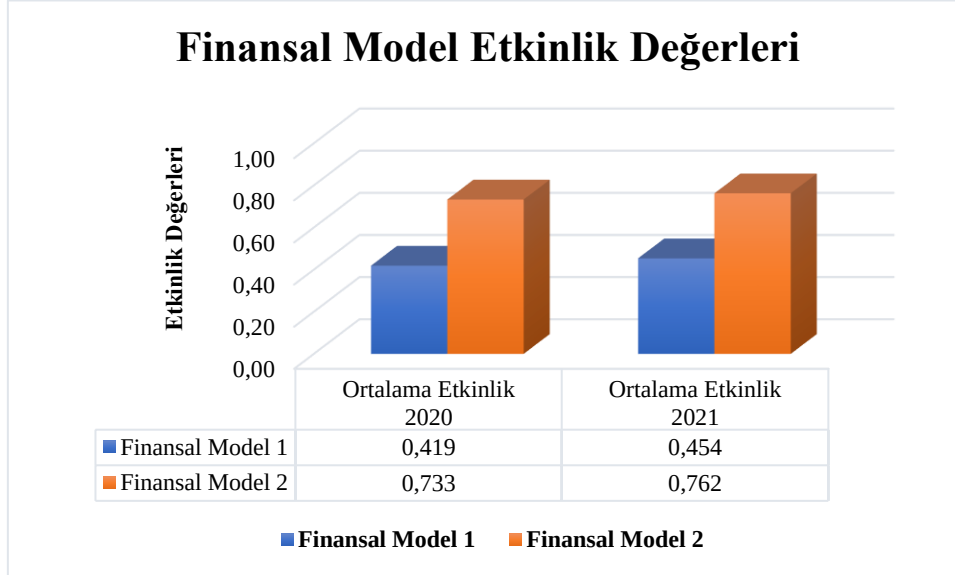
Finansal Model 2				
No	Operatör	Süper SBM 2020	Operatör	Süper SBM 2021
1	SWISSCOM	1,897	SWISSCOM	1,836
2	KT	1,168	KT	1,136
3	KDDI	1,107	KDDI	1,089
4	AT&T	1,045	TELEFONICA	1,088
5	VERIZON	1,008	COMCAST	1,078
6	ROGERS	1,007	VERIZON	1,055
7	COMCAST	1,006	T-MOBILE	1,020
8	CHARTER	0,415	CHARTER	0,626
9	BCE	0,185	AT&T	0,258
10	T-MOBILE	0,140	SK TELECOM	0,251
11	SK TELECOM	0,083	LUMEN	0,180
12	TELUS	0,052	ROGERS	0,173
13	LUMEN	0,032	BCE	0,098
14	ORANGE	0,030	TELUS	0,053
15	DEUTSCHE TELECOM	0,012	DEUTSCHE TELECOM	0,009
16	TELEFONICA	0,009	ORANGE	0,009
17	CHINA MOBILE	0,007	BT	0,006
18	BT	0,007	CHINA MOBILE	0,005
19	NTT	0,002	NTT	0,005
20	CHINA UNICOM	0,002	CHINA UNICOM	0,003
21	CHINA TELECOM	0,001	CHINA TELECOM	0,001
22	VODAFONE	0,001	VODAFONE	0,001

Tablo 35’de 2020-2021 yıllarına ilişkin Finansal 2 modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları yer almaktadır. Tablo 31 incelendiğinde,

- 2020 yılında Swisscom (1,897), Comcast (1,006), KDDI (1,107), Verizon (1,008), AT&T (1,045), Rogers (1,007) ve KT (1,168)
- 2021 yılında Swisscom (1,836), Verizon (1,055), T-Mobile (1,020), KDDI (1,089), Comcast (1,078), KT (1,136) ve Telefonica (1,088)

Finansal Model 2’de etkin çıkan operatörlerdir. Hem 2020 hem de 2021 yılında Swisscom, Comcast, KDDI, KT ve Verizon etkin çıkan operatörlerdir. Hem Finansal 1

hem de Finansal 2 modelinde 2020-2021 yıllarında Swisscom, Comcast, KDDI ve Verizon etkin çıkan operatörlerdir. Finansal 1 Model’de 7 mobil ağ operatörü Finansal 2 Model’de 5 mobil ağ operatörü etkin çıkmıştır.

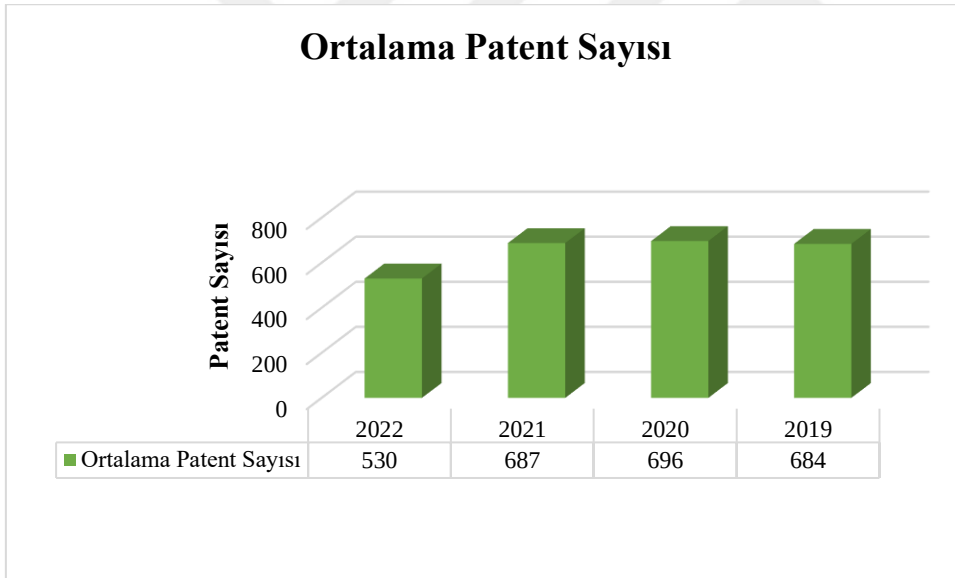


Şekil 1. Finansal Model 2020-2021 Ortalama Etkinlik Değerleri

Şekil 1’de finansal modellere ilişkin etkinlik değerleri yer almaktadır. 2020 yılı dikkate alındığında Finansal Model 1’in ortalama etkinlik değeri Finansal Model 2’ye göre düşüktür. Söz konusu bu durum 2021 yılı için de geçerlidir. Modellerimizin girdi değişkenleri aynı ama çıktı değişkenlerinde yapılmış olan değişkenlerin farklı olması ile etkin olan mobil ağ operatörlerin sayısı ve etkinlik ortalamasının değiştiği görülmektedir. Söz konusu bu değişkenler ile toplam gelir ve hisse başına olan kara bakılarak bu modelin daha iyi bir model olduğu söylenebilir. Diğer taraftan Finansal modellerdeki ortalama etkinlik skorlarının bir önceki seneye göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Literatürde yapılan Liao vd. (2009), Banker vd. (2010) ve Chen (2019) operatör çalışmalarında da ortalama etkinlik skorları bir önceki yıllara göre daha yüksek çıkmıştır.

