



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2021, Volume (Cilt): 4, Number (Sayı): 1

Dergi Sahibi

Prof. Dr. Turgay UZUN

Rektör

Editor in Chief

(Baş editör)

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN

Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE

Editors

(Editörler)

Prof. Dr. Coşkun ÖZALP

Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN

Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ORDU

Ar. Gör. Mustafa SÖYLER

Ar. Gör. Onur BOR

Ar. Gör. Didem DEMİR KARAKUŞ

Language Editor

Dil Editörü

Dr. Öğretim Üyesi Seda ERMiŞ

Statistics Editors

İstatistik Editörleri

Doç. Dr. Şenol ÇELİK

Dr. Hatice HIZLI



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural And Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Editorial Board

(Editör Kurulu)

Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	alpaslandayangac@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Güray ERENER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, SAMSUN	gerener@omu.edu.tr
Prof. Dr. Hasan Basri İLA	Çukurova Üniversitesi, ADANA	ila@cu.edu.tr
Prof. Dr. Hüsniye Aka SAĞLIKER	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	hasaglikler@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ	Çukurova Üniversitesi, ADANA	mbilgili@cu.edu.tr
Prof. Dr. Khalid JAVED	University of Veterinary and Animal Sciences, PAKİSTAN	javeddrkhalid@yahoo.com
Prof. Dr. Kyung-WOO LEE	Konkuk University, Seoul, SOUTH KOREA	kyungwoolee@hotmail.com
Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Kırşehir Ahievran Üniversitesi, KIRŞEHİR	isa.coskun@ahievran.edu.tr
Doç. Dr. Hande DEMİR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	handedemir@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Murat FARSAK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	muratfarsak@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Murat KÖKSAL	Cumhuriyet Üniversitesi, SİVAS	mkoksal@cumhuriyet.edu.tr
Doç. Dr. Mustafa SEVİNDİK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	mustafasevindik@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	aysetulinoz@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA	dozcan@cu.edu.tr
Doç. Dr. Mustafa ÖZCANLI	Çukurova Üniversitesi, ADANA	ozcanli@cu.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Hediye Kirli AKIN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	hediyekin@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Tarık BARAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	tarikbaran@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Behçet DÜNDAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	behcetdundar@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Cennet ESKAL	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	cenneteskal@osmaniy.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Sevda İNAN	Namık Kemal Üniversitesi, TEKİRDAĞ	sevdainan@nku.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Aybüke LEBA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	aybukeleba@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Betül GIDİK	Bayburt Üniversitesi, BAYBURT	betulgidik@bayburt.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Dilek TEKDAL	Mersin Üniversitesi, MERSİN	dilektekdal@mersin.edu.tr
Dr. Muhammad SAEED	Cholistan University, PAKİSTAN	muhammad.saeed@nwafu.edu.cn
Dr. Mihaela SARACILA	National Research-Development Institute for Animal Biology and Nutrition, ROMANIA	mihaela.saracila@yahoo.com
Dr. Elena SIZOVA	Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, RUSSIA	sizova.178@yandex.ru



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences (OKU Journal of Nat. & App. Sci) is a peer-reviewed journal.

Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences is published three times in a year (March, July and December).

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (OKÜ Fen Bil. Enst. Dergisi) hakemli bir dergidir.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi yılda 3 kez yayınlanmaktadır (Mart, Temmuz ve Aralık).

Correspondence Address (Dergi İçin Yazışma Adresi):

Assoc. Prof. Dr. Tugay AYASAN (Editor in Chief)

Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye-TURKEY

e-mail: tugayayasan@osmaniye.edu.tr; tayasan@gmail.com



The referees list (Hakem listesi)

Year 2021, Volume 4, Issue 1 list of referees is given below.
(2021 yılı, Cilt 4, Sayı 1'deki hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir).

(in Degree and Alphabetical order /Unvan ve Alfabetik sıralı)

Hakemler	Kurum
Prof. Dr. Mehmet Fatih ATAY	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Mikail BAYLAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Nigar Yarpuz BOZDOĞAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Nuh OCAK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, SAMSUN
Prof. Dr. Serkan SELLİ	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Prof. Dr. Yasin VAROL	Fırat Üniversitesi, ELAZIĞ
Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE
Doç. Dr. Mehmet BARAN	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, ANKARA
Doç. Dr. Memiş BOLACALI	Siirt Üniversitesi Veteriner Fakültesi, SİİRT
Doç. Dr. Fuat BOZOK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, KIRŞEHİR
Doç. Dr. Turgay DİNDAROĞLU	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K. MARAŞ
Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE
Doç. Dr. Cuma KARAKUŞ	İskenderun Teknik Üniversitesi, İSKENDERUN
Doç. Dr. Osman OLGUN	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, KONYA
Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE
Dr. Öğretim Üyesi Fatih ABUT	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa AÇIKKAR	Adana Alpaslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, ADANA
Dr. Öğretim Üyesi Hediye Kırli AKIN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE
Dr. Öğretim Üyesi Süleyman Kamil AKIN	KTO Karatay Üniversitesi, KONYA
Dr. Öğretim Üyesi Gökhan ARSLAN	Atatürk Üniversitesi, ERZURUM
Dr. Öğretim Üyesi Duygu BUDAK	Aksaray Üniversitesi, AKSARAY
Dr. Öğretim Üyesi Süleyman ÇALIŞLAR	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K. MARAŞ
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa EKEN	Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, K. MARAŞ
Dr. Öğretim Üyesi Fırat EKİNCİ	Adana Alpaslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, ADANA
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Tahir ERDİNÇ	Tarsus Üniversitesi, TARSUS
Dr. Öğretim Üyesi Esra GÜRSOY	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, AĞRI
Dr. Öğretim Üyesi Duygu HİDİROĞLU	Mersin Üniversitesi, MERSİN
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU	Kilis 7 Aralık Üniversitesi, KİLİS
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet YILMAZ	Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, Ş. URFA
Dr. Öğretim Üyesi AYDIN ÜNLÜOĞLU	Dokuz Eylül Üniversitesi, İZMİR
Öğretim Gör. Abdullah CEM AĞAÇAYAK	Konya Teknik Üniversitesi, KONYA
Ar. Gör. Dr. Pınar AMBARCIOĞLU	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, HATAY
Ar. Gör. Dr. Barış ATA	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Ar. Gör. Dr. Elifcan GÖÇMEN	Çukurova Üniversitesi, ADANA
Ar. Gör. Seda CEYLAN	Adana Alpaslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, ADANA
Ar. Gör. Mehmet Haşim KISA	Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, KARABÜK



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2021, Volume (Cilt): 4, Number (Sayı): 1

CONTENTS (İçindekiler)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)	Sayfalar
<p>Hüseyin İNCE, Nuri ERDEM, Yener TÜREN, F. Engin TOMBUŞ, İ. Murat OZULU Geriden Kestirme Noktasında Ölçülen 100°'dan Büyük Açıların Collins Yönteminde İncelenmesi <i>An Investigation of Large Angles From 100° Measured at The Resection Point in The Collins Method</i> 10.47495/okufbed.800689</p>	1-7
<p>Muhammad FARHAN IQBAL, Muhammad FARHAB, Umar FAROOQ, Ayesha QADRY⁴ Passion Fruit Marmalade Recipe with and without Seeds in Colombia, South America <i>Kolombiya ile Güney Amerika'daki Çekirdekli ve Çekirdeksiz Marmelat Tarifi</i> 10.47495/okufbed.789110</p>	8-16
<p>Mehmet BİLGİLİ Küçük Kapasiteli, Yatay Eksenli ve Akış Hızlandırıcılı Rüzgar Türbinlerinin Performans Analizi <i>Performance Analysis of Small Capacity, Horizontal Axis and Flow Accelerator Wind Turbines</i> 10.47495/okufbed.811615</p>	17-26
<p>Burcu ALATEPELİ Enterprise Resource Planning System Selection with Multi-Criteria Decision Making Techniques <i>Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi Seçimi</i> 10.47495/okufbed.828479</p>	27-32
<p>Selin KASIMOĞLU, Gülce DEMİR, Berrak Pınar YAZ, Durdu Hakan UTKU An Application: A Model with Sequence Dependent Setup Times for Parallel Machines for the Die House Station in a White Goods Manufacturing Company <i>Bir Uygulama: Bir Beyaz Eşya Üretim Firmasının Boyahane Bölümünde Paralel Makineler için Sıraya Bağlı Kurulum Sürelerini İçeren bir Model</i> 10.47495/okufbed.779834</p>	33-44
<p>Rohullah JAMAL, S. Bahadır YÜKSEL Geleneksel Donatılı Bağ Kirişlerinin Kapasite Tasarım Üzerine Parametrik bir Çalışma <i>A Parametric Study on the Capacity Design of Conventional Reinforcement Coupling Beams</i> 10.47495/okufbed.810284</p>	45-59
<p>Burcu YEŞİLBUDAK Length-Weight Relationships with Condition Indices of Three Commercial Fish Species Caught by Monofilament Gillnets in the İskenderun Bay, Turkey <i>İskenderun Koyundan Monofilament Galsama Ağ ile Yakalanan Üç Ticari Balık Türünün Boy-Ağırlık İlişkileri ile Kondisyon İndeksleri, Türkiye</i> 10.47495/okufbed.803064</p>	60-65

<p>Şaban ÜNAL Döner Tip Rejeneratör Diferansiyel Denklemlerinin Sonlu Farklar Yöntemi ile Çözümünde En Uygun Adım Sayısının Belirlenmesi <i>Determination of the Optimal Number of Steps for the Solution of Differential Equations of the Rotary Type Regenerators</i> 10.47495/okufbed.800737</p>	65-73
<p>Selen Seyide YILMAZ ÇELİK, Hüsniye AKA SAĞLIKER, Nacide KIZILDAĞ Armillaria mellea ve Tricholoma cedretorum Mantarlarının Farklı Dozlarının İlave Edildiği Topraklarda Karbon Mineralizasyonu <i>Carbon Mineralization in Soils with Different Doses of Armillaria mellea and Tricholoma cedretorum mushrooms</i> 10.47495/okufbed.822730</p>	74-79
<p>Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU, Bayram DURMUŞ Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Gaziantep Örneği <i>Examination of Asynchronous Motors and Starting Methods of Asynchronous Motors found in Waste Water Treatment Plants: A Gaziantep Example</i> 10.47495/okufbed.826526</p>	80-85
<p>Kemal AŞÇI, Ersin HATUN, Vedat NOMMAZ, Aaron NOMMAZ Ödeme Terminallerinde PCI PTS Standartlarına Uygun Özgün Güvenlik Çözümü Gerçekleşmesi <i>Implementation of Unique Security Solution according to PCI PTS Standards for POS Devices</i> 10.47495/okufbed.830830</p>	86-90
<p>Zekeriya KARA, Sertan SESVEREN, Engin GÖNEN, Asiye KÖYLÜ Effects of Organic Mulch Applications on Some Physical Properties of Soil <i>Organik Malç Uygulamalarının Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri</i> 10.47495/okufbed.809216</p>	91-95
<p>Mohamed BALLOUCH, Mehmet Fatih AKAY, Sevtap ERDEM, Mesut TARTUK, Taha Furkan NURDAĞ, Hasan Hüseyin Yurdağül Forecasting Call Center Arrivals Using Machine Learning <i>Makine Öğrenmesi Kullanarak Çağrı Merkezine Gelen Çağruların Tahmin Edilmesi</i> 10.47495/okufbed.824870</p>	96-101
<p>Behlül SEVİM, Seyit Ahmet GÖKMEN, Barışcan CURABAY, Yusuf CUFADAR, Tugay AYAŞAN, Yılmaz BAHTİYARCA Erkek Japon Bildircinlarının Karma Yemlerine Biberiye Esansiyel Yağ Katkısının Performans, Serum Ölçütleri ve Üreme Hormonları Üzerine Etkisi <i>Effects of Rosemary Essential Oil Supplementation on Performances, Some Serum Characteristics and Reproductive Hormones of Male Japanese Quails</i> 10.47495/okufbed.796343</p>	102-109



Geriden Kestirme Noktasında Ölçülen 100°'den Büyük Açıların Collins Yönteminde İncelenmesi

Hüseyin İNCE¹, Nuri ERDEM^{2*}, Yener TÜREN³, F. Engin TOMBUŞ⁴, İ. Murat OZULU⁵

¹Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Osmaniye

³Trakya Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Edirne

⁴Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

⁵Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Çorum

¹<https://orcid.org/0000-0001-6118-5502>

²<https://orcid.org/0000-0002-1850-4616>,

³<https://orcid.org/0000-0003-3381-3780>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-2607-3211>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-0963-3600>

*Sorumlu yazar: nurierdem@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 27 Eylül 2020

Kabul tarihi: 25 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Konum belirleme

Geriden kestirme yöntemleri

Collins yöntemi

ÖZET

Günümüzde konum belirlemede geriden kestirme yöntemi, uydu teknolojisinin gelişmesiyle pek kullanılmasa da, uyduların sinyallerinin alınamadığı yerlerde, klasik geriden kestirme yöntemini kullanmak gerekebilir. Ölçme bilgisi literatüründe geriden kestirme noktasının koordinatının hesaplanmasıyla ilgili Collins, Kaestner ve Cassini yöntemlerinde, kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den küçük durumları dikkate alınmıştır. Kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda geriden kestirmede hesap yöntemlerinden Collins yöntemiyle kestirme noktasının koordinat hesabında, güçlükler ortaya çıkmaktadır. Yani kestirme noktasında, bakılan nirengi noktaları arsında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda, problemin Collins yönteminin klasik haliyle çözülemeyeceği anlaşılmıştır. Problemin çözümü için literatürde bir kaynakta bu konuya yer verildiği, ancak çözümün önereceğimiz yöntemden farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, literatürdeki kaynakta belirtilen çözüm yöntemi ile tarafımızca önerilen yöntem açıklanacaktır. Çalışmada, konuyla ilgili uygulamalar yapılmış ve elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

An Investigation of Large Angles From 100° Measured at The Resection Point in The Collins Method

Research Article

Article History:

Received: 27 September 2020

Accepted: 25 October 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Positioning

Resection methods

Collins method

ABSTRACT

Today, although the resection method is not used much with the development of satellite technology, it may be necessary to use the classical resection method where the signals of the satellites cannot be received. In the measurement information literature, in the methods of Collin, Kaestner and Cassini related to the calculation of the coordinate of the resection point, the states of the angles measured at the resection point less than 100° has been taken into account. When the angles measured at the resection point are greater than 100°, difficulties arise in the coordinate calculation of the resection point by the Collins method, which is one of the calculation methods. In other words, when the angles measured between the triangulation points at the resection point are greater than 100°, it is understood that the problem cannot be solved in the classical way of the Collins method. For the solution of the problem, it has been observed that this issue was included in a source in the literature, but the solution was different from the method we would recommend. In this study, the solution method specified in the literature and the method suggested by us will be explained. In the study, applications on the subject were made and the findings and opinions were stated.

1. Giriş

Yeryüzünde konum belirlemede uygulanan yöntemlerden geriden kestirme yöntemi, uydu teknolojisinin gelişmesiyle pek kullanılmasa da, uyduların sinyallerinin alınmadığı yerlerde, geriden kestirme yönteminin kullanılması gerekebilir. Haritacılıkta konum belirleme çalışmaları geçmişte 15. yüzyılda başlamıştır. Konuyla ilgili birçok araştırmacılar tarafından geriden kestirme noktasının koordinatının hesaplanmasıyla ilgili birçok yöntemler ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri de 1671 yılında Collins adlı haritacının ismine izafen Türkçe Kollin olarak adlandırılan yöntemdir.

Ölçme bilgisi literatüründe geriden kestirme noktasının koordinatının elde edilmesiyle ilgili olarak gerek Collins yönteminde gerekse diğer Kaestner ve Cassini yöntemlerinde, kestirme noktasındaki 100°'den küçük açılar kullanıldığı görülmüştür. Kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda; geriden kestirmede hesap yöntemlerinden Collins yöntemiyle kestirme noktasının koordinat hesabında, güçlükler ortaya çıkmaktadır. Şöyle ki, kestirme noktasında ölçülen açılar 100°'den büyük olduğunda, problemin, Collins yönteminin klasik haliyle çözülemeyeceği anlaşılmıştır.

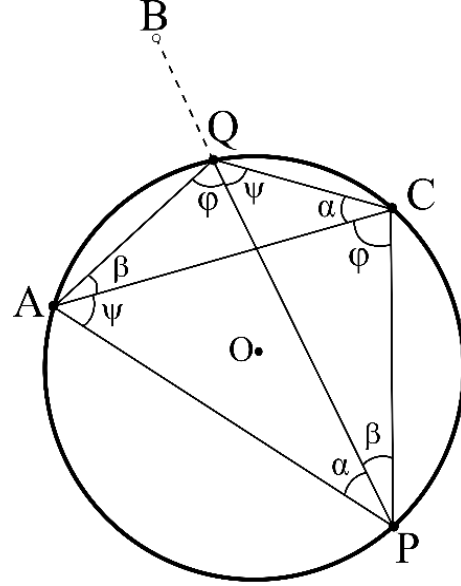
Problemin çözümü için Ölçme Bilgisi literatüründe [1-9] sadece bir kaynakta [10] bu konuya yer verildiği, ancak çözümün, önereceğimiz yöntemden farklı olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, literatürdeki kaynakta belirtilen çözüm yöntemi ile tarafımızca önerilen yöntem açıklanmış ve konuyla ilgili uygulamalar yapılmış ve elde edilen bulgular ve kanaatler belirtilmiştir.

2. Kestirmede Noktasında Ölçülen 100°'den Büyük Açılar, Q Yardımcı Noktasının Konumuna Etkisi

P geriden kestirme noktasından koordinatı bilinen A, B ve C noktalarına teodolitle jeodezik amaçla gözlem yapıldığını varsayalım. Bakılan doğrultular arasında ölçülen α , β açıları 100°'den büyükse, bu açılarla klasik Collins yöntemiyle P geriden kestirme noktasının koordinatını bulmak güçleşir. Şöyle ki α ve β açıları 100°'den küçük olduğunda, P, A ve C noktalarından geçen Collins dairesinde (Şekil 1), AQ ve CQ kenar

uzunluklarını, (AQ) ve (CQ) semt açılarını elde etmek için, AQC üçgeninde AC taban açılardan yararlanılır.



Şekil 1. α ve β açıları 100°'den küçük olduğunda, P, A ve C noktalarından geçen Collins dairesinin durumu.

Şekil 1'de Collins dairesinde AQC üçgeninde, 'Aynı yayı gören çevre açıları birbirine eşittir' analitik geometri prensibine göre; AQ ile AC doğrultuları arasındaki açı, β açısına; CQ ile CA doğrultuları arasındaki açı ise α açısına eşittir. A ve C'nin koordinatlarından yararlanılarak (AC) semt açısı ve AC kenarı aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$(AC) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{AC}}{\Delta X_{AC}}\right) \quad (1)$$

$$AC = \sqrt{(\Delta Y_{AC}^2 + \Delta X_{AC}^2)} \quad (2)$$

Bundan sonra AQC üçgeninde sinüs bağıntısından AQ ve CQ kenarları aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$AQ = \frac{AC \cdot \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (3)$$

$$CQ = \frac{AC \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (4)$$

(AQ) ve (CQ) semt açıları ise aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$(AQ) = (AC) - \beta \quad (5)$$

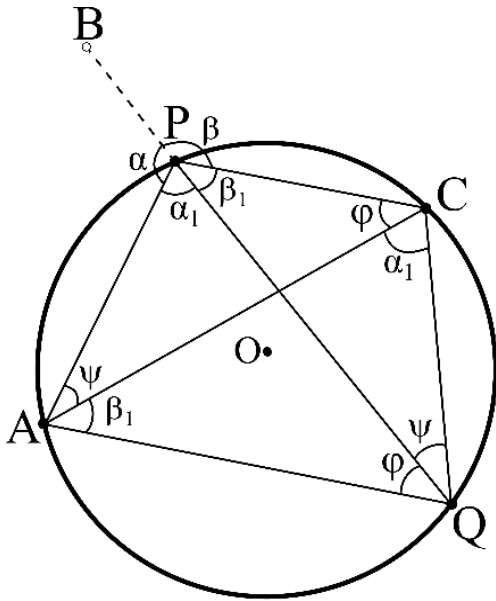
$$(CQ) = (CA) + \alpha \quad (6)$$

A ve C noktalarından Q noktasının koordinatı, aşağıdaki bağıntılarından elde edilir.

$$Y_Q = Y_A + AQ \cdot \sin(AQ), \quad X_Q = X_A + AQ \cdot \cos(AQ) \quad (7)$$

$$Y_Q = Y_C + CQ \cdot \sin(CQ), \quad X_Q = X_C + CQ \cdot \cos(CQ) \quad (8)$$

Şekil 2’de görüleceği üzere P noktasında A, B ve C noktaları arasında ölçülen α ve β açıları 100° ’dan büyük olduğunda, A, P ve C’den geçen Collins dairesinde çizilen ACQ üçgeninde A noktasındaki β_1 açısı β ’ya ve C noktasındaki α_1 açısı α ’ya eşit olmamaktadır. Bu durumda; yukarıda belirtildiği şekilde AQ ve CQ kenar uzunluklarının, (AQ) ve (CQ) semt açılarının elde edilmesinde, doğrudan ölçülen açıların kullanılması mümkün olmamaktadır.



