

**International
Journal of
Engineering
Technologies
(IJET)**

Volume:9

No:1

March 2024

Printed ISSN: 2149-0104

e-ISSN: 2149-5262

**Istanbul Gelisim University Press,
2024**



**İSTANBUL
GELİŞİM**
UNIVERSITY

© Istanbul Gelisim University Press, 2024
Certificate Number: 47416
All rights reserved.

International Journal of Engineering Technologies is an international peer-reviewed journal and published quarterly. The opinions, thoughts, postulations or proposals within the articles are but reflections of the authors and do not, in any way, represent those of the Istanbul Gelisim University.

CORRESPONDENCE and COMMUNICATION:

Istanbul Gelisim University Faculty of Engineering and Architecture
Cihangir Mah. Şehit P. Onb. Murat Şengöz Sk. No: 8
34315 Avcılar / Istanbul / TÜRKİYE
Phone: +90 212 4227000
Fax: +90 212 4227401
e-Mail: ijet@gelisim.edu.tr
Web site: <http://ijet.gelisim.edu.tr>
<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijet>
Twitter: [@IJETJOURNAL](https://twitter.com/IJETJOURNAL)

International Journal of Engineering Technologies (IJET) is included in:



**International Journal of Engineering Technologies (IJET) is
harvested by the following service:**

Organization	URL	Starting Date
The OpenAIRE2020 Project	https://www.openaire.eu	2015
GOOGLE SCHOLAR	https://scholar.google.com.tr/	2015
WORLDCAT	https://www.worldcat.org/	2015
IDEALONLINE	http://www.idealonline.com.tr/	2018
ACADEMINDEX	https://www.academindex.com/journals/31	2022
ACARINDEX	https://www.acarindex.com/journals/international-journal-of-engineering-technologies-3765	2022



ISTANBUL
**GELISIM
UNIVERSITY**

INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING TECHNOLOGIES (IJET)

International Peer-Reviewed Journal

Volume 9, No 1, March 2024

Owner on Behalf of Istanbul Gelisim University

Rector Prof. Dr. Bahri ŞAHİN

Publication Board

Prof. Dr. Abdulsamet HAŞILOĞLU

Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Prof. Dr. Nuri KURUOĞLU

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Editor-in-Chief

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Associate Editors

Asst. Prof. Dr. Mehlika KARAMANLIOĞLU

Asst. Prof. Dr. Aylin Ece KAYABEKİR

Asst. Prof. Dr. Yasin PAŞA

Asst. Prof. Dr. Mustafa ŞENOL

Field Editors

Prof. Dr. Ahmet Cihat BAYTAŞ

Prof. Dr. Tarık ÇAKAR

Prof. Dr. Abdulsamet HAŞILOĞLU

Prof. Dr. Hamdi Alper ÖZYİĞİT

Asst. Prof. Dr. Ercan AYKUT

Asst. Prof. Dr. Serkan GÖNEN

Asst. Prof. Dr. Ahmad Reshad NOORI

Publication Office

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Assoc. Prof. Dr. Suleiman KHATRUSH

Res. Asst. Mehmet Ali BARIŞKAN

PhD Student Ahmed M. V. ALHASAN

Contributor

Ahmet Şenol ARMAĞAN

Cover Designers

Mustafa FİDAN

Tarik Kaan YAĞAN

Scientific Advisory Board

Prof. Dr. Abdelghani AISSAOUI, University of Bechar, Algeria
Prof. Dr. Gheorghe-Daniel ANDREESCU, Politehnica University of Timișoara, Romania
Prof. Dr. Goce ARSOV, SS Cyril and Methodius University, Macedonia
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM, Biruni University, Türkiye
Prof. Dr. Ahmet Cihat BAYTAS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Huseyin CAKIR, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Maria CARMEZIM, EST Setúbal/Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal
Prof. Dr. Luis COELHO, EST Setúbal/Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal
Prof. Dr. Filote CONSTANTIN, Stefan cel Mare University, Romania
Prof. Dr. Mamadou Lamina DOUMBIA, University of Québec at Trois-Rivières, Canada
Prof. Dr. Abdullah Necmettin GUNDUZ, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Abdurrahman HACIOGLU, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Abdulsamet HASILOGLU, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Tsuyoshi HIGUCHI, Nagasaki University, Japan
Prof. Dr. Dan IONEL, Regal Beloit Corp. and University of Wisconsin Milwaukee, United States
Prof. Dr. Luis M. San JOSE-REVUELTA, Universidad de Valladolid, Spain
Prof. Dr. Mustafa KARASAHIN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Vladimir KATIC, University of Novi Sad, Serbia
Prof. Dr. Muhammet KOKSAL, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Fujio KUROKAWA, Nagasaki University, Japan
Prof. Dr. Salman KURTULAN, Istanbul Technical University, Türkiye
Prof. Dr. Kenan OZDEN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. João MARTINS, University/Institution: FCT/UNL, Portugal
Prof. Dr. Ahmed MASMOUDI, University of Sfax, Tunisia
Prof. Dr. Marija MIROSEVIC, University of Dubrovnik, Croatia
Prof. Dr. Mato MISKOVIC, HEP Group, Croatia
Prof. Dr. Isamu MORIGUCHI, Nagasaki University, Japan
Prof. Dr. Adel NASIRI, University of Wisconsin-Milwaukee, United States
Prof. Dr. Tamara NESTORVIĆ, Ruhr-Universität Bochum, Germany
Prof. Dr. Nilesh PATEL, Oakland University, United States
Prof. Dr. Victor Fernão PIRES, ESTSetúbal/Polytechnic Institute of Setúbal, Portugal
Prof. Dr. Miguel A. SANZ-BOBI, Comillas Pontifical University /Engineering School, Spain
Prof. Dr. H. Haluk SELİM, Milli Savunma University, Türkiye
Prof. Dr. Dragan ŠEŠLIJA, University of Novi Sad, Serbia
Prof. Dr. Branko SKORIC, University of Novi Sad, Serbia
Prof. Dr. Tadashi SUETSUGU, Fukuoka University, Japan
Prof. Dr. Takaharu TAKESHITA, Nagoya Institute of Technology, Japan
Prof. Dr. Yoshito TANAKA, Nagasaki Institute of Applied Science, Japan
Prof. Dr. Stanimir VALTCHEV, Universidade NOVA de Lisboa, (Portugal) + Burgas Free University, (Bulgaria)
Prof. Dr. Birsen YAZICI, Rensselaer Polytechnic Institute, United States
Prof. Dr. Bedri YUKSEL, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Mahmut Adil YUKSELEN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Prof. Dr. Mohammad ZAMI, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia
Assoc. Prof. Dr. Aydemir ARISOY, Mudanya University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Juan Ignacio ARRIBAS, Universidad Valladolid, Spain
Assoc. Prof. Dr. K. Nur BEKIROGLU, Yildiz Technical University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Lale T. ERGENE, Istanbul Technical University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Bulent GUZEL, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Suleiman Ali Suleiman Mohamed KHATRUSH, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Indrit MYDERRIZI, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Anil NIS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Leila PARSAN, Rensselaer Polytechnic Institute, United States
Assoc. Prof. Dr. Elham PASHAEI, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Yuichiro SHIBATA, Nagasaki University, Japan
Assoc. Prof. Dr. Yilmaz SOZER, University of Akron, United States
Assoc. Prof. Dr. Kiruba SIVASUBRAMANIAM HARAN, University of Illinois, United States
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Akif SENOL, Istanbul Topkapı University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mohammad TAHA, Rafik Hariri University (RHU), Lebanon
Asst. Prof. Dr. Seda Yamac AKBİYİK, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Abbas AKKASI, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Gokay Burak AKKUS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Mahmoud H. K. ALDABABSA, Istanbul Gelisim University, Türkiye

Asst. Prof. Dr. Metin MEHMETOĞLU, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Umit ALKAN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Nihal ALTUNTAS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Mustafa NURI BALOV, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Mesut BARIS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Sevgihan Yildiz BIRCAN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Didem Yilmaz CAPKUR, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Seda ERBAYRAK, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Hadi ERCAN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Ziya Gokalp ERSAN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Binnur GURUL, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Sevcan KAHRAMAN, Mudanya University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Ayse KARAOGLU, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Aylin Ece KAYABEKIR, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Kyungnam KO, Jeju National University, Republic of Korea
Asst. Prof. Dr. Ferhat KURUZ, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Hidenori MARUTA, Nagasaki University, Japan
Asst. Prof. Dr. Samuel MOVEH
Asst. Prof. Dr. Cansu NOBERI, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Sajedeh NOROZPOUR SIGAROODI, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Hulya OBDAN, Istanbul Yildiz Technical University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Hasan Emre OKTAY, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Neslihan OZDEMIR, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Safar POURABBAS, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Ali SAKIN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Yusuf Gurcan SAHIN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Gulsum Yeliz SENTURK, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Ahmed Amin Ahmed SOLYMAN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Yosra M.A. TAMMAM, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Bora TAR, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Mustafa TUNAY
Asst. Prof. Dr. Ahmet Yucel URUSAN, Florida Atlantic University, USA
Asst. Prof. Dr. Meltem UZUN, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Asst. Prof. Dr. Khalid O.Moh. YAHYA, Istanbul Gelisim University, Türkiye
Dr. Jorge Guillermo CALDERÓN-GUIZAR, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Mexico
Dr. Rafael CASTELLANOS-BUSTAMANTE, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Mexico
Dr. Guray GUVEN, Conductive Technologies Inc., United States
Dr. Tuncay KAMAS, Eskişehir Osmangazi University, Türkiye
Dr. Nobumasa MATSUI, Faculty of Engineering, Nagasaki Institute of Applied Science, Nagasaki, Japan
Dr. Cristea MIRON, Politehnica University in Bucharest, Romania
Dr. Hiroyuki OSUGA, Mitsubishi Electric Corporation, Japan
Dr. Youcef SOUFI, University of Tébessa, Algeria
Dr. Hector ZELAYA, ABB Corporate Research, Sweden

From the Editor

Dear Colleagues,

On behalf of the editorial board of International Journal of Engineering Technologies (IJET), I would like to share our happiness to publish the 33rd issue of IJET. My special thanks are for members of Editorial Board, Publication Board, Editorial Team, Referees, Authors and other technical staff.

Please find the 33rd issue of International Journal of Engineering Technologies at <http://ijet.gelisim.edu.tr> or <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijet>. We invite you to review the Table of Contents by visiting our web site and review articles and items of interest. IJET will continue to publish high level scientific research papers in the field of Engineering Technologies as an international peer-reviewed scientific and academic journal of Istanbul Gelisim University.

Thanks for your continuing interest in our work,

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI
Istanbul Gelisim University
nmarasli@gelisim.edu.tr

<http://ijet.gelisim.edu.tr>
<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijet>

Printed ISSN: 2149-0104

e-ISSN: 2149-5262

International Journal of
Engineering Technologies
IJET

Table of Contents

Volume 9, No 1, March 2024

	<u>Page</u>
<i>From the Editor</i>	<i>vii</i>
<i>Table of Contents</i>	<i>ix</i>
<ul style="list-style-type: none">• Markov Zincirleri ile Bir Pazar Payı Araştırma Modeli ve Akıllı Cep Telefonu Üzerine Bir Uygulama / A Market Share Research Model with Markov Chains and an Implementation on Smart Phones / Kenan Özden, Rümeyisa Ergin	1-17
<ul style="list-style-type: none">• Comparison of a 10-Story Tunnel Formwork Structure with Different Soil Classes According to the 2018 Earthquake Regulations / Furkan Şahin, Cüneyt Çelik, Abdullah Çelik	18-31
<ul style="list-style-type: none">• Düşük Etkili Kentleşme (DEK) Uygulamalarının Kentsel Yağmursuyu Drenaj Sistemi Üzerindeki Etkileri / Impacts of Low Impact Development (LID) Practices on Urban Stormwater Drainage System Abdülbaki Hacı, Sezar Gülbaz, Yasin Paşa	32-42

International Journal of Engineering Technologies, IJET

e-Mail: ijet@gelisim.edu.tr

Web site: <http://ijet.gelisim.edu.tr>

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijet>

Twitter: [@IJETJOURNAL](https://twitter.com/IJETJOURNAL)

Markov Zincirleri ile Bir Pazar Payı Araştırma Modeli ve Akıllı Cep Telefonu Üzerine Bir Uygulama

Kenan ÖZDEN*, Rümeysa ERGİN**

* İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul, Türkiye. E-mail: kozden@gelisim.edu.tr ORCID: 0000-0002-3379-2951

** İstanbul Gelişim Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul, Türkiye. E-mail: rumeysaergin57@gmail.com ORCID: 0000-0003-3978-954X

Geliş / Received: 26.01.2023 Kabul / Accepted: 12.09.2024

Öz - İşletmeler için pazar payı, buldukları pazar içerisindeki konumunu ve etkinliğini göstermesi demektir. İşletmeler pazar paylarını tahmin ederek rekabetin fazla olduğu bu ortamda kendilerini pazarda tutundurmak, müşteri kaybetmemek, lider konumuna geçmek veya bu konumda kalmayı sağlamak için çeşitli pazarlama stratejileri uygulamaktadırlar. İşletmeler gelecekteki pazar paylarını kesin bir şekilde bilemezler ancak tahmin edebilirler. Bu tahmini yaparken çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Böylece sürekli değişen pazarın tahmin edilmesinde kullanımı oldukça pratik ve uygun olmaktadır. Bu çalışmanın amacı akıllı telefon marka tercihlerini belirlemek, markalar arası geçiş matrisini oluşturarak uzun dönemde cep telefonu üreticilerinin pazar payını tahmin etmektir. Bununla birlikte müşterilerin tutumlarını görebilmeyi sağlamak, marka bağımlılığını ölçmek, Markov Zinciri yöntemi ile bir pazar payı araştırmasının yapılabilir oluşunu göstermek gibi alt hedefler mevcuttur.

Anahtar Kelimeler- Pazarlama; Pazar Payı Araştırması; Markov Zincirleri; Akıllı Cep Telefonu Pazarı; Stokastik Süreç; Pazarlama Stratejileri.

A Market Share Research Model with Markov Chains and an Implementation on Smart Phones

Abstract- Market share for businesses, means that it shows its position and effectiveness in the market where they are located. Businesses by forecasting their market share in this highly competitive environment; They implement various marketing strategies in order to keep themselves in the market, not to lose customers, to become a leader or to stay in this position. Businesses cannot know their future market share with certainty, but they can guess. In making this estimation, they use various methods. With this, its use in forecasting the ever-changing market is very practical and convenient. Main goal of this work, determining the smartphone brand preferences and estimating the market share of mobile phone manufacturers in the long term by creating a transition matrix between brands. With this, to enable customers to see their attitudes, to see brand loyalty, there are sub-goals such as showing that a market share research can be done with the Markov Chains method.

Keywords - Marketing; Market Share Research; Markov Chains; Smart Mobile Phone Market; Stochastic Process; Marketing Strategies.

1. Giriş

İşletmeler ürettikleri ürünlerle veya sundukları hizmetlerle; ilgili pazarlarda varlıklarını sürdürebilmek için birtakım pazarlama stratejileri uygulamaktadırlar. Bu stratejilerin yanı sıra, pazarda kalabilmek için müşterilerin verecekleri kararların tutarlı olmasına gerekmektedir. Pazarlama ile ilgili uygulanan eylemler ve müşterilerin tutumları ile birlikte işletmeler gelecekte pazardaki yerini tahmin etmek için çeşitli yöntemler kullanmaktadırlar. Bu yöntemlerden biri de yöneylem araştırması tekniklerinden olan Markov Zincirleridir. Markov Zincirleri ile işletmelerin pazar paylarını tahmin etmek mümkündür.

Gelecekteki tahmin modelleri için geliştirilmiş yöneylem teknikleri deterministik süreçler ve stokastik süreçler olmak üzere iki şekilde incelenmektedir. Belirli koşullar altında belirli durum ve olayların gerçekleşeceği kesin olarak bilinebiliyor ve tamamlanabiliyor ise bu süreçler deterministik süreçler adını almaktadır. Söz konusu durum ve olaylar tümüyle rassal olarak gerçekleşmekte, yani gözleme dayalı olarak birtakım olasılıklar öngörülebiliyorsa bu süreçlere de stokastik süreçler denir. İki farklı stokastik süreç bulunmaktadır. Stokastik sürecin yani rassal değişkenin değerinin zamanın herhangi bir anında gözlenebildiği süreç, sürekli rassal süreçtir. Zamanın yalnızca belli anlardaki değerlerini gösteren süreç ise kesikli rassal süreçtir [12]. Projede kullanılacak yöntem olan Markov Zincirleri, kesikli rassal süreçlerin bir türüdür.

Bir Markov Zinciri, bir matematik modelde, takip eden bir durumdan bir diğer duruma bağlı olan ya da sık tekrar eden durumlarda kullanılır. Markov zincirleri, önceki olaylar hakkında, bir ya da daha fazla olaya bağlı olarak yansıtılan durumun olasılık matrislerinden (geçiş matrisleri) oluşur. Markov zincirlerinin üç önemli elemanı vardır. Birincisi; sistemin zaman içerisinde bulunabileceği tüm olası durumların listesi, ikincisi; meydana geldiğinde sistemin içerisinde bulunduğu durumu ve üçüncüsü ise belli bir durumda bulunan sistemin bir olay sonucunda hangi olasılıkla hangi duruma geçeceğini gösteren bir kare matris olan geçiş matrisidir. [3].

Markov Zinciri kısaca; geçmişteki ve şimdiki eylemlerin gelecekteki olasılıklarını belirlemek olarak tanımlanabilir. Markov Zincirleri bu tanımla beraber pazar payı tahmini için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Pazar payı işletmelerin sektördeki konumunu belirtmektedir. İşletmeler pazar paylarını arttırmak için büyük emek harcamaktadırlar ve stratejiler oluşturmaktadırlar. Özellikle rekabetin fazla olduğu pazarlarda ürün veya hizmetlerle ilgili düşük fiyatlar sunmak, yenilikçi fikirler üretmek, müşteri ilişkilerinde memnuniyeti artırma yolunda

çalışmalar yapmak, marka bilinci oluşturmak gibi stratejiler büyük önem taşımaktadır. Markov Zinciri ile pazar payı tahmini yaparak işletmeler sektördeki konumlarını öğrenmektedirler, kazandıkları müşterileri ve kaybettikleri müşterileri görebilmektedirler. Bu doğrultuda pazarlama çalışmalarına devam etmektedirler.

Bu projede belirli bir kesimin akıllı telefon pazarında tercih edilen markaların pazar payları Markov Zinciri yöntemiyle hesaplanacaktır. Kullanıcılar aynı markadan bir akıllı telefon almayı da tercih edebilirler. Böyle bir durumda da tutumlu bir tüketici davranışı görmüş olunacaktır. Sonuçta ise telefon işletmelerinin pazar payları hesap edilecektir. Telefon işletmeleri bu hesaplamalar ile kendi markasının pazar payını öğrenmekte, kaybettikleri müşterileri ve kazandıkları müşterileri görebilmekte, kazandıkları müşterilerin hangi markadan geçiş yaptığı gibi bilgilere ulaşacaklardır.

Bu projenin amacı Markov Zincirleri analizi kullanılarak akıllı telefon pazarında çeşitli rakipler mevcutken analitik bir model oluşturularak markaların pazar paylarının tahmin edilmesi ve marka bağlılığının analiz edilmesidir.

2. Pazarlama ve Pazar Payı Araştırmaları

Pazarlama araştırması problem belirleme ve problem çözme araştırmaları olarak iki sınıf altında incelenmektedir. Problem belirleme araştırmaları içerisinde imaj araştırmaları, tahmin araştırmaları, yeni trendlerin araştırması gibi pazar payı araştırması da yer almaktadır. Bu çalışmada pazar payı araştırması yapılmaktadır. Pazarlama araştırmaları altında yer alan problem çözme araştırmaları ise ürün, fiyatlandırma, tutundurma, dağıtım, bölümlendirme gibi araştırmalar yer almaktadır.

Pazar araştırması, hedef alınan pazar, muhtemel müşteriler ve rakipler hakkında önemli sorular sorma, faydalı bilgi toplama ve elde edilen sonuçları çözümleme sürecidir. Pazarlama araştırması, pazarlama işlevlerinin tümünü kapsayan mal veya hizmetlerin satışını etkileyen, tüm pazarlama etkenleriyle ilgilenen geniş bir kavramdır. Pazar araştırması ise pazarlamacının karşılaştığı ürün, piyasa ve tüketici ile ilgili sorunların çözümüne yardımcı olabilecek bilgilerin sistemli ve objektif bir şekilde toplanması ve analiz edilmesidir. Pazarlama araştırması, bir işletmenin pazarlama işlevinin en doğru şekilde yerine getirmesi ve pazarlamayla ilgili problemlerin tespit edilip çözülmesi için gereken bilgilerin toplanması, analiz edilmesi, yorumlanması ve pazarlama kararlarında kullanılmasıdır. Pazar araştırması sadece pazar analizini içeren ve pazarlama araştırmasına göre dar ve ondan farklı bir kavramdır [2].

“Şirketlerin en önemli hedeflerinden biri pazar payını güçlendirmektir” [9]. Pazar payını arttırmak için pazarlama

stratejilerinin önemi büyüktür. Marka bilincini oluşturmak, müşterilerin memnuniyetini arttırmak, yenilikçi ürünler üretmek gibi stratejiler pazar payını güçlendirmektedir. Pazar payının önemli olmasının sebebi ise işletmelerin sektörde ne kadar rekabetçi olduklarını bilmelerini sağlamaktır. Pazar lider olan bir işletme tüketiciler için daha önemli bir yere sahip olabilmektedir. Pazar payını hesaplayarak ve gelecekteki pazar paylarını tahmin ederek işletmeler pazarda kendi konumlarını ve hangi konuma gelebileceklerini görebilmektedirler. Buna göre stratejiler geliştirmektedirler. Bu sebepler, pazar payının önemini göstermektedir.

3. Markov Zincirleri

Markov zincirleri bugünün bilinen olasılıklarının analiz edilmesi yoluyla gelecekteki olayların gerçekleşme olasılıklarına ilişkin çıkarımlar yapılmasını sağlayan yöntemlerden biridir [12]. Markov zincirlerinin kullanım alanı çok geniştir. Fizik, Kimya, Sosyal Bilimler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Pazarlama problemlerinde de çok sık kullanılan MZ işletmelerde tüketicilerin gelecekteki davranışlarını tahmin edebilmektedirler. Pazarlama yanı sıra muhasebe, insan kaynakları, üretim, yatırım, sağlık ve daha birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Markov, gelecekteki olacak durumları saptamakta kullanılmaktadır.

Markov zinciri yönteminde bütün olabilecek olaylar, durumlarla ifade edilmektedir. Olası durumlar bir durum kümesinde toplanmıştır. $S = \{s_1, s_2, \dots, s_r\}$ ve süreç bir durumdan başlayarak art arda diğer durumlara geçer [1]. Eğer zincir s_i durumunda ise s_j durumuna geçmesi p_{ij} olasılığı ile gösterilir. Değişiklik yapmaması halinde ise p_{ii} olasılığı ile mümkündür. Markov zincirinde bir durumdan diğer duruma geçiş yapıldığında bir önceki durum hariç önceki durumların bilinmesine gerek yoktur ve bu özelliğe de Markovyen özellik denmektedir.

Zamandan bağımsız sabit bir P_{ij} olasılığının olduğunu varsayarsak; $P(X_{n+1}=i | X_n=j, X_{n-1}=i_{n-1}, \dots, X_0=i_0) = P_{ij} \quad n \geq 0, i, j, i_0, i_1, \dots, i_{n-1} \in N$ ise bu süreç Markov zinciridir. Bu ifadeyi indirgeyerek şunu diyebiliriz;

$$P\{X_{n+1}=j | X_n=i\}; i=1, 2, \dots, N$$

$$j=1, 2, \dots, N \text{ (Markaların sayısı)}$$

$$n=0, 1, 2, \dots \text{ (Tüketici tarafından yapılan değişiklik sayısı)}$$

i ve $j \in N$ durum uzayında tanımlı her bir markayı göstermektedir. Tüketici n inci marka değişimi sırasında i markasını kullanırken, $n+1$ inci marka değişimi sırasında j markasını kullanmaktadır. Yani tüketicinin şimdi kullandığı marka, bir önceki markaya bağlıdır, bir başka ifadeyle tüketicinin gelecekte kullanacağı marka, şu anda kullandığı

markaya bağlıdır [7].

Markov zinciri yönetiminin dört adet varsayımı bulunmaktadır [1]. Bu varsayımlar;

1. Durumlar sonludur.
2. Durum sayısı sabittir.
3. Gelecekteki durum değişimi zaman içinde sabittir.
4. Gelecekteki durumların olasılığı, önceki duruma bağlıdır.