Chen (2019) makalesinde 41 operatör üzerinde yapmış olduğu çalışma ile benzer değişkenlerle kurulmuş olan Finansal modellerimizin, çıktılarını yıllar ve operatörlerimizin kapsamı farklı olsa da Verizon, KDDI, AT&T, Vodafone ve BCE bu

çalışmada da etkin bulunmuştur. Lu vd. (2008) çalışmasında KDDI, Swisscom, Vodafone ve Telefonica çalışmamızda etkin çıkan ortak operatörlerdir. Sueyoshi (1998) çalışması ile ortan etkin operatör Swisscom'dur. Finansal Modeline göre Çin operatörlerinden hiçbiri yıllar itibari ile etkin çıkmamıştır. Finansal model 1 ve Finansal Model 2'de China Telekom ve China Unicom'un diğer etkin olmayan operatörlere göre (KT hariç) elde edilen faaliyet harcamalar doğrultusunda etkinlik iyileştirme oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Faaliyet harcama kaleminin "pazarlama, satış ve dağıtım, genel yönetim ve AR&GE" maddelerini kapsıyor olması, bu durumun sektörün sürekli gelişme ve güncelleme içinde olmasına bağlı olarak Ar&Ge maliyetlerinin yüksek olmasından kaynaklanıyor (Kuznetsov vd. 2021), olabileceği bilgisine ulaştırabilir.



Şekil 2. Yıllar İtibari ile Operatörlerin Elde Etmiş Olduğu Patent Sayısı

Şekil 2'de, 22 operatörün yıllar itibari ile alınmış olan patent sayılarının ortalaması verilmiştir. AT&T, China Mobile, Comcast, KDDI, NTT, T-Mobile ve Verizon yıllar itibari ile ortalama patent sayısının üzerinde patent elde etmişlerdir.

2020 yılında 22 mobil ağ operatörün ortalama piyasa değeri 75 milyar dolardır. Piyasa değerleri ortalamanın üzerinde olan mobil ağ operatörleri sırasıyla Verizon, Comcast, AT&T, T-Mobile, Charter, China Mobile ve Deutsche Telekom'dur.

2021 yılında 22 mobil ağ operatörün ortalama piyasa değeri 73 milyar dolara gerilemiştir. Piyasa değerleri ortalamanın üzerinde olan mobil ağ operatörleri sırasıyla Comcast, Verizon, AT&T, T-Mobile, China Mobile, Charter, NTT ve Deutsche Telekom'dur.

Tablo 36. 2020-2021 yıllarına ait Çevre modeline ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları

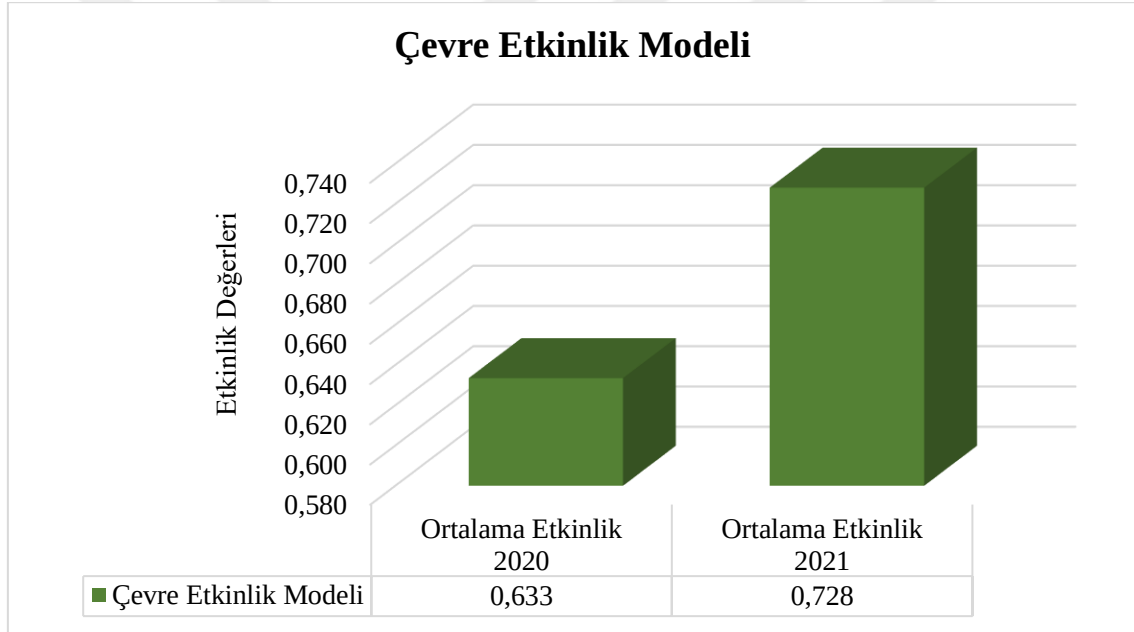
Çevre Modeli				
No	Operatörler	2020 Süper SBM Değeri	Operatörler	2021 Süper SBM Değeri
1	SWISSCOM	2,108	SWISSCOM	2,336
2	KDDI	1,222	VERIZON	1,399
3	NTT	1,189	TELEFONICA	1,289
4	ROGERS	1,182	KDDI	1,180
5	VERIZON	0,964	COMCAST	1,121
6	COMCAST	0,948	NTT	1,039
7	BCE	0,807	ROGERS	0,842
8	CHARTER	0,691	AT&T	0,822
9	TELUS	0,604	CHARTER	0,82
10	BT	0,559	LUMEN	0,754
11	ORANGE	0,482	BCE A	0,752
12	CHINA MOBILE	0,446	BT	0,582
13	DEUTSCHE TELECOM	0,425	TELUS	0,483
14	T-MOBILE	0,416	T-MOBILE	0,424
15	TELEFONICA	0,384	VODAFONE	0,415
16	VODAFONE	0,365	DEUTSCHE TELECOM	0,389
17	AT&T	0,343	KT	0,355
18	KT	0,202	CHINA MOBILE	0,345
19	CHINA TELECOM	0,176	SK TELECOM	0,261
20	SK TELECOM	0,171	ORANGE	0,171
21	LUMEN	0,138	CHINA TELECOM	0,171
22	CHINA UNICOM	0,114	CHINA UNICOM	0,067

Tablo 36’da 2020-2021 yıllarına ilişkin Çevre Modeli’ne ilişkin süper SBM etkinlik sonuçları yer almaktadır.

Tablo 36 incelendiğinde,

- 2020 yılında Swisscom (2,108), KDDI (1,222), Rogers (1,182) ve NTT (1,189)
- 2021 yılında Swisscom (2,336), Verizon (1,399), KDDI (1,180), Telefonica (1,289), Comcast (1,121), NTT (1,039)

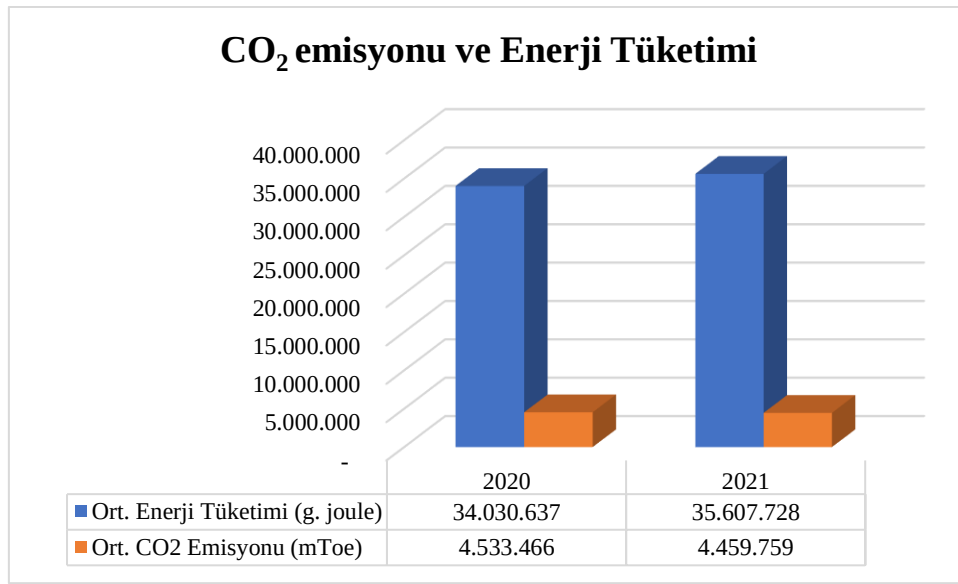
Çevre Modeli’nde etkin çıkan operatörlerdir. Hem 2020 hem de 2021 yılında Swisscom, KDDI ve NTT Çevre Modeli’nde etkin çıkan operatörlerdir.