Şekil 2. P noktasında A, B ve C noktaları arasında ölçülen α ve β açıları 100° ’dan büyük olduğunda Collins dairesinin durumu

3. Q Yardımcı Noktasının ve P Noktasının Koordinat Hesabında Önerilen Yöntem

Şekil 2’de A, P ve C ‘den geçen Collins dairesinde B noktası daire dışında kalmaktadır. BP’nin daire içinde kalan çizgisi ile PA ve PC doğrultuları arasındaki ω ve ε açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\beta_1 = 200 - \beta \quad (9)$$

$$\alpha_1 = 200 - \alpha \quad (10)$$

Collins çemberi içindeki ACQ üçgeninde ‘aynı yayı gören çevre açıları birbirine eşittir’ analitik geometri kuralına göre; A köşesindeki açı β_1 açısına ve C köşesindeki açı α_1 açısına eşit olur. Belirtilen bu açılarla hesaplanan (AC) semt açısı ve AC kenarıyla, yukarıdaki formüllerde

belirtildiği şekilde işlem yapılarak, Q noktasının koordinatı hesaplanır. Q ve B’nin koordinatlarından yararlanılarak (QB) semt açısı aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$(QB) = \arctan\left(\frac{\Delta Y_{QB}}{\Delta X_{QB}}\right) \quad (11)$$

Q noktasında QA ile QB ve QB ile QC doğrultuları arasındaki φ ve ψ açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\varphi = (QB) - (QA) \quad (12)$$

$$\psi = (QC) - (QB) \quad (13)$$

“Aynı yayı gören çevre açıları birbirine eşittir” analitik geometri prensibine göre, Collins dairesinde APC üçgeninde A noktasında AP ile AC doğrultuları arasındaki açı, ψ açısına ve C noktasında CA ile CP doğrultuları arasındaki açı, φ açısına eşit olur. Bu durumda APC üçgeninde AP CP kenarları ile (AP) ve (CP) semt açıları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$AP = \frac{AC \cdot \sin \varphi}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \quad (14)$$

$$CP = \frac{AC \cdot \sin \psi}{\sin(\alpha_1 + \beta_1)} \quad (15)$$

$$(AP) = (AC) - \psi \quad (16)$$

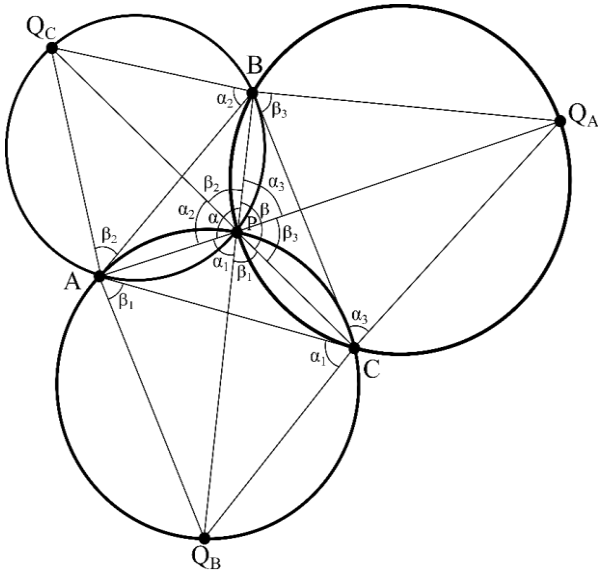
$$(CP) = (CA) + \varphi \quad (17)$$

Bu işlemlerden sonra P’nin koordinatları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$Y_P = Y_A + AP \cdot \sin(AP) \quad X_P = X_A + AP \cdot \cos(AP) \quad (18)$$

$$Y_P = Y_C + CP \cdot \sin(CP) \quad X_P = X_C + CP \cdot \cos(CP) \quad (19)$$

P’nin koordinatı P, A ve C’den geçen Collins dairesiyle elde edildiği gibi, A, P, B noktalarından geçen ve B, P, C noktalarından geçen Collins daireleriyle de elde edilebilir (Şekil 3).



Şekil 3. P noktasının koordinatlarının değişik Collins dairelerinden elde edilmesi

Eğer A, P ve B noktalarından geçen Collins daireleri dikkate alınır, bu durumda C noktası dışarda kalır, CP'nin daireyi kestiği nokta Q_C yardımcı noktası olarak alınır. Eğer B, P ve C noktalarından geçen Collins daireleri dikkate alınır, bu durumda A noktası dışarda kalır, AP'nin daireyi kestiği nokta Q_A yardımcı noktası olarak alınır. Oluşan Collins dairelerinde Q_C yardımcı noktasının koordinatını hesaplamak için AQ_CB üçgeninde α₂, α₃ açılara ihtiyaç vardır ve Q_A yardımcı noktasının koordinatını hesaplamak için CQ_AB üçgeninde β₂, β₃ açılara ihtiyaç vardır. Şekil 3'e göre bu açılar, aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$\alpha_1 = 200 - \alpha \quad (20)$$

$$\beta_1 = 200 - \beta \quad (21)$$

$$\alpha_2 = 200 - (\alpha_1 + \beta_1) \quad (22)$$

$$\beta_3 = \alpha_2 \quad (23)$$

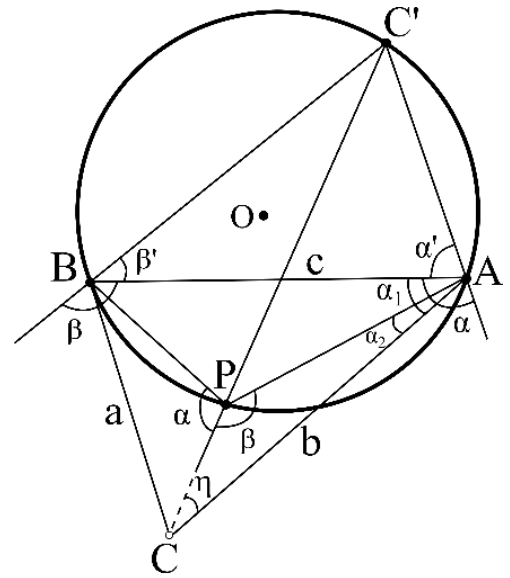
$$\alpha_3 = \alpha_1 \quad (24)$$

$$\beta_2 = \beta_1 \quad (25)$$

Yukarıda belirtilen açılar bulunduktan sonra arzu edilen seçenek için, Q_B örneğinde olduğu gibi hareket edilerek, önce yardımcı noktanın sonra da P noktasının koordinatları hesaplanır.

4. 1918 Tarihli Kaynakta Belirtilen Hesap Yöntemi

P Geriden kestirme noktasından A, C ve B noktalarına bakılarak 100°'den büyük β ve α açıları ölçüldüğü varsayılırsa, B, P ve A'dan geçirilen dairede C noktası dışarda kalır. CP çizgisinin devamının daireyi kestiği nokta C olarak işaretlenir (Şekil 4).



Şekil 4. C noktasının dışarda kaldığı Collins daireleri

Şekil 4'de A, B ve C noktalarının koordinatlarından yararlanılarak; a=BC, b=CA, c=AB kenar uzunlukları hesaplanır. BC', AC' kenarları, BC'A üçgeninde c kenarı ile B ve A köşelerindeki açılardan (A köşesindeki açı α'=200-α, B köşesindeki açı β'=200-β) yararlanılarak aşağıdaki bağıntılardan elde edilir

$$BC' = \frac{c \cdot \sin \alpha'}{\sin(\alpha' + \beta')} \quad (26)$$

$$AC' = \frac{c \cdot \sin \beta'}{\sin(\alpha' + \beta')} \quad (27)$$

A köşesindeki α₁ açısı, CBA üçgeninde üç kenar bilindiğinden aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$\alpha_1 = \arccos((b^2 + c^2 - a^2) / 2bc) \quad (28)$$

CC'A üçgeninde A köşesindeki açı, α'+α₁ olur. Bu üçgende CC' kenarı ve C köşesindeki η açısı, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$CC' = \sqrt{(AC'^2 + b^2 - 2b \cdot AC' \cdot \cos(\alpha' + \alpha_1))} \quad (29)$$

$$\eta = \arcsin\left(\frac{AC' \cdot \sin(\alpha' + \alpha_1)}{CC'}\right) \quad (30)$$

CPA üçgeninde A köşesindeki α₂ açısı ile CP ve AP kenarları, aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$\alpha_2 = 200 - (\beta + \eta) \quad (31)$$

$$CP = \frac{b \cdot \sin \alpha_2}{\sin \beta} \quad (32)$$

$$AP = \frac{b \cdot \sin \eta}{\sin \beta} \quad (33)$$

(CP), (AP) semt açıları ise aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$(CP)=(CA)-\eta \quad (34)$$

$$(AP)=(AC)+\alpha_2 \quad (35)$$

A ve C noktalarından P noktasının koordinatı aşağıdaki eşitliklerden elde edilir.

$$Y_P=Y_A+AP*\sin(AP) \quad X_P=X_A+AP*\cos(AP) \quad (36)$$

$$Y_P=Y_C+CP*\sin(CP) \quad X_P=X_C+CP*\cos(CP) \quad (37)$$

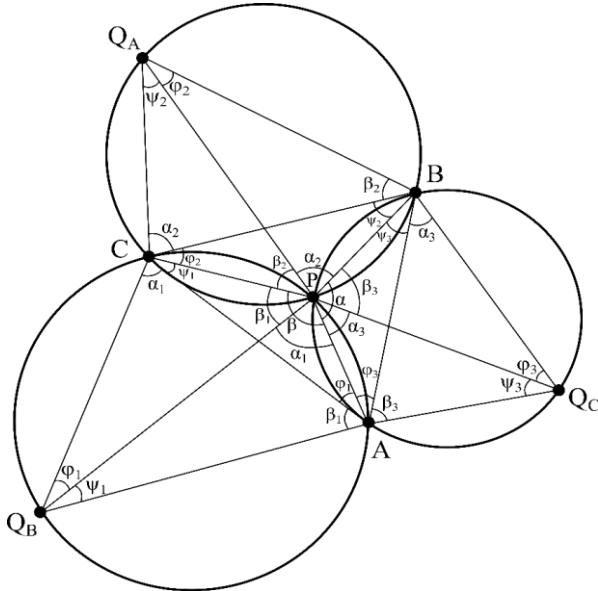
P noktasının koordinatı ayrıca CBC' üçgeni ve CBP üçgeni kullanılarak ve benzer şekilde hareket edilerek hesaplanabilir.

5. Sayısal Uygulama

Tablo 1'de verilen, P geriden kestirme noktasında yapılan açı ölçmelerini ve noktaların koordinatlarını dikkate alarak; P noktasının koordinatını Collins yöntemiyle hesaplayınız (Şekil 5).

Tablo 1. P noktasından yapılan açı ölçmeleri ve nirengi noktalarının koordinatları

Nokta No	Y	X	Nokta No	Gözlem Noktası	Yatay Açısı
A	400054,49	4503729,22	P	B	0,0000
B	406030,12	4509529,88		A	119,4197
C	396233,14	4510980,99		C	227,5372



Şekil 5. Sayısal uygulama örneği değerlerine göre Collins dairelerinin durumu

Çözümü: Tablodaki doğrultu açılarından α ve β açıları aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\alpha=119^{\circ},4197, \quad \beta=227,5372-119,4197=108,1175$$

1. Seçenek: A, P ve C noktalarından geçen Collins dairei için β_2, β_3 açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_1=200-\alpha=80^{\circ},5803, \quad \beta_1=227,5372-200=27,5372$$

$$\Delta Y_{AC}=-3821,25\text{m},$$

$$\Delta X_{AC}=7251,77\text{m}$$

$$(AC)=\arctan\left(\frac{3821,25}{7251,77}\right)=369,1254 \text{ grad}$$

$$AC=\sqrt{(3821,25^2+7251,77^2)}=8196,958 \text{ m},$$

$$(AQ_B)=(AC)-\beta_1=341^{\circ},5882$$

$$(CQ_B)=(CA)+\alpha_1=249^{\circ},7057$$

$$AQ_B=\frac{AC*\sin\alpha_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=7882,573 \text{ m},$$

$$CQ_B=\frac{AC*\sin\beta_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=3464,229 \text{ m}$$

$$A \rightarrow YQ_B=Y_A+AQ_B*\sin(AQ_B)=393794,915 \text{ m}$$

$$XQ_B=X_A+AQ_B*\cos(AQ_B)=4508520,115 \text{ m}$$

$$C \rightarrow YQ_B=Y_C+CQ_B*\sin(CQ_B)=393794,910 \text{ m}$$

$$XQ_B=X_C+CQ_B*\cos(CQ_B)=4508520,112 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_B=393794,912 \text{ m}, \quad XQ_B=4508520,114 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QB-B}=12235,208 \text{ m}$$

$$\Delta X_{QB-B}=1009,766 \text{ m}$$

$$(Q_BB)=\arctan\left(\frac{12235,208}{1009,766}\right)=94,7579$$

$$\varphi_1=(Q_BB)-(Q_BC)=45,0522$$

$$\psi_1=(Q_BA)-(Q_BB)=46,8303$$

$$AP=\frac{AC*\sin\psi_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=5545,526 \text{ m},$$

$$CP=\frac{AC*\sin\varphi_1}{\sin(\alpha_1+\beta_1)}=5372,251 \text{ m}$$

$$(AP)=(AC)+\varphi_1=14,1776$$

$$(CP)=(CA)-\psi_1=122,2951$$

$$A \rightarrow Y_P=Y_A+AP*\sin(AP)=401279,302 \text{ m},$$

$$X_P=X_A+AP*\cos(AP)=4509137,796 \text{ m}$$

$$C \rightarrow Y_P=Y_C+CP*\sin(CP)=401279,298 \text{ m},$$

$$X_P=X_C+CP*\cos(CP)=4509137,794 \text{ m}$$

$$Y_P=401279,300 \text{ m}, \quad X_P=4509137,795 \text{ m}$$

2. Seçenek: B, P ve C noktalarından geçen Collins dairei için α_2, β_2 açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_2=\alpha_1=80^{\circ},5803, \quad \beta_2=200-\beta=91^{\circ},8825$$

$$\Delta Y_{CB}=9796,98 \text{ m},$$

$$\Delta X_{CB}=-1451,11 \text{ m}$$

$$(CB)=200-\arctan\left(\frac{9796.98}{1451.11}\right) = 109,3614$$

$$CB=\sqrt{(9796.98^2 + 1451.11^2)}=9903,865 \text{ m,}$$

$$(CQ_A)=(CB)-\alpha_2=28^\circ,7811,$$

$$(BQ_A)=(BC)+\beta_2=401,2439-400=1,2439$$

$$CQ_A=\frac{CB*\sin\beta_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=23434,373 \text{ m,}$$

$$BQ_A=\frac{CB*\sin\alpha_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=22535,446 \text{ m}$$

$$B \rightarrow YQ_A=Y_B+BQ_A*\sin(BQ_A)=406470,415 \text{ m}$$

$$XQ_A=X_B+BQ_A*\cos(BQ_A)=4532061,024 \text{ m}$$

$$C \rightarrow YQ_A=Y_C+CQ_A*\sin(CQ_A)=406470,416 \text{ m}$$

$$XQ_A=X_C+CQ_A*\cos(CQ_A)=4532061,028 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_A=406470.416 \text{ m, } XQ_A=4532061,026 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QA-A}=-6415.925 \text{ m, } \Delta X_{QA-A}=-28331,806 \text{ m}$$

$$(Q_AA)=200+\arctan\left(\frac{6415.925}{28331.806}\right) = 214,1776$$

$$\varphi_2=(Q_AA)- (Q_AB)=12,9337$$

$$\psi_2=(Q_AC)- (Q_AA)=14,6035$$

$$BP=\frac{CB*\sin\varphi_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=4766,992 \text{ m,}$$

$$CP=\frac{CB*\sin\psi_2}{\sin(\alpha_2+\beta_2)}=5372,232 \text{ m}$$

$$(BP)=(BC)-\psi_2=294,7579,$$

$$(CP)=(CB)+\varphi_2=122,2951$$

$$B \rightarrow Y_P=Y_B+BP*\sin(BP)=401279,280 \text{ m,}$$

$$X_P=X_B+BP*\cos(BP)=4509137,796 \text{ m.}$$

$$C \rightarrow Y_P=Y_C+CP*\sin(CP)=401279,280 \text{ m,}$$

$$X_P=X_C+CP*\cos(CP)=4509137,801 \text{ m}$$

$$Y_P=401279.280\text{m, } X_P=4509137,798 \text{ m}$$

3. Seçenek: A, P, B noktalarından geçen Collins dairesi için α_3 , β_3 açıları gereklidir. Bu açılar, Şekil 5'e göre aşağıdaki bağıntılardan elde edilir.

$$\alpha_3=\beta_1=27^\circ.5372, \quad \beta_3=\beta_2=91,8825$$

$$\Delta Y_{AB}=5975,63 \text{ m,}$$

$$\Delta X_{AB}=5800,66 \text{ m}$$

$$(AB)=\arctan\left(\frac{5975.63}{5800.66}\right) = 50,9458$$

$$AB=\sqrt{(5975,63^2 + 5800,66^2)}=8328,014 \text{ m,}$$

$$(AQ_C)=(AB)+\alpha_3=78^\circ,4830,$$

$$(BQ_C)=(BA)-\beta_3=159,0633$$

$$AQ_C=\frac{AB*\sin\beta_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=8660,214 \text{ m,}$$

$$BQ_C=\frac{AB*\sin\alpha_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=3656,991 \text{ m}$$

$$A \rightarrow YQ_C=Y_A+AQ_C*\sin(AQ_C)=408224,741 \text{ m}$$

$$XQ_C=X_A+AQ_C*\cos(AQ_C)=4506600,859 \text{ m}$$

$$B \rightarrow YQ_C=Y_B+BQ_C*\sin(BQ_C)=408224,741 \text{ m}$$

$$XQ_C=X_B+BQ_C*\cos(BQ_C)=4506600,858 \text{ m}$$

Ortalama olarak;

$$YQ_C=408224,741 \text{ m, } XQ_C=4506600,858 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{QC-C}=-11991,601 \text{ m}$$

$$\Delta X_{QC-C}=4380,132 \text{ m}$$

$$(Q_C C)=400-\arctan\left(\frac{11991,601}{4380,132}\right) = 322,2951$$

$$\psi_3=(Q_C C)- (Q_C A)=43,8121$$

$$\varphi_3=(Q_C B)- (Q_C C)=36,7682$$

$$AP=\frac{AB*\sin\psi_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=5545,530 \text{ m,}$$

$$BP=\frac{AB*\sin\varphi_3}{\sin(\alpha_3+\beta_3)}=4766,968 \text{ m}$$

$$(BP)=(BA)+\psi_3=294,7579,$$

$$(AP)=(AB)-\varphi_3=14,1776$$

$$A \rightarrow Y_P=Y_A+AP*\sin(AP)=401279,303 \text{ m,}$$

$$X_P=X_A+AP*\cos(AP)=4509137,800 \text{ m}$$

$$B \rightarrow Y_P=Y_B+BP*\sin(BP)=401279,304 \text{ m,}$$

$$X_P=X_B+BP*\cos(BP)=4509137,798 \text{ m}$$

$$Y_P=401279,304 \text{ m, } X_P=4509137,799 \text{ m}$$

6. Sonuç Ve Öneriler

Geriden kestirme noktasında ölçülen açılar 100° dan büyük olduğunda;

- Oluşturulan seçeneğe göre hesaba giren nirengi noktalarından yardımcı Q noktasına olan yatay uzaklıkların ve semt açılarının hesabında, ölçülen açılarının doğrudan kullanılması mümkün olmamaktadır.
- P geriden kestirme noktasının koordinat hesabında bir hata yapmamak için, gözlem yapılan nirengi noktalarının ve P noktasının konumları yaklaşık ölçekte bir krokide çizilmelidir.
- Çizilen krokiye bakılarak Q yardımcı noktasının koordinat hesabı için kullanılacak açılar, geometrik olarak tespit edilmelidir.
- Yapılan sayısal uygulamada, üç ayrı seçenekle hesaplanan geriden kestirme noktasının koordinat değerleri incelendiğinde; üç seçenekle elde edilen koordinatın kesin değerinin ortalama hatasının X değerlerinde $\pm 12,8$ mm, Y değerlerinde $\pm 2,1$ mm olduğu görülmüştür.
- X değerlerinde görülen yaklaşık $\pm 1,3$ cm'lik ortalama hata, kabul edilebilir büyüklüktedir. Yani bu hata, Collins dairesinde oluşturulacak seçeneklerden biriyle yapılacak koordinat hesabı için uygundur ve verilen seçeneklerden biriyle yapılacak koordinat hesabı yeterlidir.
- Geriden kestirme noktasının koordinatının önerilen yöntemle hesabında; önerilen yöntemin, 1918 tarihli kaynakta belirtilen

yöntemden daha kolay ve kullanılan bağıntıların daha az sayıda olduğu görülmüştür.