4. Markov Zincirleri ile Bir Pazar Payı Araştırma Modeli ve Akıllı Cep Telefonu Üzerine Bir Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde, Markov Zincirleri yöntemiyle akıllı cep telefonu pazarında, pazar payı araştırma modeli oluşturulması çalışmalarına yer verilmiştir. Bu çalışma kapsamında akıllı telefon pazarında yoğun rekabet içerisindeyken analitik bir model oluşturularak pazar paylarını tahmin etmek amacıyla işletmelerin gelecekte markasının alacağı pazar payını ve markalardaki pazar payı değişimlerini öğrenmek hedeflenmektedir. Bu çalışma, akıllı cep telefonu tüketicilerine uygulanan anketler, çeşitli araştırmalar ile elde edilen verilerin analiziyle yapılmaktadır.

4.1. Araştırmanın Bilgileri

Araştırmanın bu bölümünde;

- uygulanan anket örnekleme ve incelenecek problem hakkında kısaca bilgi
- proje çalışmasının amacı
- proje çalışmasının kapsam ve sınırlamaları
- verilerin elde edilmesi ve kullanılan yöntem ve
- varsayımlar verilmiştir.

4.1.1. Anket Bilgileri

Uygulama anket formu pazar payı araştırması için 7 ana soru, 4 demografik soru ve tercih kriteri önemini belirlemek için 12 soru sorulmuştur. Proje için uygulanan anket İstanbul'da yaşayan ve 15 yaş üzeri kişiler için geçerlidir. %95 güven seviyesi ile güven aralığı 5.48 olup gerekli örnek boyut 320 olarak hesaplanmıştır. Bu sebeple örneklem büyüklüğü 320 kişiden oluşmaktadır. Olasılık örnekleme tekniği olan tabakalı rastgele örnekleme tekniği kullanılmıştır. Örneklemin yalnızca %35'ini öğrenci oluşturmaktadır. Örnekleme %52,7'ini kadın, %47,3'ünü erkek oluşturmaktadır.

Anket sonucu demografik dağılım Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik Dağılım

<i>Cinsiyet</i>	%
Kadın	52,70
Erkek	47,30
<i>Eğitim Durumu</i>	%
İlkokul	6,30
Ortaokul	7,30
Lise	18,6
Ön lisans	18,0
Lisans	47,9
Yüksek Lisans	1,60
Doktora	0,30
<i>Meslek</i>	%
Öğrenci	35,0
Memur	8,20
Özel Sektör Çalışanı	32,5
İşçi	3,20
Akademisyen	0,30
Serbest Meslek	6,30
Emekli	1,90
Çalışmıyor	12,6

4.1.2. İncelenecek Problemin Tanımlanması

Anket uygulanarak akıllı cep telefonu işletmeleri için pazar payı araştırması için gerekli veriler SPSS programı ile analiz edilip QM programında Markov Zinciri yöntemiyle hesaplamalar yapılmıştır. Günümüzde, her yetişkin insan en az bir akıllı cep telefonuna sahiptir. Türkiye’de bu oran %97,2’dir. Rekabetin çok yoğun olduğu bu pazarda markaların doğru pazarlama stratejileri geliştirip pazarda yükselmeleri veya pazarda tutunmaları için pazar paylarını ve müşterilerin hangi kriterlere ne kadar önem verdiklerini bilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda elde edilen sonuçlar ile projenin amacına uygun bir şekilde hem işletmeler hem tüketiciler için pazar payı belirlenerek işletmeler giderek gelişen pazarda kendi konumlarını öğrenmeyi sağlayacak, gelecekteki denge durumlarının hangi dönemde olacağını görecekler, kendi pazarlama stratejilerini geliştirecekler, tüketiciler de akıllı cep telefonu alırken tercihlerini bu yönde gerçekleştireceklerdir.

4.1.3. Proje Çalışmasının Amacı

İşletmeler için pazarlama araştırmalarının önemli bir adımı, mevcut olasılıkları kullanarak gelecekteki pazar payı tahminini yapmaktır. Yöneylem Araştırması tekniklerinden Markov Zincirleri analizi kullanılarak akıllı telefon pazarında

çeşitli rakipler mevcutken analitik bir model oluşturularak pazar paylarının tahmin edilmesi ve marka bağlılığının analiz edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışma sonucunda ulaşılmaması beklenen hedefler ve amaçlar şunlardır:

1. Araştırma sürecinde pazara yeni bir marka girmemesini varsayarak akıllı telefon sektörünün şu an ve 5 dönem sonrası için pazar payı oranlarını tahmin etmek ve karşılaştırmalarını yapmak.
2. Akıllı telefon sektöründeki pazar payı oranında zirvede olan markayı belirlemek.
3. İşletmelerin gelecekte markasının alacağı pazar payını ve rakip markalardaki pazar payı değişimini bilmesini sağlamak.
4. Veriler doğrultusunda başlangıç olasılık vektörünü ve geçiş olasılıkları matrisini oluşturularak telefon işletmelerinin müşteri kazandıklarını veya kaybettiklerini görebilmelerini sağlamak.
5. Uygulamada geçiş matrisinin denge vektörünü de hesaplayarak uzun dönemde en yüksek marka bağlılığını yaratan markaları tespit etmek.
6. Müşterilerin akıllı telefon satın alırken belirledikleri kriterleri ve kriterlerin önem derecelerini saptamak.

4.1.4. Proje Çalışmasının Kapsam ve Sınırlamaları

Bu proje çalışmasında karşılaşılan/karşılaşılabilecek sorunlar, kapsam ve sınırlamalar şunlardır:

1. İstanbul'da akıllı telefon kullanıcılarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır ve buna bağlı olarak yapılacak olan ankete katılan kullanıcıların sayısı ana kütle yani İstanbul'u temsil etmektedir. Ana kütle İstanbul ve 15 yaş üzeri insanlardan oluşmaktadır. Gerekli örneklem boyutu %95 güven seviyesinde 320 kişi olarak hesaplanmıştır. Bu sebeple anket 320 kişiye uygulanmıştır. Ana kütle temsil güvenilirliği yeterli olmaktadır.
2. Pazar payları en uzun 5 dönem sonrası için hesaplanacaktır.
3. Anket katılımcıların %35'i öğrenci olacak şekilde kısıtlama getirilmiştir.

4.1.5. Verilerin Elde Edilmesi ve Kullanılan Yöntem

İşletmeler ürettikleri ürünlerin veya sundukları hizmetlerin pazar payını araştırmak için birçok teknik kullanmaktadırlar. Pazarlama araştırmalarında kullanılan başlıca iki türlü veri kaynağı mevcuttur. Bunlar birincil ve ikincil verilerdir. Bu projede birincil veriler elde edilecektir. Birincil veriyi elde etmek için anket, gözlem ve deney yöntemleri bulunmaktadır. Bu projede anket yöntemi kullanılarak veriler elde edilecektir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda da yöneylem araştırması tekniği olan Markov Zincirleri ile bir pazar payı araştırma modeli oluşturulacaktır.

Pazar payı araştırması için oldukça yaygın olarak kullanılan Markov Zinciri tekniği ile hesaplanacaktır. Markov Zinciri sonuçları ise QM programıyla elde edilecektir. Markov Zincirini QM de hesaplayabilmek için gerekli olan ve anketle elde edilecek olan veriler doğrultusunda aşağıdaki adımların incelenmesi ile bu çalışmanın amacına ulaşmasının mümkün olabileceği saptanmıştır:

1. Akıllı telefon pazarı hakkında bilgi toplamak ve anket yöntemi ile veri elde etmek.
2. SPSS programında anket verilerini analiz etmek.
3. Pazar Payı Araştırma Modelinde m, pazarda bulunan mevcut bir malın toplam marka sayısını ifade etmektedir. Böylece bir malın, m sayıda farklı markaya ilişkin bugünkü pazar payları, başlangıç olasılık vektörü ile gösterilmektedir.
4. Tüketicilerin bir dönem öncesinde kullanmış oldukları markaların yüzdesel dağılımını oluşturmak.
5. Tüketicilerin şu anda kullandıkları telefon markalarının

yüzdesel dağılımını oluştur.

6. Tüketicilerin geçmişte kullandıkları akıllı cep telefonu markasından şu anda kullandıkları cep telefonu markasına geçiş matrisini oluşturmak.
7. Tüketicilerin gelecekte kullanmayı düşündüğü telefon markalarını öğrenerek şu an kullandıkları cep telefonları markalarından gelecektekine geçiş matrisini oluşturmak.
8. İki farklı geçiş matrisi oluşturulduğu için de iki farklı şekilde çözüm elde etmek ve sonuçları karşılaştırmak.
9. QM paket programı ile denge vektörünü oluşturarak en yüksek marka bağımlılığının hangi markaya ait olduğunu bulmak.
10. Kullanılan telefon markalarının kullanım sebeplerini öğrenmek ve bu sebeplerin yüzdesel dağılımını oluşturmak.
11. Markaların beklenen pazar paylarını her dönem için QM programıyla hesaplamak.

4.1.6. Projenin Varsayımları

Bu proje çalışmasından elde edilecek sonuçlar, yapılacak olan çalışmalar ve uygulamalar bazı varsayımlara bağlı olarak geçerlilik kazanacaktır. Projenin bu aşamasında belirlenmiş varsayımlar şunlardır:

1. Pazar payı araştırması süreci içerisinde pazara yeni bir markanın girmediği varsayılarak başka bir deyişle pazar büyüklüğünün sabit kaldığı varsayılarak araştırmalar yapılmış ve araştırma yöntemi uygulanmıştır.
2. Kullanıcıların akıllı telefonlarını değiştirme aralığı yapılan ankette elde edilmiştir ve en yüksek frekansa sahip aralık 2 yıl olarak belirlenmiş olup bir dönem süresi 2 yıl alınmış ve dönem sayısı da 5 olarak varsayılmıştır. 5 dönem de 10 sene olmaktadır.
3. 320 kişiye uygulanan anketin sonuçları kadın ve erkekler için iki ayrı analiz gerçekleştirilmesinin daha sağlıklı olacağı kabul edilmiştir.

4.2. Proje Uygulaması

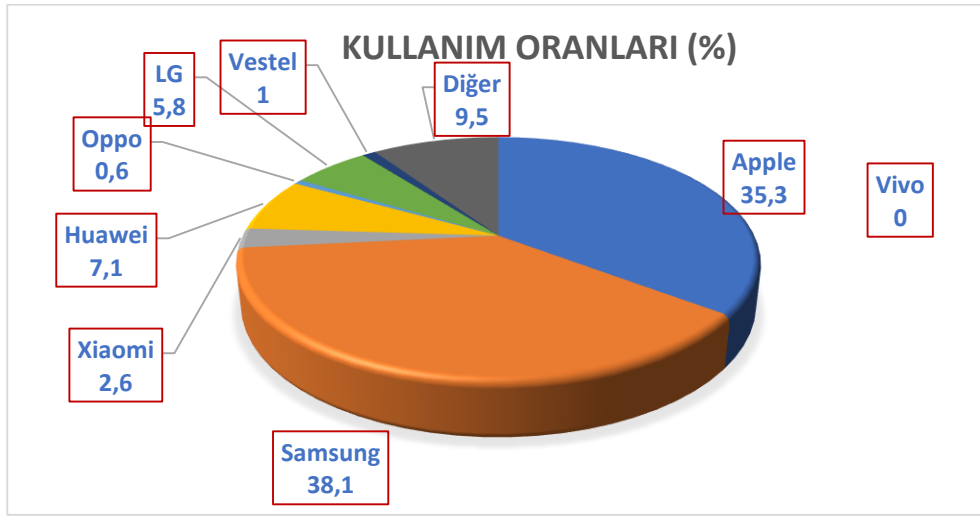
Bu aşamada, Yöneylem Araştırması tekniklerinden Markov Zincirleri analizi kullanılarak akıllı cep telefon pazarında çeşitli rakipler mevcutken analitik bir model oluşturularak markaların pazar paylarının tahmin edilmesi, marka kriterleri önem derecelerinin saptanması ve marka bağlılığının analiz edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada iki farklı geçiş matrisi oluşturulup iki farklı çözüm yöntemi gerçekleştirilecektir. Analizler her çözüm yöntemi için kadınlar ve erkekler olarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Öncelikle kullanıcıların bir önceki dönemde tercih ettikleri akıllı cep telefonu markalarından şu anda kullandıkları markaya geçiş matrisi ve anket verilerinden elde edilen bilgilerle başlangıç olasılıkları belirlenerek Markov Zinciri ile gelecek dönemler için bir pazar payı araştırması yapılacaktır. Daha sonra kullanıcıların şu anda kullandıkları akıllı cep telefonu markalarıyla bir sonraki dönem almayı düşündükleri markaya geçiş matrisi oluşturulup bir de o şekilde gelecek dönem pazar payı araştırması yapılacaktır. Böylece iki farklı çalışma gerçekleştirilip Markov Zincirinin iki farklı şekilde çözülebileceği gösterilecektir. Akıllı cep

telefonu pazar payları hesaplanmış olacaktır. Sonuçların birbiriyle ilişkilerine bakıldıktan sonra karşılaştırma yapıлып hangi çözümün daha tutarlı olacağı saptanacaktır. Daha sonra akıllı cep telefonu marka bağımlılığı bulunacaktır.

Marka bağımlılığı pazarda çeşitlilik arttıkça düştüğü için buna sebep olacak akıllı cep telefonu tercih kriterlerinin önem dereceleri de bu çalışmada saptanacaktır.

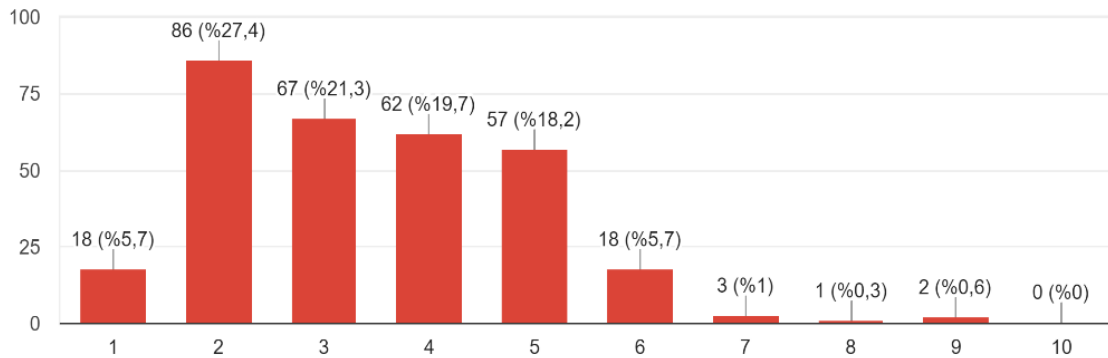
Şekil 1’de kullanıcıların bir önceki dönemde kullandıkları markaların yüzdesel dağılımı verilmiştir.



Şekil 1. Tüketicilerin Önceki Dönem Kullandıkları Telefon Markalarının Yüzdesel Dağılımı

Bir önceki dönemde katılımcıların kullandıkları akıllı cep telefonu markalarında Şekil 1’de görüldüğü üzere pazar payı en yüksek yani lider olan marka Samsung olarak saptanmıştır. Kullanıcılara ankette sorulan bir başka soruyla

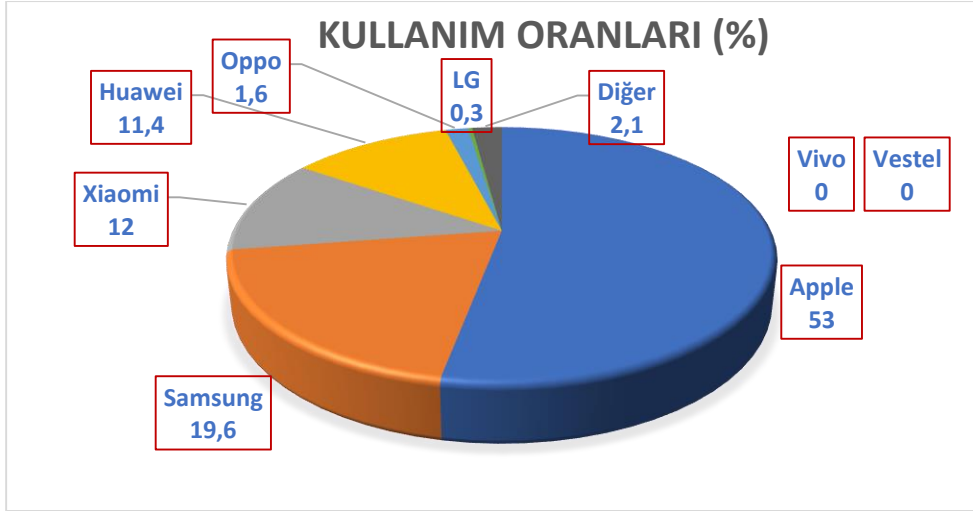
bir önceki dönemde kullandıkları akıllı cep telefonların ne kadar süre kullandıkları belirlenmiştir. Aşağıdaki grafikte verilmektedir.



Şekil 2. Tüketicilerin Bir Önceki Dönemde Akıllı Cep Telefonu Kullanım Süreleri

Şekil 2’de görüldüğü üzere bir önceki dönemde katılımcıların çoğunluğu telefonlarını 2 sene kullanmış olup en yüksek frekans 2 olmuştur. Uzun yıllar kullanım çok

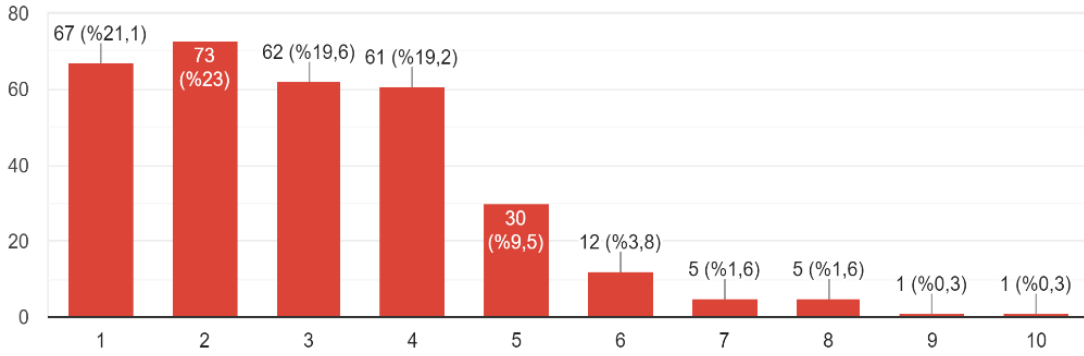
olmamıştır. Buradan da telefon ömrünün bir önceki dönem için ortalama 4 yıl olduğunu görmekteyiz.



Şekil 3. Tüketicilerin Şu Anda Kullandıkları Cep Telefonu Markalarının Yüzdesele Dağılımı

Şekil 3'te görüldüğü üzere kullanıcıların yarısından fazlası şu anda Apple marka telefon tercih etmektedirler. Fakat bir önceki dönemde Apple markasına %17,7 oranında daha az bir tercihte bulunmuşlardır. Geçen dönem pazarda lider olan Samsung büyük düşüş göstererek liderliği Apple markasına vermiştir. Pazarda artış gösteren markalar; Apple, Xiaomi,

Huawei, Oppo. Bir önceki dönemde %1'lik oranda tercih edilen Vestel markası şu anki dönemde tercih edilmemiştir. Vestel ve Vivo markaları artık pazarda yer almamaktadır. Kalan markalar ise azalış göstermiştir. Kullanıcıların şu anda kullanmış oldukları telefonların kullanım sürelerini ise aşağıdaki grafikte yer almaktadır.



Şekil 4. Tüketicilerin Şu Anda Kullandıkları Akıllı Cep Telefonu Kullanım Süreleri

Şekil 4'teki veriler katılımcıların şu anda kullanmış oldukları telefonların kullanım sürelerinin kaçınıcı yılında oldukları sorularak elde edilmiştir. En yüksek frekansa sahip kullanım süresi yine 2 yıl olmuştur. Ancak daha uzun süre kullanım oranı artmıştır. Bu durumda da akıllı cep telefonlarının gelişen teknolojiyle daha uzun ömürlü olmaya başladıkları söylenebilmektedir.

4.2.1. Geçmiş Dönemde Tercih Edilen Markadan Şu Anda Tercih Edilen Markaya Geçiş Matrisi ile Çözüm

Çalışmanın iki farklı çözüm yöntemiyle gerçekleştirileceği belirtilmişti. Aşağıda ilk çözüm yöntemi için gerekli olan başlangıç olasılıkları değerleri kadınlar ve erkekler için ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra da toplam başlangıç olasılıkları hesaplanarak çözüm gerçekleştirilmiştir.

Anket verilerinin SPSS ile analiz edilmesiyle birlikte başlangıç olasılıkları tablosu elde edilmiştir. Bu çözümde kullanılan üç geçiş matrisinin de sütunları şu anda kullanılan telefon markalarını gösterirken satırlar bir önceki dönemde kullandıkları telefon markalarını göstermektedir.

Tablo 2. Geçmiş Dönemde Tercih Edilen Markaların Olasılık Değerleri

Akıllı Cep Telefonu Markası	KADIN		ERKEK		GENEL	
	N	%	N	%	N	%
Apple	57	34,8	53	35,8	110	35,3
Samsung	70	42,7	49	33,1	119	38,1
Xiaomi	1	0,60	7	4,70	8	2,60
Huawei	8	4,90	14	9,50	22	7,10
Oppo	1	0,60	1	0,70	2	0,60
LG	10	6,10	8	5,40	18	5,80
Vestel	2	1,20	1	0,70	3	1,00
Vivo	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Diğer	15	9,10	15	10,1	30	9,60
TOPLAM	164	100	148	100	312	100

Tablo 2 geçmiş dönemde tercih edilen markaların sayısına ek olarak yüzdelerini de göstermektedir. Bu tablo sayesinde hem kadınlar için hem erkekler için hem de genel için başlangıç olasılık vektörünü elde etmemizi sağlayacaktır. “N/Toplam” formülü ile başlangıç olasılık değerleri her marka için elde edilecektir.

1. Genel İçin Pazar Payı Hesaplamaları:

Genel için kullanılacak **başlangıç olasılık vektörü** aşağıdaki gibidir;

$$\begin{matrix}
 \text{Apple} & \text{Samsung} & \text{Xiaomi} & \text{Huawei} & \text{Oppo} & \text{LG} & \text{Vestel} & \text{Vivo} & \text{Diğer} \\
 [0,353 & 0,381 & 0,026 & 0,071 & 0,006 & 0,058 & 0,01 & 0,000 & 0,096]
 \end{matrix}$$

Genel için Markov **geçiş matrisi** aşağıda verilmiştir;

	Apple	Samsung	Xiaomi	Huawei	Oppo	LG	Vestel	Vivo	Diğer
Apple	0,818	0,091	0,027	0,055	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
Samsung	0,403	0,286	0,176	0,109	0,008	0,000	0,000	0,000	0,017
Xiaomi	0,500	0,000	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Huawei	0,182	0,182	0,136	0,364	0,045	0,045	0,000	0,000	0,045
Oppo	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
LG	0,667	0,167	0,111	0,056	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vestel	0,000	0,333	0,333	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vivo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Diğer	0,367	0,233	0,133	0,100	0,067	0,000	0,000	0,000	0,100

Vivo markası hiç tercih edilmediği için hesaplamalarda çıkarılmıştır. Başlangıç olasılık vektörü ve geçiş matrisi kullanılarak Tablo 3’te verilen genelin gelecek dönemde

tercih edecekleri olası değerleri gelecek 5 dönemi hesaplanmıştır. Aynı şekilde her dönem arası 2 yıl olarak seçilmiştir. 10 senelik bir pazar payı hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 3. Genelinde Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
Apple	0,5421	0,6097	0,6404	0,6542	0,6600
Samsung	0,1894	0,1284	0,1150	0,1122	0,1118
Xiaomi	0,1218	0,1266	0,1189	0,1123	0,1083
Huawei	0,1090	0,1081	0,1007	0,0976	0,0965
Oppo	0,0159	0,0126	0,0121	0,0118	0,0117
LG	0,0032	0,0049	0,0049	0,0045	0,0044
Vestel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vivo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer	0,0193	0,0101	0,0081	0,0073	0,0070

2. Kadınlar İçin Pazar Payı Hesaplamaları: dönemde tercih edecekleri pazar payları hesaplanmıştır ve Genelinde yapılan işlemlerin aynısı yapıp kadınlar için 5 Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kadınların Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
Apple	0,5493	0,5733	0,5634	0,5494	0,5369
Samsung	0,2013	0,1141	0,0902	0,0829	0,0800
Xiaomi	0,0732	0,1032	0,1215	0,1369	0,1515
Huawei	0,1340	0,1714	0,1868	0,1923	0,1933
Oppo	0,0122	0,0127	0,0119	0,0114	0,0111
LG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vestel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vivo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer	0,0306	0,0267	0,0283	0,0297	0,0304

3. Erkekler İçin Pazar Payı Hesaplamaları: dönemde tercih edecekleri pazar payları hesaplanmıştır ve Genelinde yapılan işlemlerin aynısı yapıp erkekler için 5 Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Erkeklerin Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
Apple	0,5332	0,6260	0,6753	0,7002	0,7111
Samsung	0,1757	0,1250	0,1138	0,1093	0,1085
Xiaomi	0,1759	0,1689	0,1546	0,1438	0,1377
Huawei	0,0814	0,0669	0,0464	0,0398	0,0367
Oppo	0,0202	0,0067	0,0048	0,0033	0,0028
LG	0,0067	0,0058	0,0048	0,0033	0,0028
Vestel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vivo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer	0,0068	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000

Kadınlar/Erkekler/Genel için sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1. Kadınlar İçin Sonuçlar:

- Apple akıllı cep telefonu markası 2. dönemde artma eğilimi gösterdikten sonra azalma eğilimi göstermiştir.
- Samsung ve diğer markalar azalma eğilimi göstermiştir.
- Xiaomi, Huawei, Oppo artma eğilimi içerisindedir.