Şekil 3. 2020 ve 2021 yıllarına ait Çevre Modeli’ne ilişkin ortalama etkinlik değerleri

Şekil 3’te Çevre modeline ilişkin etkinlik değerleri yer almaktadır. 2020 yılı dikkate alındığında 2020 yılına ilişkin Çevre Modeli’nin ortalama etkinlik değeri 2021 yılına ilişkin Çevre Modeli’nin ortalama etkinlik değerinden düşüktür. 2020 yılı ortalama etkinlik değeri üzerinde kalan mobil ağ operatör sayısı 8 iken 2021 yılında bu sayı 11 olmuştur.

Çevre Modeli'nde kullanılan değişkenler göz önüne alındığında CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi açısından bu modeli yorumlamanın ve tartışmanın anlamlı olacağı düşünülmektedir. Ortalama etkinlik değerinin bir önceki yıla oranla artmış olması mobil ağ operatörlerinin CO₂ emisyonlarında azalış olduğunu ve yenilenebilir enerji kullanımının da arttığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Şekil 4'de sunulmuş olan grafikte ortalama enerji tüketiminin bir önceki yıla göre artmasına rağmen CO₂ emisyonunda azalma olduğu görülmektedir.



Şekil 4. 22 operatörün ortalama CO₂ emisyonunu ve enerji tüketimi

Şekil 4, 22 operatörün ortalama CO₂ emisyonunu ve enerji tüketimini göstermektedir. 2020 ortalama değerlere bakıldığında Charter, China Mobile, KDDI, Lumen, NTT ve Verizon'un ortalamanın üzerinde enerji tüketimi gerçekleştirdiği gözlenmiştir. Bu durum 2021 yılında AT&T, China Mobile, China Telecom, China Unicom, Deutshe Telekom ve Verizon'un ortalamanın üzerinde bir tüketim gerçekleştirdiğini gösterir. Buna ek olarak, 2020 yılında CO₂ emisyonunda ortalamanın üzerinde olan mobil ağ operatörleri Charter, China Mobile, KDDI, NTT ve Verizon'dur. 2021 yılında CO₂ emisyonunda ortalamanın üzerinde olan mobil ağ operatörleri AT&T, China Mobile, China Telecom, China Unicom ve Deutshe Telekom'dur.

Telekomünikasyon sektörünün yüksek teknolojlili bir sektör olması onun yüksek enerjili bir sektör olduğunu da işaret etmektedir. Bu enerji tüketiminin sürekli artış halinde olması, sektörün sürekli gelişim halinde olmasına, ağ iletişim ölçeğinin genişlemesine, kesintisiz yazışma ve bağlanma taleplerinin olmasına bağlanabilir. Örneğin China Telecom'un enerji tüketimi 2020 yılında 8,6 milyon gigajoule iken 2021 yılında 9,8 milyon gigajoule'a yükselmiştir. China Unicom 2020 yılında 6,5 milyon gigajoule iken 2021 yılında 7,7 milyon gigajoule'e yükselmiştir. Chine Mobile ise 2020 yılında 201 milyon gigajoule iken 209 milyon gigajoule yükselmiştir. Söz konusu bu telekom operatörlerinde en yüksek kullanım China Mobile olsa bile oransal olarak bakıldığında enerji kullanım açısından en az artış sağlayan telekom operatörüdür. Telekom operatörlerinin enerji tüketimlerinin ana temelini ekipman ve ekipman iklimlendirme oluşturduğu söylenebilir. Bu nedenle, asıl kilit nokta ekipman enerji tüketimini azaltmaktır. Söz konusu alan enerji tasarrufu olacak en geniş alana sahiptir.

Çevre modelinde sermaye harcamalarında 2021 yılında herhangi bir operatörün iyileştirme yaparak etkin hale gelemeyeceği ancak 2020 yılında Verizon (%17), KT (%15) ve TMobile (%13) sermaye harcamalarında yapacakları iyileştirme ile etkin hale gelebileceği belirtilmiştir.

Tablo 37. 2019 yılına ilişkin Ar&Ge ile İnovasyon değerlerinin karşılaştırılması

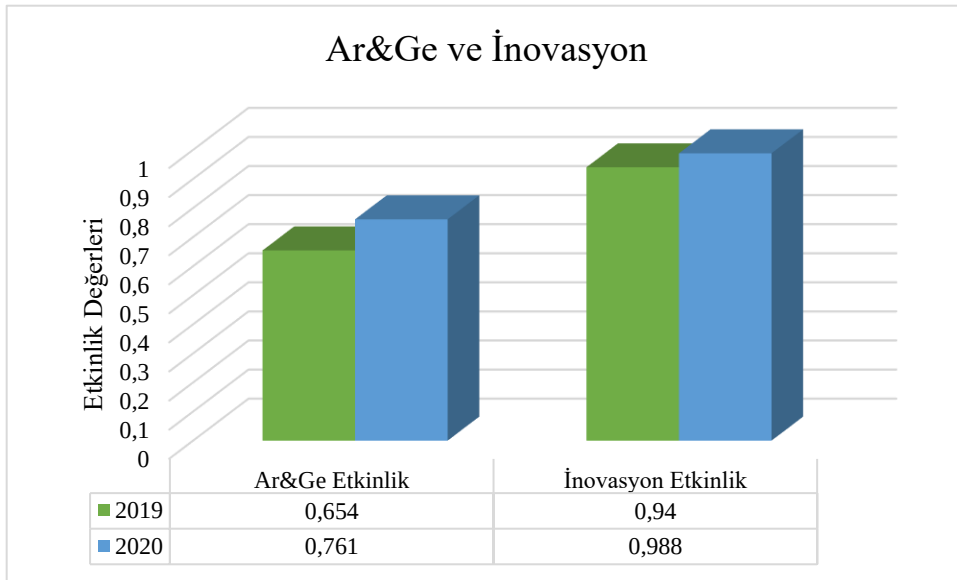
Operatörler	Ar&Ge Etkinlik Değerleri	İnovasyon Etkinlik Değerleri
AT&T	0,448	0,903
BCE	0,080	0,989
BT	1,472	0,885
KT	2,616	0,802
NTT	0,760	0,878
ORANGE	0,014	1,049
Rogers	0,012	1,101
SK TELECOM	0,470	0,811
TELEFONICA	0,016	1,040

Tablo 37 incelendiğinde 2019 yılında Ar&Ge modelinde etkin olan operatörlerin İnovasyon Modeli'nde etkin olmadığı görülmektedir.