Yazar(lar)ın Beyanı

Araştırmacıların katkı oranı beyanı: Araştırmanın konusu ve sayısal verileri doğrudan birinci yazar tarafından belirlenmiştir. Diğer yazarlar, araştırmanın giriş, yöntem, sayısal uygulama, sonuç ve öneriler bölümlerine eşit oranda katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması beyanı: Araştırmada, yazarların kendi içinde ve diğer kişi/kurum/kuruluşlarla herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek ve teşekkür: Bu araştırmanın yürütülmesi sürecinde herhangi bir kurum/kuruluştan destek alınmamıştır.

Kaynakça

- [1] Bannister A., Raymond S., Baker R. Surveying, 6th Edition, Longman Scientific & Technical, Essex, England 1984; pp.219-220.
- [2] Blachut T., Chrzanowski A., Saastamoinen J. Urban surveying and mapping, Springer-Vrlag, New York 1979.
- [3] Burtch R. Three point resection problem. Surveying computations course notes 2007; Jun. 14.
- [4] Chaperon F., Elmiger A. Geodätische messtechnik vermessungskunde, band 2, 4.verbesserte Auflage, Dezember, ISBN: 3-906513-60-2, Zürich 1996; pp. 12.20-12.22.
- [5] Faig W. Advanced Surveying I (Preliminary Copy), Department of surveying engineering lecture notes No. 26, University of New Brunswick, Fredericton, N.B., Canada 1972, p. 225
- [6] Ghilani CD.i Wolf PR. Elementary Surveying an Introduction to Geomatics. 12th Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice-Hall 2008; pp.283-284
- [7] Ingensand H. Einführung in die Geodätische Messtechnik, ISBN: 978-3-906467-92-4, Zürich 2011; pp. 129-130
- [8] Klinkenberg H. Coordinate systems and the three point problem, The Canadian Surveyor 1955; XII(8): 508-518.
- [9] Ziemann H. Terrestrial Surveying Methods, Proceedings of ACSM Fall Convention, Washington, D.C. 1974; September, pp 222-233.
- [10] McCaw GT. Resection in survey, The Geographical Journal 1918; 52(2): 105-123.

Passion Fruit Marmalade Recipe with and without Seeds in Colombia, South America

Muhammad Farhan IQBAL¹, Muhammad FARHAB^{2*}, Umar FAROOQ³, Ayesha QADRY⁴

¹University of Kassel and Hochschule Fulda, Faculty of Organic Agricultural Sciences and Öcotrophologie, International Food Business and Consumer Studies, Germany

²Department of Pathology, Faculty of Veterinary Science, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

³Key Reference Laboratory of Animal Breeding and Genetics, Huazhong Agricultural University, Wuhan, China.

⁴Veterinary Research Institute, Lahore, Punjab, Pakistan

¹<https://orcid.org/0000-0002-4360-6796>

²<https://www.orcid.org/0000-0003-2519-6268>

³<https://orcid.org/0000-0002-5394-4270>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-4229-7706>

*Corresponding author: farhab.dvm@gmail.com

Research Article

Article History:

Received: 1 September 2020

Accept: 25 October 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Passion fruit
Marmalade
Value addition
Colombia
Food business

ABSTRACT

Colombia is the third largest passion fruit producer of the world after Brazil and Ecuador. The aim of this study was to make novel value added products for passion fruit business owned by small and medium sized farms in Colombia, by developing a product that is easy to produce by farmers. The raw Passion fruits were used as efficient as possible to reduce waste. Two formulas are presented in this study, Formula A with fruit juice only and Formula B with fruit pulp (juice and seeds). Formula A lowered the efficiency of food utilization then Formula B as seeds were wasted in this procedure but it has more consumer acceptance. Both formulas use the rind of passion fruit as gelling material, since no pectin was added. Product was packed in glass jars. This high-quality product, could lead to having a temporary and later on a permanent competitive advantage.

Kolombiya ile Güney Amerika'daki Çekirdekli ve Çekirdeksiz Marmelat Tarifi

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 1 Eylül 2020

Kabul tarihi: 25 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Çarkıfelek meyvesi
Marmelat
Katma değer
Kolombiya
Gıda işi

ÖZET

Kolombiya, Brezilya ve Ekvador'dan sonra dünyanın en büyük üçüncü çarkıfelek meyvesi üreticisidir. Bu çalışmanın amacı, çiftçiler tarafından üretilmesi kolay bir ürün geliştirerek Kolombiya'daki küçük ve orta ölçekli çiftliklerin sahip olduğu çarkıfelek meyvesi işletmeleri için özgün katma değerli ürünler üretmektir. Olgunlaşmamış çarkıfelek meyveleri, israfı azaltmak için olabildiğince verimli kullanıldı. Bu çalışmada iki formül sunulmuştur, sadece meyve sulu Formül A ve meyve özlü Formül B'dir (meyve suyu ve tohumlar). Formül A, gıda kullanımının verimini düşürdü, daha sonra bu prosedürde tohumlar israf edildiğinden Formül B'yi düşürdü, ancak daha fazla tüketici kabulüne sahiptir. Pektin eklenmediği için her iki formül de çarkıfelek meyvesinin kabuğunu jelleştirici malzeme olarak kullanmaktadır. Ürün cam kavanozlarda paketlenmiştir. Bu yüksek kaliteli ürün, geçici ve daha sonra kalıcı bir rekabet avantajı sağlayabilir.

To Cite: Iqbal MF., Farhab M., Farooq U., Qadry A. Passion Fruit Marmalade Recipe with and without Seeds in Colombia, South America. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 8-16.

1. Introduction

Colombia is the third largest passion fruit producer of the world after Brazil and Ecuador [1]. The Codex Alimentarius standard [2] 296, the Colombian organism in charge of developing food

standards (ICONTEC) [3] with their standard 285 and the German standard (KonfV) [4] written by the Ministry of Justice, defines the jam as: "the product brought to a suitable consistency, made from the whole fruit, pieces of fruit, the un-

concentrated and/or concentrated fruit pulp or fruit puree of one or more kinds of fruit, which is mixed with foodstuffs with sweetening properties as defined in Section 2,2, with or without the addition of water. It is formulated by the concentration of a fruit juice, mixed with a sweetener and water. However, the addition of water could be omitted. Jams can be kept at room temperature before opening because of their high content of sugar. The standards express that these products must have a minimum of 55% of sugar when comparing to its total weight [2-4]. In this project, the production of jam is proposed as a way for farmers to gain more economical resources.

In concrete, to connect this project to reality and after an online research, an existing project in Colombia was found. This project was located at the eastern part of Colombia, the Cauca Valley and to be more specific, at the municipality of Buga. This alliance was formed with the support of several organizations, mainly by "AGROSASA" which stands for: "Asociación Agropecuaria Sandrana y Samaria" (Agricultural Association Sandrana and Samaria), which by the year 2007 has 40 beneficiaries.

The target consumers of local producers are the local markets of the same state or the states that are adjacent to them [5] by the change from being just "producers" to "processors" and get involved in marketing activities for their own products. The "local" know-how would make it easier for them to deal with regional markets and in the end, international markets [5].

The aim was to develop possible solutions to increase the added value for passion fruit produced by small and medium sized farms in Colombia, by developing a product that is easy to produce by farmers. The specific objectives were: Increasing farmers' profit by processing the fruits, motivating farmers to process the fruits, promoting awareness regarding the nutritive values of passion fruit.

2. Materials and Methods

Raw Material Description

The fruits were used as efficient as possible to minimize the waste. Therefore, raw passion fruits were used completely. Two formulas are presented below, Formula A with fruit juice only and Formula B with fruit pulp (juice and seeds).

Both formulas use the rind of passion fruit as gelling material, since no pectin was added.

The type of sugar that was used in this project was sucrose [2-4]. A balanced diet should contain 55-60% of carbohydrates and from 10-20% should come from disaccharides such as sugar [6]. Sugar lowers the water activity of a food product. The amount of sugar added has to be proportional to prevent spoiling and gel formation [7].

Pectin is a polymeric carbohydrate of high molecular weight and is found in all plants. Typical conditions for jam making are: pH of 2,8-3,4 [8]. Generally, pectin is added in jam making process. Fortunately, passion fruit contains natural pectin in its white part of the skin (rind), so there was no need to add artificial pectin [7].

Strategy and Product Definition

The product that was developed was a jam without additives nor preservatives that can be consumed by anyone from young children to seniors. The jam will be sold in glass jars (previously sterilized and sealed) that can contain 250 grams.

Formulations and Methods

We presented two formulas. One formula was done at the Universidad San Francisco de Quito (Quito, Ecuador) during a Fruits and Vegetables Processing Lab in 2007. Passion fruit used was the same that was found at Colombia (yellow). The second formula was tested in an experimental kitchen at the University of Applied Sciences in Fulda, Germany. The fruits used for that purpose were the ones available in the German market i.e. purple.

Formula A

Adapted from Carvajal's method [9], the ingredients used to make jam are passion fruits, sugar [2-4], water and pectin. Pectin was used to get standardized quality, but here pectin was not used because the rind contains a significant amount of pectin. The first process was the pulp separation. Fruits are processed and the results are juice (Js) and waste (W). Juice was then processed to be a jam with adding sugar (S) [2-4] and wet rind (Wr) and the result was jam. Hence, based on the total input is equal to the output, an equation was generated as:

$$F + S + Wr = J + W$$

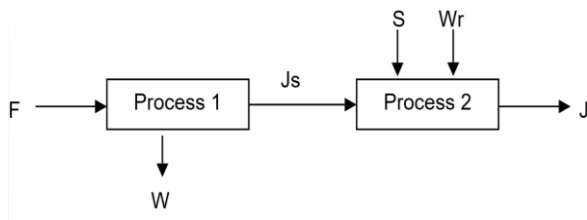


Figure 1. Jam process flow

With this formula, a calculation was generated to produce 1000 kg jam with 65°Brix and 20% fruit content based on Colombian minimal requirement [3]. For this report, calculations are based on the purple passion fruit specification, that is sold in Germany with 16,5° Brix. The yield for juice was not calculated due to the limited raw material. Generally, passion fruit has 28,13% of juice [10].



Figure 2. Passion fruits jam making process

To produce 1 ton of jam, 710 kg of passion fruit was needed to result 200 kg juice and 180 kg wet rind and 620 kg sugar. Water was not directly calculated since it was used to boil the skin.

Formula B

Formula B was developed by combining several methods from Ali [7], Shahane [11] and Carvajal [9]. Formulation for the passion fruit jam was passion fruit pulp (juice and seeds) (29%), passion fruit rind after boiled (21%) and sugar (50%) [2-4]. All percentages were by weight. Water was not added directly, but it was used to soften the rind. In the following paragraphs, a complete description of the trial is presented.

- First of all, the fruits were weighted by using a table balance. Then, 386,73 grams fruits were placed into a stainless steel cleaning tank and washed using clean water.
- Fruits were then divided in halves and pulp was removed (Figure 2). Then, pH was checked using pH meter. The pulp's pH was 3,47. So, there was no need to adjust the pH to

2,8-3,5. If it was necessary, lemon juice or sodium bicarbonate would be added. This pulp and seeds weight 221,65 gram would make up 29% of the total ingredients.

The entire pulp was used to make use the fruit as optimal as possible. For the trial, seeds were not removed and resulted into an acceptable product. However, this step can be modified according to consumer's acceptance.

- Then, the shells were placed into a pot and boiled in water for 30 minutes or until the rind was soft and translucent. The shells were removed from the water and the rind was scooped out from the outer skin, as can be seen in Figure 3. It was then blended until became a smooth puree using food processor. This made up 21% of the total ingredients (160,50 gram).



Figure 3. Passion fruit's shells

Regarding to pectin content, it can be said that passion fruit has a considerable amount of it. It was ideal to use fruits that partially ripped so the starch was not converted into sugar yet. Moreover, its acidity was also beneficial for the gelling process [9].

- The pulp, rind puree, and sugar (part 1) (191,08 grams, 25% of ingredients) were combined together and boiled for 10 minutes. Sugar (part 2) (191,08 gram 25% of ingredients) was then added and boiled until set [2-4]. It was necessary to stir slowly to prevent the jam from burning in the bottom. The final Total Soluble Solids (TSS) content of a jam should be 65-68%. If the final TSS of jam was lower than 65-68% the shelf life will be reduced. The jam will have a runny consistency and bacteria and moulds will be able to grow in the product [7].
- In the beginning, the Brix was 16,5°C, while at the end, it was 70,4°C. This difference

occurs because sugar was added and this increased the TSS. Sugar was added in two parts, half at the beginning and half at the concentration stage to speed up the evaporation stage.

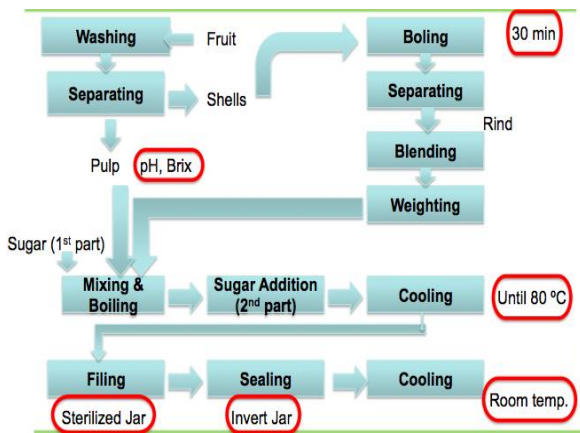


Figure 4. Workflow for processing of marmalade of passion fruit

This helps to avoid the pectin precipitation [9]. Water content was reduced to concentrate the fruit by boiling the mixture as fast as possible. At the same time since the amount of sugar was high, temperature was not exceeded above 160°C or caramelisation might occur. The total weight of the jam obtained was 695,04 grams. This number was less than the total of raw material weight. This happened due to water evaporation and some jam that was left sticking on the pot.

- Glass jars and lids were washed and boiled in water for 10 minutes to sterilise them. They were removed using tweezers and drained



upside down. Jam was then poured into jars, leaving 0,5-1 cm head space. The head space
Figure 5. Passion fruit jam

is the distance between the product and the lid [13]. Then, the lids were opened and closed instantly to let the steam out and to avoid the presence of condensed water inside the jar at around 85°C to avoid steam formation [14]. If there was water, moulds could grow inside the

product as the sugar concentration at the surface of the jam is diluted. around 85 °C to avoid steam formation [14].

- The last step was cooling. The jars were not moved while cooling to avoid gel formation. The gel starts to form as the temperature of the jam decreases (about 55°C) and continues until it was cold [7]. The jar were placed on a table and cooled at room temperature for 12 to 24 hours. The seals were checked 12-24 hours after sealing for leaks and broken seals by pressing-down the lid (Figure 6). If the jars were correctly sealed, the lids will be sucked down tight. In contrast, if sealing was performed incorrectly, it will flex and make a popping sound on each tip [13].



Figure 6. Checking seals Source: Benivia [15]

Based on the CODEX standard for jam (Codex Stan 296-2009), the quantity of passion fruit ingredients used as a percentage of the finished product shall not be less than 8% in general. For this trial, the product has 54,98% of fruit ingredients (pulp, seeds, rind).

This product fulfils the general requirement, which was “the end product shall be of an appropriate gelled consistency, having normal colour and appropriate flavour of the fruit ingredient used in the preparation of the mixture. It shall be free from defective materials normally associated with fruits. Jelly and extra jelly shall be reasonably clear or transparent” [2]. Requirements for food additives for acid, antifoaming, colours, preservatives and flavourings are not applied, since this product was naturally produced.

The calculations for this report are based on the production of 1 Ton of jam. This volume was chosen because it is commonly the minimumally managed by processing companies. Using the traditional method of balancing raw materials, all

the calculations were done. To produce 1000 kg jam using Formula B, 500 kg passion fruit is needed to make 290 kg pulp and 210 kg wet rind and 500 kg sugar. The summary of the ingredients and quantity needed to produce 1000 kg using Formula A and B can be seen in Table 1.

Table 1. Ingredients and quantities for formula A and B

Ingredients	Quantity (kg)	
	Formula A	Formula B
Pulp	-	290
Juice	200	-
Sugar	620	500
Wet rind	180	210

Machinery and Equipment

The machinery and general equipment needed for producing marmalade were from COMEK™ [16] and is presented in Table 2. All of them are made of stainless steel because it does not react with the acidity of the fruit. If there is no stainless steel equipment available, the condition of equipment should be free of rust [7].

Table 2. Machines and equipment needed for the production of passion fruit jam

Machines	Equipment
Balance	Tank for Manual Packaging
Kettle	Thermometer
Pulp Remover	pH Meter

Market's Characteristics

Market size is affected by a number of variables. In production, it is essential to know these variables, as they decide the survival in the market. First, it is necessary to know how many companies that produce the same product are existing in market and how much the turnover is? Then observe price, quality and market shares of competitors. Second important variable is to identify potential consumer, the area which influences them need to be determined as supermarket, food distributor, food stores, vegetarian shops, restaurants, hotels and businesses. With the help of these variables market size can be determined [17].

Table 3. Percentage of sales according to place

Place	Percentage sale
Convenience stores	32%
Specialty shops	22%
Restaurants	15%
Individuals	11%
Supermarkets	10%

Hypermarkets	5 %
Business	5 %

Source: Alcaldia de Medellin [17]

Potential Clients

Target market of the product should be decided in order to market the product at the place where the consumers usually purchase it. Table 3 shows the place where jams are purchased in the area of Medellin, which will be the target market later once the regional market was established [17]. On Table 3, convenience stores and speciality stores have the highest percentage of sales due to the amount of stores and they are found everywhere. According to geographical location, percentage of sales can be seen on Table 4.