2. Erkekler İçin Sonuçlar:

- Apple akıllı cep telefonu markası büyük bir artma eğilimi içerisindedir.
- Samsung, Xiaomi, Huawei, Oppo, LG, Vestel, Vivo ve diğer markalar azalma eğilimindedir.
- Diğer markaların 2. dönemden sonra hiç tercih edilmeyeceği sonucu çıkmıştır.

3. Genel İçin Sonuçlar:

- Apple ve LG akıllı cep telefonu markaları artma eğilimi içerisindedir.
- Samsung, Huawei, Oppo ve diğer markalar azalma göstermiştir.
- Xiaomi 2. dönemde artış gösterdikten sonra azalma eğilimi içerisine girmiştir.
- Vestel ve Vivo markalarının hiç tercih edilmeyeceği sonucu çıkmaktadır.

Genel için Markov geçiş matrisinin köşegenlerinde yer alan oran markalara olan bağımlılıkları göstermektedir. Bu yöntemle göre başlangıçtaki marka bağımlılıkları ile 5. Dönemin sonundaki marka bağımlılıkları oranı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. İlk Yönteme Göre Marka Bağımlılıkları Tablosu

	<i>Başlangıçta Marka Bağımlılığı</i>	<i>5. Dönemde Marka Bağımlılığı</i>
Apple	0,818	0,665
Samsung	0,286	0,110
Xiaomi	0,500	0,107
Huawei	0,364	0,102
Oppo	0,000	0,013
LG	0,000	0,004
Vestel	0,000	0,000
Vivo	0,000	0,000
Diğer	0,100	0,007

Tablodan görüldüğü üzere Apple, Samsung, Xiaomi, Huawei ve diğer markalara olan bağımlılık düşmektedir. Oppo ve LG marka bağımlılığı düşük bir oranda artmıştır. Vestel ve Vivo markalarına olan tercih olmadığından bağımlılık da söz konusu değildir.

4.2.2. Şu Anda Tercih Edilen Markadan Gelecek Dönemde Tercih Etmek İstenilen Markaya Geçiş Matrisi ile Çözüm

Çalışmanın iki farklı çözüm yönteminden ikincisi de daha önce belirtildiği gibi şu anda tercih edilen markadan gelecek dönemde tercih etmek istenilen markaya geçiş matrisiyle

hesaplama yapmaktır. Aşağıda ikinci çözüm yöntemi için gerekli olan başlangıç olasılıkları değerleri kadınlar ve erkekler için ayrı hesaplanmıştır. Daha sonra da toplam başlangıç olasılıkları hesaplanarak çözüm gerçekleştirilmiştir.

Anket verilerinin SPSS ile analiz edilmesiyle birlikte başlangıç olasılıkları tablosu elde edilmiştir. Bu çözümde kullanılan üç geçiş matrisinin de sütunları gelecek dönemde kullanmak istenilen akıllı cep telefon markalarını gösterirken satırlar şu anda kullandıkları akıllı cep telefonu markalarını göstermektedir.

Tablo 7. Şu Anda Tercih Edilen Markaların Olasılık Değerleri

Akıllı Cep Telefonu Markası	KADIN		ERKEK		GENEL	
	N	%	N	%	N	%
Apple	90	53,9	78	52,0	168	53,0
Samsung	35	21,0	27	18,0	62	19,6
Xiaomi	12	7,20	26	17,3	38	12,0
Huawei	22	13,20	14	9,30	36	11,4
Oppo	2	1,20	3	2,00	5	1,60
LG	0	0,00	1	0,70	1	0,30
Vestel	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Vivo	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Diğer	6	3,60	1	0,70	7	2,20
TOPLAM	167	100,0	150	100,0	317	100,0

Tablo 7 şu anda tercih ettikleri akıllı cep telefonu markalarının sayısını göstermekte ve ek olarak yüzdelerini de göstermektedir. Bu tablo sayesinde hem kadınlar için hem erkekler için hem de genel için başlangıç olasılık vektörünü elde etmemizi sağlayacaktır. “N/Toplam” formülü ile başlangıç olasılık değerleri her marka için elde edilecektir.

1. Genel İçin Pazar Payı Hesaplamaları:

Genel için kullanılacak **başlangıç olasılık vektörü** aşağıdaki gibidir;

$$[0,53 \quad 0,196 \quad 0,12 \quad 0,114 \quad 0,016 \quad 0,003 \quad 0,0 \quad 0,0 \quad 0,022]$$

Genel için markov **geçiş matrisi** aşağıda verilmiştir:

	Apple	Samsung	Xiaomi	Huawei	Oppo	LG	Vestel	Vivo	Diğer
Apple	0,881	0,030	0,042	0,030	0,012	0,006	0,000	0,000	0,000
Samsung	0,387	0,452	0,065	0,081	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
Xiaomi	0,184	0,211	0,553	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000	0,026
Huawei	0,417	0,139	0,139	0,222	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
Oppo	0,200	0,200	0,000	0,000	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
LG	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vestel	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Vivo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Diğer	0,286	0,000	0,286	0,143	0,143	0,000	0,000	0,000	0,143

LG, Vestel ve Vivo markası hiç tercih edilmediği için hesaplamalarda çıkarılmıştır. Başlangıç olasılık vektörü ve geçiş matrisi kullanılarak Tablo 8’de verilen genelin gelecek

dönemde tercih edecekleri olası değerleri gelecek 5 dönem için hesaplanmıştır. Aynı şekilde her dönem arası 2 yıl olarak seçilmiştir.

Tablo 8. Genel Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
<i>Apple</i>	0,6219	0,6633	0,6844	0,6962	0,7032
<i>Samsung</i>	0,1519	0,1319	0,1216	0,1161	0,1130
<i>Xiaomi</i>	0,1235	0,1144	0,1072	0,1027	0,1001
<i>Huawei</i>	0,0602	0,0452	0,0412	0,0400	0,0397
<i>Oppo</i>	0,0348	0,0399	0,0413	0,0417	0,0417
<i>LG</i>	0,0032	0,0037	0,0040	0,0041	0,0042
<i>Vestel</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Vivo</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Diğer</i>	0,0063	0,0041	0,0036	0,0033	0,0031

2. Kadınlar İçin Pazar Payı Hesaplamaları:

Genelde yapılan işlemlerin aynısı yapıp kadınlar için 5

dönemde tercih edecekleri pazar payları hesaplanmıştır ve Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kadınların Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
<i>Apple</i>	0,6355	0,6732	0,6894	0,6967	0,7003
<i>Samsung</i>	0,1500	0,1310	0,1183	0,1125	0,1100
<i>Xiaomi</i>	0,1082	0,1097	0,1095	0,1089	0,1085
<i>Huawei</i>	0,0781	0,0619	0,0592	0,0588	0,0588
<i>Oppo</i>	0,0298	0,0265	0,0267	0,0269	0,0270
<i>LG</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Vestel</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Vivo</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Diğer</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

3. Erkekler İçin Pazar Payı Hesaplamaları:

Genelde yapılan işlemlerin aynısı yapıp erkekler için 5

dönemde tercih edecekleri pazar payları hesaplanmıştır ve Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Erkeklerin Gelecek 5 Dönemde Tercih Edecekleri Markaların Pazar Payları

<i>Akıllı Cep Telefonu Markası</i>	<i>1. Dönem Pazar Payı</i>	<i>2. Dönem Pazar Payı</i>	<i>3. Dönem Pazar Payı</i>	<i>4. Dönem Pazar Payı</i>	<i>5. Dönem Pazar Payı</i>
<i>Apple</i>	0,6063	0,6467	0,6668	0,6761	0,6790
<i>Samsung</i>	0,1533	0,1383	0,1286	0,1218	0,1169
<i>Xiaomi</i>	0,1399	0,1107	0,0913	0,0792	0,0718
<i>Huawei</i>	0,0399	0,0256	0,0208	0,0187	0,0175
<i>Oppo</i>	0,0400	0,0513	0,0601	0,0678	0,0750
<i>LG</i>	0,0068	0,0079	0,0084	0,0087	0,0088

<i>Vestel</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Vivo</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<i>Diğer</i>	0,0136	0,0189	0,0231	0,0266	0,0296

Kadınlar/Erkekler/Genel için sonuçlar aşağıda verilmiştir:

1. Kadınlar İçin Sonuçlar:

- Apple akıllı cep telefonu markası gelecek dönemlerde büyük bir artış göstermiştir.
- Samsung, Huawei ve Oppo markaları kadınlar için pazar payında azalışa geçmiştir.
- Xiaomi markası ikinci dönem artış gösterdikten sonra azalışa geçmiştir.
- LG, Vestel, Vivo ve diğer markalar gelecek dönemlerde tercih edilmemiştir.

2. Erkekler İçin Sonuçlar:

- Apple, Oppo, LG ve diğer akıllı cep telefonu markaları artma eğilimi içerisinde.
- Samsung, Xiaomi, Huawei markaları azalma eğilimindedir.
- Vestel ve Vivo markalarının hiç tercih edilmeyeceği sonucu çıkmıştır.

3. Genel İçin Sonuçlar:

- Apple ve LG akıllı cep telefonu markaları artma eğilimi içerisinde.
- Oppo markası artış gösterip 4. Dönemden sonra denge durumuna geçmiştir.
- Samsung, Huawei ve diğer markalar azalma göstermiştir.
- Xiaomi 2. dönemde artış gösterdikten sonra azalma eğilimi içerisine girmiştir.
- Vestel ve Vivo markalarının hiç tercih edilmeyeceği sonucu çıkmaktadır.

Matrislerin köşegenlerinde yer alan oran markalara olan bağımlılıkları göstermektedir. İkinci yönteme göre ise başlangıçtaki marka bağımlılıkları ile 5. Dönemin sonundaki marka bağımlılıkları oranı Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 11. İkinci Yönteme Göre Marka Bağımlılıkları Tablosu

	<i>Başlangıçta Marka Bağımlılığı</i>	<i>5. Dönemde Marka Bağımlılığı</i>
Apple	0,881	0,732
Samsung	0,452	0,120
Xiaomi	0,553	0,134
Huawei	0,222	0,040
Oppo	0,600	0,105
LG	0,000	0,004
Vestel	0,000	0,000
Vivo	0,000	0,000
Diğer	0,143	0,004

Tablo 11’den görüldüğü üzere Apple, Samsung, Xiaomi, Huawei, Oppo ve diğer markalara olan bağımlılık düşmektedir. Sadece LG marka bağımlılığı düşük bir oranda artmıştır. Vestel ve Vivo markalarına olan tercih olmadığından bağımlılık da söz konusu değildir.

Her iki yöntem için de denge durumları QM programında hesaplandığında ilk yöntem için yani geçmişle şu anki döneme geçiş hesaplamasındaki denge durumu 11. dönemde elde edilmiştir. Elde edilen denge durumundaki matris ise aşağıda verilmiştir.

$$P^{11} = \begin{bmatrix} 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \\ 0,66 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,01 & 0,01 & 0,00 & 0,01 \end{bmatrix}$$

Denge vektörü Π ile gösterildiği belirtilmiştir. Denge vektörü şu şekilde yazılmaktadır.

$$\Pi = 0,66 \quad 0,11 \quad 0,10 \quad 0,10 \quad 0,01 \quad 0,01 \quad 0,00 \quad 0,01$$

11. dönemden itibaren akıllı cep telefonlarının tercih edilme durumları kararlı bir matrise dönüşmüştür ve dengeye ulaşmıştır. Denge vektörünü bularak uzun dönemde markaların pazar payındaki durumlarını tahmin edilmiştir. Böylece Apple lider konumdayken ikinci sırada Samsung takip etmektedir. Xiaomi ve Huawei eşit durumda olup Vivo markasının pazarda olmayacağı saptanmıştır. Oppo, Vestel ve

diğer markalar ise çok düşük bir olasılıkla tercih edilecektir.

Şimdi de ikinci yöntemle yani şu anki dönemden gelecekteki döneme geçiş matrisiyle denge matrisi oluşturulmuştur. Aynı şekilde QM programıyla hesaplanmıştır. İkinci yöntem ile denge durumu 31. dönemde oluşmuştur ve denge matrisi aşağıda verilmiştir.

$$P^{31} = \begin{bmatrix} 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \\ 0,71 & 0,11 & 0,10 & 0,04 & 0,04 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

Denge vektörü ise şu şekilde yazılmaktadır.

$$\Pi = 0,71 \quad 0,11 \quad 0,10 \quad 0,04 \quad 0,04 \quad 0,00 \quad 0,00$$

Burada 7 adet marka bulunmaktadır. İkinci yöntemle çözümümüzde Vivo markasının yanı sıra Vestel markası uzun dönem sonra pazardan çıkmıştır. 31. Dönemde dengeye ulaşan bu çözümde yine Apple liderliği korurken devamında Samsung gelmektedir. Daha sonra Xiaomi üçüncü sıradadır. Huawei ve Oppo eşit derecede olup pazarda dördüncü sırayı oluşturmaktadır. LG ve diğer markalar ise çok küçük oranda tercih edilmektedir.

Her iki çözüm şekline göre de denge konumu hemen hemen aynıdır. Denge durumlarını hesaplayarak uzun dönemde markaların pazar payları hesaplanmıştır. Bu durum markaların izleyeceği pazarlama stratejileriyle değişiklik gösterebilir. Bunu saptamak için de kullanıcılara markaları tercih ederken kriterlere ne derecede önem verdikleri sorulmuştur ve Tablo 12'de verilmiştir. Bu kriterlere verilen cevaplara göre markaların stratejik planlama yapması gerekmektedir.

Tablo 12. Marka Kriterlerinin Önem Derecelerinin Yüzdesele Dağılımı

Kriterler	Kriterlere Verilen Puanların % Değerleri				
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
Fiyat	3,9	2,0	22,5	45,4	26,1
İşlemci Hızı	2,3	0,3	11,1	42,2	44,1

Batarya Kapasitesi	1,0	0,7	3,9	28,1	66,3
Renk	11,4	16,7	26,5	29,7	15,7
Kullanım Kolaylığı	3,9	1,3	7,2	27,9	59,7
Kullanım Alışkanlığı	3,3	2,6	8,5	28,9	56,7
Marka İmajı	9,8	6,5	31,4	31,7	20,6
Kamera Özellikleri	1,6	1,6	8,2	27,5	61,1
Hafıza	1,6	0,3	6,5	20,6	70,9
Marka Güvenilirliği	0,0	0,7	3,9	22,5	72,9
Ekran Özelliği	0,3	1,3	10,1	31,4	56,9
Tasarım	1,6	2,3	16,3	38,6	41,2

Kriterlere bakıldığında en yüksek öneme sahip kriter Marka Güvenilirliği kriteri olarak ortaya çıkmıştır. Daha sonra sırasıyla Hafıza, Batarya Kapasitesi, Kamera Özellikleri, Kullanım Kolaylığı, Ekran Özelliği, Kullanım Alışkanlığı, İşlemci Hızı, Tasarım, Fiyat, Marka İmajı ve Renk olarak ortaya çıkmıştır.

Yani buradan en az öneme sahip kriterin renk olduğu görülmektedir. Bu sırayı göz önüne alarak markaların akıllı cep telefonu üretmeleri gerekmektedir. İki farklı çözüm şekline göre elde edilen sonuçlar Tablo 13’ de karşılaştırma tablosu ile verilmiştir.

Tablo 13. İki Yöntem İçin Pazar Payları Sonuçlarının Karşılaştırılması

Akıllı Cep Telefonu Markası	1. Yönteme Göre Pazar Payları					2. Yönteme Göre Pazar Payları				
	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem	5. Dönem	1. Dönem	2. Dönem	3. Dönem	4. Dönem	5. Dönem
Apple	0,5421	0,6097	0,6404	0,6542	0,6600	0,6219	0,6633	0,6844	0,6962	0,7032
Samsung	0,1894	0,1284	0,1150	0,1122	0,1118	0,1519	0,1319	0,1216	0,1161	0,1130
Xiaomi	0,1218	0,1266	0,1189	0,1123	0,1083	0,1235	0,1144	0,1072	0,1027	0,1001
Huawei	0,1090	0,1081	0,1007	0,0976	0,0965	0,0602	0,0452	0,0412	0,0400	0,0397
Oppo	0,0159	0,0126	0,0121	0,0118	0,0117	0,0348	0,0399	0,0413	0,0417	0,0417
LG	0,0032	0,0049	0,0049	0,0045	0,0044	0,0032	0,0037	0,0040	0,0041	0,0042
Vestel	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vivo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Diğer	0,0193	0,0101	0,0081	0,0073	0,0070	0,0063	0,0041	0,0036	0,0033	0,0031

İki yöntem için de hesaplanan pazar paylarının karşılaştırılmasında saptanan sonuçlar şunlardır:

1. Apple markası her iki yöntemle de artış göstermiştir.
2. Samsung markası iki yönteme göre de azalış göstermiştir.
3. Xiaomi markası ilk yönteme göre artış gösterdikten sonra azalışa geçmiştir. İkinci yönteme göre zaten azalış içerisinde.
4. Huawei markası iki yönteme göre de azalış göstermiştir.
5. Oppo markası ilk yönteme göre azalış gösteren ikinci yönteme göre artış gösteren bir markadır.
6. LG markası ilk yöntemde artış gösterdikten sonra azalışa geçmiştir. İkinci yöntemde artış göstermektedir.
7. Vestel ve Vivo markaları iki yöntem için de pazarda yer almayacağı sonucu çıkmıştır.
8. Diğer markalar ise iki yöntem için de azalış göstermiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada akıllı cep telefonu sektöründeki pazardaki markaların uzun dönemde pazar payları Markov Zinciri yöntemiyle hesaplanmıştır. Teorik bölümde pazar payı kavramı, pazarlama stratejileri, tüketici davranışları, Markov Zinciri gibi konular detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Uygulama bölümünde ise bir pazar payı modeli, marka bağımlılığı, denge durumu, müşteri tutumları, marka tercih kriterlerinin önem düzeyleri çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen ayrıntılı bulgular uygulama bölümünde tablolarda verilmiştir.

Pazarlama ve Markov Zinciri ile ilgili yapılan detaylı araştırmalar ve uygulanmış olan anket ile veriler elde edilmiştir. Anket ile verilen cevaplar gizlilik sebebiyle paylaşılmamaktadır fakat uygulanmış olan anket soruları ekler kısmında yer almaktadır. Kapsamlı araştırma sonucunda anket ile elde edilen bu veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Analiz sonrasında Markov ile iki farklı çözüm modeli oluşturulmuştur. Çözüm şekillerinden birisi geçmiş dönemdeki ve şu andaki veriler ile oluşturulmuş bir modeldir. Diğeri ise şu andaki ve gelecekteki isteklere bağlı olan veriler ile oluşturulmuş bir modeldir. Bu iki farklı çözüm şekli ile QM programında hazırlanan model çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

1. İki farklı model kullanılarak iki farklı sonuç elde edildiği için bu modellerden ikinci olan yani müşterilerin şu andaki ve gelecekteki istemleriyle oluşturulan model daha sağlıklı sonuçlar verdiği ve geçmişteki verilere gerek duyulmadığı saptanmıştır.
2. Müşterilerin satın almadaki tutumları tespit edilmiştir. Bir markayı satın alırken verilen kriterlere ne derecede önem verdikleri bulunmuştur.
3. Bir akıllı cep telefonu markası satın alınırken tercih kriterlerinde en önemli üç kriter marka güvenilirliği, hafıza, batarya kapasitesi olarak saptanmıştır.
4. Pazarda lider konumdaki marka ankete katılanlarla sınırlı olarak Apple seçilmiştir ve bu sebeple en iyi stratejiyi gerçekleştiren marka olarak tespit edilmiştir.
5. Apple markası için bağımlılığı çok yüksek markadır denilebilmektedir. Yani tercih kriterlerinin en önemlisi olan marka güvenilirliği en yüksek marka olduğu için lider konumundadır.
6. Vivo ve Vestel markalarının gelecek dönemlerde pazarda yer almayacağı saptanmıştır.
7. Marka bağımlılığı olan markalar Vestel ve Vivo hariç tüm markalardır. İlk yönteme göre marka bağımlılıkları sırası Apple, Xiaomi, Huawei, Samsung ve diğer markalardır. İkinci yönteme göre ise Apple, Oppo, Xiaomi, Samsung, Huawei ve diğer markalardır.
8. Dönem süresi anketteki en yüksek kullanım yılı olan 2 yıl olarak belirlenmiş olup ilk yönteme göre 11. dönemden itibaren pazar payları dengeye girecek olup ikinci yönteme göre 31. dönemden itibaren dengede kalacaktır.
9. Markov Zinciri ile pazar payı araştırması yapılabileceği ve iki farklı şekilde model oluşturulabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bu sonuçlar doğrultusunda en önemli çıktılar saptanmıştır ve sonuçlara yönelik öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Markaların pazar paylarını tahmin etmesi için bu çalışmayı örnekleme geniş tutacak şekilde uygulaması önerilmektedir.
2. Apple markası akıllı telefon hafızası, batarya, tasarım gibi konularda kendini daha fazla geliştirmesi mümkündür.
3. Oppo markası 2008' den beri mevcut olmasına rağmen pazarlama stratejisini geliştirerek sadece 5

yıldır pazarda yerini aldığı için Oppo markasının pazarlama konusunda müşteri tutumlarını göz önüne alarak, reklam ve birtakım kampanyalarla gelişmesi gerekmektedir. Bu sayede tercih kriterlerinden en önemlisi olan marka güvenilirliğini kazanması sağlanacaktır.

4. Vestel ve Vivo markalı akıllı cep telefonları pazarda kalabilmeleri için tüm belirlenen kriterler üzerinde pazarlama içerisinde olan tutunma çalışmaları önerilmektedir.

Kaynakça

- [1] Alpar, O., Öztürk, A.A. ve Eren, Ö., Kaotik Markov Zincirleri. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi*. 22 (69), 119-131, 2011.
- [2] Altunok, M., *Uluslararası Pazarlamada Rekabet İstihbaratı Temelli Keşifsel Pazar Araştırması ve Uygulamalı Bir Model Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi. Konya: KTO Karatay Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2015.
- [3] Çelik, İ., *Markov Zincirlerinin Temel Özellikleri ve Çeşitli Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. Ordu: Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [4] Ergeç, F., Markov Analizi ile Hisse Senedi Fiyatının Tahmin Edilmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Dergisi*. 25 (2), 123-151, 1996.
- [5] İnci, G., *Pazar Payı Belirlemede Bulanık Çıkarım Sistemi: Hava Yolu Pazar Payı Tahmini Uygulaması*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.
- [6] Karahan, A., *Pazar Payı Tahmin Modelleri ve Telekom Sektörü İçin Model Önerileri*. İstanbul: Marmara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2013.
- [7] Kıran, S. B., *Markov Zincirleri ve Bir İşletme Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2009.
- [8] Kurtuluş, K., *Pazarlama Araştırmaları*. (2. Baskı). İstanbul: Türkmen Kitabevi, 1981.
- [9] Moghaddam, F. M. ve Foroughi, A., The Influence of Marketing Strategy Elements on Market Share of Firms. *International Journal of Fundamental and Psychology and Social Science*. 2 (1), 19-24, 2012.
- [10] Mucuk, İ., *Pazarlama İlkeleri*. (16. Baskı). İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2007.
- [11] Nakip, M., *Pazarlama Araştırmaları Teknikler ve (SPSS Destekli) Uygulamalar*. (2. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2006.
- [12] Özden, K. ve Gül, S., *Yöneylem Araştırması – II (QM Yazılım Uygulamalarıyla Temel Konular)*. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık, 2020.
- [13] Yavuz, S. ve Karabulut, T., Markov Analizi ile Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Marka Tercihlerinin Belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 8, 17, 2016.