Tablo 38. 2020 yılına ilişkin Ar&Ge ile İnovasyon değerlerinin karşılaştırılması

Operatörler	Ar&Ge Etkinlik Değerleri	İnovasyon Etkinlik Değerleri
AT&T	0,055	0,923
BCE	0,218	1,000
BT	1,412	0,887
KT	1,787	0,817
NTT	2,648	0,907
ORANGE	0,013	1,537
Rogers	0,170	1,025
SK TELECOM	0,524	0,835
TELEFONICA	0,022	0,961

Tablo 38 incelendiğinde 2020 yılında Ar&Ge Modeli’nde etkin olan KT ve BT mobil ağ operatörlerinin İnovasyon Modeli’nde etkin olmadığı görülmektedir. Her iki modelde etkin olan herhangi bir operatör olduğu gözlenmemiştir.



Şekil 5. Ar&Ge ve İnovasyon modellerinin ortalama etkinlik değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 5 Ar&Ge ve İnovasyon Modellerine ilişkin 2019-2020 yıllarının ortalama etkinlik değerlerinin karşılaştırmasını sunmaktadır. İnovasyon Modeli’nin yıllar itibari ile de ortalama etkinlik değerleri Ar&Ge Modeli’nin ortalama etkinlik değerlerinden yüksek olduğu gözlenmektedir.

Çalışmamızda İnovasyon Modelimizdeki operatör sayılarının diğer oluşturmuş olduğumuz operatör sayılarından az olma nedeni, operatörlerin faaliyet raporlarında açıkça Ar&Ge harcamalarını belirtmemeleri ya da bu raporları doğrudan vermemeleridir. Bundan dolayı kurulmuş olan İnovasyon Modeli literatürde telekomünikasyon alanında

birden fazla uluslararası mobil ağ operatörlerini bir araya getirilerek yapılan ender çalışmalardan biridir.

6.2. Değerlendirme

Telekomünikasyon sektörünün günümüzde sürekli kendini yenileme ve geliştirme hızı diğer sektörlerle göre oldukça yüksek olduğu söylenebilir. İnternetin hayatımıza girmesi ile telekomünikasyon sektöründeki yakınsamalar çeşitli sektörlerde görülmektedir (Tarım alanındaki sensörlü barınaklar, akıllı sulama, eğitimde dijital öğrenme vb). Bu ve bunun gibi olumlu birçok etkenler telekomünikasyon sektörünün ışığını arttırmaktadır.

Gelişen ve sınırları giderek görünmez olan dünyamızda artık bir şeyin tek başına hareket etmesi olanaksızdır. Bundan dolayıdır ki sektörlerin birbirleri ile ilişkileri sürekli artmakta ve iş stratejileri değişerek gelişmektedir. Piyasadaki bu durum, şirketlerin stratejileri açısından oldukça önemlidir. Şirketlerin özellikle dijital gündem (teknolojik gelişmeler, yapay zeka, siber güvenlik, verileri kullanma vb.) hedeflerinin gerisinde kalması faaliyetlerini sürdürebilmede zorluklar yaşayacaklarının göstergesidir. 2000'lerden itibaren mobil kullanıcılarının artması telekom şirketlerinin karlılıklarını önemli derecede etkileyen göstergelerden biri olmuştur. Eğer şirketler kullanıcı sayılarını artıramazsa ya da mevcut müşterilerini ellerinde tutamazlarsa nakit akışlarında zorluk çekebilirler. Özellikle telekomünikasyon sektörünün hizmetleri artırma yönünde yapmak zorunda oldukları yatırımları finanse etmede zorlanırlar. Her ne kadar sadece iyi hizmet verebilmek için ağ altyapılarına yatırım yapmaları gerekliliğini söylesek de telekomünikasyon hizmetlerinin çeşitliliği teknolojik gelişmelerle birlikte genişlemiştir.

Dünyadaki özelleştirme ve serbestleşmeden sonra mobil ağ operatörlerinin şirket yapıları ve kültürlerinde önemli değişiklikler yaşanmıştır. Dönüşüm yaşayan mobil ağ operatörlerinin girişimcilik faaliyetleri ve inovasyon alanlarını piyasa koşulları şekil

vermeye başlamıştır. Piyasa payını arttırabilmek ve piyasada kalabilmek için şirketlerin finansal kaynaklarını, yönetim becerilerini ve teknolojik yatırımlarını etkin şekilde kullanmaları gerekmektedir (Bachiller, 2009). Wang (2018) teknoloji cephesinin iyileştirilmesinin önemli Ar&Ge yatırımı ve uzman çalışan ile olabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla inovasyona dayalı geliştirilen ürün ve hizmetlerin sayısının artırılmasında bu unsurların önemi oldukça yüksektir. Chen ve Yang (2023) patent sayılarının bu alanda önemli bir belirleyici gösterge olduğundan bahsetmiştir.

Bu teknolojik iyileştirmeler şirketlerin vizyonlarını sürekli inovasyon ile geliştirmesi (4G, 5G vb.) olumlu etkileri getirdiği gibi istenmeyen sonuçları da beraberinde getirmektedir. Özellikle telekomünikasyon sektöründeki gelişmeler, kullanıcı sayısında, veri transfer hacminde, iletişim hızında gibi birçok alanda artışa sebep olmaktadır. Bu artışlar beraberinde güvenilir, uygun maliyetli enerji çözümlerine ihtiyacı da artırmaktadır. Telekomünikasyon alanındaki bu hizmet artışlarını sağlayabilmek için baz istasyonlarının sayılarını da artırmak gerekmektedir. Baz istasyon sahalarının da artması enerji tüketimin artması anlamına gelmektedir. Baz istasyonlarında kullanılan fosil yakıtlar da beraberinde CO₂ emisyonunu getirmektedir. Bu bir döngü halinde devam ederek telekomünikasyon sektörünün çevreye verdiği zararın giderek artacağını göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen konular çerçevesinde çalışmamızda üç temel model kurulmuştur. Modellerden biri finansal model olup mobil ağ operatörlerin rekabet piyasasındaki durumunu incelememize olanak sağlamaktadır. İkinci modelimiz Çevre Modeli, artan enerji tüketiminin ortaya çıkarmış olduğu CO₂ emisyonun giderek artmasını temel almaktadır. Literatürde telekomünikasyon sektöründe daha önce denenmemiş bir modeldir. Böylelikle literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sonuncu modelimiz ise İnovasyon Modeli olup telekomünikasyon

operatörlerinin yapmış oldukları Ar&Ge harcamalarının sonucu olan patentleri alarak operatörlerin teknolojik yenilikteki durumlarını incelemektir.

İncelenen modeller sonucunda genel olarak Swisscom'un yıllar itibari ile etkin çıkmıştır. Özellikle, 2022 ve 2021 yıllarındaki etkinlik skorları dikkate alındığında Swisscom'un yenilenebilir enerjiye geçmesinin etkilerini oldukça net görülmektedir. Swisscom sadece %100 İsviçre üretimi yenilenebilir enerjiye geçmekle kalmadı, aynı zamanda toplam enerji ihtiyacını da %80 oranında azalttığını açıklamıştır. Aynı zamanda da hedeflerinde, 2025 yılına kadar tedarik zincirlerinden çalışanların işe gidip gelmelerine kadar her şey için iklim açısından nötr olacağını da belirtmiştir. Bunun da ötesinde, kullandığından 1 milyon ton daha fazla CO₂'yi geri kazanmayı ve böylece tüm ülkenin karbon ayak izini azaltmayı amaçlaması bu durumu özetlemektedir (Swisscom 2023a). Hem 2020 hem de 2021 yılında Swisscom, KDDI ve NTT Çevre Modelinde etkin çıkan operatörlerdir. Finansal model açısından bakıldığında da 2020-2021 yıllarında Comcast, KDDI ve Verizon etkin çıkan operatörler arasında Swisscom'da yer almaktadır.