Table 4. Percentage of sales according to geographical area

Geographical scope	Percentage sales
Metropolitan area	52%
Regional	24%
Communal	15%
Neighborhood	6%
National	3%

Source: Alcaldia de Medellin [17]

Table 4 shows that more than half of sales are made in the metropolitan area. So once the market in the metropolitan area is established, it is easier to penetrate the rest of the country. Still it is necessary to adapt to the conditions of the market and then adjusting the strategies and sales promotion [17].

Potential Competitors

Potential competitors always affect the entry or exit into a new market. If the barrier on entry is low, then there will be many companies willing to enter the market. If there is large number of businesses are already there, then barriers on exit is high a strong competition exists [17].

The potential competitors are all companies that are already in the Colombian market, selling other jam flavours. They all sell at the major Colombian supermarkets such as Exito and Colsubsidio. After a colleague's visit to these supermarkets in the city of Bogotá, some of the brands that they sell were observed. In Colombia, only one company offers passion fruit jam, which is positive for the product. Generally, they produce jams from commonly known fruits such as: strawberry, blackberry or peach. From these companies, only one is not Colombian, which is "Smuckers", and

is imported from the United States. The difference in price from the Exito™ and the others is due to its clear low cost strategy because it is a supermarket's brand. Nowadays supermarkets like to hire companies for producing products with their name and they sell them at low prices. Another remark is that the differences in prices are relatively large and even if the amount sold per jar is the same. Probably this is due to the fact that the investigation was done in two common supermarkets and the way of calculating the final price is different.

3. Results and Discussion

SWOT Analysis

Five years from now, the jam produced by the members of the cooperative will be one of the market leaders of the exotic fruit jams in Colombia. Therefore, SWOT analysis was conducted to construct a strategic planning to reach the target. SWOT stands for Strength, Weakness, Opportunities and Threats. Strength and weakness are analysed internally to optimally use the opportunities and overcome threats.

Strategies:

S-O: With secured resources and natural product fulfilling the need of passion fruit jam in Colombia.

Having "secured resources" means that the main raw material, meaning passion fruit, is obtained from the existing plantation owned by the cooperative's members (backward vertical integration). This is really positive because the problems that normally exist with suppliers do not occur and the price is relatively stable. Moreover, the employees, by being members of the cooperative have an extra motivation. This cause they do not only earn their salaries but some of the profits. Having motivated employees is crucial for having a good work translated into a high quality product. In what has to do with the jam itself, the fact that it was natural (no pectin nor additives added) was a strength of this product and was it was novel from the products that were already in the market and the usable parts of the fruit are used completely. All of these strengths are combined with the opportunities in an already existing market for jams and marmalades and a promising one for passion fruit jam. Furthermore, the cooperative was already established, which makes it easier to launch the project.

W-O: By getting people to invest in this project from an existing cooperative, the internal problems can be minimized and more technical assistance will be received.

The main weakness that this project has was the lack of resources (money) for starting the business. Therefore, the right strategy was to get people to invest on it. When having the economical issue solved, technical assistance could be hired, not only for improving the production process itself but for helping to have a high quality passion fruit too. The last one was to do with the possible affectations to the core activity (planting the fruit), when having the pressure from processing it. Moreover, with this strategy, the weakness of internal problems were also solved. This was because there were no confrontations related to who invested more or less amount of money. This strategy is aided by the opportunity that exists because the cooperative was already working. Investors are usually more interested if there is something that is a current reality. By implementing this strategy, all of the other opportunities were utilized since the production for the Colombian market is assured.

S-T: By having an innovative product and controlled supply of raw material, consumption of passion fruit jam will be promoted.

This strategy was based on the advantage of having a natural product in a country in which its flavour was not common, but there was a consumption of other jams. It helps to reduce the threat of other jam's producers cause as mentioned, it differentiates from the others (flavour and 100% natural). Moreover, the strength of having an assured supplying of raw material makes it an important advantage over other competitors, which have to struggle with usual market problems.

W-T: By having a controlled process from "farm to finished product" and a differentiated idea threats from the competitors and environmental effects will be reduced.

Basically, having a controlled process by external people could reduce the weakness of not knowing how to process the fruit and the threat of environmental effects. With "external people" it is meant someone who is a professional in the field. On the other hand, the part of the strategy that mentions having a differentiated idea, helps to reduce the threat of companies that produce jams

with commonly found flavours e.g. strawberry or blackberry.

All the things mentioned above lead to a strategy. According to Porter [22], there are three strategies that can be applied on business: cost advantage, differentiation advantage and market segmentation. In cost leadership, the company wins because of their low cost. They can sell products cheaper as compared with competitive products. They have this advantage because they reached purchasing power of the customers more easily. The more quantity produced, the less costly the process is, upto some point. This is due to low operating cost. Differentiation strategy is typically picked when the market is competitive or saturated. Product is differentiated from others to serve the specific needs of customers. This character is unique and difficult to be copied. Usually when the product is the same as others, image differentiation is applied. In segmentation strategy, the product serves distinct groups with special needs.

In this case, this jam producer was still unable to reach it. Since it was a new established company, it needs to gain more experience to optimize the process. The last point here is to get raw material in low price, which is feasible, since the cooperative gets the raw material directly from the farmers. In general, it is unlikely to apply cost leadership in this new established company. It is also not suitable to apply segmentation strategy, since this product is meant to be consumed by wide range of age and social class. Therefore, here differentiation strategy is applied. This jam is different from other jam in the market because it has new flavor with only natural ingredients that has good health benefits and produced regionally with no child labour.

Demand

According to some studies made by an important Colombian company in charge of analyzing markets called “Raddar” [23] Consumer Knowledge Group, nowadays, Colombians give most of their salaries for buying food. This is important for the appearance of projects such as the one presented in this report, because people have food as a priority.

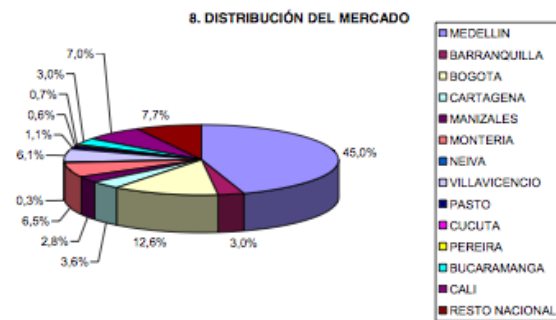


Figure 7. Marmalade market distributions according to social classes. Source: Raddar [23]

Market Size

The marketing research company presented the following graph (Figure 7) when analysing sales according to the social class. It is shown that people from the middle class are the ones who buy the most amount of marmalade with a 79%, followed by the lower class with only 11% and finally the high class with slightly less, 10%. This information shows that marmalade is probably not affordable for people in the lower class or simply they don't consume it. In what has to do with people from the high class, it can be deduced that even though they can afford it, they do not buy it because they choose other products instead. It is from common knowledge that people with more economic power and education can afford different types of foods even imported ones such as the American Peanut Butter or Maple Syrup. When looking at this tendency, marketing efforts for the passion fruit marmalade should be directed to people from the middle class.

Demand Projection

In the future, the product will be also commercially throughout the Colombia. Therefore, it was important to know the cities where there was the highest consumption of marmalade. From Raddar's study [23] (Figure 8), it can be concluded that Medellín, one of the biggest cities in Colombia consumes the most amount of marmalade with 45%. In second place, the capital Bogotá with 12,6% and in the third the cities that are not mentioned in the list with 7,7%. Efforts should be made to introduce the marmalade in cities such as Medellín and Bogotá due to their importance in the market distribution. However, to being able to fulfil their demands, the company has to be big enough because they are cities with millions of inhabitants.

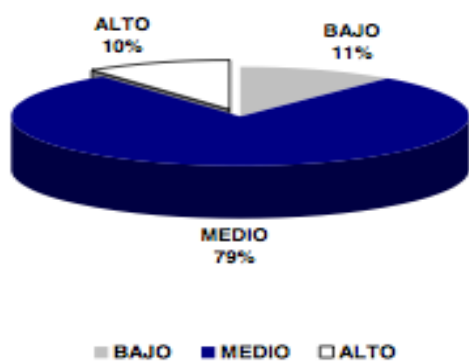


Figure 8. Marmalade market distributions according to cities. Source: Raddar [23]

4. Conclusion

Raw Passion Fruits are processed to give more value to the product and at the same time, increase the farmer's profit from the cooperative AROGASA. The easiest product that they could produce from the fruit is jam, which was chosen for this project. There were two formulations presented in this report. One of them is using the seeds of passion fruits (since they are edible), but many people do not like them on their jams. That is why another formula was presented where they are separated and discarded. However, this lowers the efficiency.

After analysing a previous experience from one of the group members, it can be concluded that international markets can be covered once the business established and it will run well at a regional level. It can also be exported provided that there will be the sufficient supply of the raw materials. This project was a start for a regional company that after gaining experience in the immediate region could expand to other areas. Therefore, it was designed to have the minimum amount of machines and personal that could be used in this type of process.

In this report, the cost for building facilities, product transportation and storage are not included. If one wants to establish the whole production process from the beginning, these costs should be calculated. Therefore, it could be stated that the calculations included in the report are only made to get the rough idea of what this type of business implies and the potential benefits. Moreover, when obtaining real and reliable data from marketing research studies, analyses such as the breakeven point should be made. Deeper research and experiments in the field are recommended.

It can also be stated that the product has potential due to the popularity that jam has in the Colombian market. Strategies such as getting initial financial aid, a strong internal organization, and last but not least, a high-quality product, could lead to having a temporary competitive advantage. Later on, if the success is maintained, a permanent competitive advantage could be obtained.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- [1] Corporación Colombia Internacional. Inteligencia de Mercados Perfil de Producto: Maracuyá. 19. 2011. Available online: http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/perfil%20producto%2019%20final.pdf (accessed on 5 May 2011).
- [2] Codex Alimentarius. CODEX standard for jams, jellies and marmalades 2009; codex stan 296.
- [3] ICONTEC. Norma Técnica Colombiana, NTC 287- Frutas Procesadas. Mermeladas y Jaleas de Frutas. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2007.
- [4] Bundesministerium der Justiz. Verordnung über Konfitüren und einige ähnliche Erzeugnisse 2003; Konfitürenverordnung - KonfV.
- [5] Castro LJ. Personal Communication. 2011.
- [6] Arthey D., Ashurst PR. Procesado de Frutas. Editorial Acribia, Zaragoza, 1996.
- [7] Ali SA. Passion Fruit Jam: Small-Scale Production. Available online: http://practicalaction.org/practicalanswers/product_info.php?products_id=115; 2009 (accessed on 11 April 2011).
- [8] Nordic Sugar. The Functional properties of sugar, Available online: http://www.nordicsugar.com/fileadmin/Nordic_Sugar/Brochures_factsheet_policies_news/Download_center/Functional_properties_of_sugar_on_a_technical_level/Functional_prop_on_tech_level_uk.pdf 2011; (accessed on 16 November 2011).

[9] Carvajal F. Manual de Laboratorio de Procesamiento de Frutas-Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador 2007, USFQ.

[10] Bates RP., Morris JR., Crandall PG. Principles & practices of small – and medium-scale fruit juice processing, FAO Agricultural Services Buletin 146. 2001. Available online: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2515e/Y2515E06.pdf> (accessed on 9 November 2011).

[11] Shahane J. Passion fruit jam, 2007; Available online: <http://thecookscottage.typepad.com/curry/2007/10/passion-fruit-j.html> (accessed on 9 November 2011).

[12] Harris L., Suslow T. Principles of home canning. United States Department of Agriculture and Cooperative State Research, Education and Extension Service 2011. Available online: <http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/files/26457.pdf> (accessed on 1 November 2011).

[13] Fellow P. UNIDO Technology manual-small scale-fruit and vegetable processing and products, Vienna, Austria, The United Nations Industrial Development Organization 2004.

[14] Benivia. Available online: <http://www.pickyourrown.org/canningtips.php> 2011; (accessed on 1 November 2011).

[15] Comek. Comek-Equipos Para la Industria Alimentaria 2011. Available online: <http://www.comek.com.co/> (accessed on 18 November 2011).

[16] Alcaldia de Medellin. Cultura E- Produccion de Conservas y Mermeladas 2007; Available online: http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/CulturaE/Guias_empresariales/01_Produccion_conservas_mermeladas.pdf (accessed on 8 December 2011).

[17] Porter ME. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction. The Free Press 1998; New York.

[18] Raddar Consumer Knowledge Group, Primer Estudio de Marcas y Estrategias en Colombia- Noviembre 2011. Available online: <http://www.raddar.net/index.html> (accessed on 6 January 2011).

Küçük Kapasiteli, Yatay Eksenli ve Akış Hızlandırıcılı Rüzgâr Türbinlerinin Performans Analizi

Mehmet BİLGİLİ^{1*}

¹Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 01950, Ceyhan-Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-5339-6120>

*Sorumlu yazar: mbilgili@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16 Ekim 2020
Kabul tarihi: 4 Aralık 2020
Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Rüzgâr enerjisi
Yatay eksenli rüzgâr türbini
Akış hızlandırıcılı rüzgâr türbini

ÖZET

Kentsel ve kırsal alanlarda, konutların ve küçük işletmelerin kullanımına yönelik yenilenebilir enerji teknolojilerinden faydalanılarak elektrik enerjisi üretilmesi ülkelerin enerji ekonomisi ve stratejisi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, düşük rüzgâr hızlarında verimli çalışabilen, kentsel ve kırsal alanlarda konutların kullanımına yönelik küçük kapasiteli, yatay eksenli ve akış hızlandırıcılı (yayıcı) rüzgâr türbinlerinin tasarımı için analitik çözümlene ve modelleme yapılmıştır. Bunun için önce rotor çapı 1 m olan küçük bir rüzgâr türbini seçilmiş, daha sonra bu rüzgâr türbini akış hızlandırıcılı olarak modellenerek performans değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara ve seçilen aerodinamik karakteristiklere göre, serbest akış rüzgâr hızı 10 m/s iken açık akıştaki rüzgâr türbini üzerinden elde edilen güç değeri 246,17 W iken, akış hızlandırıcılı rüzgâr türbini üzerinde elde edilen güç değeri 333,2 W olarak hesaplanmıştır.

Performance Analysis of Small Capacity, Horizontal Axis and Flow Accelerator Wind Turbines

Research Article

Article History:

Received: 16 October 2020
Accepted: 4 December 2020
Published online: 2 March 2021

Keywords:

Wind energy
Horizontal axis wind turbine
Flow accelerator wind turbine

ABSTRACT

Generating electricity by using renewable energy technologies for the use of residences and small businesses in urban and rural areas is very important for the energy economy and strategy of countries. In this study, analytical analysis and modeling were carried out for the design of small capacity, horizontal axis and flow accelerator (diffuser) wind turbines that can operate efficiently at low wind speeds and are intended for residential use in urban and rural areas. For this, first a small wind turbine with a rotor diameter of 1 m was selected, then this wind turbine was modeled with a flow accelerator and its performance values were compared. According to the results and the selected aerodynamic characteristics, the free flow wind speed was 10 m/s and the power value obtained over the open flow wind turbine was 246,17 W, while the power value obtained on the flow accelerator wind turbine was calculated as 333,2 W.

To Cite: Bilgili M. Küçük Kapasiteli, Yatay Eksenli ve Akış Hızlandırıcılı Rüzgâr Türbinlerinin Performans Analizi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 17-26.

1. Giriş

Son on yılda fosil enerji kaynakları hızla azalırken, hızla artan nüfus ve teknolojik gelişmeler sonucu enerjiye olan talep iyice artmıştır [1-8]. Bunun yanında, fosil enerji kaynaklarının kullanılmasıyla sera gazı emisyonlarının ve buna bağlı olarak küresel ısınmanın gün geçtikçe artması günümüzün en

önemli küresel sorunu haline gelmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın açıklamış olduğu rapora göre, herhangi bir önlem alınmadığı takdirde, 2050 yılında sera gazı emisyonları iki katına çıkacak ve artan petrol ihtiyacı talebi karşılamakta yetersiz kalacaktır. Dolayısıyla, bu talebin karşılanması ve küresel CO₂ emisyonlarının azaltılması için fosil yakıtlardan ziyade yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek

gerekmektedir [9-11]. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak, 2007 yılında 1000 GW olan küresel kurulu güç, 2018 yılında 2378 GW değerine ulaşmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında 600,3 GW kurulu güç ile rüzgar enerjisi dünyada önemli bir yere sahiptir ve kullanımı en çok artan ve en ekonomik yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir [12-17].

Ülkemizde, 2018 yılı sonu itibarıyla 7361 MW kurulu güç ile 180 adet rüzgar enerji santrali bulunmaktadır. Teorik olarak ülkemizin rüzgar enerjisi potansiyeli 83 GW mertebesinde olup AB ülkeleri arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Elektrik enerjisi üretiminde 88,55 GW olan toplam kurulu gücümüzün %7,91'lük kısmı rüzgar enerjisinden sağlanmaktadır. Ülkemiz 2023 yılı için elektrik üretiminde rüzgar enerjisi payının 12 GW olmasını hedeflemektedir. Dolayısıyla bu hedefin şu an sadece %60'lık bir kısmı gerçekleşmiştir ve önümüzdeki 4 yıl içerisinde ülkemizde yaklaşık olarak 4,5 GW değerinde rüzgar enerji santralini kurulması gerekmektedir [18]. Bu periyotta, AR-GE çalışmaları yapılarak rüzgar enerjisi potansiyelinin verimli ve bilinçli bir şekilde kullanılması, yerli rüzgar teknolojisini geliştirilmesi ve böylece enerjide dışa bağımlılığın azaltılması oldukça önemlidir.

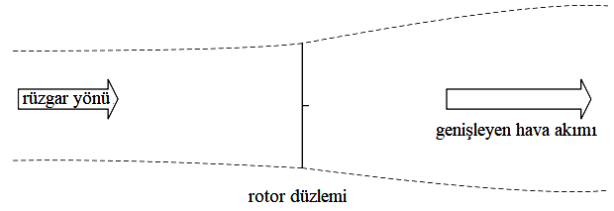
Ülkemizde küçük kapasiteli rüzgar türbin teknolojilerinin tasarımı, modellenmesi, optimizasyonu, imalatı ve elde edilecek güç ve etkinliğinin artırılması üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ancak uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar mevcuttur [19-25]. Bilindiği gibi, rüzgar türbininden elde edilen teorik güç rotor kanat kesit alanı ve hızın küpü ile doğru orantılıdır. Hızın artmasıyla birlikte elde edilecek olan rüzgar gücünün oldukça artacağı beklenen bir sonuçtur. Bir rüzgar türbinine yayıcı (difüzör) eklenerek rotor kanat alanı üzerinden geçen hava hızının artırılması ve böylece rotor kanatları üzerinden geçen hava debisinin artırılarak elde edilecek gücün ve verimin iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar oldukça yaygınlaşmaktadır.

Bu çalışmada, düşük rüzgar hızlarında verimli çalışabilen, kentsel ve kırsal alanlarda konutların kullanımına yönelik küçük kapasiteli, yatay eksenli ve difüzörlü rüzgar türbinlerinin tasarımı için analitik çözümlene ve modelleme yapılmıştır. Bunun için rotor çapı 1 m olan açık akış ve difüzörlü akış şeklinde olan iki rüzgar türbini düşünülmüş ve aerodinamik karakteristikleri elde edilerek karşılaştırılmıştır.