Comparison of a 10-Story Tunnel Formwork Structure with Different Soil Classes According to the 2018 Earthquake Regulations

Furkan Şahin*, Cüneyt Çelik**, Abdullah Çelik***

* Dr., Corresponding Author, Department of Civil Engineering, Nisantasi University, Maslak Mahallesi, Taşyoncası Sokak, No: 1V ve No:1Y Bina Kodu: 34481742, 34398 Sarıyer / İstanbul, Türkiye. E-mail: furkan.sahin@nisantasi.edu.tr

ORCID: 0000-0002-1661-5531

** MSc., Department of Civil Engineering, Nisantasi University, Maslak Mahallesi, Taşyoncası Sokak, No: 1V ve No:1Y Bina Kodu: 34481742, 34398 Sarıyer / İstanbul, Türkiye. E-mail: cuneyt@biadagroup.com ORCID: 0009-0004-4747-5561

*** Dr., Department of Civil Engineering, Esenyurt University, Zafer, Adile Naşit Blv. No:1, 34510 Esenyurt / İstanbul, Türkiye. E-mail: abdullahcelik111@gmail.com ORCID : 0009-0006-7194-9864

Received: 13.07.2024 Accepted: 16.09.2024

Abstract - In this study, elastic design spectra were defined and compared for a 10-story tunnel formwork structure based on different soil types according to the new earthquake regulations implemented in March 2018. The tunnel formwork project used in the comparison was obtained from a static project author in İstanbul Esenyurt. Earthquake data affecting the design were selected for soil classes ZA, ZB, ZC, ZD, and ZE using coordinates 41.0114327 latitude and 28.676468 longitude from AFAD. Earthquake loads were applied in both X and Y directions to the building under consideration. The maximum relative floor displacements, overturning moments, and base shear forces in the structure were obtained using earthquake data for the ZC soil class.

Keywords: Tunnel form, Elastic design spectrum, TBDY 2018, Earthquake.

1. Introduction

During design, the seismic characteristics of the region's soil conditions where the building is located are crucially determined. Earthquake properties determined according to soil class are obtained from the Turkish earthquake hazard map prepared by the Disaster and Emergency Management Authority (AFAD). Based on AFAD's data for soil class, earthquake loads affecting the structure are calculated and applied. Turkish Building Earthquake Regulation (TBDY) classifies soil types into ZA, ZB, ZC, ZD, and ZE.

TBDY 2018 was officially published in the Official Gazette by the Ministry of Environment, Urbanization, and Climate on March 18, 2018, and came into force. This regulation outlines the minimum design and calculation rules

that must be followed in the design of structures planned in earthquake-prone areas.

In TBDY, alongside fixed and moving loads, such as wind, snow, and ice loads, earthquake loads are calculated referring to TS498 and commonly accepted national and international regulations. The application of dynamic loads is more precisely defined within this framework.

TBYD 2018 considers two different approaches for evaluating and designing structures under earthquake loads. The first approach evaluates and designs buildings based on "capacity," while the second approach focuses on "deformation" under earthquake effects. Evaluation and design based on capacity include methods such as equivalent earthquake load, mode combination, and time domain solution methods specified in the regulations. For evaluations and designs involving deformation, non-linear pushover methods

and non-linear calculation methods in the time domain are deemed appropriate.

The structural model created during building design must be considered in three dimensions. In this three-dimensional model, earthquake loads must be applied in three different directions: two perpendicular directions and one vertical direction parallel to the building plane. Guidelines in the regulations detail these assignments using graphs and tables. Previous regulations before TBDY 2018 emphasized earthquake loads assigned parallel to the structure more prominently, whereas the effects of vertical earthquake loads were less considered. However, TBDY 2018 has incorporated the effects of vertical earthquake loads on the structural system into regulations and specifications. According to TBDY 2018, in the static-reinforced concrete calculation of structures, the vertical earthquake effect is added to combinations.

Various design types have been developed to dissipate the energy generated by horizontal and vertical earthquake effects on buildings. With the implementation of TBDY 2018, additional earthquake walls are required for toothed floor types. One of the design types affecting buildings is the tunnel formwork system.

The tunnel formwork system was first used in France after World War II due to its low cost and labor usage. In Turkey, it was initially applied in the early 1980s. Initially, the goal in buildings constructed with tunnel formwork was rapid production and low cost. However, the use of tunnel formwork system buildings has evolved due to the casting of floor and wall concretes in place, the use of wall-like shear walls instead of walls, and the use of all vertical elements as load-bearing elements, exhibiting flawless behavior below the elastic limit during earthquakes. Due to the earthquake performance demonstrated by tunnel formwork structures, their use has increased, especially in the construction of multi-story buildings, both globally and in Turkey.

In structures formed with tunnel formwork, all vertical elements consist of shear walls, particularly to counteract shear forces arising from earthquake effects. In earthquake-based designs, structures built using the tunnel formwork system stand out depending on earthquake loads generated for different soil types. Considering the earthquake performance of tunnel formwork structures, their design according to ZA, ZB, ZC, ZD, and ZE soil classes becomes significantly important.

Literature Review

The construction systems of buildings made with tunnel formwork are relatively new compared to those made with traditional formwork systems. Despite the relatively good

seismic performance of buildings constructed with tunnel formwork, academic studies on the production of this system in different soil classes have been limited. Recent research has focused particularly on various story heights.

In a study conducted by Yusuf Sümer (2003), two structures were designed with similar vertical load-bearing section systems: one using tunnel formwork and the other with shear-walled and framed structures at heights of 3, 5, 7, and 10 stories. The dynamic analyses of these structures were modeled using the Idestatik 4.0 Finite Element Program, and their results were compared. It was noted that due to the stiffness enhancement effect on reinforced concrete shear walls, buildings constructed with tunnel formwork are safer than those made with traditional formwork systems. He also highlighted that one of the advantages of tunnel formwork systems is their production in standard dimensions, minimizing errors that workers may cause. The ease and speed of production, as well as their ease of use in tall and wide spans, are also significant reasons for preferring this system [1].

Tunnel formwork systems are among the most preferred systems globally and in our country, and various studies related to tunnel formwork systems are documented in the literature [2].

In their study, Türkel and Ergen investigated the relationship between the height, floor area, and cost of high-rise reinforced concrete structures specifically produced with tunnel formwork. They examined structures built in Istanbul between 2006 and 2013, with heights ranging from 25 m to 142 m [3].

Akbaş and Çalışkan conducted an in-depth study on tunnel formwork systems, focusing on their applications, advantages, and disadvantages [4].

Another study conducted cost calculations for structures modeled with different numbers of stories and using the tunnel formwork system, along with reinforced concrete and static solutions. Cost calculations were made for both individual plot applications and regional applications. Additionally, the effects of unit cost, number of stories, and concrete grades were examined [5].

Sinan Api's master's thesis focused on the design, calculation of earthquake loads, and modeling using a finite element program for a 14-story reinforced concrete building to be constructed with a tunnel formwork system.

In a study conducted considering the 2007 earthquake regulation, the influence of different soil types and earthquake zones on internal forces and displacements of square-shaped buildings with similar horizontal stiffness in two directions,

constructed with the tunnel formwork system, was compared [7].

2. Materials and Methods

2.1. Soil Classes and Other Variables According to TBDY 2018

Horizontal elastic design spectra were calculated for different soil classes using the methods specified in TBDY

2018. The location information of the structure under consideration was utilized to determine the design spectral acceleration coefficients in the earthquake regulation. Based on this location information, soil classification is shown in Table I. Parameters identified according to Table I, which indicate soil properties, were used to obtain coefficients for local soil effects in the design acceleration spectrum for the short period zone (F_s) and for the 1.0 second period (F_1), as shown in Table 2 and Table 3 respectively.

Table 1. Local Soil Classification (TBDY 2018 Table16.1)

Local Ground Class	Ground Type	Average in the upper 30 m		
		(Vs)30	(N60)30	(Cu)30
		[m/s]	[pulse/30 cm]	[kPa]
ZA	Solid hard rocks	>1500	-	-
ZB	Slightly segregated medium solid rocks	760-1500	-	-
ZC	Very tight layers of sand, gravel, and hard clay, or segregated, very fractured weak rocks	360-760	>50	>250
ZD	Medium-density sand, gravel or multi-layered clay layers	180-360	15-50	70-250
ZE	Profiles containing loose sand, gravel or soft-solid clay layers or a total of more than 3 meters of soft clay layer ($C_u < 25$ kPa) satisfying $PI > 20$ and $W > 40\%$ conditions	<180	<15	<70
ZF	Soils requiring site-specific investigation and evaluation; 1)Soils requiring earthquake effect investigation and evaluation (liquefiable soils, highly sensitive clays, collapsible weak cement soils, etc.) 2)Clays with a total thickness of more than 3 meters of peat and/or high organic content, 3)Clays of high plasticity ($PI > 50$) with a total thickness of more than 3 m, 4)Very thick (<35m) soft or medium solid clays ZD ZE ZF			

Table 2. Local Soil Effect Coefficient for short period (TBDY 2018 Table 2.1)

Local Ground Class	Local ground effect coefficient for short period region F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Site-specific ground behavior analysis will be performed.					

Table 3. Local Soil Effect Coefficient for 1second period (TBDY 2018 Table 2.2)

Local Ground Class	Local ground effect coefficient for 1 second period F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 = 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Site-specific ground behavior analysis will be performed.					

The obtained local soil effect coefficients for the short period and 1.0 second period design spectral acceleration coefficients (SDS and SD1) were derived from the data available at tdth.afad.gov.tr, a website provided by AFAD. The design was conducted according to the formulas:

$$SDS = SS \times F_S \quad \text{II.I}$$

$$SD1 = S_1 \times F_1 \quad \text{II.II}$$

where SS and S1 are the spectral acceleration values obtained from the AFAD website.

For the 10-story tunnel structure located at coordinates 41.0114327 latitude and 28.676468 longitude, local soil effect coefficients and map spectral acceleration coefficients were calculated for 5 different soil classes and are presented in Table IV.

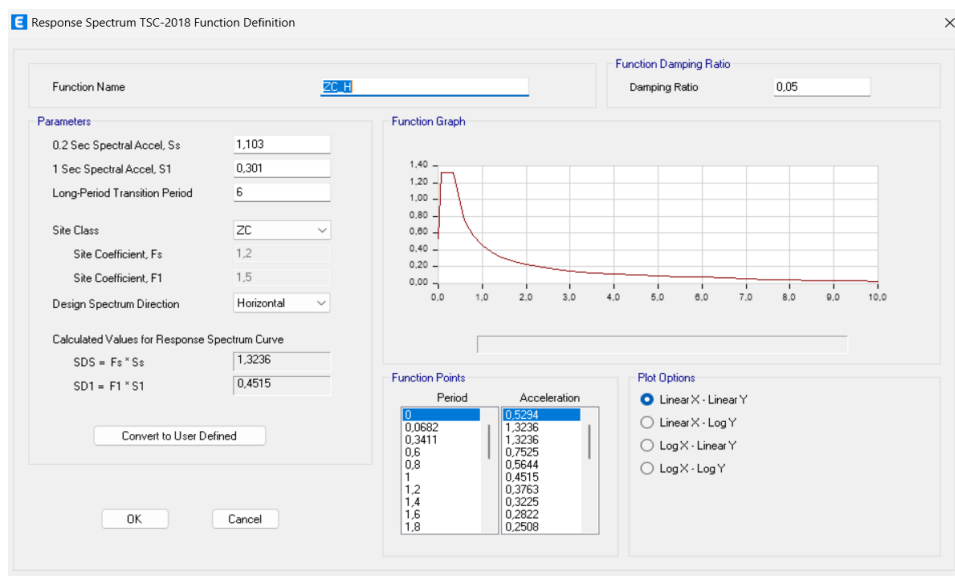
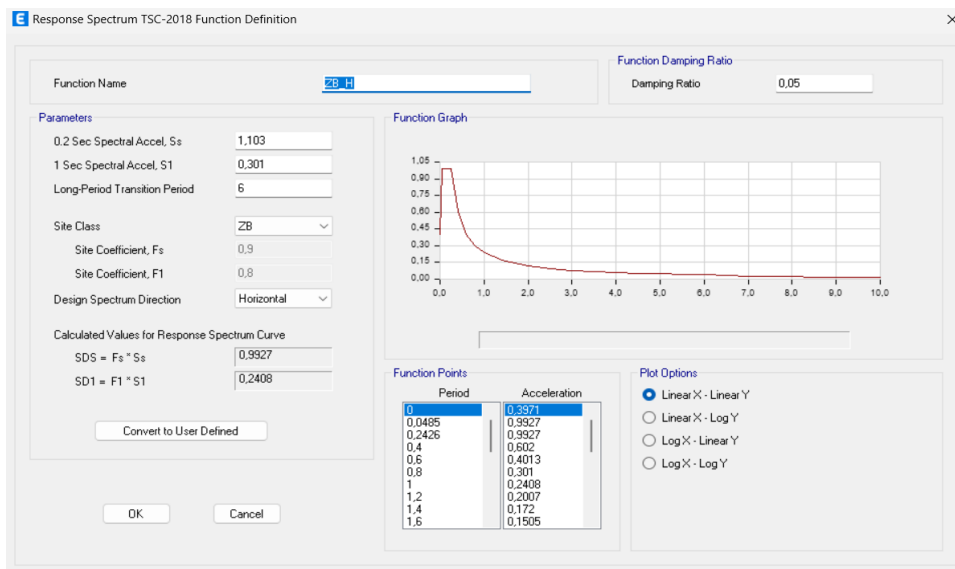
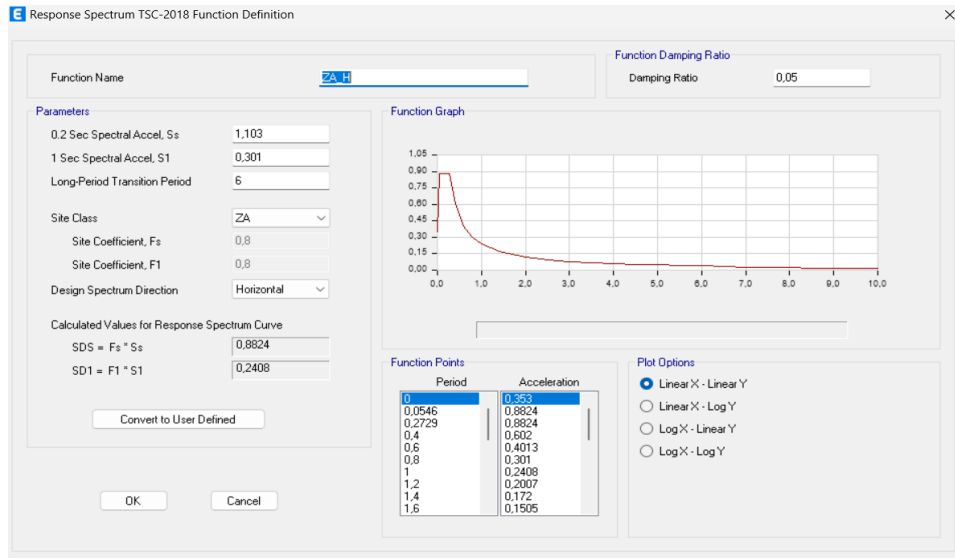
Table 4. Spectrum Acceleration Coefficients Obtained for Different Soil Classes

Local Ground Class	S_s	S_1	F_s	F_1	SDS	SD1
ZA	1,103	0,301	0,80	0,80	0,8824	0,2408
ZB	1,103	0,301	0,90	0,80	0,9927	0,2408
ZC	1,103	0,301	1,20	1,50	1,3236	0,4515
ZD	1,103	0,301	1,06	2,00	1,1679	0,6017
ZE	1,103	0,301	1,02	2,80	1,1224	0,8416

2.2. Parameters Defined as Spectra in ETABS Program

The spectral acceleration coefficients obtained for each soil class were defined in the response spectrum interface of

the ETABS Finite Element Program. The elastic design spectra defined for different soil classes in ETABS Finite Element Program are illustrated in Figure 1.



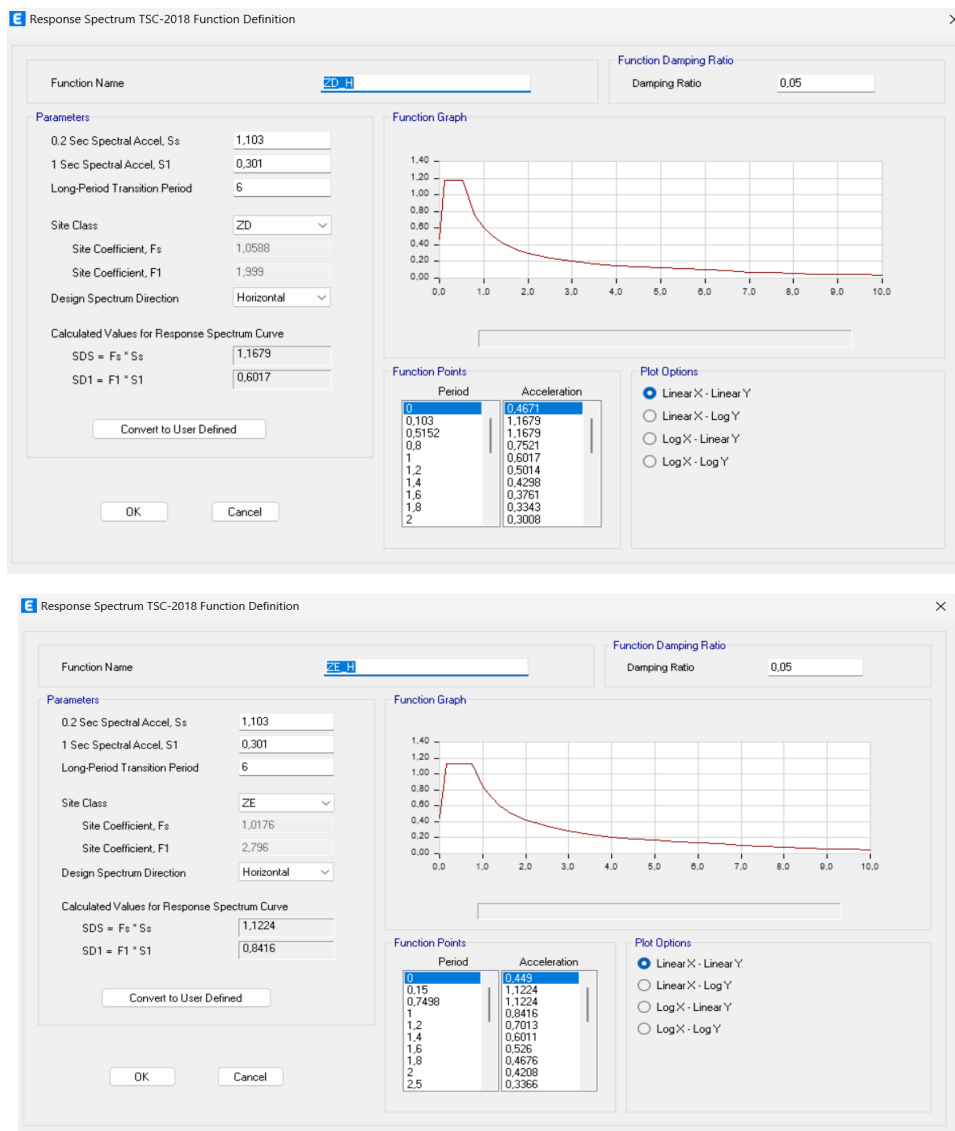


Figure 1. Horizontal elastic design response spectra defined for different soil classes

2.3. Model Creation and Load Definitions

In the analyzed model, a standard thickness of 30 cm was chosen for wall sections (shear walls), and the floor thickness was uniformly selected as 12 cm across all floors. The structure was modeled to be 11 stories tall, including the stair tower. The story heights are uniformly 3 meters for all levels. Span lengths and loads assigned to the structure

were obtained from TS 498 (Load values to be used in the dimensioning of building elements). The assigned loads and their magnitudes are shown in Table 5. The structure base was defined as fixed, with no foundation assignment. The structural layout and axis dimensions of the building are illustrated in Figure 2. The ETABS Finite Element Program's plan and three-dimensional view of the structure are shown in Figure 3.

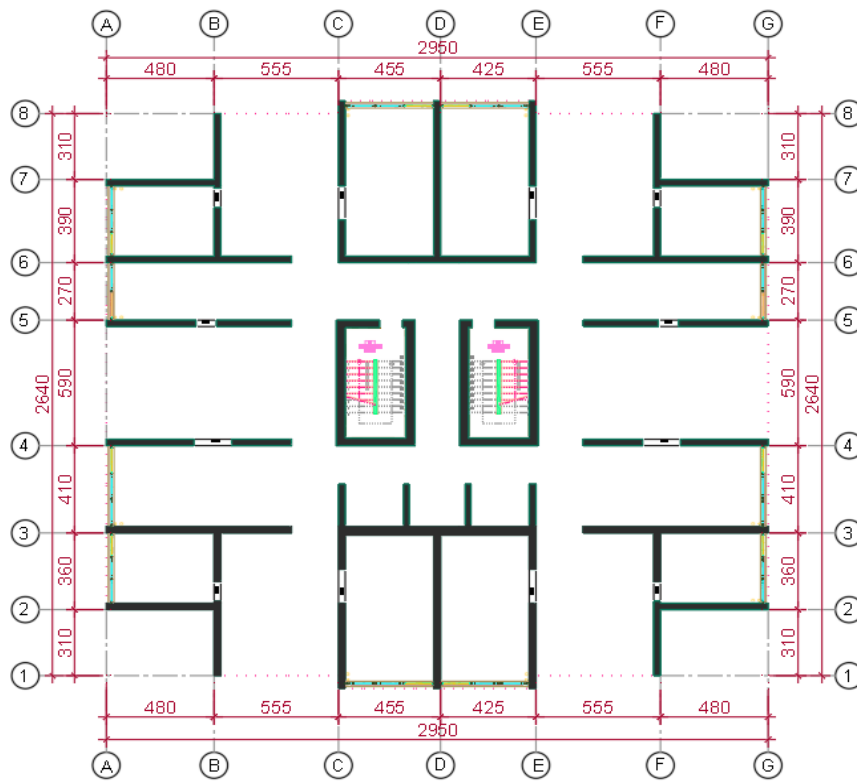


Figure 2. Mold Plan and Axle Dimensions of the Analysis Model

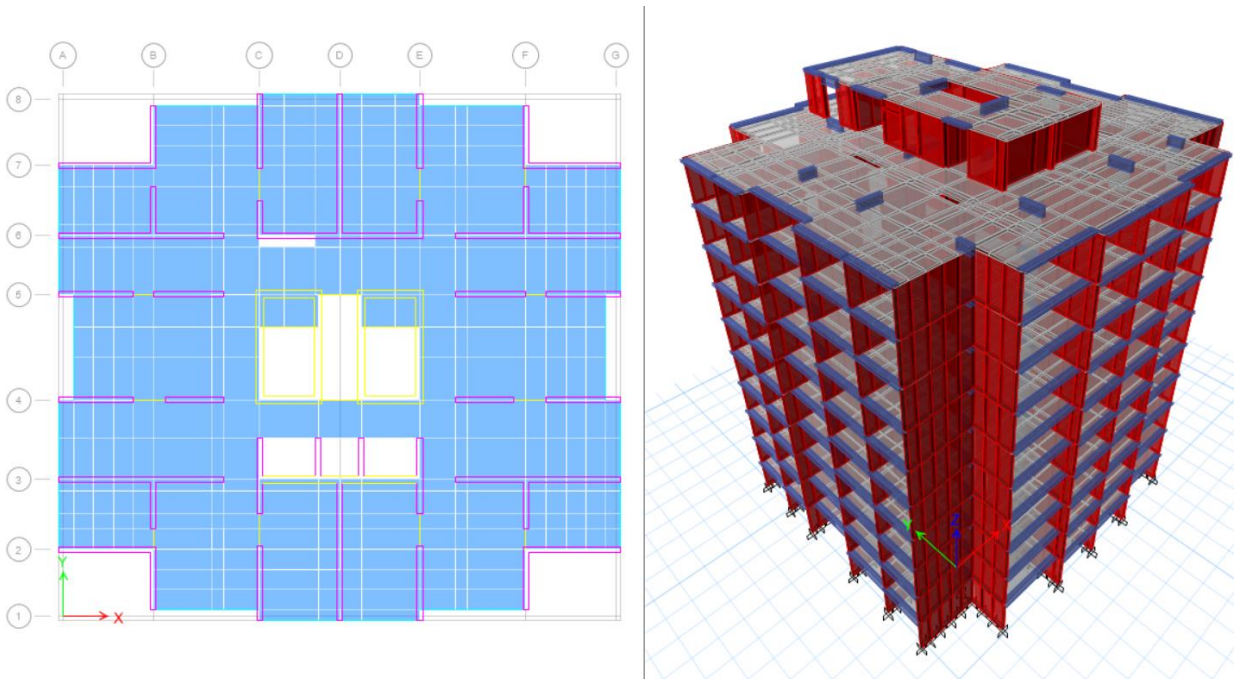


Figure 3. ETABS Plan and Three-Dimensional Visualization of the Analysis Model

Table 5. Loads Acting on the Structure

Load Type	Symbol	Unit	Load
Self-Weight	G	kN	Software-defined
Live Load (floor)	Q	kN	2
Live Load (roof)	Q	kN	1,5
Dead Load	Wall	kN/m	2
Dead Load	Cover	kN/m ²	2,5

3. Results and Discussion

3.1. Conclusion

In this study, the relative story drifts, base shear forces, and overturning moments of a 10-story tunnel formwork structure were compared based on different soil classes. Since the earthquake loads are higher in the X direction, comparisons were made only for the earthquake force assigned in the X direction. The seismic conditions for the structure according to local soil classes ZA, ZB, ZC, ZD, and ZE are named as E(ZA)X, E(ZB)X, E(ZC)X, E(ZD)X, and E(ZE)X, respectively.