Sonuç olarak telekomünikasyon sektörünün ekonomideki yeri giderek artmaktadır. Başka mobil ağ operatörlerinin başka sektörlerle olan iş birliklerini arttırması gerekliliği görülmektedir. Ayrıca, sektörde yer alan şirketlerin faaliyetlerini sürdürülebilmeleri için marka değerlerini yüksek tutmaları birinci öncelik gibi görülmektedir. Bu doğrultuda, insan davranışlarını göz önüne aldığımızda, çevreyi koruma ve dünyamıza sahip çıkma sloganları şirketlerin vizyonlarında yer alması gereken bir konudur. Diğer taraftan teknolojik yeniliklerin gerisinde kalan bir telekomünikasyon şirketinin yaşamını sürdürmesinin uzun olmayacağı aşıkardır.

KAYNAKÇA

- Abdel Halim, A., Al Khars, M., & Alnasser, A. (2023). Evaluating the technical efficiency of Saudi Arabian tele companies using window DEA and AHP techniques. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 16(6), 1306-1325.
- Ahokangas, P., Gisca, O., MatinmikkoBlue, M., Yrjölä, S., & Gordon, J. (2023). Toward an integrated framework for developing European 6G innovation. *Telecommunications Policy*, 47(9), 102-641.
- Ajibesin, A. A., Ventura, N., Murgu, A., & Chan, H. A. (2014). Data envelopment analysis with slacks model for energy efficient multicast over coded packet wireless networks. *IET Science, Measurement & Technology*, 8(6), 408-419.
- Ali, M. B., Kazmi, S. A. A., Altamimi, A., Khan, Z. A., & Alghassab, M. A. (2023). Decarbonizing Telecommunication Sector: Techno-Economic Assessment and Optimization of PV Integration in Base Transceiver Stations in Telecom Sector Spreading across Various Geographically Regions. *Energies*, 16(9), 3800, 1-34.
- Alsharif, M. H., Kannadasan, R., Hassan, A. Y., Tawfik, W. Z., Kim, M. K., Khan, M. A., & Solyman, A. A. A. (2022). Optimization analysis of sustainable solar power system for mobile communication systems. *Computers, Materials & Continua*, 71(2), 3243-3255.
- Apergis, E., Apergis, N., & Saunoris, J. W. (2023). ICT Capital Formation, Unemployment, and the Solow Paradox. *International Journal of the Economics of Business*, 30(1), 79-105.
- Asimakopoulous, G., & Whalley, J. (2017). Market leadership, technological progress and relative performance in the mobile telecommunications industry. *Technological forecasting and social change*, 123, 57-67.
- Azam, M., Liu, L., & Ahmad, N. (2021). Impact of institutional quality on environment and energy consumption: evidence from developing world. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 1646-1667.
- Bachiller, P. (2009). Effect of ownership on efficiency in Spanish companies. *Management Decision*, 47(2), 289-307.
- Banker, R. D., Cao, Z., Menon, N., & Natarajan, R. (2010). Technological progress and productivity growth in the US mobile telecommunications industry. *Annals of Operations Research*, 173(1), 77-87.
- Bankole, F. O., OseiBryson, K. M., & Brown, I. (2015). The impacts of tele infrastructure and institutional quality on trade efficiency in Africa. *Information Technology for Development*, 21(1), 29-43.
- Bardey, D., Aristizábal, D., Gómez, J. S., & Sáenz, B. (2022). Concentration of the mobile tele markets and countries' competitiveness. *Telecommunications Policy*, 46(1), 102230, 1-12.
- BEREC, 2022. BEREC Report on Sustainability: Assessing BEREC's contribution to limiting the impact of the digital sector on the environment. https://www.berec.europa.eu/system/files/202207/10282berecreportonsustainabilityassessing_0_3.pdf

- Berizzi, A., Delfanti, M., Falabretti, D., Mandelli, S., & Merlo, M. (2019). Electrification processes in developing countries: grid expansion, microgrids, and regulatory framework. *Proceedings of the IEEE*, 107(9), 1981-1994.
- Bielov, C., Mitomo, H., & Hämmäinen, H. (2022). Efficiency frontier of OECD MNOs: Multinational vs Domestic. *Telecommunications Policy*, 46(5), 102344, 1-13.
- Brzić, B., Dabić, M., Kukura, F., & Podobnik, B. (2021). The effects of corruption and the fraction of private ownership on the productivity of telecommunication companies. *Technology in Society*, 65, 101-532.
- BTK, 2003. Özelleşme, Serbestleşme ve Düzümlenme Etkileşimi
- Buellingen, F., Woerter, M., (2004). Development perspectives, firm strategies and applications in mobile commerce. *Journal of business Research*, 57 (12), 1402–1408.
- CamposecoNegrete, C. (2013). Optimization of cutting parameters for minimizing energy consumption in turning of AISI 6061 T6 using Taguchi methodology and ANOVA. *Journal of Cleaner Production*, 53, 195-203.
- Castelnovo, P., Del Bo, C. F., & Florio, M. (2019). Quality of institutions and productivity of StateInvested Enterprises: International evidence from major telecom companies. *European Journal of Political Economy*, 58, 102-117.
- Chang, H. J., & Andreoni, A. (2020). Industrial policy in the 21st century. *Development and Change*, 51(2), 324-351.
- Chen, C. M. (2019). Evaluating the efficiency change and productivity progress of the top global telecom operators since OTT's prevalence. *Telecommunications Policy*, 43(7), 101805, 1-24.
- Chen, C. M., & Wang, T. C. (2010). Rising productivity of the fixed mobile convergence trend in the telecommunications industry. *African Journal of Business Management*, 4(15), 3374.
- Chen, W., Lin, X., Lee, J., Toskala, A., Sun, S., Chiasserini, C. F., & Liu, L. (2023). 5G-advanced towards 6G: Past, present, and future. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 41(6), 1592-1619.
- Cheng, M., Li, Q., & Wen, Z. (2023). Coupling coordination degree analysis and driving factors of innovation network and eco-efficiency in China. *Environmental Impact Assessment Review*, 99, 107008, 2-11.
- Cheng, M., Yang, S., & Wen, Z. (2021). The effect of technological factors on industrial energy intensity in China: New evidence from the technological diversification. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 775-785.
- Chiaroni, D., Amalfi, R. L., George, J., & Riegel, M. (2023). Towards greener digital infrastructures for ICT and vertical markets. *Annals of Telecommunication*, 1-21.
- Cooper W.W., Seiford, L. M., Tone K., (2006), “Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with Dea-Solver Software and References”, *Springer*, New York.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis: History, models, and interpretations. *Handbook on data envelopment analysis*, 1-39.
- Corrocher, N. and Zirulia, L. (2009) Me and you and everyone weknow: an empirical analysis of local network effects in mobile communications, *Telecommunications Policy*, 33, 68–79.