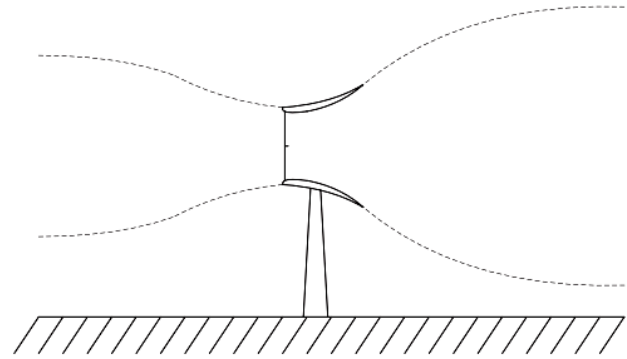
2. Analitik Çözümleme ve Modelleme

Yatay eksenli rüzgar türbinlerinin aerodinamik karakteristiklerin belirlenmesinde basit momentum teorisi uygulanmaktadır. Şekil 1 standart bir rüzgar türbini için açık akıştaki dönen rotor veya diskin hava ile enerji etkileşimini göstermektedir. Şekil 2 ise, difüzörlü bir rotoru göstermektedir. Şekillerden de görüldüğü gibi, rüzgar türbini güç üretimi rotor ve rüzgar arasındaki etkileşime bağlıdır. Rotor kanatları üzerinde bir kontrol hacmi belirlenmiş ve analiz için aşağıdaki varsayımlar kullanılmıştır:

- Homojen, sıkıştırılamaz, sürekli bir hava akışı;
- Sürtünme direnci yok;
- Sonsuz sayıda kanatlar;
- Disk veya rotor kanat alanı üzerinde üniform itme.



Şekil 1. Açık akış



Şekil 2. Difüzörlü akış

2.1. Açık Akış Aktüatör Diski

2.1.1. Eksenel İndüksiyon

Rotor düzlemindeki rüzgar hızındaki kayıp olarak tanımlayabileceğimiz eksenel akış indüksiyon faktörü (a), rotor üzerinden geçen rüzgar hızındaki oransal azalma olarak tanımlanır (Şekil 3). Rotor düzlemi boyunca hız aşağıdaki gibi bulunur [26].

$$V_1 = V_0(1 - a) \quad (1)$$

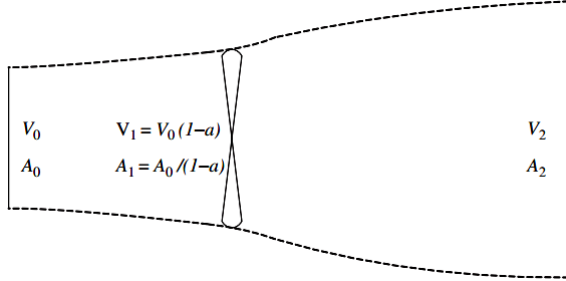
Rotor diski üzerindeki kinetik enerjideki değişim göz önüne alındığında, çıkarılan güç (kinetik enerjinin değişim hızı) P' dir:

$$P = \frac{1}{2}\rho A_0 V_0^3 - \frac{1}{2}\rho A_2 V_2^3 \quad (2)$$

Akışın sürekliliğinden ($\rho A_0 V_0 = \rho A_2 V_2$) dolayı:

$$P = \frac{1}{2}\rho A_0 V_0 (V_0^2 - V_2^2) \quad (3)$$

eşitliği elde edilir.



Şekil 3. Açık akış aktüatör disk modeli

2.1.2. Momentum

Rotor düzlemi boyunca kütleli debi $\rho A_1 V_1$ 'dir. Akış yönündeki rotor düzlemi boyunca hızı değişimi ($V_0 - V_2$)'dir. Bu nedenle, rotor düzlemi boyunca momentum değişim oranı olarak rotor kanat düzlemi üzerindeki itme kuvveti;

$$T = \rho A_1 V_1 (V_0 - V_2) \quad (4)$$

şeklinde hesaplanabilir. Elde edilen güç ise aşağıdaki gibi bulunur;

$$P = TV_1 = \rho A_0 V_0^2 (1 - a)(V_0 - V_2) \quad (5)$$

$$P = \rho A_0 V_0^2 (1 - a)(V_0 - V_2) \quad (6)$$

Eşitlik (3) ve (6)'dan akış çıkışındaki rüzgar hızı;

$$V_2 = V_0(1 - 2a) \quad (7)$$

olarak bulunur. Rüzgâr türbinindeki güç katsayısı ise;

$$C_p = P/0,5\rho V_0^3 A_1 \quad (8)$$

$$C_p = 4a(1 - a)^2 \quad (9)$$

şeklinde tanımlanır. Güç katsayısının maksimum değeri $a=1/3$ bulunur ve böylece,

$$C_{pm} = 16/27 \quad (10)$$

elde edilir.

2.2. Genelleştirilmiş Aktüatör Disk Teorisi

Özellikle yenilikçi rüzgâr türbini sistemleri arasında, daha küçük, daha hafif, belki de daha hızlı ve kesinlikle daha ucuz bir rotorun açık akışta büyük bir rotor kadar enerji çıkarabileceği düşüncesiyle akışı artırma veya konsantre etme kavramlarına sürekli ilgi duyulmuştur. Elbette bu faydalar, akışı artıran sistemin maliyetine göre işlem görmelidir. Genel büyütme araçları, roturu açık akışa kıyasla rotor içinden fazladan kütle akışını indüklemeye yarayan bir kanala veya difüzöre yerleştirmektedir. Yoğunlaşmış bölgeleri yaratan girdapları indüklemek için kanatlar veya delta kanadı kullanılarak daha egzotik konseptler de göz önüne alınmıştır.

Güç katsayısı (C_p), enerji çıkarma cihazının performansı olarak tanımlanır ve bir kanal veya difüzör tarafından cihazın alanı boyunca ilave kütle akışı indüklenirse Betz sınırı (Eşitlik 10) aşılabilir. Kanallarda ve difüzörlerde türbinlerin birçok analizinde, hızlandırma faktörleri tanımlanmış ve standart olanlar dışındaki C_p ve C_t (itme kuvveti katsayısı) tanımları kullanılmıştır. Aşağıdaki analiz, aksel indüksiyon, güç ve itme katsayılarının standart tanımlarını korur.

Eksenel indüksiyon faktörü (a), rotor düzleminde tam olarak önceden tanımlandığı gibidir (Eşitlik 1). Difüzörlü akış rotor düzleminde ise a negatif bir değer almaktadır. Açık akışta olduğu gibi, güç katsayısı ve itme katsayısı, sırasıyla, aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{2}\rho A V_0^3} \quad (11)$$

ve

$$C_t = \frac{T}{\frac{1}{2}\rho A V_0^2} \quad (12)$$

C_p ve C_t 'nin temel tanımlarından, aşağıdaki eşitlik elde edilebilir:

$$\frac{P}{T} = V_0 \frac{C_p}{C_t} \quad (13)$$

Bununla birlikte, rotor düzleminde uygulanan kuvvet ve hızın bir ürünü olarak gücün temel tanımını da göz önünde bulundurularak:

$$P = TV_0(1 - a) \quad (14)$$

$$\frac{P}{T} = V_0(1 - a) \quad (15)$$

$$\frac{C_p}{C_t} = (1 - a) \quad (16)$$

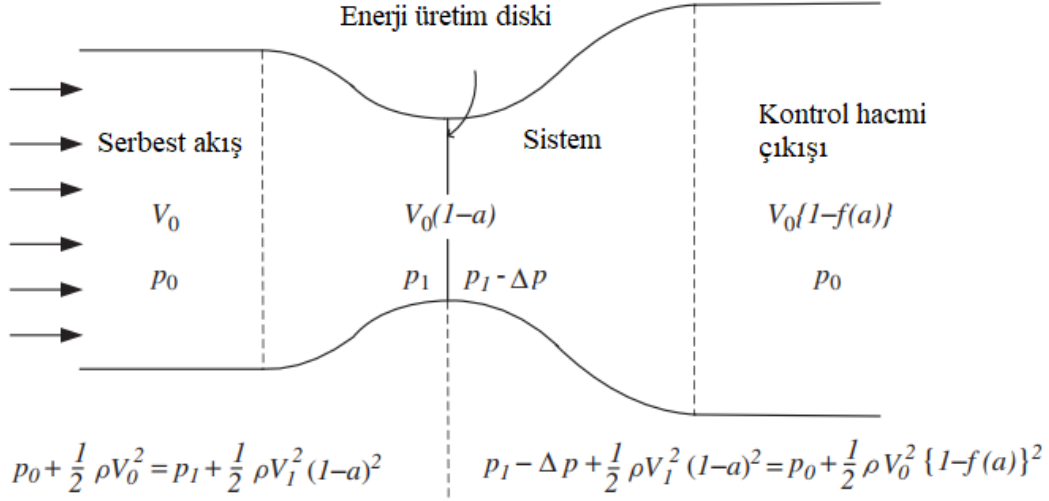
elde edilir.

Bir sistem, aksel indüksiyonun, serbest akış ve kontrol hacmi çıkışı arasında etkilendiği bölge

olarak tanımlanır. Enerji çıkarımının akışa normal bir düzlemsel alanda ve sistem içerisinde belirli bir yerde gerçekleştiği düşünülmektedir. $f(a)$ kontrol hacmi çıkışı eksenel indüksiyon faktörü olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4). Sistemdeki basınç farkının (Δp) olduğu bir kesit alanı (A) bölgesindeki herhangi bir düzlemde, enerji

çıkarmı ile ilişkili itme kuvveti (T) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$T = \Delta p A = \frac{1}{2} \rho A V_0^2 A C_t \quad (17)$$



Şekil 4. Genel akış diyagramı [26]

Tablo 1. Açık ve difüzörlü akışı karşılaştıran sonuçların bir özeti [26]

Genel operasyon		
	Betz açık akış	Genel difüzörlü akış
Serbest akış hızı V_0	V_0	V_0
Disk rüzgar hızı V_1	$V_0 (1 - a)$	$V_0 (1 - a)$
Çıkış hızı V_2	$V_0 (1 - 2a)$	$V_0 \left(\frac{1 - 2a + a_0}{1 - a_0} \right)$
Güç katsayısı C_p	$4a (1 - a)^2$	$\frac{4(a - a_0)(1 - a)^2}{(1 - a_0)^2}$
İtme kuvveti katsayısı C_T	$4a (1 - a)$	$\frac{4(a - a_0)(1 - a)}{(1 - a_0)^2}$
Rotor üzerindeki basınç farkı	$\frac{1}{2} \rho V_0^2 C_T$	$\frac{1}{2} \rho V_0^2 C_T$
Optimum performans		
	Betz açık akış	Genel difüzörlü akış
Maksimum C_p	$\frac{16}{27}$	$\frac{16}{27} (1 - a_0)$
İlişkili eksenel indüksiyon faktörü	$\frac{1}{3}$	$\frac{1 + 2a_0}{3}$
Kontrol hacmi çıkışı eksenel indüksiyon faktörü	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
İlişkili itme kuvveti katsayısı	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$
Rotor üzerindeki basınç farkı	$\frac{4}{9} \rho V_0^2$	$\frac{4}{9} \rho V_0^2$

Bernoulli denkleminin enerji etkileşim düzlemine uygulandığı düşünülürse:

$$p_0 + \frac{1}{2}\rho V_0^2 = p_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2(1-a)^2 \quad (18)$$

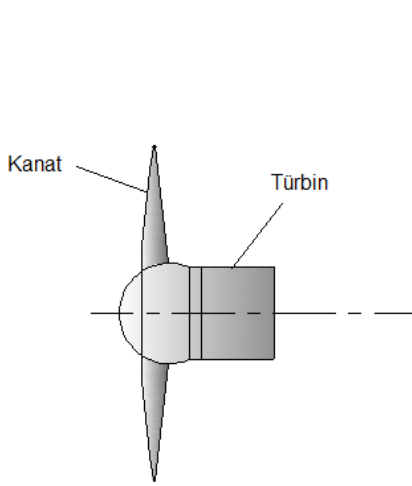
eşitliği elde edilir, ve çıkarma düzleminin diğer akış tarafında;

$$p_1 - \Delta p + \frac{1}{2}\rho V_1^2(1-a)^2 = p_0 + \frac{1}{2}\rho V_0^2\{(1-f(a))^2\} \quad (19)$$

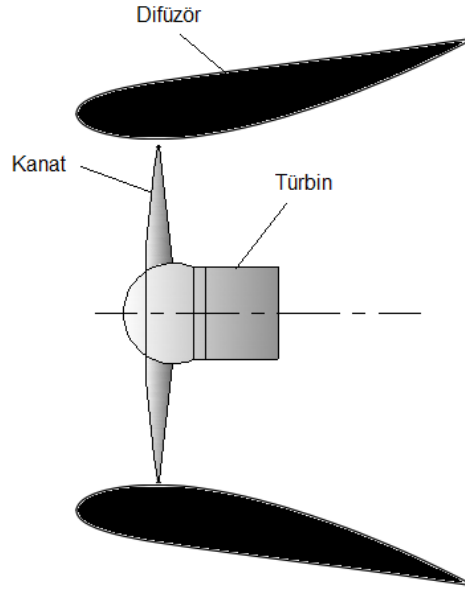
eşitliği elde edilir. $f(a)$ ise aşağıdaki eşitlikten bulunabilir:

$$f(a) = 2 \left\{ \frac{a-a_0}{1-a_0} \right\} \quad (20)$$

Difüzör üzerindeki kuvvet ise aşağıdaki gibi bulunur:



a)



b)

Şekil 5.a) Açık b) difüzörlü akışta rüzgâr türbinleri

Tablo 2. Seçilen parametreler

Parametre	Değer
Türbin rotor çapı, D	1 m
Atmosferik hava yoğunluğu, ρ	1,225 kg/m ³
Serbest akış rüzgar hızı, V_0	0-10 m/s
Eksenel akış indüksiyon faktörü, a	0,2
Kontrol hacmi çıkışı akış indüksiyon faktörü, $f(a)$	0,35

Rotor düzlemi üzerindeki rüzgâr hızının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, açık akıştaki rüzgâr türbinine göre difüzörlü akışta rotor düzlemi üzerindeki rüzgâr hızı oldukça belirgin bir şekilde artmaktadır. Örneğin, serbest akış rüzgâr hızı 10 m/s olduğunda açık akıştaki rotor düzlemi üzerindeki rüzgâr hızı 8 m/s iken, difüzörlü akışta bu hız 12 m/s olmaktadır.

$$T_d = \frac{1}{2}\rho AV_0^3 \left\{ \frac{-4a_0(1-a)(a-a_0)}{(1-a_0)^2} \right\} = -a_0 T \quad (21)$$

Sonuç itibarıyla, açık ve difüzörlü akışı karşılaştıran sonuçların bir özeti Tablo 1'de verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

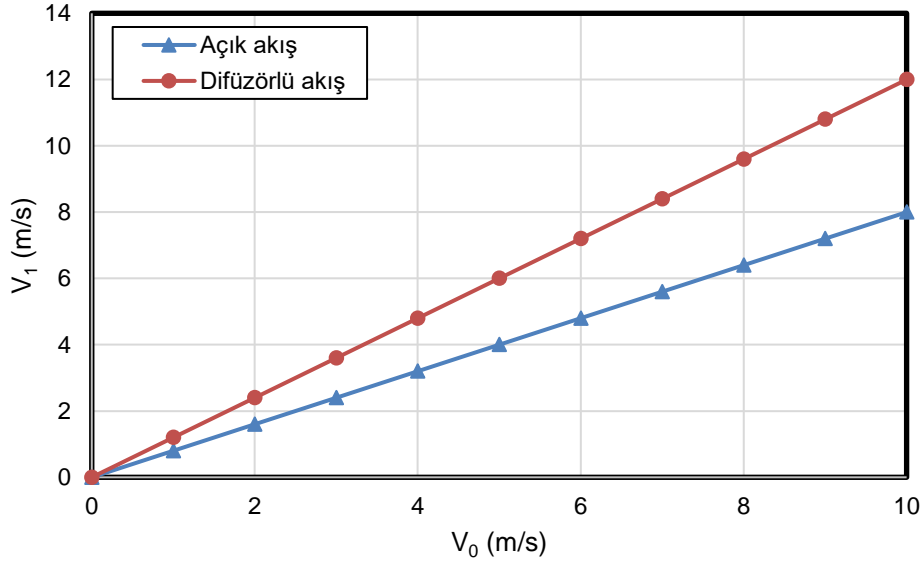
Bu çalışmada, rotor çapı 1 m olan yatay eksenli üç kanatlı bir rüzgâr türbini düşünülmüştür (Şekil 5). Bu türbin önce açık akışta analiz edilmiş, daha sonra türbinin etrafına bir difüzör yerleştirilerek difüzörlü akışta aerodinamik karakteristikler hesaplanmıştır. Çalışma için seçilen parametreler Tablo 2'de verilmiştir.

Kontrol hacmi çıkışındaki rüzgâr hızının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, her iki akış için de kontrol hacmi çıkışındaki rüzgâr hızı serbest akış rüzgâr hızına göre daha düşük olmaktadır. Örneğin, serbest akış rüzgâr hızı 10 m/s iken kontrol hacmi çıkışındaki rüzgâr hızı değerleri açık ve difüzörlü akış için, sırasıyla, 6 m/s ve 6,5 m/s olarak hesaplanmıştır.

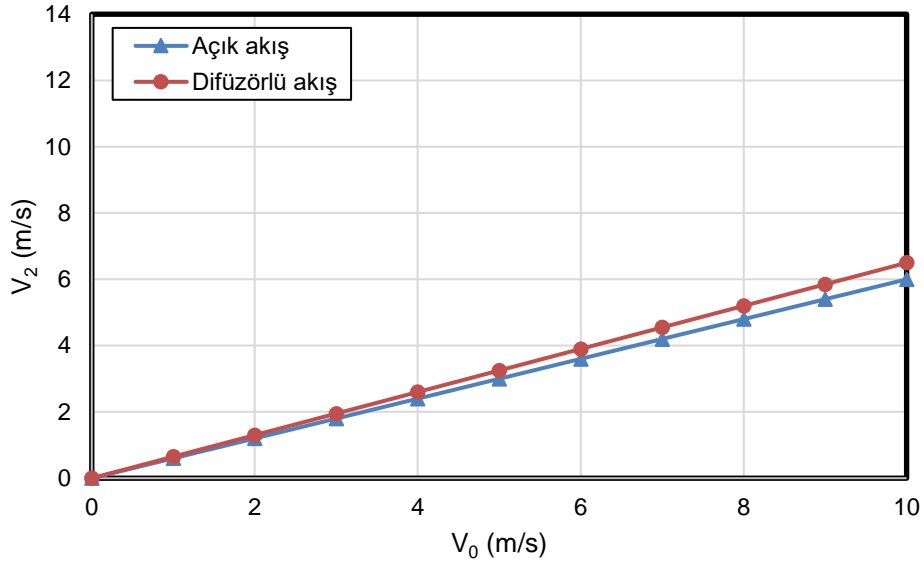
Açık ve difüzörlü akış için rüzgâr türbinlerinden elde edilen güç katsayısı değerleri Şekil 8'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, aynı serbest akış rüzgâr hızı için difüzörlü akışta rotor düzlemi üzerindeki rüzgâr hızı daha büyük olduğundan güç katsayısı değeri açık akışa göre daha büyük elde edilmiştir. Açık akışta

maksimum güç katsayısı bilindiği gibi, eksenel akış indüksiyon faktörünün $a=1/3$ olduğu değere karşılık gelen Betz limitine ($C_{pm}=0,5925$) eşit olmaktadır. Diğer yandan difüzörlü akışta, difüzör

tarafından rotor düzlemi alanı boyunca ilave kütle akışı ile Betz sınırı aşılmış ve maksimum güç katsayısı değeri 0,86 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Rotor düzlemi üzerindeki rüzgâr hızının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi



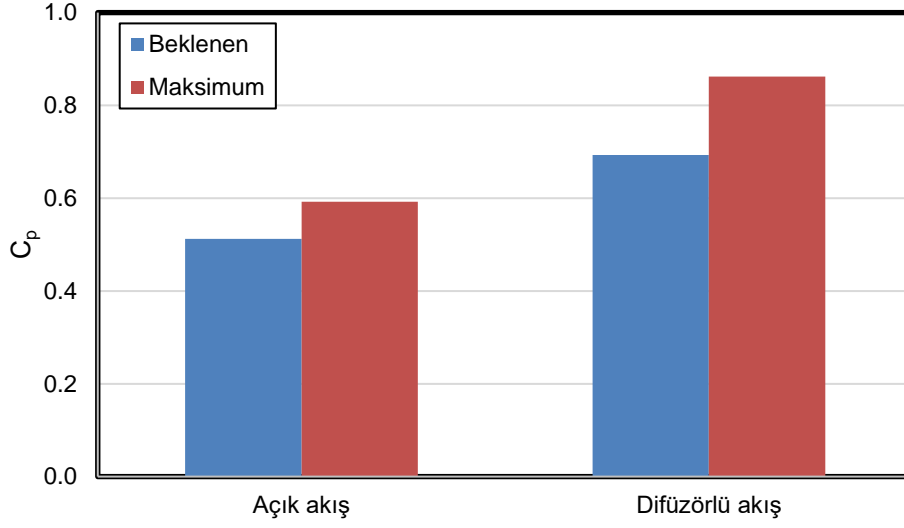
Şekil 7. Kontrol hacmi çıkışındaki rüzgâr hızının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi

Seçilen eksenel indüksiyon faktörlerine göre elde edilen rotor düzlemi üzerindeki itme kuvveti katsayıları Şekil 9'da karşılaştırılmıştır. Rotor düzlemi üzerindeki itme kuvveti katsayısı değerleri açık ve difüzörlü akış için, sırasıyla, 0,64 ve 0,58 olarak hesaplanmıştır.