The maximum story displacements and drifts of the structure under different soil conditions are shared in Table 6. The maximum story displacements occur on the tenth floor, with the highest displacement being 54.73 mm for soil class ZC. The maximum drift, with a dimensionless value of 0.00225, occurs on the seventh floor, also for soil class ZC. The lowest story displacement and drift were obtained in the analysis for soil class ZA.

Table 6. Maximum Story Displacements and Drifts for Different Soil Conditions

E(ZA)X					E(ZB)X				
TABLE: Max Story Displacements and Drifts					TABLE: Max Story Displacements and Drifts				
Story	Elevation	Location	Displacement	Drifts	Story	Elevation	Location	Displacement	Drifts
	m		mm			m		mm	
STORY11	33,00	Top	32,26	0,00109	STORY11	33,00	Top	33,21	0,00112
STORY10	30,00	Top	32,39	0,00125	STORY10	30,00	Top	33,33	0,00128
STORY9	27,00	Top	28,65	0,00130	STORY9	27,00	Top	29,48	0,00134
STORY8	24,00	Top	24,75	0,00132	STORY8	24,00	Top	25,47	0,00136
STORY7	21,00	Top	20,79	0,00133	STORY7	21,00	Top	21,39	0,00137
STORY6	18,00	Top	16,80	0,00131	STORY6	18,00	Top	17,28	0,00134
STORY5	15,00	Top	12,89	0,00124	STORY5	15,00	Top	13,26	0,00127
STORY4	12,00	Top	9,18	0,00112	STORY4	12,00	Top	9,44	0,00115
STORY3	9,00	Top	5,84	0,00093	STORY3	9,00	Top	6,01	0,00096
STORY2	6,00	Top	3,10	0,00068	STORY2	6,00	Top	3,19	0,00070
STORY1	3,00	Top	1,07	0,00036	STORY1	3,00	Top	1,11	0,00037
BASE	0,00	Top	0,00	0,00000	BASE	0,00	Top	0,00	0,00000

E(ZC)X					E(ZD)X				
TABLE: Max Story Displacements and Drifts					TABLE: Max Story Displacements and Drifts				
Story	Elevation	Location	Displacement	Drifts	Story	Elevation	Location	Displacement	Drifts
	m		mm			m		mm	
STORY11	33,00	Top	54,34	0,00185	STORY11	33,00	Top	47,94	0,00166
STORY10	30,00	Top	54,73	0,00211	STORY10	30,00	Top	48,47	0,00187
STORY9	27,00	Top	48,41	0,00220	STORY9	27,00	Top	42,88	0,00195
STORY8	24,00	Top	41,82	0,00223	STORY8	24,00	Top	37,05	0,00198
STORY7	21,00	Top	35,13	0,00225	STORY7	21,00	Top	31,12	0,00199
STORY6	18,00	Top	28,39	0,00220	STORY6	18,00	Top	25,15	0,00195
STORY5	15,00	Top	21,78	0,00209	STORY5	15,00	Top	19,29	0,00185
STORY4	12,00	Top	15,51	0,00188	STORY4	12,00	Top	13,74	0,00167
STORY3	9,00	Top	9,86	0,00157	STORY3	9,00	Top	8,74	0,00139
STORY2	6,00	Top	5,23	0,00115	STORY2	6,00	Top	4,63	0,00102
STORY1	3,00	Top	1,81	0,00061	STORY1	3,00	Top	1,61	0,00054
BASE	0,00	Top	0,00	0,00000	BASE	0,00	Top	0,00	0,00000

E(ZE)X				
TABLE: Max Story Displacements and Drifts				
Story	Elevation	Location	Displacement	Drifts
	m		mm	
STORY11	33,00	Top	46,08	0,00159
STORY10	30,00	Top	46,59	0,00179
STORY9	27,00	Top	41,21	0,00187
STORY8	24,00	Top	35,61	0,00190
STORY7	21,00	Top	29,91	0,00191
STORY6	18,00	Top	24,17	0,00188
STORY5	15,00	Top	18,54	0,00178
STORY4	12,00	Top	13,20	0,00160
STORY3	9,00	Top	8,40	0,00134
STORY2	6,00	Top	4,45	0,00098
STORY1	3,00	Top	1,54	0,00051
BASE	0,00	Top	0,00	0,00000

The base shear forces obtained under different soil conditions for the 10-story tunnel formwork structure are shown in Figures 4, 5, 6, 7, and 8. When examining the figures for story shear forces, the maximum base shear forces are found to be 9380.36 tonf for soil class ZC (Figure 4), 8280.36 tonf for soil class ZD (Figure 5), 7958.06 tonf for soil class ZE

(Figure 6), 5727.51 tonf for soil class ZB (Figure 7), and 5565.38 tonf for soil class ZA (Figure 8). The ratio of the base shear force due to the earthquake effect for soil class ZC to the base shear force for soil class ZA ($5565 \times 100 / 9380 = 1.68$) reaches up to 70%.

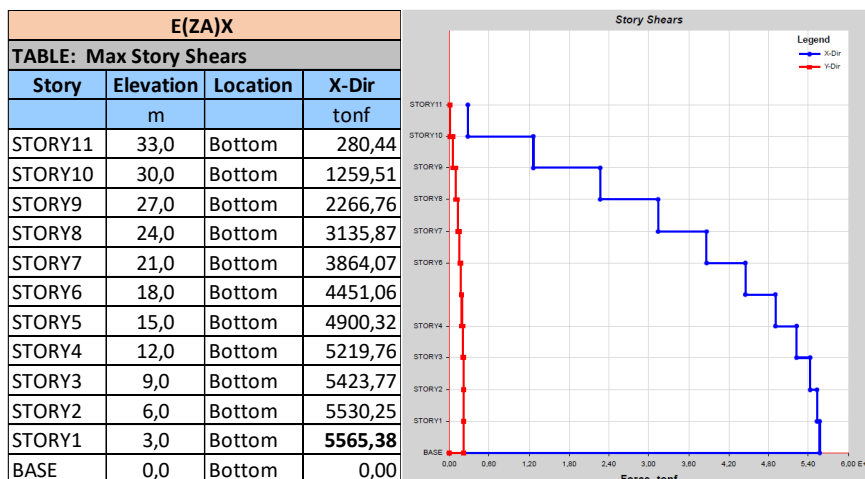


Figure 4. Maximum Story Shear Forces for Soil ZA Class

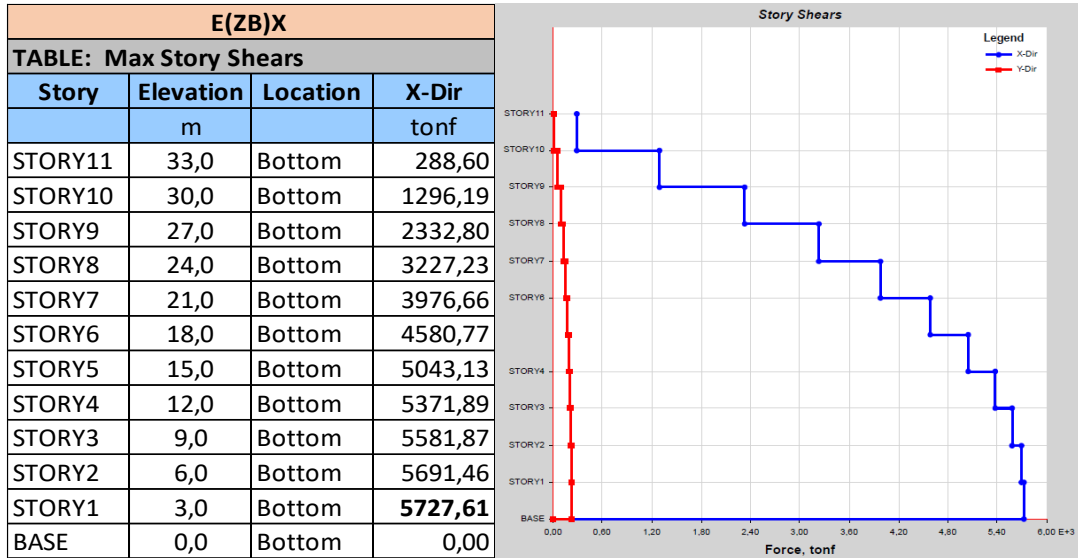


Figure 5. Maximum Story Shear Forces for Soil Class ZB

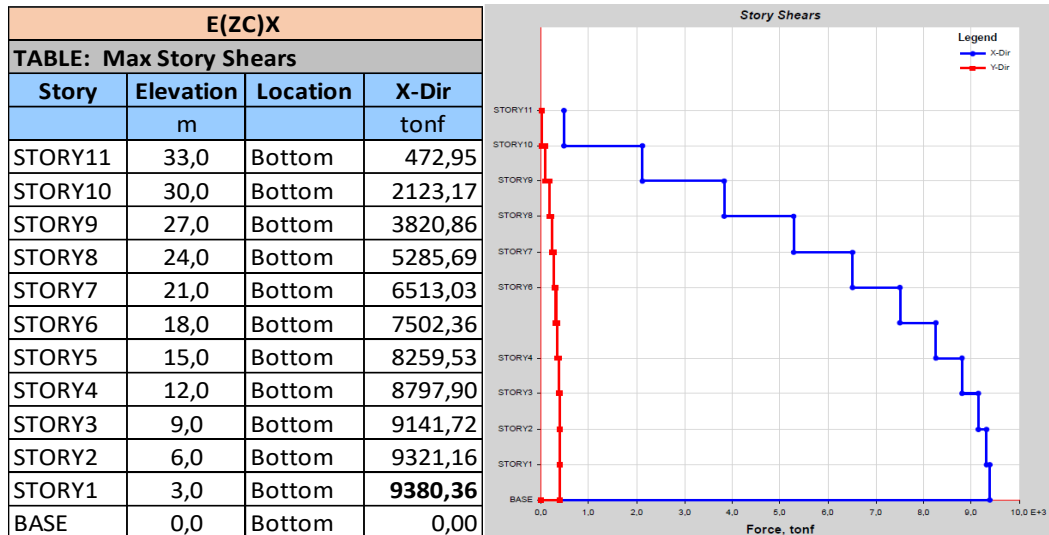


Figure 6. Maximum Story Shear Forces for Soil Class ZC

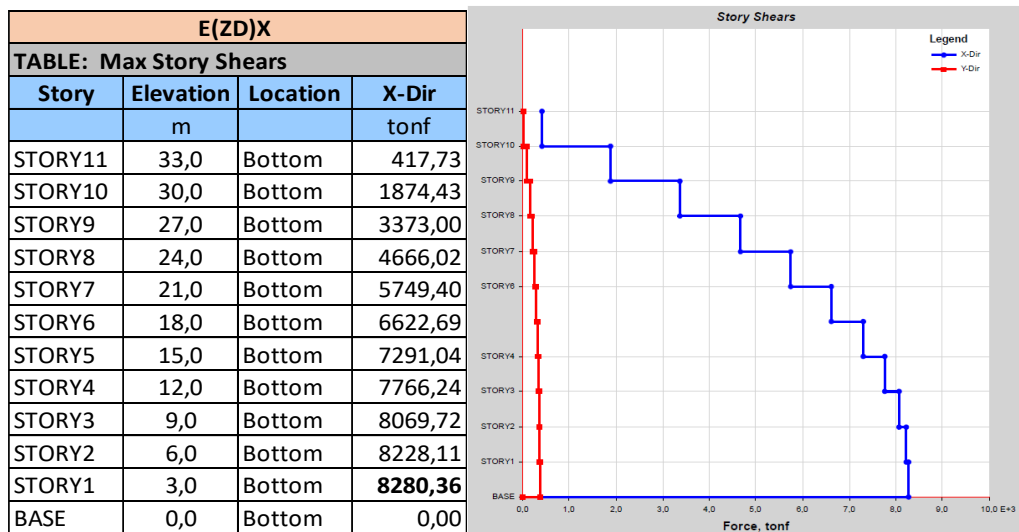


Figure 7. Maximum Story Shear Forces for Soil Class ZD

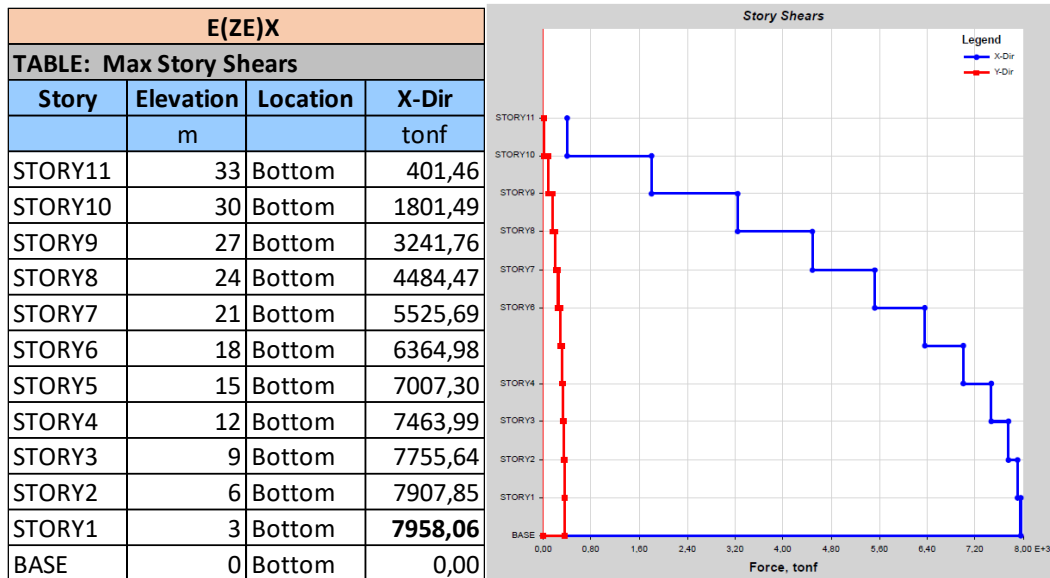


Figure 8. Maximum Story Shear Forces for Soil Class ZE

Another aspect examined in the study is the overturning moment of the 10-story tunnel formwork structure. The overturning moments obtained from the earthquakes assigned according to different soil conditions are shown in Figures 9, 10, 11, 12, and 13. Similar to the story shear forces and relative story drifts, the largest overturning moment was obtained in the design for soil class ZC, with 215780 tonf m. The next highest overturning moment was obtained in the design for soil class ZD, with 190479 tonf m. The maximum overturning moment for the design with soil class ZE was 183067 tonf m.

The maximum overturning moment for the design with soil class ZA was 131751 tonf m, and for soil class ZB, it was 128020 tonf m. The ratio of the maximum overturning moment for soil class ZC to the maximum overturning moment for soil class ZA ($128020 \times 100 / 215780 = 59$) is found to be 59%. The analysis for all soil conditions shows that the percentage of the overturning moment increases from the top floor to the bottom floor. The percentage change between floors is shown in Table 7.

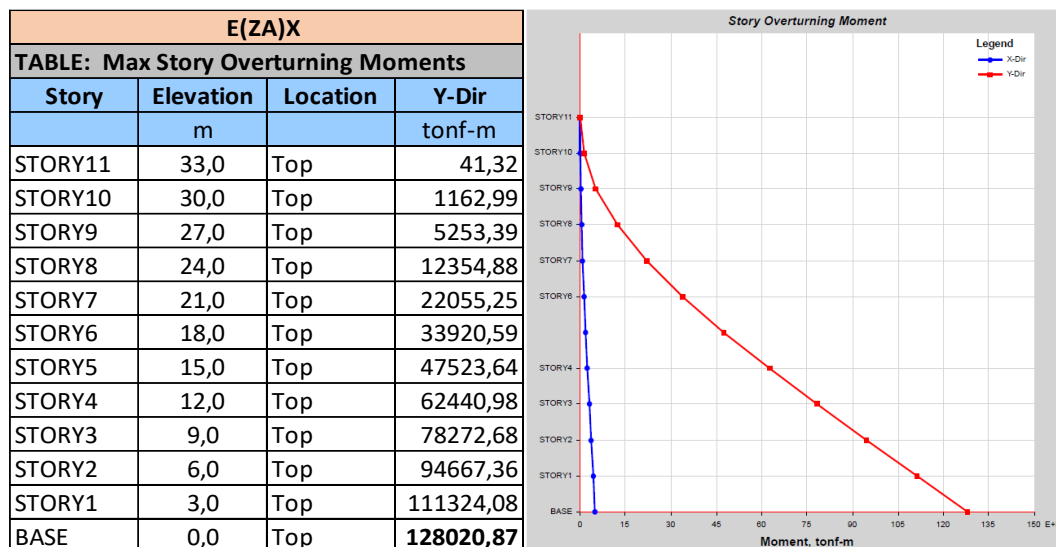


Figure 9. Maximum Story Overturning Moments for Soil Class ZA

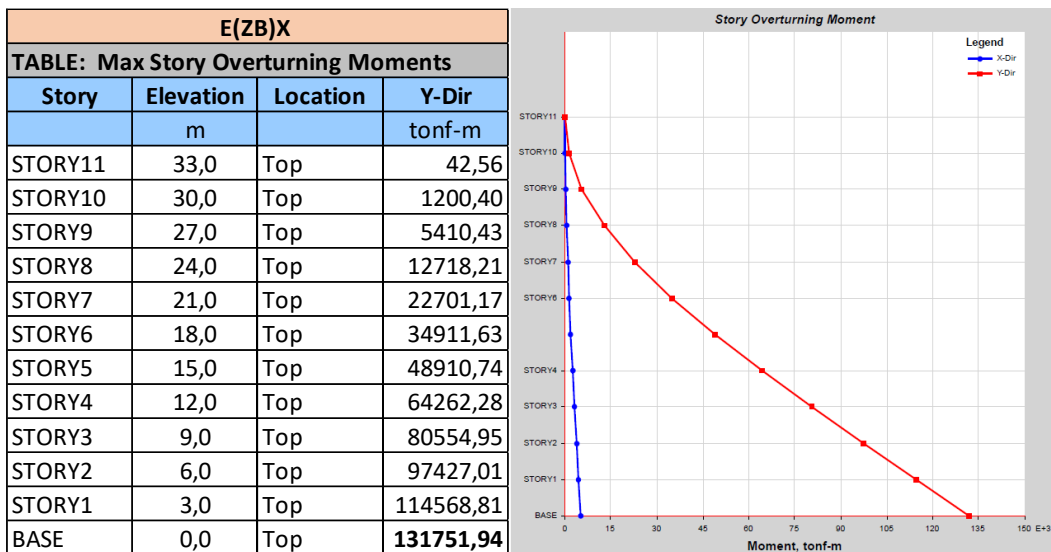


Figure 10. Maximum Story Overturning Moments for Soil Class ZB

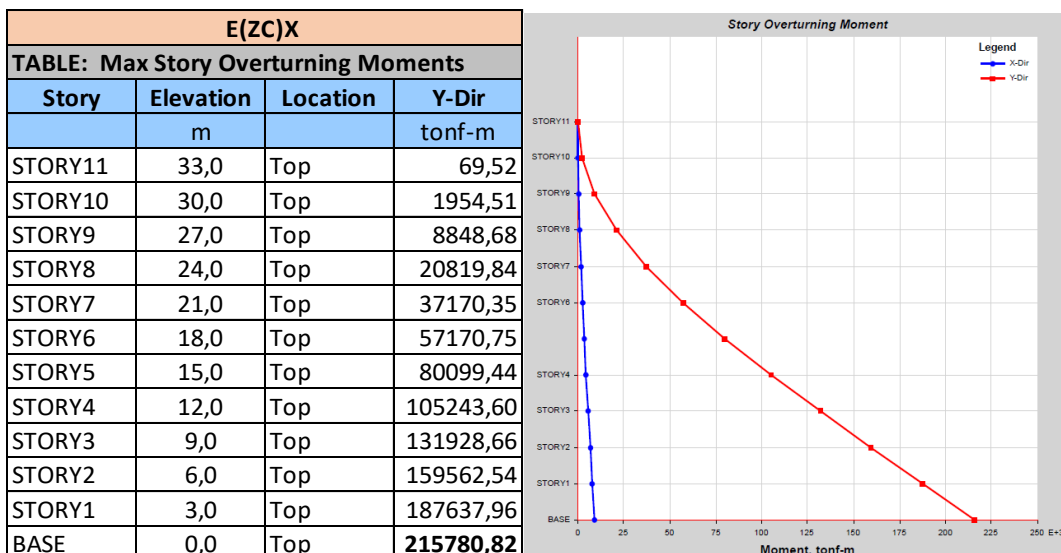


Figure 11. Maximum Story Overturning Moments for Soil Class ZC

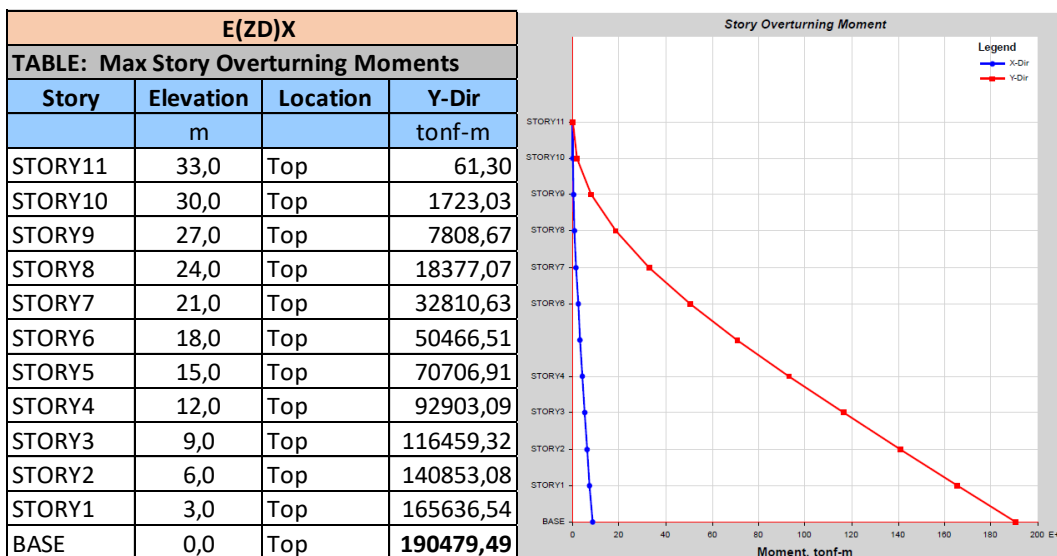


Figure 12. Maximum Story Overturning Moments for Soil Class ZD

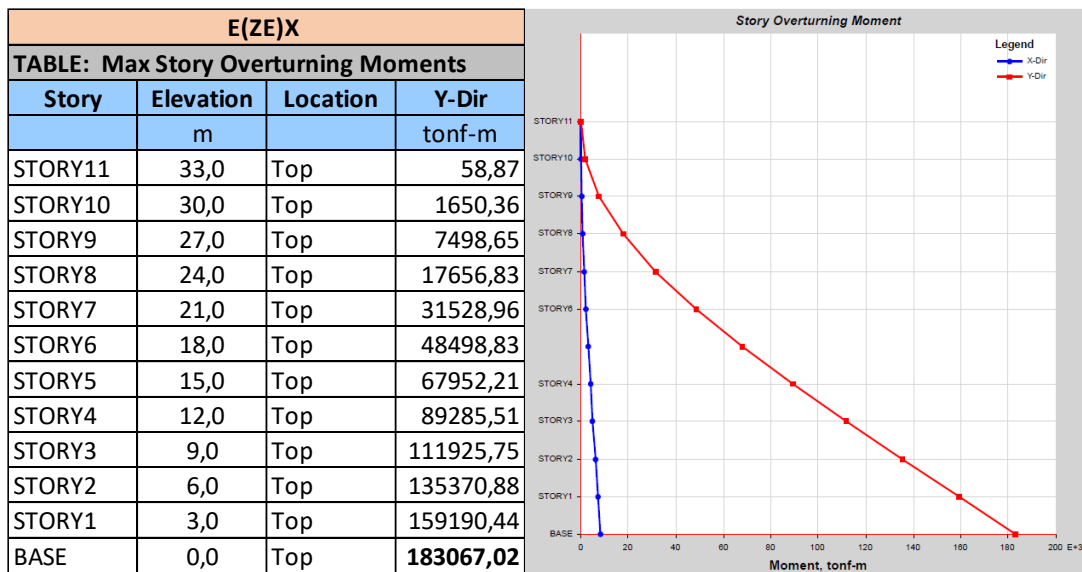


Figure 13. Maximum Story Overturning Moments for Soil Class ZE

Table 7. Percentage Change in Overturning Moment Between Floors

Max Story Overturning Moments		
Story	Y-Dir	(%)
	tonf-m	percent
STORY11	41,32	0,00
STORY10	1162,99	3,55
STORY9	5253,39	22,14
STORY8	12354,88	42,52
STORY7	22055,25	56,02
STORY6	33920,59	65,02
STORY5	47523,64	71,38
STORY4	62440,98	76,11
STORY3	78272,68	79,77
STORY2	94667,36	82,68
STORY1	111324,08	85,04
BASE	128020,87	86,96

3.2. Discussion

In this study, the relative story drifts, story shear forces, and maximum story overturning moments of a 10-story tunnel formwork structure were compared based on different soil classes. The structure under study is symmetrical with respect to the y-axis and has shear wall thicknesses of 25 cm. The slab thicknesses were chosen to be equal across all floors, at 15 cm. Horizontal elastic design spectra defined for soil classes ZA, ZB, ZC, ZD, and ZE in the TBDY 2018 regulation were applied to the structure, and the story displacements, relative story drifts, story shear forces, and story overturning moments were examined.