- Das, S., Haddad, R. J., Chowdhury, A. A. R., Akhtar, J., & Reja, M. I. (2019, April). Distributed Energy Resources Optimization for Wireless Base Stations using Power Amplifier Switching. In *2019 Southeast Con* (pp. 1-6). IEEE.
- Diskaya, F., Emir, S., & Orhan, N. (2011). Measuring the technical efficiency of telecommunication sector within global crisis: comparison of G8 countries and Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 24, 206-218.
- Doganoglu, T. and Grzybowski, L. (2007) Estimating network effects in mobile telephony in Germany, *Information Economics and Policy*, 19, 65–79.
- Dranev, Y., Ochirova, E., Harms, R., & Miriakov, M. (2023). Assessment of Interorganizational Technology Transfer Efficiency. *Foresight and STI Governance (Foresight-Russia till No. 3/2015)*, 17(3), 20-31.
- D'souza, J., & Megginson, W. L. (1999). The financial and operating performance of privatized firms during the 1990s. *The Journal of Finance*, 54(4), 1397-1438.
- Du, Y., Zhang, X., Li, Z., & Wu, L. (2019). Investment performance measurement of new generation mobile communication networks based on dynamic DEA model. *EURASIP Journal on Wireless and Networking*, 2019, 1-9.
- EC, 2023. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_22_6229
- Farrell, M. J., (1957), “The Measurement of Productive Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol:120, No:3, 253-290.
- Fernández, Z., & Usero, B. (2009). Competitive behavior in the European mobile telecommunications industry: Pioneers vs. followers. *Telecommunications Policy*, 33(7), 339-347.
- ForouzeshNejad, A. (2023). A hybrid datadriven model for project portfolio selection problem based on sustainability and strategic dimensions: a case study of the telecommunication industry. *Soft Computing*, 1-21.
- Fukuyama, H., Matousek, R., & Tzeremes, N. G. (2023). Estimating the degree of firms' input market power via data envelopment analysis: Evidence from the global biotechnology and pharmaceutical industry. *European Journal of Operational Research*, 305(2), 946-960.
- Gamarra, Y. L., & Friedl, G. (2023). Declared essential patents and average total R&D expenditures per patent family. *Telecommunications Policy*, 102575, 3-19.
- Gareev, T. R., Peker, I. Y., Kuznetsova, T. Y., & Eliseeva, N. A. (2023). Evaluating the Efficiency of the Research Sector in Russian Regions: A Dynamic Data Envelopment Analysis. *балтийский регион*, 10(2), 99.
- Ghezzi, A., Cortimiglia, M. N., & Frank, A. G. (2015). Strategy and business model design in dynamic tele industries: A study on Italian mobile network operators. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 346-354.
- Giokas, D. I and Pentzaropoulos, G. C. (2000) Evaluating productive efficiency in telecommunications: evidence from Greece, *Telecommunications Policy*, 24, 781–94.
- Giokas, D. I. and Pentzaropoulos, G. C. (2008) Efficiency ranking of the OECD member states in the area of telecommunications: a composite AHP/DEA study, *Telecommunications Policy*, 32, 672–85.
- Gisca, O., MatinmikkoBlue, M., Ahokangas, P., Yrjölä, S., & Gordon, J. (2023). Regulatory challenges and implications of the European electronic code (EECC)

- for local mobile communication network business. *Telecommunications Policy*, 47(10), 10265, 1-14.
- Gross, S., Ponci, F., & Monti, A. (2019, October). Multi micro grid energy management system in times of 5G. In *2019 IEEE International Conference on, Control, and Computing Technologies for Smart Grids (Smart Grid Comm)* (pp. 1-6). IEEE.
- Grzybowski, L. (2008) Estimating switching costs in mobiletelephony in the UK, *Journal of Industry, Competition and Trade*, 8, 113–32.
- Haldar, A., & Sethi, N. (2022). Environmental effects of Information and Communication Technology-Exploring the roles of renewable energy, innovation, trade and financial development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111754, 1-14.
- Hamdouch, A., Samuelides, E., (2001). Innovation's dynamics in mobile phone services in France. *European Journal of Innovation Management*, 4 (3), 153–162.
- Han, S., Park, S., An, S., Choi, W., & Lee, M. (2023). Research on Analyzing the Efficiency of R&D Projects for Climate Change Response Using DEA–Malmquist. *Sustainability*, 15(10), 8433, 1-23.
- Hu, J. L., & Chu, W. K. (2008). Efficiency and productivity of major Asia-Pacific telecom firms. *Chang Gung Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(2), 223-245.
- Hu, J. L., Hsu, H. H., Hsiao, C., & Tsao, H. Y. (2019). Is mobile jumping more efficient? Evidence from major AsiaPacific telecommunication firms. *Asia Pacific Management Review*, 24(2), 190-199.
- Hung, C. L., & Shiu, P. J. (2014). Evaluating project performance by removing external effects: implications to the efficiency of research and development resource allocation. *Research Evaluation*, 23(4), 366-380.
- Iqbal, A., Tham, M. L., & Chang, Y. C. (2022). Convolutional neural network-based deep Q-network (CNN-DQN) resource management in cloud radio access network. *China Communications*, 19(10), 129-142.
- ITU, 2023.
https://www.itu.int/themes/climate/docs/report/02_ICTandClimateChange.html
- Jada, M., Hämäläinen, J., Jäntti, R., & Hossain, M. A. (2010, September). Power efficiency model for mobile access network. In *2010 IEEE 21st International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Workshops* (pp. 317-322). IEEE.
- Jiang, Z., & Xu, C. (2023). Disrupting the Technology Innovation Efficiency of Manufacturing Enterprises Through Digital Technology Promotion: An Evidence of 5G Technology Construction in China. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1-11.
- Kang, C.-C., (2009), “Privatization and Production Efficiency in Taiwan’s Telecommunications Industry”, *Telecommunications Policy*, Vol:33, No:9, 495–505.
- Kao, F. C., & Le, M. H. (2022). Effects of corporate social responsibility on pharmaceutical multinational enterprises performance: Research and development and business efficiency perspectives. *Managerial and Decision Economics*, 43(8), 3419-3434.
- Kiani Mavi, R., Kiani Mavi, N., Farzipoor Saen, R., & Goh, M. (2022). Ecoinnovation analysis of OECD countries with common weight analysis in data envelopment analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, 27(2), 162-181.