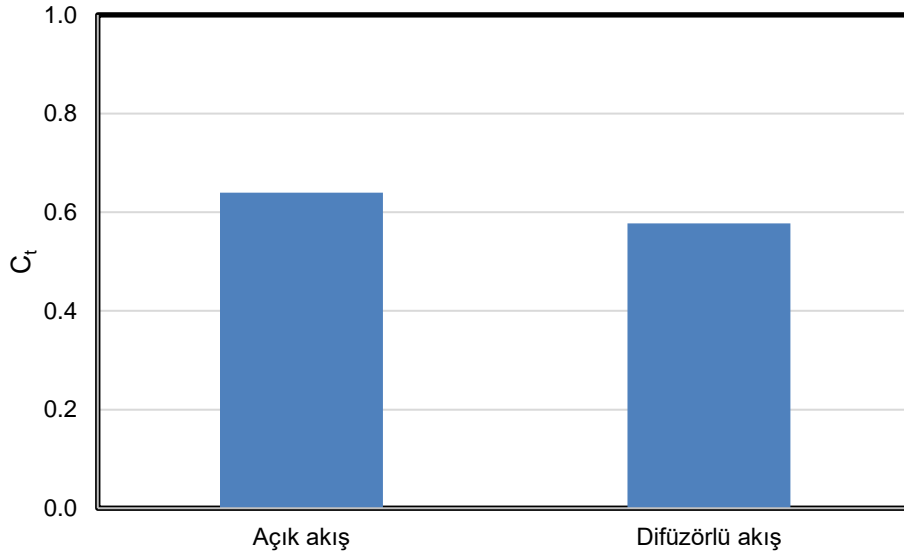
Seçilen eksenel indüksiyon faktörlerine göre elde edilen rotor düzlemi üzerindeki basınç farkının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, rotor düzlemi üzerindeki basınç farkı aynı zamanda itme kuvveti katsayısı ile ilişkili olup

serbest akış rüzgâr hızının artmasıyla birlikte artmaktadır.

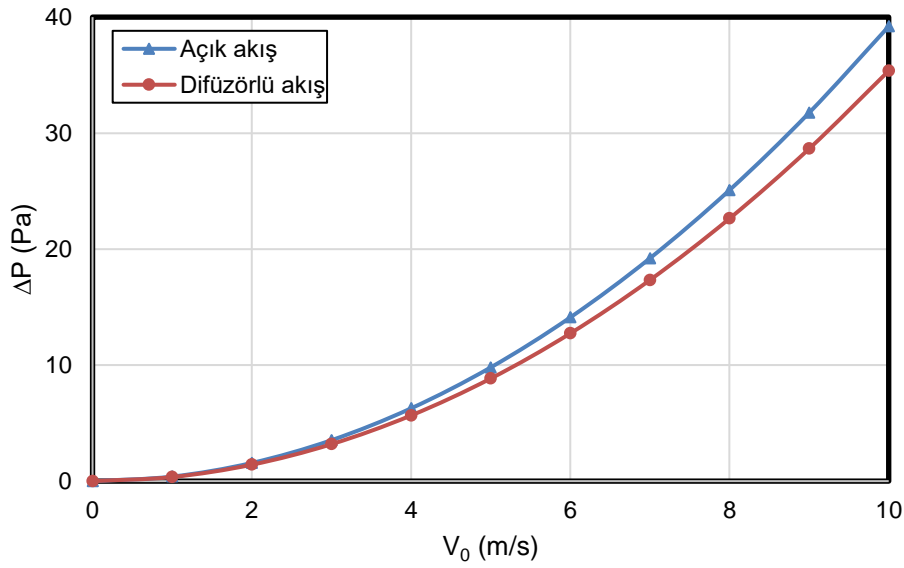
Rüzgâr türbininden elde edilen gücün serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi Şekil 11'de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, difüzör tarafından rotor düzlemi alanı boyunca ilave kütle akışı nedeniyle, difüzörlü akış rüzgâr türbininden elde edilen güç değeri açık akış rüzgâr türbinine göre daha fazladır. Örneğin, serbest akış rüzgâr hızı 10 m/s iken açık akıştaki rüzgâr türbini üzerinden elde edilen güç değeri 246,17 W iken, difüzörlü akıştaki rüzgâr türbini üzerinde elde edilen güç değeri 333,2 W olmaktadır.



Şekil 8. Açık ve difüzörlü akış için rüzgar türbinlerinden elde edilen güç katsayısı değerleri



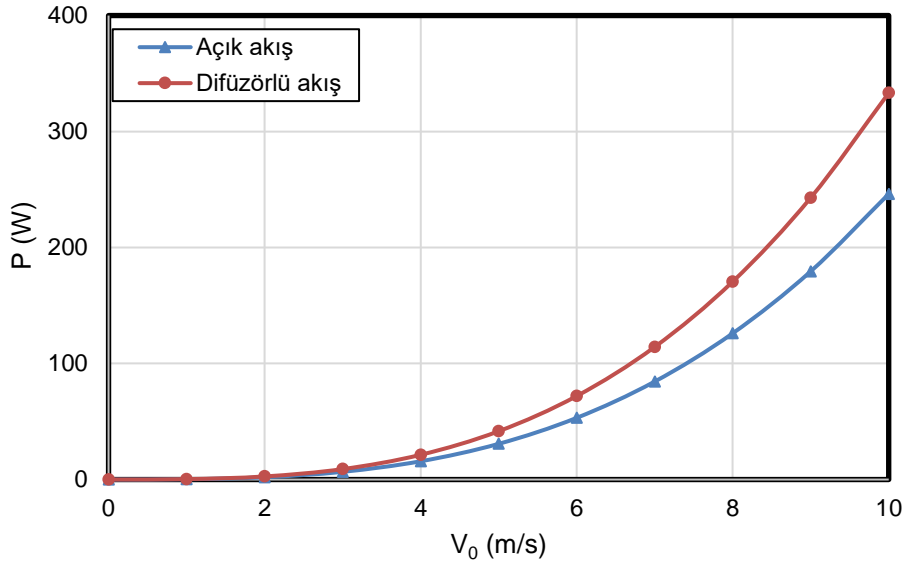
Şekil 9. Rotor düzlemi üzerindeki itme kuvveti katsayıları



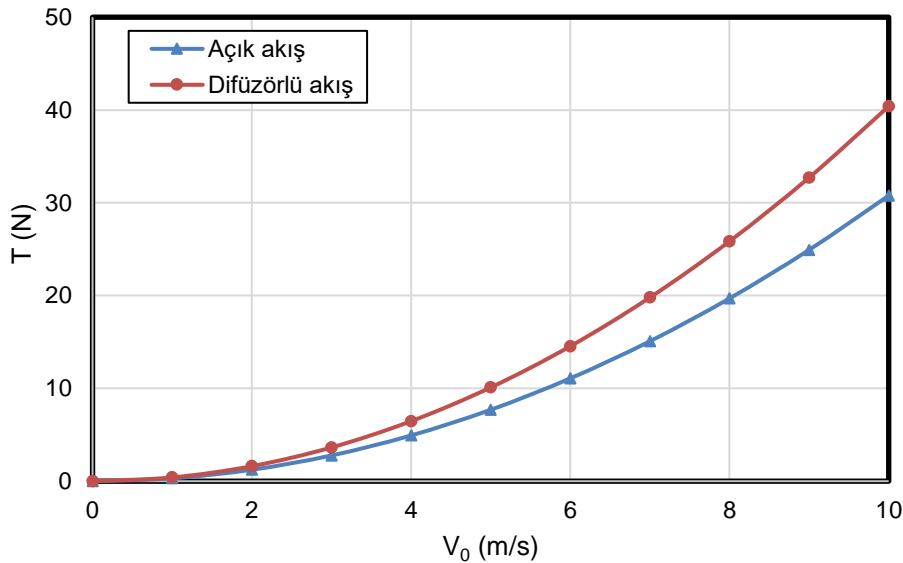
Şekil 10. Rotor düzlemi üzerindeki basınç farkının serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi

Rüzgâr türbini üzerindeki itme kuvvetinin serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi Şekil 12’de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, rüzgâr türbini üzerindeki itme kuvveti serbest akış rüzgâr hızının artmasıyla birlikte tabii ki artmaktadır. Bir rüzgâr türbini üzerinde difüzör kullanılması, türbin performansını artırmasına rağmen ek bir

itme kuvveti oluşturmaktadır. Örneğin, serbest akış rüzgâr hızı 10 m/s iken açık akıştaki rüzgâr türbini üzerinden elde edilen itme kuvveti değeri 30,77 N iken, difüzörlü akıştaki rüzgâr türbini üzerinde elde edilen itme kuvveti değeri 40,39 N olmaktadır.



Şekil 11. Rüzgâr türbininden elde edilen gücün serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi



Şekil 12. Rüzgâr türbini üzerindeki itme kuvvetinin serbest akış rüzgâr hızına göre değişimi

4. Sonuç

Ülkemizde elektrik enerjisi tüketiminin artmasıyla birlikte, kısmi ihtiyaçları gidermek üzere elektrik enterkonnekte hatlarının olmadığı yerlerde, küçük işletmelerde (tarım, petrol istasyonları ve çeşitli üretim firmaları) ve konut uygulamalarında küçük kapasiteli rüzgâr türbinlerine olan talebin artacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca, ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı lisanssız elektrik üretiminde kurulu güç üst sınırın 14 Mart

2013’te kabul edilen Elektrik Piyasası Kanunu ile 500 kW’tan 1000 kW’a yükseltilmesi ile küçük işletmelerde küçük kapasiteli rüzgâr türbinlerine olan ihtiyacın daha da artması beklenmektedir. Bu anlamda, düşük rüzgâr hızlarında verimli çalışabilen, kentsel ve kırsal alanlarda konutlarda/binalarda ve küçük işletmelerin kullanımına yönelik rüzgâr türbinlerinin tasarım ve imalatının dışa bağımlı olmadan ülkemiz akademisyenler ve sanayiciler tarafından yapılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, düşük

rüzgâr hızlarında verimli çalışabilen, kentsel ve kırsal alanlarda konutların kullanımına yönelik küçük kapasiteli, yatay eksenli ve difüzörlü rüzgâr türbinlerinin tasarımı için analitik çözümleme ve modelleme yapılmıştır. Bunun için rotor çapı 1 m olan açık akış ve difüzörlü akış şeklinde olan iki rüzgâr türbini düşünülmüş ve aerodinamik karakteristikleri elde edilerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, bir rüzgâr türbini üzerinde difüzör kullanılması, türbin performansını artırmasına rağmen ek bir itme kuvveti oluşturmaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Araştırmacının katkı oranı %100'dür.

Çatışma Beyanı

Yazar, bu yazıda bildirilen çalışmayı etkilemiş herhangi bir kişisel ve/veya mali çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Biriminin FBA-2017-8800 numaralı projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

- [1] Bilgili M., Ozbek A., Sahin B., Kahraman A. An overview of renewable electric power capacity and progress in new technologies in the world, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 49: 323–334.
- [2] Korompili A., Wu Q., Zhao H. Review of VSC HVDC connection for offshore wind power integration, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2016; 59: 1405-1414.
- [3] Emmanouil G., Galanis G., Kalogeri C., Zodiatis G., Kallos G. 10-year high resolution study of wind, sea waves and wave energy assessment in the Greek offshore areas, *Renewable Energy* 2016; 90: 399-419.
- [4] Islam MR., Mekhilef S., Saidur R. Progress and recent trends of wind energy technology, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2013; 21: 456-468.
- [5] Jones CR., Eiser JR. Understanding 'local' opposition to wind development in the UK: How big is a backyard? *Energy Policy* 2010; 38: 3106-3117.
- [6] Kaldellis JK., Zafirakis D. The wind energy (r)evolution: A short review of a long history, *Renewable Energy* 2011; 36: 1887-1901.
- [7] Kaplan YA. Overview of wind energy in the world and assessment of current wind energy policies in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 43: 562-568.
- [8] Karthikeyan N., Murugavel KK., Kumar SA., Rajakumar S. Review of aerodynamic developments on small horizontal axis wind turbine blade, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 42: 801-822.
- [9] Söderholm P., Pettersson M. Offshore wind power policy and planning in Sweden *Energy, Policy* 2011; 39: 518-525.
- [10] IEA. Energy technology perspectives. International Energy Agency, <https://www.iea.org> (2010, accessed 14 July 2010).
- [11] IEA. Technology roadmap, wind energy. International Energy Agency, <https://www.iea.org> (2013, accessed 7 June 2013).
- [12] IRENA. Renewable energy benefits: measuring the economics. International Renewable Energy Agency, <http://www.irena.org> (2016, accessed 6 November 2016).
- [13] Wang S., Wang S. Impacts of wind energy on environment: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 49: 437-443.
- [14] Bilgili M., Sahin B. Electric power plants and electricity generation in Turkey, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* 2010; 5: 81-92.
- [15] EWEA, European Wind Energy Association, (2018). Wind energy in Europe in 2018. <https://windeurope.org/about-wind/statistics/european/>.

- [16] GWEC, Global Wind Energy Council, Global wind report, 2018, <http://www.gwec.net>.
- [17] WE, Wind Europe, (2018). Wind in power 2018, Annual combined onshore and offshore wind energy statistics. <https://windeurope.org/>.
- [18] TETC, Turkish Electricity Transmission Corporation, Electricity statistics, 2019. <https://www.teias.gov.tr/>.
- [19] Abadi PRM., Daneshmand SV., Sharific R. Development and economical evaluation for wind power plant in Chabahar in Sistan and Baluchestan province-Iran, Journal of Renewable Energy and Environment JREE, 2016; 3(1): 17-24.
- [20] Abe K., Ohya Y. An investigation of flow fields around flanged diffusers using CFD, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2004; 92: 315-330.
- [21] Abe K., Nishida M., Sakurai A., Ohya Y., Kihara H., Wada E., Sato K. Experimental and numerical investigations of flow fields behind a small wind turbine with a flanged diffuser, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 2005; 93: 951-970.
- [22] Al-Sulaiman FA., Yilbas BS. Thermoeconomic analysis of shrouded wind turbines, Energy Conversion and Management 2015; 96: 599-604.
- [23] Adeel A., Zaidi M., Uddin N. Numerical investigations of subsonic flow through a convergent-divergent duct with varying flange heights at exit, Proceedings of International Conference on Energy and Sustainability, Ned University of Engineering & Technology, Karachi, Pakistan, 2013; 15-19.
- [24] Allaei D., Andreopoulos Y. INVELOX: Description of a new concept in wind power and its performance evaluation, Energy 2014; 69: 336-344.
- [25] Allaei D., Tarnowski D., Andreopoulos Y. INVELOX with multiple wind turbine generator systems, Energy 2015, 93: 1030-1040.
- [26] Jamieson P. Innovation in wind turbine design. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2011.

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Kurumsal Kaynak Planlama Sistemi Seçimi

Burcu ALATEPELİ^{1*}

¹Çukurova University, Faculty of Business Administration, Department of Production Management, 01380, Adana, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-3940-2085>

*Corresponding author: burcu.alatepeli@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 19 Kasım 2020

Kabul tarihi: 17 Aralık 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Kurumsal Kaynak Planlama
Çok Kriterli Karar Verme
TOPSIS

ÖZET

Günümüzde işletmeler rekabet ortamına ayak uydurabilmek için maliyet, kalite, verimlilik, değişen iş koşullarını önceden tahmin edebilme gibi pek çok parametreye ihtiyaç duymaktadır. Kurumsal kaynak planlama sistemleri (ERP) muhasebe, satın alma, proje yönetimi, Ar-Ge, dış ticaret operasyonları gibi günlük iş gereksinimlerini gerekli bilgilerle birbirine bağlamaktadır. ERP sistemleri bir işletmenin bütün süreçlerini kapsayan verileri birleştirme özelliği taşıyor olsa da pek çok şirket, yüksek maliyetlere katlanarak satın aldıkları bu yazılımlarda hedefledikleri başarıya ulaşamamaktadır. Çalışmanın amacı kurumsal kaynak planlama sistemi kullanmaya karar veren bir firma için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS kullanarak en uygun sistemin seçilmesini sağlamaktır. Çalışmada literatür ve nitel çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde beş kriter; sistem yeterliliği, sistem esnekliği, maliyet, eğitim, satış sonrası destek, verimli proje yönetimi kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiştir. Kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için şirket üst düzey yöneticileri ile kriter ağırlıklandırılması yapılmıştır. Çalışma sonunda en önemli kriter “maliyet” olarak belirlenmiş ve işletmenin mevcut kurumsal kaynak planlama sistemleri arasında “ERP 3” en yüksek puana sahip ERP sistemi olarak seçilmiştir.

Enterprise Resource Planning System Selection with Multi-Criteria Decision Making Techniques

Research Article

Article History:

Received: 19 November 2020

Accepted: 17 December 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Enterprise resource planning
Multi criteria decision making
TOPSIS

ABSTRACT

Today, businesses require to consider many parameters such as cost, quality, efficiency and being able to predict the changing business conditions in order to keep up with the competitive environment. Enterprise resource planning systems (ERP) connect daily business requirements such as accounting, procurement, project management, R&D (Research and Development), foreign trade operations with the necessary information. Although ERP systems have the feature of combining all data including all processes of an enterprise, many companies cannot achieve the success they desire in this software that they purchase by bearing high costs. Accordingly, the aim of the study is to select the most suitable system for a company that decides to use an enterprise resource planning system, by using TOPSIS, one of the multi-criteria decision making methods. When the literature and qualitative study results were evaluated together in this study, the criteria such as system competence, system flexibility, cost, training, after-sales support and efficient project management criteria were determined as main criteria. In order to determine the significance level of the criteria, a process of criteria weighting was executed with the senior managers of the company. At the end of the study, the most important criterion was determined as “cost” and “ERP 3” was selected as the ERP system with the highest score among the existing enterprise resource planning systems.

To cite: Alatepeli B. Enterprise Resource Planning System Selection with Multi-Criteria Decision Making Techniques. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 27-32.

1. Introduction

Enterprise Resource Planning (ERP) is a commercial software package that enables businesses to manage in a fully automated system. In other words, ERP system is the system that provides the information integration process within the organization, combining relational business tools and data through a database [1]. By offering integrated solutions, the system ensures effective and efficient use of resources, and at the same time, it begins to have its place in the field of e-commerce by developing web-based solutions [2]. In addition to these advantages that ERP provides to businesses, unfortunately, it is known that the application success rate is quite low. One of the reasons why the success is so low, perhaps most importantly, is the failure to choose the appropriate system for the business structure. At this point, system selection becomes important for the success [3].