The largest story displacements and relative story drifts in the structure were obtained for soil class ZC, while the smallest

story displacements and relative story drifts were obtained for soil class ZA. Similarly, the maximum values for story shear forces and story overturning moments were also observed in the soil class ZC.

When the maximum values obtained according to soil classes are examined, they are ranked from the most unfavorable to the most favorable as ZC, ZD, ZE, ZB, and ZA.

The results obtained in this study for a tunnel formwork structure are expected to be similar for other structural system elements. It is recommended that future studies examine structures with different structural systems. Additionally, the values obtained are expected to vary for tunnel formwork structures with different heights and shear wall thicknesses.

References

- [1]. Sümer, Y. (2003). Optimum Structural System Selection in Earthquake Resistant Building Design. Sakarya University Journal of Science, 7(3), 43-50.
- [2]. Karaca, H., Optimization Research with Analysis of Direct Costs in Ten Storey Residential Buildings Designed with Tunnel Formwork Construction System and Traditional Construction System. Master's Thesis, Y.T.Ü., Institute of Science and Technology, Istanbul, 1994.
- [3]. Türkel, E. B., & Ergen, E. (2016). The Relationship Between Height and Floor Area and Cost in Reinforced Concrete High-Rise Structures Using Tunnel Formwork System. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 22(6), 418-426.
- [4]. Akbaş, A., Çalışkan, Ö. (2023). Tunnel Formwork System, 2nd International Conference on Engineering, April 4-6, 2023, Konya, Turkey.
- [5]. Harmankaya, Z., Y. (2011). The Effects of Number of Storeys and Concrete Class on the Cost of Multi-storey Building Production Applied with Tunnel Formwork in Turkey. Gazi University Journal of Engineering and Architecture Faculty, Volume 26, No:2, 427-433.
- [6]. Api, S., (2005). Project Design of 14 Storey Reinforced Concrete Building to be Constructed Using Tunnel Formwork. Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, Published Master's Thesis, Istanbul.
- [7]. Bulgu, N. N., (2007). Investigation of the Behavior of Buildings Constructed with Tunnel Formwork under Earthquake Loads. Istanbul Technical University Institute of Science and Technology, Published Master's Thesis, Istanbul.

Düşük Etkili Kentleşme (DEK) Uygulamalarının Kentsel Yağmursuyu Drenaj Sistemi Üzerindeki Etkileri

Abdülbaki Hacı^{*}, Sezar Gülbaz^{**†}, Yasin Paşa^{***}

^{*} İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Avcılar, İstanbul, Türkiye

^{**} İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye

^{***} İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Avcılar, İstanbul, Türkiye

(abhaci@gelisim.edu.tr, sezarg@iuc.edu.tr, ypasa@gelisim.edu.tr)

^{**} İletişim; Sezar Gülbaz,

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, 34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye

Tel: +90 212 473 70 70/17920

sezarg@iuc.edu.tr

Geliş / Received: 29.05.2024 Kabul / Accepted: 16.09.2024

Öz - İklim değişimi ve kentleşme hızının artmasıyla birlikte verimli su kullanımının önemi giderek artmaktadır. Günümüzde, yağmursuyu hasadı yapılarak yağmur suyunun tekrar kullanılması ve su temini üzerindeki baskının azaltılması hedeflenmektedir. Ayrıca, su kaynaklarının korunması amacıyla doğa tabanlı çözüm yöntemlerini içeren Düşük Etkili Kentleşme (DEK) uygulamalarının kullanılması büyük öneme sahiptir. DEK, hidrolojik çevrimi korumak, selin ve yayılı kirlilik kaynaklarının olumsuz etkilerini azaltmak için tasarlanmış bir yağmursuyu yönetimi uygulamasıdır. Bu çalışma kapsamında, Çevre Koruma Kuruluşu Yağmursuyu Yönetim Modeli (EPA SWMM) kullanılarak kentleşme baskısı altında olan İstanbul Esenyurt ilçesinde bulunan bir yerleşim alanının hidrolojik ve hidrolik modeli oluşturulmuştur. Daha sonra, farklı DEK uygulamaları modele entegre edilerek bu uygulamaların yüzeysel akışa ve askıda katı madde (AKM) konsantrasyonuna olan etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralığına sahip yağışlar ile İSKİ'den temin edilen yağmursuyu drenaj planları modelde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, yağmur varili/tankı (YV), yağmur bahçesi (YB) ve geçirimli kaldırım (GK) DEK uygulamaları, oluşturulan hidrolojik-hidrolik modele dahil edilmiştir. Model sonuçları incelendiğinde DEK uygulamalarının pik debiyi ve AKM konsantrasyon değerlerini büyük oranda azalttığı görülmüştür. Yapılan simülasyonlar sonucunda DEK uygulamalarının 2, 5, 10, 25, 50, 100 tekerrür aralıklı yağışların oluşturduğu akışın pik değerini sırasıyla, %9.89, %10.46, %9.43, %9.14, %9.34 ve %9.02 ve askıda katı madde maksimum konsantrasyon değerlerini %3.85, %3.25, %3.17, %4.80, %4.64 ve %4.75 oranlarında düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Düşük Etkili Kentleşme (DEK), Yağmursuyu drenajı, Kentsel altyapı, Yağmursuyu hasadı, Yüzeysel akış, Askıda Katı Madde (AKM), EPA-SWM

Impacts of Low Impact Development (LID) Practices on Urban Stormwater Drainage System

With climate change and increasing urbanization, efficient water use is becoming increasingly important. Today, rainwater harvesting aims to reuse rainwater and reduce the pressure on the water supply. In addition, Low Impact Development (LID) practices, which include nature-based solutions to conserve water resources, are of great importance. LID is a stormwater management practice designed to protect the hydrological cycle and reduce the negative impacts of flooding and diffuse pollution sources. In this study, the Environmental Protection Agency Stormwater Management Model (EPA SWMM) was used to create a hydrological and hydraulic model of a residential area in Esenyurt district of Istanbul, which is under urbanization pressure. Then, different LID practices were integrated into the model and their effects on runoff and total suspended solids (TSS) concentrations were investigated. In this context, rainfall with 2, 5, 10, 25, 50, and 100-year return periods and stormwater drainage plans obtained from ISKI were used in the model. Within the scope of the study, rain barrel/tank (RB), rain garden (RG), and permeable pavement (PP) LID applications were included in the hydrological-hydraulic model. When the model results were analyzed, it was observed that LID applications significantly reduced the peak flow rate and TSS concentration values. As a result of the simulations, it was observed that LID applications decreased the peak value of runoff generated by rainfall with 2, 5, 10, 25, 50, 100 return periods by 9.89%, 10.46%, 9.43%, 9.14%, 9.34% and 9.02% and the maximum concentration values of suspended solids by 3.85%, 3.25%, 3.17%, 4.80%, 4.64% and 4.75%, respectively.

Keywords: Low Impact Development (LID), Stormwater Drainage, Urban infrastructure, Stormwater harvest, Surface Runoff, Total Suspended Solid (TSS), EPA-SWMM

1. Giriş

Kentleşmenin ve iklim değişikliği etkilerinin giderek artmasıyla birlikte su kaynaklarının korunması ve tekrar kullanımı büyük önem kazanmıştır. Almeida ve diğ., [1] hızlı kentleşmeyle birlikte kullanılabilir su kaynakları üzerinde artacak olan su ihtiyacı baskısına değinmiştir. Hızlı kentleşmenin etkisiyle birlikte artan yüzey akışları taşkınlara ve su kalitesindeki bozulmalara sebep vermektedir [2,3]. Bu kapsamda su miktarının kontrol altına alınması ve düzenlenmesi için çeşitli mühendislik modellerinin ve uygulamalarının sistematik olarak yapılması zaruridir [4, 5]. Bahsedilen sorunların çözümü için Düşük Etkili Kentleşme (DEK) sistemleri başarılı uygulamalar arasında görülmektedir. Düşük etkili kentleşme uygulamaları son zamanlarda meskun mahallerdeki yüzey akışını azaltma konusunda önem kazanmış uygulamalardır [6,7]. Yüzey akışı azaltılarak taşkın riskinin azaltılması ve kirlilik kontrolü gibi konulardaki verimliliği en yüksek düzeye çıkarmak için DEK uygulamaları hızla önem kazanmaya devam etmektedir. Bu hususta literatürde özellikle son yıllarda birçok çalışma yapılmıştır [8, 9, 10, 11, 12].

Literatürde kabul gören EPA-SWMM programı ile biyotutma, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, yağmur varilleri/tankları, sızdırma hendekleri, geçirimli kaldırım gibi birçok DEK uygulaması modellenmektedir [13]. Bu kapsamda su kalitesi ve su miktarı konuları ile ilgili EPA-SWMM programı kullanılarak yapılmış çalışmalar bulunmaktadır [14, 15, 16, 17]. Zhang ve diğ., [18] EPA-SWMM programını kullanarak yaptıkları araştırmada kentsel yüzey akışının optimum yönetimi için DEK uygulamalarının ve peyzaj kompozisyonunun saha ölçeğinde etkili bir şekilde yapılandırılmasına yönelik entegre bir çalışma yapmışlardır. Arjenaki ve diğ., [19], yaptıkları çalışmada SWMM modelini

kullanarak Düşük Etkili Kentleşme (DEK) yöntemlerinin Shahrekord Şehrindeki kentsel akış toplama ağı üzerindeki etkisini modellemiş ve araştırmışlardır. Diğer bir çalışmada ise, kentsel alanlardaki yüzey akışını kontrol etmek ve kentsel sel felaketlerini önlemek için SWMM modeli kullanarak DEK uygulamalarının yüzey akışını azaltmadaki önemi vurgulanmakta ve kentsel alanlarda etkili yağmursuyu yönetimine duyulan ihtiyaca dikkat çekilmektedir [20]. Lee ve diğ., [21] noktasal olmayan kirleticilerin yönetiminde SWMM-DEK modellemesinin etkinliğini değerlendirmektedir. Çin'de yapılan çalışmada, SWMM kullanarak Kunming Şehrinin Chuanfang nehir havzasındaki birleşik drenaj ağlarını simüle etmek için bir model oluşturmuştur [22]. Mancipe-Munoz ve diğ., [23] yaptıkları çalışmada birleşik kanalizasyon sistemlerindeki taşmaları ve yağmursuyu yönetimini kontrol etmek için merkezi olmayan yeşil altyapı alternatiflerini doğru bir şekilde değerlendirmek amacıyla kentsel su havzaları için oldukça ayrıntılı, yarı dağılımlı bir yağış-akış modelini kullanarak kalibre etmişlerdir. Compisano ve diğ., [24] yaptıkları çalışmada yağmursuyu hasat sistemlerinin tutma potansiyelini tahmin etmek için SWMM programında yer alan yağmur varili seçeneğini incelemişlerdir. Sousa ve diğ., [25] Campo Grande şehrinde yaptıkları çalışmada geçirimli kaldırım, yağmursuyu hasadı ve infiltrasyon hendeklerini ve kendi aralarındaki kombinasyonlarını kullanarak DEK uygulamaları yapmışlardır. Bu çalışma ile DEK uygulamaları sonucunda bölge için en uygun maliyetli olan kombinasyonun sadece infiltrasyon hendeği olduğunu ve bu uygulamanın yüzey akışında %15'lik bir düşüş sağladığını ortaya koymuşlardır. Movahedinia ve diğ., [26] Tahran'da yaptıkları çalışmada DEK uygulamalarının 2-5-10 yıllık tekrür aralıklarında yüzey akışı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Zhou ve diğ., [27] yaptıkları çalışmada geliştirilmiş bir dikey



Şekil 1. Çalışma alanına ait görsel.

DEK modeli oluşturma yöntemi önererek geleneksel DEK modelleme yaklaşımlarının sınırlamalarını ele almışlardır. Çalışma, DEK'ler arasındaki ayrıntılı bağlantı modlarını keşfetmeyi, dikey yerleşim planında akış bağlantı yollarını oluşturmayı ve çok boyutlu bir DEK tahsisi, modellemesi ve değerlendirmesi elde etmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında, farklı DEK uygulamalarının kentsel bir alanda yüzeysel akışa ve askıda katı madde konsantrasyonuna etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda, literatürde kabul gören EPA-SWMM programı kullanılmıştır. Çalışma sahası olarak kentleşme baskısı altında olan İstanbul Esenyurt ilçesinde bulunan bir yerleşim alanı seçilmiştir. Çalışma alanı, EPA-SWMM programında 26 alt havzaya bölünmüş, İSKİ'den temin edilmiş yağmur drenaj planları ile örtüştürülerek hidrolojik-hidrolik model oluşturulmuştur. Global Mapper programı kullanılarak belirlenen alt havzalara ait geçirimli ve geçirimsiz yüzeylerin alansal değerleri elde edilmiştir. Oluşturulan hidrolojik-hidrolik modele yağmur varili (YV), yağmur bahçesi (YB) ve geçirimli kaldırım (GK) gibi DEK uygulamaları entegre edilmiştir. DMİ'den alınan 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrür aralığına sahip yağışlar ile model çalıştırılmış ve yüzeysel akış debisi ile askıda katı madde konsantrasyon değerleri hesaplanmıştır. Farklı tekrürdeki yağış verisi kullanılarak DEK uygulamalarının olduğu ve olmadığı durumlarda drenaj sisteminin çıkış noktasında hesaplanan debi ve AKM konsantrasyon değerleri incelenerek DEK uygulamalarının performansı incelenmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda DEK uygulamalarının farklı

tekrür aralıklı yağışların oluşturduğu akışın pik değerlerini ve askıda katı madde konsantrasyon pik değerlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, İstanbul'un Esenyurt ilçesinde TEM otoyoluna yakın bir konumda bulunmaktadır (Şekil 1). Çalışma alanının bulunduğu bölge geçirimsiz alanların oransal olarak yüksek olduğu bir bölgedir. Modellenen alt havzaların toplam alanı 39.88 hektar (ha)'dır. Tüm geçirimsiz alanlar, tüm alt havzaların toplam alanının %32.58'ini oluşturmaktadır. DEK uygulanan alan toplam çalışma alanının %6'sına, toplam geçirimsiz yüzey alanının ise %17.91'ine tekabül etmektedir. Çalışma alanının bulunduğu bölgenin iklim özellikleri literatürde de geçiş iklimi olarak tanımlanan Marmara bölgesi iklimidir.

2.2. EPA SWMM Yağmur suyu Yönetim Modeli

EPA SWMM, bir yağış olayı sırasında bir havzada oluşan yüzeysel akışını hesaplayan dinamik bir simülasyon modelidir [28, 29]. EPA SWMM, her bir alt havzadaki yüzey akışını ve suyun kalitesini; her bir kanaldaki ve bağlantı noktasındaki akış hızını, derinliğini ve su konsantrasyonunu hesaplamaktadır. Hiyetograf, programa girdi olarak tanımlanır; Çıktı olarak ise debinin zaman içindeki değişimi olan hidrograf ve su konsantrasyonunun zaman içindeki değişimi olan polutograflar

programdan elde edilir. Debiyi hesaplamak için EPA SWMM taşkın yönlendirmesi için süreklilik ve momentum denklemlerini çözmektedir. Taşkın yönlendirme denklemlerinin en genel şekli, kararsız üniform olmayan akışı tanımlayan dinamik dalga denklemleridir. Kinematik ve difüzyon dalga denklemleri, momentum denkleminde etkili olan bazı kuvvetlerin ihmal edilmesiyle dinamik dalga denkleminde elde edilir. Yapılan çalışmada akış yönlendirme için dinamik dalga denkleminde elde edilen difüzyon dalga denklemi kullanılmıştır ve aşağıdaki Denklem 1'deki gibi verilmiştir [30]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= 0 \\ S_f &= S_0 - \frac{\partial y}{\partial x} \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + c \frac{\partial Q}{\partial x} &= K \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} \\ c &= mV \\ K &= \frac{Q}{2BS_0} \end{aligned} \quad (1)$$

Burada Q debi (L^3/T), A kesit alanı (L^2), y su derinliği (L), S_f sürtünme eğimi (L/L), S_0 yatak eğimi (L/L), t zaman (T), x mesafe (L), c difüzyon dalga hızı (L/T), V hız (L/T), K hidrolik difüzyon (L^2/T), B genişlik (L) ve m debi-sürtünme eğimi ilişkisine göre verilmiştir.

Yapılan çalışmada infiltrasyonu hesaplamak için (Denklem 2) Green-Ampt Yöntemi kullanılmış olup Green-Ampt Yöntemine ait denklem aşağıdaki şekilde verilmiştir [29]:

$$\begin{aligned} \text{for } F < F_s : f &= i \\ \text{if } i > K_s : F_s &= \frac{S_u M}{i / K_s - 1} \\ \text{if } i < K_s : F_s &\text{ is not calculated} \\ \text{for } F \geq F_s : f &= f_p \text{ and } f_p = K_s \left(1 + \frac{S_u M}{F}\right) \end{aligned} \quad (2)$$

Burada, F kümülatif infiltrasyon (L), F_s doymuş toprağın kümülatif infiltrasyonu (L), i yağış yoğunluğu (L/T), K_s doymuş toprak için hidrolik iletkenlik (L/T), S_u emme yüksekliği (L), M başlangıçtaki nem açığı (L/L), f infiltrasyon hızı (L/T) ve f_p infiltrasyon kapasitesidir (L/T).

Kirlilik Birikimi (Build-up) ve Kirlilik Yıkınımı (Washoff) denklemleri üstel fonksiyon olarak seçilmiş ve Denklem 3 ve 4'te verilmiştir [31]. Üssel Fonksiyon Birikme Fonksiyonu üstel bir artış olarak ilerler ve maksimum sınıra ulaşır. Denklem şu şekildedir:

$$B = C_1 x (1 - e^{-C_2 x}) \quad (3)$$

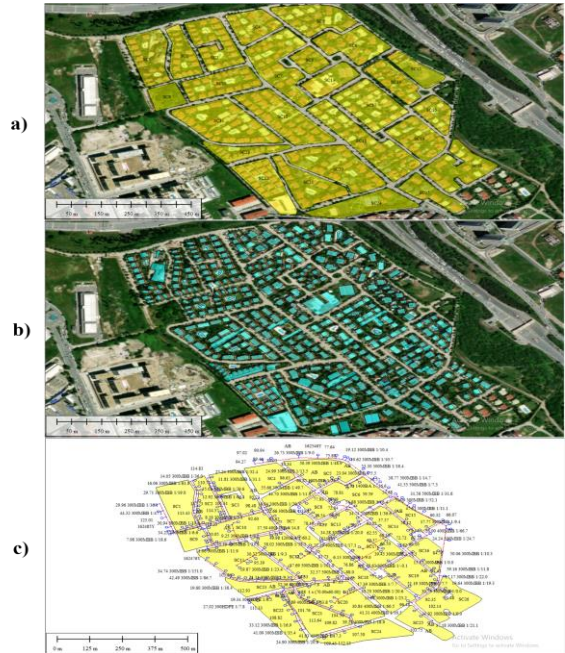
Burada C_1 kirlenici maddenin mümkün olan maksimum birikme miktarı, C_2 sabit birikme değeri ($1/T$) olarak tanımlanmaktadır. Kirlilik yıkınımı, belirlenen arazi türü için yağışlı havalarda meydana gelmektedir ve aşağıda verilen üstel fonksiyon ile hesaplanabilmektedir.

$$W = C_3 q C_4 B \quad (4)$$

Burada W zamanla yıkanan kirlenici kütlesi, C_3 yıkanma sabiti, C_4 yıkanma üssü, q birim alan için akış değeri (L/T) ve B kirlilik birikmesi (M) olarak tanımlanır.

2.3. Model Kurulumu

Bu çalışma kapsamında, EPA-SWMM'e tanımlanacak alt havzaların konumları, alansal büyüklükleri, geçirimli ve geçirimsiz alanların alansal değerleri, yağmur drenaj altyapısının konumları gibi bilgiler Global Mapper programı aracılığıyla oluşturulmuştur. Global Mapper programı CBS uygulamaları sunan bir yazılımdır. Global Mapper'da oluşturulmuş olan alanlar ve işlenmiş bilgiler Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2 (a)'da EPA-SWMM programına alt havza olarak tanımlanacak alanlar, Şekil 2 (b)'de alt havza içerisinde kalan geçirimsiz yüzeyler, Şekil 2 (c)'de ise çalışma bölgesindeki yağmur drenaj sisteminin bileşenleri ve gerekli bilgileri gösterilmiştir. Şekil 2'de gösterilmiş olan alt havzalara ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Ortalama alt havza alanı 15336 m^2 , ortalama havza genişliği 98 m , ortalama geçirimsiz alan oranı ise %32 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. (a) EPA-SWMM modelinde yapılan alt havzalar, (b) çalışma alanında yer alan yapılar, (c) yağmur drenaj hattı

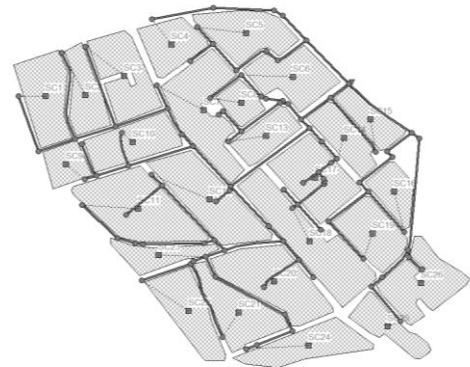
Tablo 1. Havzalara ait bilgiler

Alt-Havza No.	Havza Alanı (m ²)	Havza Genişliği (m)	Eğim (%)	Geçirimsiz Alan (%)	Geçirimli Alan Pürüzlülük sabiti	Geçirimsiz Alan Pürüzlülük sabiti
SC1	16730	85	4%	33.09	0.15	0.012
SC2	11240	80	2%	26.25		
SC3	17340	93	4%	31.12		
SC4	11830	113	7%	31.87		
SC5	16540	130	9%	23.82		
SC6	15920	137	15%	30.27		
SC7	23300	100	7%	28.31		
SC8	6040	71	13%	25.47		
SC9	6890	80	19%	0.00		
SC10	15400	186	5%	30.08		
SC11	27540	140	3%	41.87		
SC12	23880	94	2%	34.61		
SC13	9780	142	4%	94.05		
SC14	10990	67	5%	31.59		
SC15	8460	55	10%	5.77		
SC16	8430	80	14%	36.37		
SC17	19930	115	5%	36.50		
SC18	26460	70	5%	30.67		
SC19	14430	95	10%	36.97		
SC20	24450	123	8%	41.07		
SC21	16100	87	5%	33.68		
SC22	15890	73	0%	27.84		
SC23	8370	40	6%	47.04		
SC24	15690	78	3%	21.35		
SC25	9210	57	4%	31.46		
SC26	17940	150	8%	21.81		

Tablo 1’de numaralandırılmış olan alt havzaların havza alanları, havza genişlikleri, eğim yüzdesi, geçirimsiz alan oranı, geçirimli ve geçirimsiz alanların Manning n değerleri verilmiştir. Yağış sırasında havzada meydana gelen sızma miktarı Green – Ampt Metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Sızma miktarını bulmak için zemin cinsine bağlı olarak değişen porozite, hidrolik iletkenlik ve emme basınç parametrelerinin değerleri, EPA SWMM kullanma kılavuzundan ve literatürdeki kaynaklardan yararlanılarak belirlenmiştir. Daha sonra alt havzalar üzerinde yağış sonrası oluşan yüzeysel akış sularının toplandığı 100 adet birleşim noktası tanımlanmış ve yükseklikleri eşyükselti haritaları kullanılarak belirlenip programa girilmiştir. Yağış sonucu oluşan yüzeysel akış, birleşim noktalarında toplanarak drenaj sistemi vasıtasıyla toplanmaktadır. Modellemenin bu aşamasında 98 adet açık kanal İSKİ’den temin edilmiş yağmur drenaj planları ile örtüştürülerek oluşturulmuştur. Yüzeysel akış ve kanallardaki debi hesaplamaları için yerçekimi ve basınç kuvvetini esas alan difüzyon dalga öteleme metodu kullanılmıştır. EPA SWMM programında kurulan model Şekil 3’te gösterilmiştir. Modellemenin ikinci aşamasında oluşturulan hidrolojik-hidrolik modele su kalitesi modeli eklenmiştir. Bu kapsamda, SWMM programına kirletici madde ve arazi kullanımı tanımlanması gerekmektedir. Su kalitesi analizi için kirletici madde olarak askıda katı madde (AKM) ve arazi kullanımı olarak da çalışma alanının durumu dikkate alınarak yerleşim bölgesi olarak tanımlama yapılmıştır.