- Koi-Akrofi, G. Y. (2013). Profitability Analysis of the Telecommunications Industry in Ghana from 2002 to 2006. *Asian journal of business management*, 5(1), 60-76.
- Kursheed, B., & Budyal, V. R. (2018, February). An Integrated Model to Enhance Energy Efficiency in 5 th Generation for Internet of Things. In *2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications (ICAEECC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Kuznetsov, N. V., Ekimova, K. V., & Polyakova, E. V. (2021). The Use of Mathematical Apparatus Data Envelopment Analysis for the Rating Analysis of Companies in a Digital Economy. In *Socio-economic Systems: Paradigms for the Future* (pp. 1543-1552). Cham: Springer International Publishing.
- Kweh, Q. L., Lu, W. M., Lin, F., & Deng, Y. J. (2021). Impact of research and development tax credits on the innovation and operational efficiencies of Internet of things companies in Taiwan. *Annals of Operations Research*, 315, 1217–1241.
- Lahouel, B. B., Taleb, L., Zaied, Y. B., & Managi, S. (2021). Does ICT change the relationship between total factor productivity and CO2 emissions? Evidence based on a nonlinear model. *Energy Economics*, 101, 105406, 1-15.
- Lee, C. C., Yuan, Z., & Wang, Q. (2022). How does information and communication technology affect energy security? International evidence. *Energy Economics*, 109, 105969, 1-14.
- Lee, H. Y., & Park, Y. T. (2005). An international comparison of R&D efficiency: DEA approach. *Journal of Technology Innovation*, 13(2), 207-222.
- Liao, C. H., & Lien, C. Y. (2012). Measuring the technology gap of APEC integrated telecommunication operators. *Telecommunications Policy*, 36(1011), 989-996.
- Liao, C. H., & González, D. B. (2009). Comparing operational efficiency of mobile operators in Brazil, Russia, India and China. *China & World Economy*, 17(5), 104-120.
- Lien, D., Peng, Y., (2001) “Competition and Production Efficiency Telecommunications in OECD Countries”, *Information Economics and Policy*, Vol:13, No:1, 51–76.
- Liu, Q., Sun, S., Rong, B., & Kadoch, M. (2021). Intelligent reflective surface based 6G for sustainable energy infrastructure. *IEEE Wireless*, 28(6), 49-55.
- Lu, W. M., & Hung, S. W. (2008). Benchmarking the operating efficiency of global telecommunication firms. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 7(04), 737-750.
- Lu, W. M., Hung, S. W., & Chen, C. J. (2008, December). Evaluating the performance of global telecom operators. In *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1885-1889). IEEE.
- Lubritto, C., Petraglia, A., Vetromile, C., Curcuruto, S., Logorelli, M., Marsico, G., & D’Onofrio, A. (2011). Energy and environmental aspects of mobile communication systems. *Energy*, 36(2), 1109-1114.
- Lyu, Y., Liu, Y., Guo, Y., Sang, J., Tian, J., & Chen, L. (2022). Review of green development of Chinese industrial parks. *Energy Strategy Reviews*, 42, 100867, 1-11.
- Maicas, J., Polo, Y. and Sese, J. (2009) The role of personal network effects and switching costs in determining mobile users’ choice, *Journal of Information Technology*, 24, 160–71.

- Majumdar, S. K. (1998) On the utilization of resources: perspectives from the US telecommunications industry, *Strategic Management Journal*, 19, 809–31.
- Man, Y., Liu, C., & Qu, Q. (2011, October). Evaluating the performance of network optimization outsourcing. In *2011 4th IEEE International Conference on Broadband Network and Multimedia Technology* (pp. 461-466). IEEE.
- Mao, C. K., Hu, J. L., & Chen, C. M. (2011). Are the fixedmobile telcos more competitive? a crosscountry efficiency study. *Journal of Information and Optimization Sciences*, 32(1), 121-147.
- MatinmikkoBlue, M., & Arslan, A. (2023). Sustainability Transition and 6G Mobile. In *The Changing World of Mobile: 5G, 6G and the Future of Digital Services* (pp. 93-109). Cham: Springer International Publishing.
- MatinmikkoBlue, M., Yrjölä, S., & Ahokangas, P. (2023). Multiperspective approach for developing sustainable 6G mobile. *Telecommunications Policy*, 102640, 1-11.
- Mitra Debnath, R., & Shankar, R. (2008). Benchmarking telecommunication service in India: an application of data envelopment analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 15(5), 584-598.
- Mohamad Aris, A., & Shabani, B. (2015). Sustainable power supply solutions for offgrid base stations. *Energies*, 8(10), 10904-10941.
- Naimy, V. Y., & Merheb, C. (2014). Modeling the Efficiency of the Mobile Industry in the Middle East Using Data Envelopment Analysis. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 3(2), 93-114.
- Ngwenyama, O., & Morawczynski, O. (2009). Factors affecting ICT expansion in emerging economies: An analysis of ICT infrastructure expansion in five Latin American countries. *Information technology for development*, 15(4), 237-258.
- Nigam, V., Thakur, T., Sethi, V. K., & Singh, R. P. (2012). Benchmarking of Indian mobile telecom operators using DEA with sensitivity analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 19(2), 219-238.
- Obobisa, E. S., Chen, H., & Mensah, I. A. (2022). The impact of green technological innovation and institutional quality on CO2 emissions in African countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121670, 1-11.
- Orakzai, F. A., Iqbal, M., Ahmad, A., & Naeem, M. (2017). A compendium of optimization techniques for green radio resource management. *Telecommunication Systems*, 66, 447-468.
- Ozcan, B., & Apergis, N. (2018). The impact of internet use on air pollution: Evidence from emerging countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 4174-4189.
- Pan, W. T., Zhuang, M. E., Zhou, Y. Y., & Yang, J. J. (2021). Research on sustainable development and efficiency of China's E-Agriculture based on a data envelopment analysis Malmquist model. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120298, 1-6.
- Patent, 2023. <https://insights.greyb.com/kddipatents/>
- Pentzaropoulos, G. C., & Giokas, D. I. (2002). Comparing the operational efficiency of the main European telecommunications organizations: A quantitative analysis. *Telecommunications Policy*, 26(11), 595-606.

- Puertas, R., Carracedo, P., Garcia, M., & Vega, V. (2022). Analysis of the determinants of market capitalisation: Innovation, climate change policies and business context. *Technological Forecasting and Social Change*, 179, 121644, 1-8.
- Rossi, M. A. (2023). EU technology-specific industrial policy. The case of 5G and 6G. *Telecommunications Policy*, 102639, 1-13.
- Sahoo, D. K., & Sahoo, P. K. (2022). Efficiency, productivity dynamics and determinants of productivity growth in Indian telecommunication industries: An empirical analysis. *Journal of Public Affairs*, 22(1), e2353, 1-8.
- Seo, H., Chung, Y., Chun, D., & Woo, C. (2015). Value capture mechanism: R & D productivity comparison of SMEs. *Management Decision*, 53(2), 318-337.
- Shao, B. B., Lin, W. T., & Tsai, J. Y. (2017). An empirical study of the telecommunication service industries using productivity decomposition. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 64(4), 437-449.
- Singh, A., Karandikar, P. B., & Kulkarni, N. R. (2016, October). Feasibility of energy storage systems in different applications for sustainable energy. In *2016 International Conference on Emerging Technological Trends (ICETT)* (pp. 1-6). IEEE.
- Statista, 2023a.
<https://www.statista.com/companies/ranking/8/top100technologyandtelecommunicationcompanies>
- Su, Y., & Fan, Q. M. (2022). Renewable energy technology innovation, industrial structure upgrading and green development from the perspective of China's provinces. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121727, 1-11.
- Sueyoshi, T. (1998) Privatization of Nippon telegraph and telephone: was it a good decision?, *European Journal of Operation Research*, 107, 45–61.
- Sueyoshi, T., (1994), “Stochastic Frontier Production Analysis: Measuring Performance of Public Telecommunications in 24 OECD Countries”, *European Journal of Operational Research*, Vol:74, No:4, 466-478.
- Swisscom, 2023a.
<https://www.swisscom.ch/en/about/news/2022/06/27nachhaltigkeitausgezeichnet.html>
- Tabsh, Y., & Davidavičienė, V. (2019). ICT in energy security and efficiency assurance. *Journal of System and Management Sciences*, 9(1), 1-18.
- Teng, J. Z., Khan, M. K., Khan, M. I., Chishti, M. Z., & Khan, M. O. (2021). Effect of foreign direct investment on CO₂ emission with the role of globalization, institutional quality with pooled mean group panel ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 5271-5282.
- Tilson, D., Lyytinen, K., (2006). The 3G transition: changes in the US wireless industry. *Telecommunications Policy* 30, (10–11), 569–586.
- T-Mobile, 2023a.
<https://www.tmobile.com/responsibility/sustainability/renewableenergy>
- Tone, K. 2011. SlackBased Measure of EfficiencyW.W. Cooper et. Al. (eds.), *Handbook on Data Envelopment Analysis, International Series in Operations Research & management Science* 164, Springer science+Business Media, LLC 2011.