ERP system selection has a difficult and complex process due to the variety of alternatives. Considering that there are dozens of software in the ERP software industry, it becomes important for an enterprise to choose the right system [4].

2. Enterprise Resource Planning System

2.1. Literature

According to Kumar and Hillsgrersberg, enterprise resource planning is an information systems that provide effective and efficient use of resources by offering integrated solutions [5]. Rashid et al. [6] have discussed the historical development of the system in their studies, where they described the change of ERP over the years. Accordingly, the system, which started by the process of inventory control packages in the 1960s, and in line with material requirement planning in the 1970s, production resource planning in the 1980s, enterprise resource planning in the 1990s and expanded enterprise resource planning in the 2000s.

Based on some studies in the literature, the reason why ERP has been explained as increases organizational effectiveness and work efficiency [7, 8]. In his study, Teltumbde suggested a structural framework for choosing ERP and pointed out 10 main factors for the selection of this software. These factors are strategic fit, technology, change management, risk, applicability, business functionality, vendor

identity, flexibility, cost and benefit [9]. Haddara, and Elragal on the other hand, described ERP systems as software applications in the form of modules that integrate the processes and tasks of the organization at an organizational level [10].

2.2. Enterprise Resource Planning Criteria Selection

ERP applications are of vital importance for organizations. Businesses use a ERP system regardless of their commercial and administrative size. However, when ERP systems are evaluated in terms of their initial costs and annual maintenance costs, it is necessary to say that although they will turn into financial gain in terms of their operational contribution in the long run, they are also likely to have a certain financial burden [11]. Although expectations from ERP systems are high, they do not always provide significant organizational improvement [12]. Accordingly, many ERP projects have failed due to budget and time limits [13] When the literature and qualitative study results were evaluated together, various criteria were determined for the selection of appropriate enterprise resource planning. These are system competence, system flexibility, cost, training, after sales support and efficient project management criteria.

- System flexibility; is the ability for the system to be transformed into the process or design as needed in a short time. The flexibility of the system and its openness to improvements in line with user demands enable the user to perceive the system easily [14].
- System adequacy; it is a factor that illustrate whether or not the specifications expected from the system are met [1].
- Cost; constitutes the most important item for enterprises in the selection of a resource planning system. The cost is that the software can be purchased at an affordable price or the purchased system can gain serious cost advantage [15].
- Education; has an important place in perceiving the system as easy. Bueno and Salmeron [16] found that training has an impact on perceived ease of use in their study of ERP systems.
- Support after sale; serves as a structure that manages many parameters from acceptance to solution, in accordance with the intense business tempo of companies that provides technical support and

service to the solution of any problem that occurs during the use of the system [1].

- Efficient project management; includes the use of a technology by the users, the planning of the transition process, the arrangement of the resources in this direction are included in the project management [17].

Table 1. Criteria's and symbols

Criteria	Symbols	Sources
System flexibility	SF	[14]
System adequacy	SA	[1]
Cost	C	[15]
Education	E	[16]
Support after sale	SAS	[1]
Efficient project management	EPM	[17]

3. Research Method

3.1. TOPSIS

People are faced with decision-making processes in many times throughout their lives, and although the decision-making process is considered easy at the initial stage, it actually appears as a complex process [18]. Decision making is a process consisting of certain stages, and individuals evaluate the situation with a specific approach in the decision-making process, consider alternatives and their possible consequences, and finally comes out to certain individual choices as a result of their evaluation [19].

First introduced by Hwang and Yoon in 1981, the TOPSIS method is an approach for dealing with complex systems related to making a preferred choice among several alternatives [20]. The advantages of the TOPSIS method, which is one of the multi-criteria decision making methods, are briefly stated as being simple to use, considering all kinds of criteria, being rational and understandable, and having quite clear calculations [21]. Therefore, the TOPSIS method, one of the multi-criteria decision making techniques, was used in this study for corporate source software selection.

3.2. TOPSIS Process

In general TOPSIS process has 6 steps [21] :

Step 1: Preparing decision matrix

The decision matrix column contains column criteria (n) and on the line as an alternative (m).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{m3} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Step 2: Normalized matrix

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, m ; \quad j = 1, 2, \dots, n$

Step 3: Calculating the weighted normalized decision matrix

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \quad (3)$$

$i = 1, 2, \dots, m \text{ and } j = 1, 2, \dots, n$

Step 4: Calculating the positive and negative ideal solution

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-)$$

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij} \\ \min_i y_{ij} \end{cases}$$

if j, benefit attribute
if j, cost attribute

$$y_j^- = \begin{cases} \min_i y_{ij} \\ \max_i y_{ij} \end{cases} \quad (4)$$

Step 5: Calculating distance with ideal solution

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n y_{ij} - y_j^+} \quad (5)$$

$i = 1, 2, \dots, m$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n y_{ij} - y_j^-} \quad (5)$$

Step 6: Calculating the preference value

$$V_j = \frac{D_i^-}{D_i^- - D_i^+} \quad (6)$$

$i = 1, 2, \dots, m$

4. Result and Discussion

As stated in this study, x business which operates in the automotive industry, which has employees worldwide, with significant market share in leading economies outside Turkey such as USA, UK, France, Germany and Italy is a company which operates nearly in 70 countries. Using the TOPSIS method, one of the multi-criteria decision making techniques for the ERP software selection problem, it is aimed to reach the useful results that will help the decision makers. The company wants to choose one of the available software, namely SAP, Oracle, Logo, Microsoft Dynamics, Canias, Bilişim and Syspro ERP, considering the criteria that affect the software selection.

In this study, in determining the criterion weights for the selection of ERP software, the decision makers consisting of the managers of the production, accounting, finance and sales departments of the company and academicians have weighted the criteria based on the literature. After determining the importance level of the criteria, ERPs were listed according to their performance with TOPSIS method.

Table 2. Weights for the 6 criteria

	SF	SA	C	E	SAS	EPM
Score	7	8	9	6	7	7
W_j	0,159	0,182	0,205	0,136	0,159	0,159
Direction	+	+	-	+	+	+

After determining the criteria and weights in Table 2, the decision maker determines the list of alternatives to be selected. The first step of implementing TOPSIS in decision support systems prepares the decision matrix.

Table 3. Decision matrix

	SF	SA	C	E	SAS	EPM
ERP 1	0,03	0,06	0,08	0,06	0,07	0,08
ERP 2	0,04	0,10	0,08	0,05	0,05	0,06
ERP 3	0,06	0,09	0,07	0,06	0,08	0,07
ERP 4	0,05	0,05	0,08	0,04	0,07	0,05
ERP 5	0,09	0,08	0,10	0,06	0,06	0,06
ERP 6	0,08	0,05	0,09	0,06	0,05	0,04

Table 4. The distances of weighted normalized matrix with ideal solution

	A^*	A^-
A^*	0,09	0,10
A^-	0,03	0,05

The positive and negative ideal solutions were determined by taking the maximum and minimum values for each criterion.

Table 5. Best ERP of each alternative

S_i^*	S_i^-	C_i	Ranking
$S1^*$ 0,741	$S1^-$	0,595	$C1^*$ 0,45 ERP 1 4
$S2^*$ 0,665	$S2^-$	0,595	$C2^*$ 0,47 ERP 2 3
$S3^*$ 0,364	$S3^-$	0,729	$C3^*$ 0,67 ERP 3 1
$S4^*$ 0,778	$S4^-$	0,372	$C4^*$ 0,32 ERP 4 6
$S5^*$ 0,468	$S5^-$	0,756	$C5^*$ 0,62 ERP 5 2
$S6^*$ 0,758	$S6^-$	0,556	$C6^*$ 0,42 ERP 6 5

S^* shows the distance of each alternative from positive ideal solution, illustrates the distance of each alternative from negative ideal solution and C^* shows the best ERP of each alternative.

As a result of the ranking, the software with the highest performance was determined as ERP 3, followed by ERP 5 in the second and ERP 2 in the third. Again with the same data, the ERP's with the lowest performance are ERP 4 and ERP 6, respectively.

5. Conclusion and Recommendations

Recently, the development of information technology has influenced most of companies. Especially in today's world where competition is intense, companies to survive requires to adapt themselves to new technological improvements and they must use high technologies efficiently as well. ERP becomes crucial for companies to manage their resources efficiently and by adapting ERP in all managerial processes in companies allow them to increase customer satisfaction, reduce costs and maintain or increase market share. At this point, it is important to choose the right ERP software to right managerial process. Based on the findings of the present study, system

adequacy is an important criterion in establishing the ERP system; therefore, before deciding right ERP software selection, the needs of an enterprise should be determined in the most realistic way and the functional characteristics of ERP software which expected to meet these needs should be introduced clearly. In line with these needs, the decision to choose the ERP system should be done correctly. In future studies, it may be better to reach different group of people for whom expert opinions will be obtained and to increase the number of experts. In addition, in future studies, different criteria weighting methods and a different criterion structure could be preferred to reach more useful results. In addition to the criterion weighting problem, one or more of the selection methods can be used to evaluate the alternatives of the ERP system.

Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the author is 100%.

References

- [1] Erdem HK. Kurumsal kaynak planlama sistemlerinin kullanımında etkili olan faktörlerin genişletilmiş teknoloji kabul modeli ile incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 243; İstanbul, Türkiye, 2011.
- [2] Chang M., Cheung W., Cheng C., Yeung J. Understanding ERP system adoption from the user's perspective, *International Journal of Production Economics* 2008; 113(2): 928-942. doi: 10.1016/j.ijpe.2007.08.011.
- [3] Vatansever K., Uluköy M. Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemleriyle seçimi: üretim sektöründe bir uygulama, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2013; 11(2): 274-293. doi: 10.18026/cbusos.34812.
- [4] Wei CC., Chien CF., Wang MJJ. An AHP-based approach to ERP system selection, *International Journal of Production Economics* 2005; 96(1): 47-62. doi: 10.1016/j.ijpe.2004.03.004.
- [5] Kumar K., Hillegersberg JV. ERP experiences and evolution, *Communications of the ACM* 2000; 43(4): 22-28. doi: 10.1145/332051.332063.
- [6] Rashid M., Hossain L., Patrick J. The evolution of ERP systems: A historical perspective, *Enterprise Resource Planning: Solutions and Management*, 2002; Fiona Fui-Hoon Nah (Missouri University of Science and Technology, USA): 35-50. doi: 10.4018/978-1-931777-06-3.
- [7] Weilling K., Wei KK. Organizational culture and leadership in ERP implementation, *Decision Support Systems*, 2008; 45(2): 208-218. doi: 10.1016/j.dss.2007.02.002.
- [8] Gattiker TF., Goodhue DL. What happens after ERP implementation: Understanding the impact of interdependence and differentiation on plant-level outcomes, *MIS Quarterly* 2005; 29(3): 559-585. doi: 10.2307/25148695.
- [9] Teltumbde A. A framework for evaluating ERP projects, *International Journal of Production Reserach* 2000; 38(17): 4507-4520. doi: 10.1080/00207540050205262.
- [10] Haddara M., Elragal A. The readiness of erp systems for the factory of the future, *Procedia Computer Science* 2015; 64(4) : 720-728. doi: 10.1016/j.procs.2015.08.598.
- [11] Aşan H., Ayçin E. Kurumsal kaynak planlama sistemlerinin seçimindeki kriterlerin Best-Worst metodu ile değerlendirilmesi, *Bitlis Eren Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Akademik İzdüşüm Dergisi* 2020; 5(2): 114-124.
- [12] Soh C., Kien SS., Tay-Yap J. Cultural fits and misfits: Is ERP a universal solution?, *Communications of the ACM* 2000; 43 (4): 47-56. doi: 10.1145/332051.332070.
- [13] Genoulaz BV., Millet PA., Grabot B. A survey on the recent research literature on ERP systems, *Computers in Industry* 2005 56(6): 510-522.

- [14] Gallego MD., Luna P., Bueno S. User acceptance model of open source software, *Computers in Human Behavior* 2008; 24 (5): 2199-2216.
- [15] Rodrigue JP., Notteboom T. The cold chain and its logistics, *The Geography of Transport Systems*, 5th edition, NY: Routledge; 2020.
- [16] Bueno S., Salmeron JL. TAM-based success modeling in ERP, *Interacting with Computers* 2008; 20(6): 515-523. doi: 10.1016/j.intcom.2008.08.003.
- [17] Sarker S., Lee AS. Using a case study to test the role of three key social enablers in ERP implementation, *Information Management* 2003; 40(8): 813-829. doi: 10.1016/S0378-7206(02)00103-9.
- [18] Pekdoğan S. Karar verme stilleri araştırmaları: 2009-2013 yılları arasındaki yüksek lisans tezlerinin incelenmesi, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 2015; 34(2): 321-331. doi: 10.9761/jasss2788.
- [19] Acer A., Kalender S. Antrepoların performansının Entropi ve TOPSİS yöntemleriyle değerlendirilmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 2020; 65(1): 1-20.
- [20] Ashrafzadeh M., Rafiei FM., Mollaverdi N., Zare Z. Application of fuzzy TOPSIS method for the selection of Warehouse Location: A case study, *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business* 2012; 9(3): 655-671.
- [21] Opricovic S., Tzeng GH. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research* 2004; 156(2): 445-455. doi: 10.1016/S0377-2217(03)00020-1.

An Application: A Model with Sequence Dependent Setup Times for Parallel Machines for the Die House Station in a White Goods Manufacturing Company

Selin KASIMOĞLU¹, Gülce DEMİR², Berrak Pınar YAZ³, Durdu Hakan UTKU^{4*}

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Turkish Aeronautical Association, 06790, Ankara, Turkey

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Turkish Aeronautical Association, 06790, Ankara, Turkey

³ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Turkish Aeronautical Association, 06790, Ankara, Turkey

⁴ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Turkish Aeronautical Association, 06790, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-4869-2005>

²<https://orcid.org/0000-0002-3715-3567>

³<https://orcid.org/0000-0001-9220-1659>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5755-6101>

*Sorumlu Yazar: dhutku@thk.edu.tr

Research Article

Article History:

Received: 12 August 2020

Accepted: 23 November 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Machine Scheduling

Mixed Integer Programming

Sequence Dependent Setup Times

Optimization

ABSTRACT

Excessive buffer inventory may disrupt production and constitute one of the main problems. One of the ways of coping with the inventory problems in the mass production lines is to achieve and implement a detailed production schedule. In this study, a company with a mass production line in the die house station of a white goods sector is in consideration. A mixed-integer programming model with sequence-dependent setup times has been developed to solve the excessive work in process problems for the dye house station. The developed model has been applied to the company to test the model by using real data and the problem has been solved by using the General Algebraic Modeling System (GAMS) CPLEX 24,1 solver. The optimal solution is obtained in 10 hours and 3 minutes. In the solution, the total earliness and tardiness time for 30 jobs is 4299 minutes.

Bir Uygulama: Bir Beyaz Eşya Üreten Firmadaki İstasyonda Paralel Makineler için Sıra Bağımlı Hazırlık Zamanları ile bir Model

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12 Ağustos 2020

Kabul tarihi: 23 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Makine Çizelgeleme

Karma Tamsayı Programlama

Sıra Bağımlı Hazırlık Zamanları

Optimizasyon

ABSTRACT

Gereğinden fazla miktarda ara stok, üretimi kesintiye uğratabilmekte ve temel sorunlardan birini oluşturmaktadır. Kütle üretim yapılan hatlarda envanter sorunları ile başa çıkmanın yollarından biri, ayrıntılı bir üretim programı yapmak ve uygulamaktır. Bu çalışmada beyaz eşya sektörü firmasındaki boyahane istasyonu için seri üretim hattı olan bir firma ele alınmıştır. Boyahane istasyonu için ara stok problemlerindeki aşırı iş yükünü çözmek için sıraya bağlı kurulum sürelerine sahip bir karma tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, gerçek veriler kullanarak test etmek suretiyle söz konusu firmaya uygulanmış ve problem Genel Cebirsel Modelleme Sistemi (GAMS) CPLEX 24,1 çözücü kullanılarak çözülmüştür. Optimal çözüm 10 saat 3 dakikada elde edilmektedir. Elde edilen çözümde 30 iş için toplam erken ve gecikmiş bitirme zamanı 4299 dakikadır.

To Cite: Kasimoğlu S., Demir G., Yaz BP., Utku DH. An Application: A Model with Sequence Dependent Setup Times for Parallel Machines for the Die House Station in a White Goods Manufacturing Company. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 33-44.

1. Introduction

The main objective of a production system is to meet the market demand in time. To realize this aim, it is necessary to create production plans considering production constraints including the inventory, capacity of machines, maintenance plans, workers' productivity and continually update production plans. Scheduling is the problem of optimal assignment of the system resources to apply a combination of jobs over some time duration. The optimal resource allocation problem leads to the optimal modeling of the scheduling problem [1]. The production schedule is the management and designation of resources, events, and procedures to create goods and services. It sets down which resources should be used at what phase of manufacturing. Considering the forecasts, a production schedule should be made to make the company not to have any resource shortage within the production procedures. Effective scheduling enables certain activities to be done in less time using fewer resources. One of the difficult problems is the Job Shop Scheduling Problem (JSSP) is a difficult problem in which a set of n jobs to be carried out on m machines while every job i includes of n_i procedures that should be fulfilled by using the machines with the satisfaction of some priority constraints. JSSP tries to obtain a suitable sequence, which optimizes the sequence of operations, to be processed with the related machines according to the determined performance measurements.

The Flexible Job Shop Scheduling Problem (FJSP) is an extended version of the well-known JSSP in which the jobs are assigned to a suitable machine set. This makes FJSP more difficult to solve due to both routings of the jobs and operations schedule. Thus, FJSP is also considered NP-hard [2].

Parallel machine models are widely used in many sectors such as casting, textile, food, printing press sectors. There are many types of parallel machine models. Some of these models are identical machines in parallel, machines in parallel with different speeds, and unrelated machines in parallel. There are " m " identical machines in parallel in the identical machines in the parallel model. A job requires a single operation and may be processed on any one of the " m " machines. On the other hand, there are " m " different machines in parallel in the unrelated parallel machines model. Each machine has a different speed.

The white goods manufacturing company that we apply the model conforms to the flexible job shop model for its whole production. The focal points of our study are the dye house station, which uses identical parallel machines, and the transfer to the press station, which uses an unrelated parallel machine in the company. This study develops a mixed-integer mathematical model for scheduling the jobs in this company for parallel machines with sequence-dependent setup times, solve the problem with real data for the so-called white goods company as an application, and analyze the results.

In this study, a mixed-integer mathematical model for scheduling the jobs in this company for parallel machines with sequence-dependent setup times is developed. Then, the problem with real data for the so-called white goods company is solved and the results are analyzed, some suggestions are made for further studies. In the first of this study, studies related to scheduling are explained. In the second part, the mathematical model is explained and the model is applied by using real data. In the last part of the study, the results of the study, and the suggestions for future studies are presented.

1.1. Literature Review

Scheduling with multiple criteria is one of the most attractive topics for researchers. When the relevant studies on a single and parallel machine in literature are searched, studies on parallel machines are increasing in recent years. Considering the literature, the scheduling problems on parallel machines are generally solved by using heuristic algorithms. However, some examples exist in which mathematical algorithms have been used in the solution of the problems.

Baez et al. [3] developed a scheduling problem to minimize total completion time for identical parallel machines including dependent setup times. They presented two time-dependent formulations for the problem that performed much better than a classical formulation based on a formulation for the TSP.

Fanjul-Peyro et al. [4] modeled two integer linear programming problems to minimize the makespan. As the models presented are incapable of solving medium-sized instances to optimality, they proposed three metaheuristic strategies for both models. The algorithms proposed are tested

over an extensive computational experience. Results show that the metaheuristic strategies significantly outperform the mathematical models. Mundim and Queiroz [5] studied on a heuristic method including a variable neighborhood search and a mixed-integer programming model in order to solve the identical parallel machine scheduling problem including sequence-dependent setup time. They tried to minimize two objectives, which are the makespan and the flow time.