Tablo 2. Kirlilik Birikimi (Build Up) ve Kirlilik Yıkınımı (Washoff) katsayıları.

Kirlilik Birikimi (Build Up)		Kirlilik Yıkınımı (Washoff)	
Fonksiyon	Üstel Fonksiyon	Fonksiyon	Üstel Fonksiyon
Maksimum Birikme Miktarı Katsayısı (C ₁)	181.4	Yıkınma Katsayısı (C ₃)	0.003
Sabit Birikme Değeri Oran Sabiti (C ₂)	0.22	Yıkınma Üssü Katsayısı (C ₄)	0.8
Normalizer	CURB		



Şekil 3. EPA-SWMM modeli

Tablo 3. Havzalara uygulanan DEK tipleri ve geçirimli alana dönüştürülmüş geçirimsiz alan yüzdeleri.

Alt Havzalar	Havza Alanları (hektar)	YV (m ²)	GK (m ²)	YB (m ²)	DEK Uygulanan Geçirimsiz Alan oranı		
					YV %	GK %	YB %
SC1	1.67	65	-	-	1.17	0.00	0.00
SC2	1.12	70	-	-	2.37	0.00	0.00
SC3	1.73	115	-	-	2.13	0.00	0.00
SC4	1.18	40	-	-	1.06	0.00	0.00
SC5	1.65	50	-	-	1.27	0.00	0.00
SC6	1.59	45	-	-	0.93	0.00	0.00
SC7	2.33	90	-	-	1.36	0.00	0.00
SC8	0.60	50	-	6980	3.25	0.00	0.00
SC9	0.69	0	-	-	0.00	0.00	0.00
SC10	1.54	105	-	-	2.27	0.00	0.00
SC11	2.75	120	1819	-	1.04	15.78	0.00
SC12	2.39	100	600	290	1.21	7.26	0.00
SC13	0.98	20	-	-	0.22	0.00	3.15
SC14	1.10	60	-	-	1.73	0.00	0.00
SC15	0.85	5	-	-	1.02	0.00	0.00
SC16	0.84	60	-	-	1.96	0.00	0.00
SC17	1.99	90	1398	-	1.24	19.22	0.00
SC18	2.65	120	-	-	1.48	0.00	0.00
SC19	1.44	75	-	-	1.41	0.00	0.00
SC20	2.45	110	380	-	1.10	3.78	0.00
SC21	1.61	75	-	390	1.38	0.00	0.00
SC22	1.59	90	450	-	2.03	10.17	8.82
SC23	0.84	55	-	-	1.40	0.00	0.00
SC24	1.57	70	-	9210	2.09	0.00	0.00
SC25	0.92	0	-	-	0.00	0.00	0.00
SC26	1.79	70	-	-	1.79	0.00	0.00

Su kalitesi modelinin kurulumu için gerekli olan kirlilik birikimi (Buildup) ve kirlilik yıkanım (Washoff) katsayıları Tablo 2’de verilmiştir. Bu tabloda yer alan kirlilik birikimi (Buildup) kısmında yer alan C_1 ve C_2 katsayıları Tu ve Smith [32] tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Kirlilik yıkanımı (Washoff) katsayıları C_3 ve C_4 ise Chow ve diğ., [33] tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir (Tablo 2).

Modellemenin son aşamasında, uygun alanlarda Yağmur Varili (YV), Yağmur Bahçesi (YB) ve Geçirimli Kaldırım (GK) gibi DEK uygulamaları modele tanıtılmıştır. Çalışma alanındaki havzalara uygulanan DEK tipleri, Tablo 3’te gösterildiği oranlarda uygulanmıştır. Tanımlanan her bina için 5 m³’lük yağmur varilleri (YV), var olan kaldırımların yerine geçirimli kaldırım (GK) ve yeşil alanların bulunduğu bölgelerde ise yağmur bahçeleri (YB) çalışma alanında uygulanmıştır. Çalışma alanındaki havzalarda toplam 350 adet yağmur varili uygulanmış ve total olarak 1750 m² alan kaplamıştır. Diğer DEK’lerin uygulama alanları ise, geçirimli kaldırım 4647 m² ve yağmur bahçeleri 16870 m²’dir. Bu bağlamda toplam DEK uygulanmış alan 23267 m² olarak hesaplanmıştır. DEK uygulanan alan toplam havza alanının %5.8’ine, toplam geçirimsiz alanların ise %17.91’ine tekabül etmektedir. Literatürde DEK uygulamalarına uygulanabilirlik açısından bakıldığında havza alanının %5-10’una uygulandığı durumlarda optimum sonuçlar verdiği görülmektedir. Osheen

ve diğ., [34] yaptıkları çalışmada, toplam havza alanına alsansal olarak farklı yüzdelerde DEK uygulamış ve fayda maliyet açısından incelediklerinde havza alanının %10’una DEK uyguladıkları senaryonun optimum sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışma kapsamında modele entegre edilen DEK’ler ve özellikleri Tablo 4’te gösterilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanına ait hidrolojik-hidrolik modeline DEK uygulamaları dahil edilmeden önce çalıştırılmış olup sonuçlar elde edilmiştir. Daha sonra, DEK uygulamaları dahil edilerek model yeniden çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Simülasyonlar için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrür aralığına sahip yağışlar kullanılmıştır. Model sonuçları, çalışma alanına ait drenaj hattının çıkış noktası için incelenmiştir. Bulgular yüzey akışı ve askıda katı madde konsantrasyonu başlıkları altında ayrı olarak incelenmiştir.

Tablo 4. DEK uygulamalarına ait değerler.

DEK Uygulamaları		GK	YV	YB
Depolama	Kalınlık/Varil Yüksekliği (mm)	600	1000	0
	Boşluk Oranı	0.75	X	0.75
	Sızma Oranı	0.5	X	0.5
	Tıkanma Faktörü	0	X	0
Yüzey	Taşma Yüksekliği (mm)	0	X	100
	Vejetasyon Hacmi	0	X	0
	Yüzey Pürüzlülüğü	0.1	X	0.1
	Yüzey Eğimi (%)	1	X	1
Döşeme	Kalınlık (mm)	150	X	x
	Boşluk Oranı	0.15	X	x
	Permeabilite	100	X	x
Toprak	Kalınlık (mm)	900	X	900
	Porozite	0.5	X	0.5
	Saha Kapasitesi	0.2	X	0.2
	Solma Noktası	0.1	X	0.1
	Hidrolik İletkenlik	0.5	X	0.5
	Hidrolik İletkenlik Eğimi	10	X	10
	Emme basıncı (mm)	3.5	X	3.5
Drenaj	Akış katsayısı	2	0	x
	Akış Üssü	0.5	0.5	x
	Ofset (mm)	6	6	x

3.1. Yüzey Akışı

Çalışmada, DEK uygulanmış ve DEK uygulanmamış modellerin altı farklı tekerrür aralığına sahip yağış yüksekliklerine göre yapılan analizleri sonucunda Tablo 5'te gösterilen pik debiler elde edilmiştir. Her tekerrür aralığı senaryosu için DEK uygulamalarının pik debiyi düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Sırasıyla bu farklar, %9.89, %10.46, %9.43, %9.14, %9.34, %9.02 olarak hesaplanmıştır. Her tekerrür yılı için DEK uygulaması yapılmış ve DEK uygulaması yapılmamış senaryolarda çıkış noktasında hesaplanan debi-zaman grafikleri (hidrograflar) Şekil 4'te gösterilmiştir. Elde edilen grafiklerden DEK uygulamasının uygulandığı her

Tablo 5. DEK uygulaması öncesi ve sonrası senaryolarda tekerrür aralıklarına göre çıkış debileri.

Pik Çıkış Debileri (L/s)			
Senaryolar	DEK uygulamaları yokken elde edilen pik debi değerleri	DEK uygulamaları varken elde edilen pik debi değerleri	Fark (%)
2 yıl	35.81	32.27	9.89%
5 yıl	64.92	58.13	10.46%
10 yıl	85.64	77.56	9.43%
25 yıl	113.70	103.31	9.14%
50 yıl	136.91	124.12	9.34%
100 yıl	159.11	144.76	9.02%

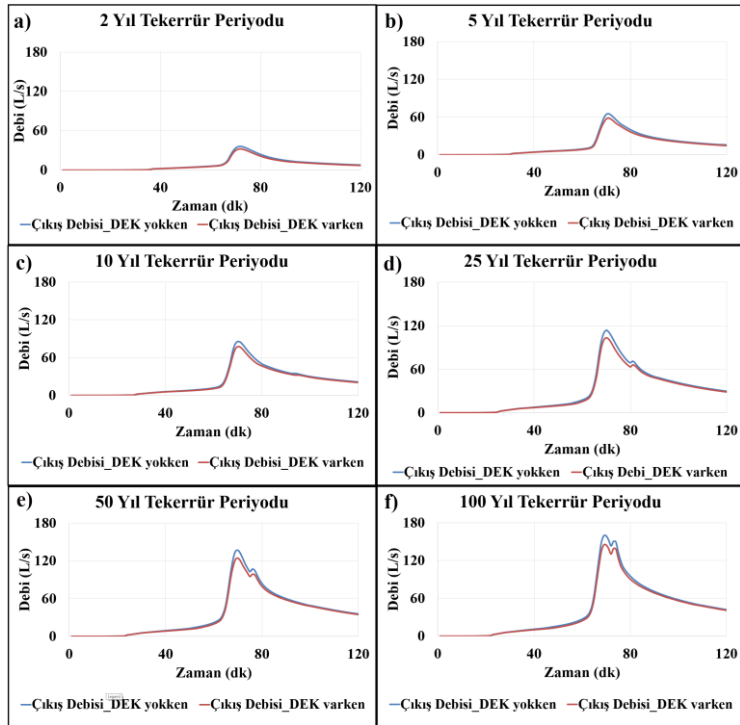
senaryoda çıkış noktasında hesaplanan pik debide azalma olduğu gözlemlenmiştir.

3.2. Askıda Katı Madde (AKM) Konsantrasyonu

Çalışma alanı için literatürden temin edilen parametrelere göre askıda katı madde konsantrasyonu yerleşim alanı arazi kullanımına göre tanımlanmıştır. Yapılan analizler neticesinde çıkan konsantrasyon-zaman grafikleri (polutograflar) DEK uygulanmış ve uygulanmamış halleriyle tekerrür aralıklarına göre Şekil 5'te gösterilmiştir. Ayrıca DEK uygulamalarının etkisini görmek amacıyla Tablo 6'da çıkış noktasında hesaplanan askıda katı madde konsantrasyonlarının pik değerlerinde oluşan farklar gösterilmiştir. Bu bağlamda 2-5-10-25-50 ve 100 yıllık farklı tekerrür periyotları için yapılan analizlerde yüzdesel değişim sırasıyla, %3.85, %3.25, %3.17, %4.80, %4.64, %4.75 olarak hesaplanmıştır. Literatürde DEK uygulamaları ile havzalardaki kirletici konsantrasyonu azaltma uygulamaları yapılmıştır. Lee ve diğ., [35] Güney Kore'de yaptıkları çalışmada üç farklı kanalizasyon sistemi tasarlayıp DEK uygulamalarının farklı kanalizasyon sistemlerinde hem akım hem de kirletici konsantrasyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.

Tablo 6. DEK uygulamaları varken ve yokken elde edilen maksimum AKM konsantrasyon değerleri.

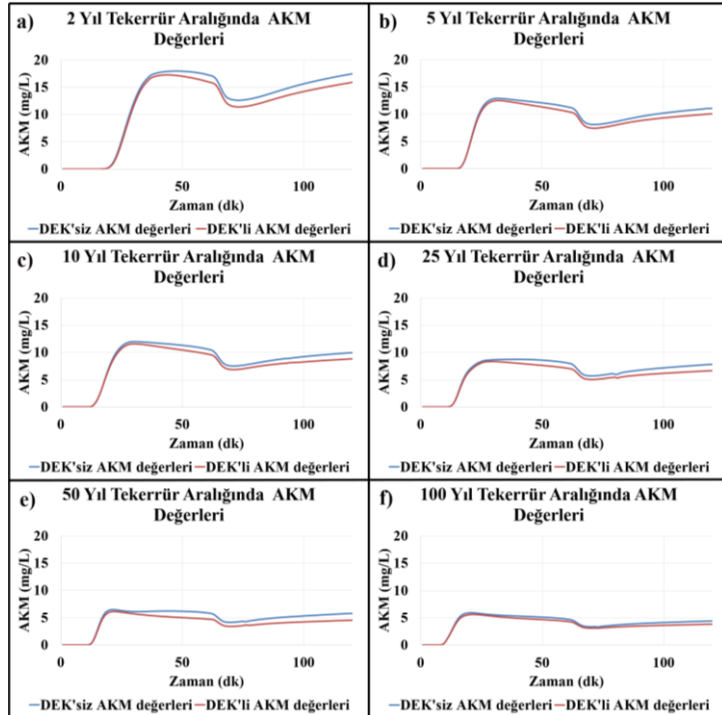
Pik Çıkış Debileri (L/s)			
Senaryolar	DEK uygulamaları yokken elde edilen pik konsantrasyon değerleri	DEK uygulamaları varken elde edilen pik konsantrasyon değerleri	Fark (%)
2 yıl	17.94	17.25	3.85%
5 yıl	12.93	12.51	3.25%
10 yıl	11.97	11.59	3.17%
25 yıl	8.75	8.33	4.80%
50 yıl	6.46	6.16	4.64%
100 yıl	5.89	5.61	4.75%



Şekil 4. Verilen tekerrür aralıklarında, DEK uygulanan ve DEK uygulanmayan senaryolardaki debi-zaman grafikleri (hidrograflar); (a) 2 yıllık tekerrür aralığı, (b) 5 yıllık tekerrür aralığı, (c) 10 yıllık tekerrür aralığı, (d) 25 yıllık tekerrür aralığı, (e) 50 yıllık tekerrür aralığı, (f) 100 yıllık tekerrür aralığı.

Bu çalışmaya paralel olarak, yaptıkları çalışmada DEK uygulaması sonucunda %11 mertebelerinde bir pik kirlenici konsantrasyonu düşüşü ortaya çıkmıştır. Öte yandan, Gülbaz ve Kazezyılmaz-Alhan [4], Sazlıdere havzasında yaptıkları çalışmada DEK uygulamalarının akış ve askıda katı madde üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak pik akım üzerinde %13.61'lik bir düşüş

elde edildiği görülmüştür. Çin'de Jia ve diğ. [6], tarafından yapılan çalışmada kampüs ölçeğinde farklı DEK senaryoları uygulaması yaparak, kampüs drenaj sistemi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçların karşılaştırması yapıldığında ise kullanılan DEK alanları bazında farklılar olmasına rağmen sonuçların birbirinden çok da uzakta olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5. Verilen tekerrür aralıklarında, DEK uygulanan ve DEK uygulanmayan senaryolardaki AKM konsantrasyon-zaman grafikleri (polutograflar); (a) 2 yıllık tekerrür aralığı, (b) 5 yıllık tekerrür aralığı, (c) 10 yıllık tekerrür aralığı, (d) 25 yıllık tekerrür aralığı, (e) 50 yıllık tekerrür aralığı, (f) 100 yıllık tekerrür aralığı

4. Sonuçlar

İstanbul'un Esenyurt ilçesinde TEM otoyoluna yakın bir konumda seçilen çalışma alanı EPA SWMM bilgisayar programı kullanılarak modellenmiştir. Oluşturulan model ile yağış sonrası akışa geçen ve yağmursuyu drenaj sistemi ile toplanan yüzeysel akış miktarı ve askıda katı madde konsantrasyonu hesaplanmıştır. Daha sonra modele Yağmur Varili (YV), Yağmur Bahçesi (YB) ve Geçirimli Kaldırım (GK) gibi DEK uygulamaları entegre edilmiştir. DEK uygulamalarından sonra akış debisi değerlerinde ve askıda katı madde konsantrasyonunda meydana gelen değişimler incelenerek düşük etkili kentleşme uygulamalarının etkisi gösterilmiştir. Bu çalışma kapsamında çalışma alanından elde edilen bulgular ışığında;

- Toplam havza alanının %5-%6'sına tekabül eden DEK uygulaması yapıldığında çıkış noktasındaki önemli oranda pik debi değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir.
- Özellikle DEK uygulamaları sayesinde su kalitesi açısından çalışma alanına uygulanan DEK'lerin çıkış noktasında askıda katı madde oranını düşürdüğü gözlemlenmiştir.
- Binalara uygulanacak yağmur varili sistemleriyle yapılacak olan yağmursuyu hasadı ve yağmur suyunun yeniden kullanımı sayesinde su temini hatlarındaki yükün azaltılabileceği öngörülmektedir.
- Uygun modeller kurularak DEK uygulamaları ile tasarlanacak yaşam alanlarında yağmur drenaj sistemlerinin çapları küçültülüp maliyetin düşürülebileceği öngörülmektedir.

Bütün bu sonuçlar göz önüne alındığında; düşük etkili kentleşme uygulamasının geçirimsiz alanların çok fazla bulunduğu İstanbul gibi büyükşehirlerde de uygulanmasıyla olası taşkın, su basması, sel gibi problemlerin çözümünü kolaylaştıracağı yapılan bu çalışmada gösterilmiştir. Kullanılan 3 adet düşük etkili kentleşme uygulaması sayesinde debi ve AKM değerleri istenilen seviyede düşürülerek bu çalışma için başarı elde edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalar için diğer düşük etkili kentleşme uygulamalarının da dahil edilerek modellenmesiyle daha etkili sonuçlar elde edilmesi veya su kalitesindeki kirlilik ve debi değerlerinin daha da düşürülmesi sağlanabilir.

Teşekkür

Bu çalışma kapsamında, çalışma alanına ait yağmursuyu drenaj planları İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'nden (İSKİ) temin edilmiştir. Ayrıca Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınan 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekerrür aralığına sahip yağışlar kullanılmıştır. Katkılarından dolayı İSKİ'ye ve MGM'ye teşekkür ederiz.

Referanslar

- [1] Almeida, C. M. V. B., Borges, D., Jr., Bonilla, S. H., ve Giannetti, B. F., 2010, "Identifying Improvements in Water Management of Buswashing Stations in Brazil." *Resour. Conserv. Recycling*, 54(11), 821–831, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.01.001>
- [2] Conley, D.J., Paerl, H.W., Howarth, R.W., Boesch, D.F., Seitzinger, S.P., Havens, K.E., Lancelot, C., Likens, G.E., 2009, "Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus", *Science*, 323 (5917), 1014–1015, doi: <https://doi.org/10.1126/science.1167755>
- [3] Xie, M., He, D., Dong, Z., Cheng, Y., 2024, "Storage Scale Assessment of a Low-Impact Development System in a Sponge City", *Water*, 16(10), 77-84, doi: <https://doi.org/10.3390/w16101427>
- [4] Gülbaz, S. ve Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2014, "Investigating Effects of Low Impact Development on Surface Runoff and TSS with a Calibrated Hydrodynamic Model", *La Houille Blanche*, 100(3), 77-84, doi: <https://doi.org/10.1051/lhb/2014031>
- [5] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2012, "Impact of Land Use/Cover Changes on Water Quality and Quantity in a Calibrated Hydrodynamic Model", *10th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE 2012)*, Ankara, Türkiye.
- [6] Jia, H., Yao, H., Tang, Y., Yu, S., Field, R., ve Tafuri, A., 2015, "LID-BMPs Planning For Urban Runoff Control and The Case Study in China", *Journal of Environmental Management*, 149, 65-76, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.003>
- [7] Ekmekçioğlu, Ö., Yılmaz, M., Özger, M., Tosunoğlu, F., 2021, "Investigation of the Low Impact Development Strategies for Highly Urbanized Area via Auto-Calibrated Storm Water Management Model (SWMM)", *Water Science & Technology*, 84 (9), 2194, doi: 10.2166/wst.2021.432
- [8] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2017, "Experimental investigation on hydrologic performance of LID with rainfall-watershed-bioretenion system", *Journal of Hydrologic Engineering*, 22 (1), D4016003, doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0001450](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001450)
- [9] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2017, "Hydrological model of LID with rainfall-watershed-bioretenion system", *Water Resources Management*, 31, 1931-1946, doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1622-9>
- [10] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., Copty, N.K., 2015, "Evaluation of heavy metal removal capacity of

- bioretention systems”, *Water, Air, & Soil Pollution*, 226, article number 376, doi: <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2640-y>
- [11] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., Temür, R., 2019, “Development of an empirical formula for estimation of bioretention outflow rate”, *Water Sa*, 45 (2), 209-215, doi: <https://doi.org/10.4314/wsa.v45i2.07>
- [12] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2017, “Düşük etkili kentleşme uygulaması: Biyotutmanın hidrolojik performansının deneysel modellerle araştırılması”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23 (9), 1041-1048, doi: <https://doi.org/10.5505/pajes.2017.54531>
- [13] United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2000, “Low Impact Development (LID), A Literature Review”. *EPA-841-B-00-005*. USEPA Office of Water: Washington, D.C
- [14] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., 2018, “Impact of LID implementation on water quality in Alibeyköy watershed in Istanbul, Turkey”, *Environmental Processes*, 5 (Suppl 1), 201-212, doi: <https://doi.org/10.1007/s40710-018-0318-3>
- [15] Gülbaz, S., 2020, “Water quality model for non-point source pollutants incorporating bioretention with EPA SWMM”, *Desalination and Water Treatment*, 164, 111-120, doi: <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24684>
- [16] Gülbaz, S., and Kazezyılmaz Alhan, C.M., Nasirzadehdizaji, R., and Dikici, M., 2017, “A calibrated hydrological model for Alibeyköy Watershed in Istanbul, Turkey incorporating LID implementation”, *Fresenius Environ. Bull.*, 26, 6112–6120.
- [17] Gülbaz, S., Kazezyılmaz-Alhan, C.M., Kaya, Y., 2018, “Düşük Etkili Kentleşme Uygulamalarının Yüzeysel Akışa Etkisi: İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü Örneği”, *İklim Değişikliği ve Çevre*, 3 (1), 45-50.
- [18] Zhang, X., Chen, L., Guo, C., Jia, H., ve Shen, Z., 2023, “Two-Scale Optimal Management Of Urban Runoff By Linking Lids And Landscape Configuration”. *Journal of Hydrology*, 620, 129332, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129332>
- [19] Arjenaki, M. O., Sanayei, H. R. Z., Mahabadi, N. A., 2020, “Modeling and investigating the effect of the LID methods on collection network of urban runoff using the SWMM model (case study: Shahrekord City)”, *Modeling Earth Systems and Environment*, 7, 1-16, doi: <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00870-2>
- [20] Bai, Y., Zhao, N., Zhang, R., Zeng, X., 2018, “Storm Water Management of Low Impact Development in Urban Areas Based on SWMM”, *Water*, 11, doi: <https://doi.org/10.3390/w11010033>
- [21] Lee, J. M., Park, M., Min, J-H., Kim, J., Lee, J., Jang, H. ve Na, E. H., 2022, “Evaluation of SWMM-LID Modeling Applicability Considering Regional Characteristics for Optimal Management of Non-Point Pollutant Sources” ,*Sustainability* 2022, 14, 14662, doi: <https://doi.org/10.3390/su142114662>
- [22] Zhu, X., Huang, B., Yao, B., Wang, S., Chen, S., & Zheng, J. (2012). Research for Combined Drainage Networks in Chuanfang river basin of Kunming City based on SWMM. *Applied Mechanics and Materials*, 170-173, 2380-2385. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.170-173.2380>
- [23] Mancipe-Munoz N. A., Buchberger, S. G., Suidan M. T., Lu T., 2014, “Calibration of Rainfall-Runoff Model in Urban Watersheds for Stormwater Management Assessment”, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 140(6), doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000382](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000382)
- [24] Campisano, A., Catania, F. V., ve Modica, C., 2017, “Evaluating the SWMM LID Editor Rain Barrel Option for The Estimation of Retention Potential of Rainwater Harvesting Systems”, *Urban Water Journal*, 14(8), 876-881. doi: <https://doi.org/10.1080/1573062X.2016.1254259>
- [25] Sousa, B.J.D.O., Mattos, T.S., Taffarelo D., Mendiondo E.M., Vasconcelos, J.G., Oliveira, P.T.S., 2024, “Low-Impact Development Scenarios in terms of Construction Costs and Runoff Reduction”, *Journal of Hydrologic Engineering*, 29(1), 129809, doi: <https://doi.org/10.1061/JHYEFF.HEENG-6059>
- [26] Movahedinia, M., Shahdany, S.M.H., ve Barakhasi, F., 2022, “Integrated Approach for Low Impact Development Locating in Dense Residential Areas Based on Sustainable Development Criteria”, *Water Science & Technology*, 86(6), 1590, doi: 10.2166/wst.2022.290
- [27] Zhou, Q., Feng, J., ve Feng, W., 2023, “How Does Flow Connection Path and Vertical Spatial Layout of LIDs Affect Urban Runoff? A New LID Construction Method Based on Refined Landuse and Hydrologic Characterization”, *Journal of Hydrology*, 623, 129809, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.129809>
- [28] Rossman, L.A., 2010, “Storm Water Management Model, User’s Manual, Version 5”. Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio, U.S. Environmental Protection Agency, *EPA/600/R-05/040*.