- Torres, L., & Bachiller, P. (2013). Efficiency of telecommunication companies in European countries. *Journal of Management & Governance*, 17, 863-886.
- Traoré, A., & Asongu, S. (2023). The diffusion of green technology, governance and CO2 emissions in Sub-Saharan Africa. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, (ahead-of-print), 23 (54), 1-29.
- Traoré, A., Ndour, C. T., & Asongu, S. A. (2023). Promoting environmental sustainability in Africa: evidence from governance synergy. *Climate and Development*, 1-14.
- Tsai, H. C., Chen, C. M., & Tzeng, G. H. (2006). The comparative productivity efficiency for global telecoms. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 509-526.
- Tsilipanos, K., Neokosmidis, I., & Varoutas, D. (2015). Modeling complex telecom investments: A system of systems approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(4), 631-642.
- Usero, B., & Asimakopoulou, G. (2013). Productivity change and its determinants among leading mobile operators in Europe. *Applied Economics*, 45(20), 2915-2925.
- Vickers, J., & Yarrow, G. (1991). Economic perspectives on privatization. *Journal of economic perspectives*, 5(2), 111-132.
- Wang, Q., & Zhang, Q. (2022). Measuring Regional Innovation Efficiency in China using a Dynamic Network DEA Model. *The Economics and Finance Letters*, 9(2), 244-256.
- Wang, R. (2018). Energy efficiency in China's industry sectors: A nonparametric production frontier approach analysis. *Journal of Cleaner Production*, 200, 880-889.
- Wang, X., & Zhang, X. (2021). Study on sugarcane production efficiency based on DEAMalmquist index: A case study of 8 cities in Guangdong Province. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1-10.
- Wen-Long, Z., Jian-Wei, W., Shi-Qing, Z., Rehman Khan, S. A., An-Ding, J., Xu-Quan, Y., & Xin, Z. (2021). Evaluation of linkage efficiency between manufacturing industry and logistics industry considering the output of unexpected pollutants. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 71(3), 304-314.
- West, J., & Mace, M., (2010). Browsing as the killer app: explaining the rapid success of Apple's iPhone. *Telecommunications Policy*, 34 (5-6), 270-286.
- Worldbank 2023a, <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS>.
- Wu, T. H., Ting, P. J. L., Lin, M. C., & Chang, C. C. (2022). Corporate ownership and firm performance: a mediating role of innovation efficiency. *Economics of Innovation and New Technology*, 31(4), 292-319.
- Xie, Q., Adebayo, T. S., Irfan, M., & Altuntaş, M. (2022). Race to environmental sustainability: Can renewable energy consumption and technological innovation sustain the strides for China?. *Renewable Energy*, 197, 320-330.
- Xiong, X., Yang, G. L., & Guan, Z. C. (2018). Assessing R&D efficiency using a twostage dynamic DEA model: A case study of research institutes in the Chinese Academy of Sciences. *Journal of Informetrics*, 12(3), 784-805.
- Xu, X., Cui, X., Zhang, Y., Chen, X., & Li, W. (2023). Carbon neutrality and green technology innovation efficiency in Chinese textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 395, 136453, 1-12.

- Yahoo Finance, 2023.
<https://finance.yahoo.com/news/20largesttelecomcompaniesworld144635221.html>
- Yang, Y., Wang, Y., Wang, C., Zhang, Y., & Zhang, C. (2022). Temporal and Spatial Evolution of the Science and Technology Innovative Efficiency of Regional Industrial Enterprises: A Data-Driven Perspective. *Sustainability*, 14(17), 10721, 1-21.
- Yoon, S., Chung, Y., & Son, H. (2022). The relationship between cost behaviour and R&D efficiency: empirical evidence from Korean stock markets. *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(1), 85-98.
- Yuan, S., Musibau, H. O., Genç, S. Y., Shaheen, R., Ameen, A., & Tan, Z. (2021). Digitalization of economy is the key factor behind fourth industrial revolution: How G7 countries are overcoming with the financing issues?. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120533, 1-7.
- Zhang, J., & Liang, X.J., (2011). Business ecosystem strategies of mobile network operators in the 3G era: the case of China Mobile. *Telecommunications Policy* 35, 156–171.
- Zhang, J., Lyu, Y., Li, Y., & Geng, Y. (2022). Digital economy: An innovation driving factor for low-carbon development. *Environmental Impact Assessment Review*, 96, 106821, 1-15.
- Zhu, J., (2004), “Imprecise DEA via Standard Linear DEA Models with a Revisit to a Korean Mobile Telecommunication Company”, *Operations Research*, Vol:52, No:2, 323-329.
- Zhu, Y., Wang, Z., Yang, J., & Zhang, Z. (2022). Evaluating performance of innovation resource allocation in industrial enterprises: an improved two-stage DEA model. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1-23.
- Zuo, Z., Guo, H., Li, Y., & Cheng, J. (2022). A twostage DEA evaluation of Chinese mining industry technological innovation efficiency and eco-efficiency. *Environmental impact assessment review*, 94, 106762, 1-13.

ÖZET

Telekomünikasyon sektörünün ekonomideki yerinin giderek artması ve diğer sektörlerle iş birliklerinin çeşitlenmesi onu parlayan bir sektör haline getirmiştir. Bu doğrultuda son yıllardaki telekomünikasyon alanındaki literatür oldukça çeşitlenmiştir. Bu tez çalışmasında telekomünikasyon sektöründe faaliyet gösteren mobil ağ operatörlerinin finansal, çevresel ve inovasyon açısından etkinlikleri veri zarflama analizinin yöntemlerinden biri olan Süper Aylak Tabanlı Etkinlik Modeli kullanılmıştır. 2020 ve 2021 yıllarını kapsayan çalışmamızda, Finansal modelde 22 mobil ağ operatörü, Çevre modelinde 22 mobil ağ operatörü analize dahil olurken inovasyon modelinde 9 mobil ağ operatörü analize dahil olmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür çalışmaları ile paralellik göstermiştir. Çalışmanın ampirik sonuçlarına baktığımızda, Çevre modelinde mobil ağ operatörlerinin yenilenebilir ya da yeşil enerjiye geçmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Telekomünikasyon, Süper Aylak Tabanlı Etkinlik, Veri Zarflama Analizi, Etkinlik, Mobil Ağ Operatörleri, İnovasyon Etkinliği, Çevre Etkinliği

ABSTRACT

The increasing role of the telecommunication sector in the economy and the diversification of its cooperation with other sectors have made it a shining sector. Accordingly, the literature in the field of telecommunication sector in recent years has become quite diversified. In this thesis, the financial, environmental and innovation efficiency of mobile network operators in the telecommunication sector is analyzed using the Super Slack Based Efficiency model which is one of the methods of data envelopment analysis. In our study covering the years 2020 and 2021, 22 mobile network operators were included in the financial model, 22 mobile network operators were included in the analysis in the environmental efficiency model, while 9 mobile network operators were included in the analysis in the innovation model. The results obtained were in line with the literature studies. When we consider the empirical results of the study, it is revealed that mobile network operators should switch to renewable or green energy in the environmental efficiency model.

Keywords: Telecommunication, Super Slack Based Efficiency, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Mobile Network Operators, Innovation Efficiency, Environmental Efficiency