- [29] Huber, W.C. and Dickinson, R. E., 1988, “*Storm Water Management Model, Version 4, User’s Manual*”. Athens, GA. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency (EPA).
- [30] Ponce, V. M., 1989, “*Engineering Hydrology: Principles and Practices*”. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J.
- [31] USEPA, 2016, “Storm Water Management Model Reference Manuel, Vol III – Water Quality, *EPA/600/R-16/093*, National Risk Management Laboratory Office of Research and Development U.S Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.
- [32] Tu, M. C. ve Smith P., 2018, “Modeling Pollutant Buildup and Washoff Parameters for SWMM based on Land Use in a Semiarid Urban Watershed”, *Water,Air & Soil Pollution*, Volume 229, 121, <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3777-2>
- [33] Chow, M. F., Yusop, Z., Toriman, M. E., 2012, “Modelling Runoff Quantity And Quality in Tropical Urban Catchments Using Storm Water Management Model”, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9, 737–748, doi: <https://doi.org/10.1007/s13762-012-0092-0>
- [34] Osheen, Mitthan L.K. & Deepak S.B., 2024, “Enhancing Urban Drainage Infrastructure Through Implementation of Low Impact Development Techniques”, *Water Resources Management*, doi: <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03877-x>
- [35] Lee, J.M., Park, M., Min, J.-H., Kim, J., Lee, J., Jang, H., Na, E.H., 2022, “Evaluation of SWMM-LID Modeling Applicability Considering Regional Characteristics for Optimal Management of Non-Point Pollutant Sources”, *Sustainability*, 14, 14662, doi: <https://doi.org/10.3390/>

INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING TECHNOLOGIES-IJET

Guide for Authors

The **International Journal of Engineering Technologies (IJET)** seeks to promote and disseminate knowledge of the various topics of engineering technologies. The journal aims to present to the international community important results of work in the fields of engineering such as imagining, researching, planning, creating, testing, improving, implementing, using and asking. The journal also aims to help researchers, scientists, manufacturers, institutions, world agencies, societies, etc. to keep up with new developments in theory and applications and to provide alternative engineering solutions to current.

The *International Journal of Engineering Technologies* is a quarterly published journal and operates an online submission and peer review system allowing authors to submit articles online and track their progress via its web interface. The journal aims for a publication speed of **60 days** from submission until final publication.

The coverage of IJET includes the following engineering areas, but not limited to:

All filed of engineering such as;

Chemical engineering

- Biomolecular engineering
- Materials engineering
- Molecular engineering
- Process engineering

Civil engineering

- Environmental engineering
- Geotechnical engineering
- Structural engineering
- Transport engineering
- Water resources engineering

Electrical engineering

- Computer engineering
- Electronic engineering
- Optical engineering
- Power engineering

Mechanical engineering

- Acoustical engineering
- Manufacturing engineering
- Thermal engineering
- Vehicle engineering

Systems (interdisciplinary) engineering

- Aerospace engineering
- Agricultural engineering
- Applied engineering
- Biological engineering
- Building services engineering
- Energy engineering
- Railway engineering
- Industrial engineering
- Mechatronics
- Military engineering
- Nano engineering
- Nuclear engineering
- Petroleum engineering

Types of Articles submitted should be original research papers, not previously published, in one of the following categories,

- Applicational and design studies.
- Technology development,
- Comparative case studies.
- Reviews of special topics.
- Reviews of work in progress and facilities development.
- Survey articles.
- Guest editorials for special issues.

Ethic Responsibilities

The publication of an article in peer-reviewed “*International Journal of Engineering Technologies*” is an essential building block in the development of a coherent and respected network of knowledge. It is a direct reflection of the quality of the work. Peer-reviewed articles support and embody the scientific method. It is therefore important to agree upon standards of expected ethical behavior for all parties involved in the act of publishing: the author, the journal editor, the peer reviewer, the publisher and the society of society-owned or sponsored journals.

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work.

Submission of an article implies that the work described has not been published previously that it is not under consideration for publication elsewhere. The submission should be approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder.

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a “Copyright Form”. Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a “Copyright Form” form or a link to the online version of this agreement.

Author Rights

As a journal author, you retain rights for a large number of author uses, including use by your employing institute or company. These rights are retained and permitted without the need to obtain specific permission from *IJET*. These include:

- ❖ The right to make copies (print or electronic) of the journal article for your own personal use, including for your own classroom teaching use;
- ❖ The right to make copies and distribute copies (including via e-mail) of the journal article to research colleagues, for personal use by such colleagues for scholarly purposes;
- ❖ The right to post a pre-print version of the journal article on internet web sites including electronic pre-print servers, and to retain indefinitely such version on such servers or sites for scholarly purposes
- ❖ the right to post a revised personal version of the text of the final journal article on your personal or institutional web site or server for scholarly purposes
- ❖ The right to use the journal article or any part thereof in a printed compilation of your works, such as collected writings or lecture notes.

Article Style

Authors must strictly follow the guide for authors, or their articles may be rejected without review. Editors reserve the right to adjust the style to certain standards of uniformity. Follow Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Theory/Calculation, Conclusions, Acknowledgements, References order when typing articles. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. Collate

acknowledgements in a separate section at the end of the article and do not include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise.

Abstract and Keywords:

Enter an abstract of up to 250 words for all articles. This is a concise summary of the whole paper, not just the conclusions, and is understandable without reference to the rest of the paper. It should contain no citation to other published work. Include up to six keywords that describe your paper for indexing purposes.

Abbreviations and Acronyms:

Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even if they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title unless they are unavoidable.

Text Layout for Peer Review:

Use single column layout, double spacing and wide (3 cm) margins on white paper at the peer review stage. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Present tables and figure legends in the text where they are related and cited. Number all pages consecutively; use 12 pt font size and standard fonts; Times New Roman, Helvetica, or Courier is preferred.

Research Papers should not exceed 12 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.

Technical Notes and Letters should not exceed 2,000 words.

Reviews should not exceed 20 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.

Equations:

Number equations consecutively with equation numbers in parentheses flush with the right margin, as in (1). To make equations more compact, you may use the solidus (/), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use an dash (–) rather than a hyphen for a minus sign. Use parentheses to avoid ambiguities in denominators. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in

$$C = a + b \tag{1}$$

Symbols in your equation should be defined before the equation appears or immediately following. Use “Eq. (1)” or “equation (1),” while citing.

Figures and Tables:

All illustrations must be supplied at the correct resolution:

- * Black and white and colour photos - 300 dpi
- * Graphs, drawings, etc - 800 dpi preferred; 600 dpi minimum
- * Combinations of photos and drawings (black and white and color) - 500 dpi

In addition to using figures in the text, upload each figure as a separate file in either .tiff or .eps format during submission, with the figure number.

Table captions should be written in the same format as figure captions; for example, “Table 1. Appearance styles.”. Tables should be referenced in the text unabbreviated as “Table 1.”

References:

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and viceversa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. Citation of a reference as “in press” implies that the item has been accepted for publication. Number citations consecutively in square brackets [1]. Punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]. Use “Ref. [3]” or Reference [3]” at the beginning of a sentence: “Reference [3] was ...”. Give all authors’ names; use “et al.” if there are six authors or more. For papers published in translated journals, first give the English citation, then the original foreign-language citation.

Books

- [1] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford:Clarendon Press, 1892, pp.68-73.

Journals

- [2] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface”, *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740-741, August 1987.

Conferences

- [3] Çolak I., Kabalci E., Bayindir R., and Sagiroglu S, “The design and analysis of a 5-level cascaded voltage source inverter with low THD”, *2nd PowerEng Conference*, Lisbon, pp. 575-580, 18-20 March 2009.

Reports

- [4] IEEE Standard 519-1992, Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1993.

Text Layout for Accepted Papers:

A4 page margins should be margins: top = 24 mm, bottom = 24 mm, side = 15 mm. Main text should be given in two column. The column width is 87mm (3.425 in). The space between the two columns is 6 mm (0.236 in). Paragraph indentation is 3.5 mm (0.137 in). Follow the type sizes specified in Table. Position figures and tables at the tops and bottoms of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be centred below the figures; table captions should be centred above. Avoid placing figures and tables before their first mention in the text. Use the abbreviation “Fig. 1,” even at the beginning of a sentence.

Type size (pts.)	Appearance		
	Regular	Bold	<i>Italic</i>
10	Authors' affiliations, Section titles, references, tables, table names, first letters in table captions, figure captions, footnotes, text subscripts, and superscripts	Abstract	
12	Main text, equations, Authors' names, ^a		<i>Subheading (1.1.)</i>
24	Paper title		

Submission checklist:

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's Editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item. Ensure that the following items are present:

- ❖ One Author designated as corresponding Author:
 - E-mail address
 - Full postal address
 - Telephone and fax numbers
- ❖ All necessary files have been uploaded
- Keywords: a minimum of 4
- All figure captions (supplied in a separate document)
- All tables (including title, description, footnotes, supplied in a separate document)
- ❖ Further considerations
 - Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
 - References are in the correct format for this journal
 - All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
 - Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
 - Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print.

Article Template Containing Author Guidelines for Peer-Review

First Author*, Second Author**‡, Third Author***

*Department of First Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

**Department of Second Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

***Department of Third Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

(First Author Mail Address, Second Author Mail Address, Third Author Mail Address)

‡ Corresponding Author; Second Author, Postal address, Tel: +90 312 123 4567, Fax: +90 312 123 4567, corresponding@affl.edu

Received: xx.xx.xxxx Accepted:xx.xx.xxxx

Abstract- Enter an abstract of up to 250 words for all articles. This is a concise summary of the whole paper, not just the conclusions, and is understandable without reference to the rest of the paper. It should contain no citation to other published work. Include up to six keywords that describe your paper for indexing purposes. Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even if they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title unless they are unavoidable.

Keywords- Keyword1; keyword2; keyword3; keyword4; keyword5.

2. Introduction

Authors should any word processing software that is capable to make corrections on misspelled words and grammar structure according to American or Native English. Authors may get help by from word

processor by making appeared the paragraph marks and other hidden formatting symbols. This sample article is prepared to assist authors preparing their articles to IJET.

Indent level of paragraphs should be 0.63 cm (0.24 in) in the text of article. Use single column layout, double-spacing and wide (3 cm) margins on white paper at the peer review stage. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Present tables and figure legends in the text where they are related and cited. Number all pages consecutively; use 12 pt font size and standard fonts; Times New Roman, Helvetica, or Courier is preferred. Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given. Example: "..... as demonstrated [3, 6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result"

IJET accepts submissions in three styles that are defined as Research Papers, Technical Notes and Letter, and Review paper. The requirements of paper are as listed below:

- Research Papers should not exceed 12 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.
- Technical Notes and Letters should not exceed 2,000 words.
- Reviews should not exceed 20 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.

Authors are requested write equations using either any mathematical equation object inserted to word processor or using independent equation software. Symbols in your equation should be defined before the equation appears or immediately following. Use "Eq. (1)" or "equation (1)," while citing. Number equations consecutively with equation numbers in parentheses flush with the right margin, as in Eq. (1). To make equations more compact, you may use the solidus (/), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use an dash (–) rather than a hyphen for a minus sign. Use parentheses to avoid ambiguities in denominators. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in

$$C = a + b \tag{1}$$

Section titles should be written in bold style while sub section titles are italic.

3. Figures and Tables

3.1. Figure Properties

All illustrations must be supplied at the correct resolution:

- Black and white and colour photos - 300 dpi
- Graphs, drawings, etc - 800 dpi preferred; 600 dpi minimum
- Combinations of photos and drawings (black and white and colour) - 500 dpi

In addition to using figures in the text, Authors are requested to upload each figure as a separate file in either .tiff or .eps format during submission, with the figure number as Fig.1., Fig.2a and so on. Figures are cited as “Fig.1” in sentences or as “Figure 1” at the beginning of sentence and paragraphs. Explanations related to figures should be given before figure. Figures and tables should be located at the top or bottom side of paper as done in accepted article format.



Figure 1. Engineering technologies.

Table captions should be written in the same format as figure captions; for example, “Table 1. Appearance styles.”. Tables should be referenced in the text unabbreviated as “Table 1.”

Table 1. Appearance properties of accepted manuscripts

Type size (pts.)	Appearance		
	Regular	Bold	<i>Italic</i>
10	Authors’ affiliations, Abstract, keywords, references, tables, table names, figure captions, footnotes, text subscripts, and superscripts	Abstract	
12	Main text, equations, Authors’ names, Section titles		<i>Subheading (1.1.)</i>
24	Paper title		

4. Submission Process

The *International Journal of Engineering Technologies* operates an online submission and peer review system that allows authors to submit articles online and track their progress via a web interface. Articles that are prepared referring to this template should be controlled according to submission checklist given in “Guide f Authors”. Editor handles submitted articles to IJET primarily in order to control in terms of compatibility to aims and scope of Journal.

Articles passed this control are checked for grammatical and template structures. If article passes this control too, then reviewers are assigned to article and Editor gives a reference number to paper. Authors registered to online submission system can track all these phases.

Editor also informs authors about processes of submitted article by e-mail. Each author may also apply to Editor via online submission system to review papers related to their study areas. Peer review is a critical element of publication, and one of the major cornerstones of the scientific process. Peer Review serves two key functions:

- Acts as a filter: Ensures research is properly verified before being published
- Improves the quality of the research

5. Conclusion

The conclusion section should emphasize the main contribution of the article to literature. Authors may also explain why the work is important, what are the novelties or possible applications and extensions. Do not replicate the abstract or sentences given in main text as the conclusion.

Acknowledgements

Authors may acknowledge to any person, institution or department that supported to any part of study.

References

- [1] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford:Clarendon Press, 1892, pp.68-73. (Book)
- [2] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*, New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4. (Book Chapter)
- [3] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface", *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740-741, August 1987. (Article)
- [4] E. Kabalcı, E. Irmak, I. Çolak, "Design of an AC-DC-AC converter for wind turbines", *International Journal of Energy Research*, Wiley Interscience, DOI: 10.1002/er.1770, Vol. 36, No. 2, pp. 169-175. (Article)
- [5] I. Çolak, E. Kabalci, R. Bayindir R., and S. Sagiroglu, "The design and analysis of a 5-level cascaded voltage source inverter with low THD", *2nd PowerEng Conference*, Lisbon, pp. 575-580, 18-20 March 2009. (Conference Paper)
- [6] IEEE Standard 519-1992, Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems, *The Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 1993. (Standards and Reports)

Article Template Containing Author Guidelines for Accepted Papers

First Author*, Second Author**[‡], Third Author***

*Department of First Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

**Department of Second Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

***Department of Third Author, Faculty of First Author, Affiliation of First Author, Postal address

(First Author Mail Address, Second Author Mail Address, Third Author Mail Address)

[‡] Corresponding Author; Second Author, Postal address, Tel: +90 312 123 4567,

Fax: +90 312 123 4567, corresponding@affl.edu

Received: xx.xx.xxxx Accepted:xx.xx.xxxx

Abstract- Enter an abstract of up to 250 words for all articles. This is a concise summary of the whole paper, not just the conclusions, and is understandable without reference to the rest of the paper. It should contain no citation to other published work. Include up to six keywords that describe your paper for indexing purposes. Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even if they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, sc, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title unless they are unavoidable.

Keywords Keyword1, keyword2, keyword3, keyword4, keyword5.

1. Introduction

Authors should use any word processing software that is capable to make corrections on misspelled words and grammar structure according to American or Native English. Authors may get help by using word processor by making sure the paragraph marks and other hidden formatting symbols are visible. This sample article is prepared to assist authors preparing their articles to IJET.

Indent level of paragraphs should be 0.63 cm (0.24 in) in the text of article. Use single column layout, double-spacing and wide (3 cm) margins on white paper at the peer review stage. Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Present tables and figure legends in the text where they are related and cited. Number all pages consecutively; use 12 pt font size and standard fonts; Times New Roman, Helvetica, or Courier is preferred. Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given. Example: "..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result"

IJET accepts submissions in three styles that are defined as Research Papers, Technical Notes and Letter, and Review paper. The requirements of paper are as listed below:

- Research Papers should not exceed 12 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.
- Technical Notes and Letters should not exceed 2,000 words.
- Reviews should not exceed 20 printed pages in two-column publishing format, including figures and tables.

Authors are requested to write equations using either any mathematical equation object inserted to word processor or using independent equation software. Symbols in your equation should be defined before the equation appears or immediately following. Use "Eq. (1)" or "equation (1)," while citing. Number equations consecutively with equation numbers in parentheses flush with the right margin, as in Eq. (1). To make equations more compact, you may use the solidus (/), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use an dash (-) rather than a hyphen for a

minus sign. Use parentheses to avoid ambiguities in denominators. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in

$$C = a + b \quad (1)$$

Section titles should be written in bold style while sub section titles are italic.

6. Figures and Tables

6.1. Figure Properties

All illustrations must be supplied at the correct resolution:

- Black and white and colour photos - 300 dpi
- Graphs, drawings, etc - 800 dpi preferred; 600 dpi minimum
- Combinations of photos and drawings (black and white and colour) - 500 dpi

In addition to using figures in the text, Authors are requested to upload each figure as a separate file in either .tiff or .eps format during submission, with the figure number as Fig.1., Fig.2a and so on. Figures are cited as “Fig.1” in

sentences or as “Figure 1” at the beginning of sentence and paragraphs. Explanations related to figures should be given before figure.



Fig. 1. Engineering technologies.

Figures and tables should be located at the top or bottom side of paper as done in accepted article format. Table captions should be written in the same format as figure captions; for example, “Table 1. Appearance styles.”. Tables should be referenced in the text unabbreviated as “Table 1.”

Table 1. Appearance properties of accepted manuscripts

Type size (pts.)	Appearance		
	Regular	Bold	<i>Italic</i>
10	Main text, section titles, authors’ affiliations, abstract, keywords, references, tables, table names, figure captions, equations, footnotes, text subscripts, and superscripts	Abstract-	<i>Subheading (1.1.)</i>
12	Authors’ names,		
24	Paper title		

6.2. Text Layout for Accepted Papers

A4 page margins should be margins: top = 24 mm, bottom = 24 mm, side = 15 mm. The column width is 87mm (3.425 in). The space between the two columns is 6 mm (0.236 in). Paragraph indentation is 3.5 mm (0.137 in). Follow the type sizes specified in Table. Position figures and tables at the tops and bottoms of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be centred below the figures; table captions should be centred above. Avoid placing figures and tables before their first mention in the text. Use the abbreviation “Fig. 1,” even at the beginning of a sentence.

7. Submission Process

The International Journal of Engineering Technologies operates an online submission and peer review system that allows authors to submit articles online and track their progress via a web interface. Articles that are prepared referring to this template should be controlled according to submission checklist given in “Guide f Authors”. Editor handles submitted articles to IJET primarily in order to control in terms of compatibility to aims and scope of Journal. Articles passed this control are checked for grammatical and template structures. If article passes this control too, then reviewers are assigned to article and Editor gives a reference number to paper. Authors registered to online submission system can track all these phases. Editor also informs authors about processes of submitted article by e-mail. Each author may also apply to Editor via online

submission system to review papers related to their study areas. Peer review is a critical element of publication, and one of the major cornerstones of the scientific process. Peer Review serves two key functions:

- Acts as a filter: Ensures research is properly verified before being published
- Improves the quality of the research

8. Conclusion

The conclusion section should emphasize the main contribution of the article to literature. Authors may also explain why the work is important, what are the novelties or possible applications and extensions. Do not replicate the abstract or sentences given in main text as the conclusion.

Acknowledgements

Authors may acknowledge to any person, institution or department that supported to any part of study.

References

- [7] J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford:Clarendon Press, 1892, pp.68-73. (Book)
- [8] H. Poor, An Introduction to Signal Detection and Estimation, New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4. (Book Chapter)
- [9] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, "Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface", IEEE Transl. J. Magn. Japan, vol. 2, pp. 740-741, August 1987. (Article)
- [10] E. Kabalcı, E. Irmak, I. Çolak, "Design of an AC-DC-AC converter for wind turbines", International Journal of Energy Research, Wiley Interscience, DOI: 10.1002/er.1770, Vol. 36, No. 2, pp. 169-175. (Article)
- [11] I. Çolak, E. Kabalcı, R. Bayindir R., and S. Sagioglu, "The design and analysis of a 5-level cascaded voltage source inverter with low THD", 2nd PowerEng Conference, Lisbon, pp. 575-580, 18-20 March 2009. (Conference Paper)
- [12] IEEE Standard 519-1992, Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993. (Standards and Reports)

**INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING TECHNOLOGIES (IJET)
COPYRIGHT AND CONSENT FORM**

This form is used for article accepted to be published by the IJET. Please read the form carefully and keep a copy for your files.

TITLE OF ARTICLE (hereinafter, "The Article"):

.....
.....
.....

LIST OF AUTHORS:

.....
.....
.....

CORRESPONDING AUTHOR'S ("The Author") NAME, ADDRESS, INSTITUTE AND EMAIL:

.....
.....
.....

COPYRIGHT TRANSFER

The undersigned hereby transfers the copyright of the submitted article to International Journal of Engineering Technologies (the "IJET"). The Author declares that the contribution and work is original, and he/she is authorized by all authors and/or grant-funding agency to sign the copyright form. Author hereby assigns all including but not limited to the rights to publish, distribute, reprints, translates, electronic and published derivatives in various arrangements or any other versions in full or abridged forms to IJET. IJET holds the copyright of Article in its own name.

Author(s) retain all rights to use author copy in his/her educational activities, own websites, institutional and/or funder's web sites by providing full citation to final version published in IJET. The full citation is provided including Authors list, title of the article, volume and issue number, and page number or using a link to the article in IJET web site. Author(s) have the right to transmit, print and share the first submitted copies with colleagues. Author(s) can use the final published article for his/her own professional positions, career or qualifications by citing to the IJET publication.

Once the copyright form is signed, any changes about the author names or order of the authors listed above are not accepted by IJET.

Authorized/Corresponding Author

Date/ Signature