Gedik et al. [6] focused on non-preemptive unrelated parallel machine scheduling problems (PMSP) with job sequence and machine-dependent setup times. They tried to minimize the makespan. Their study provided novel constraint programming (CP) model with two customized branching strategies that utilize CP's global constraints, interval decision variables, and domain filtering algorithms.

Soper and Strusevich [7] also tried to minimize the makespan. They studied the schedules with a single preemption on uniform parallel machines.

Yepes-Borrero et al. [8] demonstrate a bi-objective scheduling problem on parallel machines by considering job and machine sequence-based setup times and the required resources throughout setups.

Kramer et al. [9] develop the scheduling problem of parallel machines by considering family-based setup times and minimization of the weighted total completion time.

Chen et al. [10] consider the scheduling problem by renewable speed-up resources. Considering the identical machines, the resources, and the jobs, the objective of the study is minimizing the makespan.

Özpeynirci et al. [11] present an approach, which includes mixed-integer programming and integrates the problems of scheduling and the assignment of a tool, considering the parallel machine environments.

Wan et al. [12] study the minimization problem of the maximum total time of completion per machine on identical and parallel machines.

Jiang et al. [13] develop a problem, which considers preemptive scheduling and parallel machines by a single server. It is demonstrated in the study that the suggested algorithm can generate optimal schedules.

Ham and Cakici [14] studied an FJSP with parallel batch processing machines (PBM). They developed a mixed integer programming (MIP) model and a constraint programming (CP) model to reduce computational time. They got the following results: the proposed MIP model improves the computational time significantly compared to the original model in the literature; also, the valid inequalities decrease the solution time, and CP is the best of all three MIP models.

Özgüven et al. [15] addressed F-JSSP with the process plan, routing flexibility with sequence-independent set-up times (SDST), and sequence-dependent set-up times (SIST). They tried to minimize the makespan balance the workloads of the machines by using a mixed-integer goal programming model (MIGP).

Ham [16] introduced a mathematical model for FJSP with PBM with the objective of minimizing the maximum computational time.

Moradi et al. [17] analyze the problem of flexible job shop by preventive maintenance operations considering the multi-objective optimization methods.

Özgüven et al. [18] consider two NP-hard optimization problems. The first one is the flexible job shop scheduling problems, which include sequencing and routing sub-problems. The second one is the flexible job shop scheduling problems by process plan flexibility.

Fattahi and Fallahi [19] consider the problem of the flexible job shop dynamic scheduling. The numerical results prove the efficiency of the suggested algorithm for the problem.

Fattahi et al. [20] discuss the scheduling problem of the flexible job shop by a new approach considering overlapping in tasks. The numerical results in the study demonstrate that the suggested approach can improve the makespan.

Saidi-Mehrabad and Fattahi [21] present a tabu search algorithm to solve the scheduling problem of flexible job shop to minimize the makespan. The experimental results of the study demonstrate that the proposed approach can generate optimal solutions in short computational times.

Low et al. [22] use a global criterion approach, which is a technique for multi-objective decision making, to solve the scheduling problems of the flexible manufacturing system. In the study,

hybrid heuristics, which include tabu search and simulated annealing, are suggested to solve the considered problem. The adaptability and feasibility of the suggested approach are analyzed by the numerical experiments in the study.

Gomes et al. [23] suggest a novel integer linear programming model for flexible job shop scheduling. The suggested model considers intermediate buffers, parallel machines, and set-up effects. The numerical experiments show that the suggested model in the study gives optimal results with acceptable solution times.

Seyyedi et al. [24] addressed a multi-objective FSSP that minimizes maximum completion time, maximum machine workload, total machine workload, and earliness/tardiness penalty while satisfying various constraints. They proposed an

overall mathematical model that contains the related constraints and assumptions for the problem. They showed that the developed model can be implemented in an acceptable time with better efficiency as well as in real-life problems which has a flexible job shop system.

Scheduling with multiple criteria is one of the most attractive topics for researchers. When the relevant studies on the single and parallel machines in literature are searched, studies on parallel machines are increasing in recent years. Some of the studies are given in Table 1 below. Considering the literature, the scheduling problem on parallel machines is generally solved by heuristic algorithms. Some examples in which the mathematical algorithms are used in the solution of the problems are given in Table 2 below.

Table 1. Studies related to parallel machine scheduling in the literature

Reference	Problem Addressed	Objectives
Baez et al. [3]	Time-dependent model to minimize the total completion time for a parallel machine scheduling problem	Minimize the total completion time
Fanjul-Peyro et al. [4]	Unrelated parallel machines with an additional resource are considered	Minimize the makespan
Mundim and Queiroz [5]	The bi-objective identical parallel machine scheduling problem	Minimize the makespan and the flow time
Gedik et al. [6]	Non-preemptive unrelated parallel machine scheduling problem (PMSP) with job sequence and machine-dependent setup times	Minimize the makespan
Soper and Strusevich [7]	Schedules with a single preemption on uniform parallel machines	Minimize the make-span
Yepes-Borrero et al. [8]	The bi-objective parallel machine scheduling problem	Minimize the makespan and the number of additional resources
Kramer et al. [9]	Parallel machine scheduling problem with family dependent setup times and total weighted completion time minimization	Minimize the total weighted completion time
Chen et al. [10]	Scheduling with renewable speed-up resources.	Minimize the makespan
Özpeynirci et al. [11]	Parallel machine scheduling with tool loading	Minimize the makespan
Wan et al. [12]	Minimizing the maximum total completion time per machine on m parallel and identical machines	Minimize the maximum total completion time
Jiang et al. [13]	A preemptive scheduling problem on two parallel machines with a single server	Minimize the makespan

Table 2. Studies related to mathematical models for FJSSP

Reference	Math Models	Problem Addressed	Objectives
Ham and Cakici [14]	MIP, CP	FJSP	Reducing computational time
Özgülven et al. [15]	MIGP	F-JSSP with process plan and routing flexibility with SDST &SIST	Minimize the Makespan Balance the workloads of the machines
Ham [16]	MIP	FJSP	Minimize Cmax
Demir and İşleyen [2]	MIP	FJSP	Minimize the make-span
Moradi et al. [17]	Bi-criterion MILP	F-JSSP with preventive maintenance task	Make-span & minimization of system unavailability
Özgülven et al. [18]	MILP	F-JSSP	Minimize the Make-span
Fattahi and Fallahi [19]	Dynamic scheduling	F-JSSP	The balance between efficiency and stability of the schedules
Fattahi et al. [20]	MILP	F-JSSP with overlapping in operations	Minimize the make-span
Saidi-Mehrabad and Fattahi [21]	MILP	F-JSSP with SDST	Minimize the make-span
Low et al. [22]	MILP	F-JSSP with SIST	Minimize the mean flow time, the mean job tardiness, the mean machine idle time
Gomes et al. [23]	Two MILPs	F-JSSP with and without recirculation	Minimize the costs related to just in time due dates, in-process inventories and orders not fully completed
Seyyedi et al. [24]	MILP	F-JSSP	Minimizes maximum completion time, machine workload, and earliness tardiness penalty

Table 3. List of abbreviations of Table 2

Abbreviation	Meaning of abbreviation
BFI	Best feasible integer
BIV	Number of integer variables
FJSSP	The flexible job-shop scheduling problem
MILP	Mixed-integer linear programming
MINLP	Mixed-integer non-linear programming
SIST	Sequence-independent set-up times
SDST	Sequence-dependent set-up times

There are many studies in the literature aiming to reduce the total completion time and total delay time. However, to the best of our knowledge, there is no mathematical programming study in the literature to minimize the total earliness and tardiness times. In this study, a mathematical programming model is developed to minimize the total earliness and tardiness times in order to reduce the amount of inventory around the station.

In our study, there are two identical machines, eight types of colors, and different changeover times between changing the colors. The products can be produced at the same time as the previous one on each machine. Therefore, the products in the order are can be produced after a 0,2 minutes setup time without waiting for the completion of previous product production. Moreover, a classification of the product by its color is needed to minimize the time spent on changeovers.

2. Application for Identical Parallel Machines

This process includes a conveyor that is 429-meter-long and has 429 hangers. The conveyor's cycle time is 53 minutes. The number of semi-manufactured parts can be hanged on hangers and it is changeable according to the types of product parts. In addition to this, the dye house has 2 cabinets and in the current situation, 8 different colors can be used for dying, such as black, white, silver, claret red, arc744, arc 764, stone coal, Manhattan grey, and cataphoretic. If the color should be changed, change over time must be considered. Changeover times generally take 15 minutes, except for black to white paint color changes. The black color can affect the other colors and changeover time takes 25 minutes.

2.1. Mixed Integer Mathematical Model

A mixed-integer mathematical model with sequence-dependent setup times has been developed based on the purpose to solve the excessive work in process inventory problem for the so-called company.

2.1.1. Problem Definition

There is an N number of jobs that come to the station at the time $t=0$. All the products can be processed by both machines. Each job is processed only once by one of these identical machines. Each job has the same precedencies. P_j and d_j represent the processing time and the due date for the job j . C_j represents the completion

time for job j . In the model, there are $8n^3+10n^2+10n-2$ constraints (n : the total number of jobs). We simplify our complicated models by using limited jobs that need to schedule in the dye house.

2.1.2. Notations

Indices

i : index for machines where $1 \leq i \leq m$
 j and q : index for jobs where $1 \leq j \leq n$
 K : Index for job's color where $0 \leq k \leq 7$
 b : Index for order where $1 \leq b \leq n$

* The colors of products are white, stone coal, Arc744, Arc764, claret red, black, Manhattan grey, cataphoretic. To make it easy, we use $k = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ for the colors respectively.

Sets

N : the set of jobs $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$
 M : the set of machines $\{1, 2\}$
 K : the set of job's colors
 O : the set of order $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$

Parameters

n : Total number of jobs
 m : Total number of machines
 d_j : Due date for j^{th} job
 P : Processing time for jobs = 53 minutes
 TT : Total available machine time = 430 minutes
 M : A big positive number
 h_{jq} : The required setup time between j and q (0,2 if colors of j and q job are identical, 15 if none of the colors is black, 25 if one of the colors is black, and M if $j=q$)
 R_{jk} : 1, if the j^{th} job's color is k , 0 otherwise.

Decision Variables

X_{ijb} : Binary variable (1 if the job j in b^{th} order on the machine i^{th} , 0 if any job on any machine)
 Y_{ijqb} : Binary variable (1 if the job j is in $(b-1)^{\text{th}}$ order on the i^{th} machine and q^{th} job is in b^{th} order on the machine i^{th} , 0 otherwise)
 T_{ijb} : The tardiness for j^{th} job in b^{th} order on the i^{th} machine
 E_{ijb} : The earliness for j^{th} job in b^{th} order on the i^{th} machine
 C_{ijb} : The completion time for j^{th} job in b^{th} order on the i^{th} machine

Our algorithm;

$$\text{Min } z = \sum_{b=1}^n \sum_{i=2}^m \sum_{j=1}^n (E_{ijb} + T_{ijb}) \quad (1)$$

Subject to;

$$\begin{aligned} \sum_{b=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ijb} &= 1 & \forall i \in N & \quad (2) \\ \sum_{j=1}^n X_{ijb} &\leq 1 & \forall i \in M, \forall b \in O & \quad (3) \\ \sum_{k=0}^7 R_{jk} &= 1 & \forall i \in N & \quad (4) \\ \sum_{j=1}^n x_{iqb} &\leq \sum_{j=1}^n x_{ij(b-1)} & \forall i \in M, \forall b \in O, b > 1 & \quad (5) \\ C_{ijb} + M(1 - x_{ijb}) &\geq P & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall b \in O, b = 1 & \quad (6) \\ C_{ijb} - M(1 - x_{ijb}) &\leq P & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall b \in O, b = 1 & \quad (7) \\ Y_{ijqb} &\geq 1 - (2 - x_{iqb} - x_{ij(b-1)}) * M & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in N, \forall b \in O & \quad (8) \\ C_{iqb} + M(2 - x_{iqb} - x_{ij(b-1)}) &\geq C_{ij,b-1} + h_{jq} * Y_{ijqb} & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in N, \forall b \in O, b > 1 & \quad (9) \\ C_{iqb} - M(2 - x_{iqb} - x_{ij(b-1)}) &\leq C_{ij,b-1} + h_{pq} * Y_{ijqb} & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in N, \forall b \in O, b > 1 & \quad (10) \\ x_{ijb} * C_{ijb} &\leq TT & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (11) \\ T_{ijb} &\geq C_{ijb} - d_j & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (12) \\ E_{ijb} &\geq d_j - C_{ijb} & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (13) \\ X_{ijb} &= \{0, 1\} & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (14) \\ Y_{ijqb} &= \{0, 1\} & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (15) \\ C_{ijb}, T_{ijb}, E_{ijb} &\geq 0 & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (16) \\ T_{ijb} &\geq 0 & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (17) \\ E_{ijb} &\geq 0 & \forall i \in M, \forall j \in N, \forall q \in O & \quad (18) \end{aligned}$$

The objective function, equation (1) minimizes total tardiness, and earliness time. Constraints (2) force that each job can be performed by only a machine and at order. Constraints (3) ensure that just one job at most can be assigned to an order of a machine. Constraint (4) guarantees that each job has only one color. Constraint (5) ensures that if there is a job in b^{th} order, there also is a job in the $(b-1)^{\text{th}}$ order for each machine and each order. Constraints (6) and (7) calculate the completion time of jobs assigned to the first order of each machine. Constraint (8) allows the formation of preparation time during the transition from job j to job q , if the job j is in the $(b-1)^{\text{th}}$ order, job q is in the b^{th} order and if they are the same machine. Constraint (9) and (10) determine the total completion time for each job in each order (except first order) on each machine. Constraints (11) guarantee that total completion time does not exceed the total available time for each job in each order on each machine. Constraints (12)

determine tardiness duration for each job in each order on each machine. Constraints (13) determine earliness duration for each job in each order on each machine. Constraints (14) and (15) define the X_{ijb} and Y_{ijqb} as binary variables. Constraints (16), (17), and 18 are non-negativity constraints.

2.2. Mathematical Model

In the company, 4,000 products can be produced in a shift and 8,000 products can be produced daily. These quantities may increase to 12,000 products, depending on seasonal effects. The dye-house station can control its production speed and capacity according to fluctuations in demand. However, many constraints should be taken into consideration. In the proposed model, the number of constraints increases according to the number of jobs. Related real data are shown in Table 4.

Table 4. Relation of number of jobs and model constraints

Number of jobs	Number of constraints
1	26
2	122
4	710
5	1,298

Table 4 (continuation). Relation of number of jobs and model constraints

Number of jobs	Number of constraints
6	2,146
8	4,814
10	9,098
15	29,398
25	131,498
30	225,298
40	528,398
50	1,025,498

After the model is built, the model has been validated. It was implemented by solving problems with different sizes of samples by using GAMS CPLEX solver to test the validity of the model. After the analysis of the solutions, it has

been seen that when the sample size increases, solution gaps increase. The required times for the GAMS CPLEX 24.1 solver to solve the model are shown in Table 5.

Table 5. The relation of elapsed time for obtained outputs in GAMS and number of jobs when the number of iteration and resources are not defined

Number of jobs	Elapsed time for calculation	Relative Gaps
1	0:06	0
2	0:07	0
3	0:08	0
4	0:07	0,068
5	0:09	0,076
6	0:08	0,099
7	0:26	0,099
8	3:19	0,1
9	16:48	0,2302
10	16:5	0,39
20	16:47	0,2968
30	16:47	0,3023

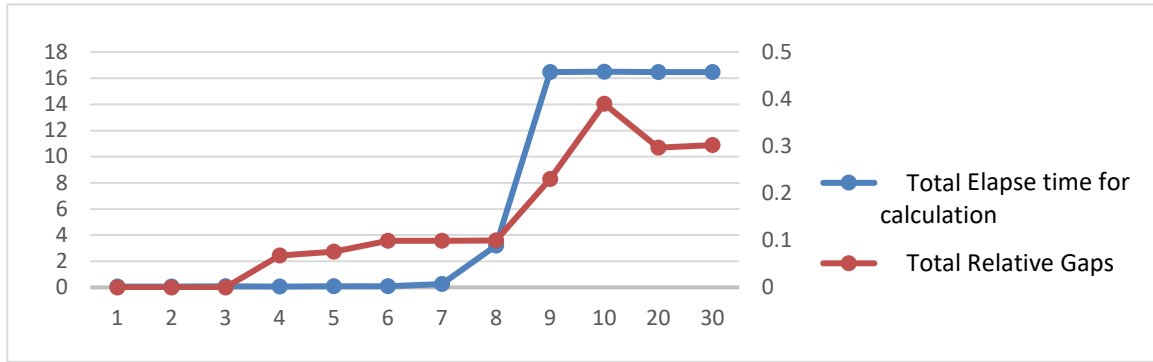


Figure 1. The graph for the solution performance

The results of the samples is shown in Table 5 and Figure 1. When the quantity of products produced in the company is compared with the sample including 50 jobs, to obtain the optimal solution will be hard to get. As a result, using a mathematical model in a company with a high production rate may not be suitable. However, the model can be used in a company with a low

Production rate and give optimal solutions to create an efficient production schedule. To obtain a reasonable solution for high numbers of jobs a heuristic algorithm should be developed.

2.2.1. Application Results with Real Data

The sample includes 30 numbers of jobs and the jobs' features are shown in Table 6.

Table 6. The due dates and product's colors

J	d_j	Color (k)	J	d_j	Color
1	450	White (0)	16	65	Black (5)
2	450	Black (5)	17	200	Stone coal (1)
3	450	Arc744 (2)	18	100	Arc744 (2)
4	90	Arc744 (2)	19	200	White (0)
5	110	Stone coal (1)	20	150	Arc764 (3)
6	65	White (0)	21	250	Arc744 (2)
7	75	Black (5)	22	150	Arc744 (2)
8	100	Stone coal (1)	23	100	Stone coal (1)
9	80	Arc744 (2)	24	200	White (0)
10	75	White (0)	25	210	Arc764 (3)
11	95	Cataphoretic (7)	26	250	White (0)
12	60	White (0)	27	230	Arc744 (2)
13	75	Arc744 (2)	28	260	Claret red (4)
14	100	Cataphoretic (7)	29	270	Manhattan Grey (6)
15	75	Black (5)	30	260	Manhattan Grey (6)

The company paints the jobs according to the First in First Out rule. Based on this rule, the jobs assigned to the first machine are 1-3-4-7-9-11-14-15-16-18-20-23-25-26-28 respectively, and the jobs assigned to the second machine are 2-5-6-8-10-12-13-17-19-21-22-24-27-29-30 respectively.

As a result of this assignment, the total earliness and tardiness time is 10,195 minutes.

The outputs given in Table 7 are obtained when we solved the case study by using GAMS CPLEX solver.

Table 7. Results for the application

X_{ijb}		C_{ijb}		X_{ijb}		C_{ijb}	
$X_{1119} =$	1	$C_{1119} =$	373	$X_{12711} =$	1	$C_{12711} =$	233
$X_{1217} =$	1	$C_{1217} =$	333	$X_{12815} =$	1	$C_{12815} =$	294
$X_{1318} =$	1	$C_{1318} =$	358	$X_{12914} =$	1	$C_{12914} =$	278
$X_{144} =$	1	$C_{144} =$	108	$X_{13016} =$	1	$C_{13016} =$	308
$X_{1113} =$	1	$C_{1113} =$	93	$X_{255} =$	1	$C_{255} =$	103,4
$X_{1132} =$	1	$C_{1132} =$	78	$X_{261} =$	1	$C_{261} =$	53
$X_{1145} =$	1	$C_{1145} =$	123	$X_{273} =$	1	$C_{273} =$	78.2
$X_{1156} =$	1	$C_{1156} =$	148	$X_{284} =$	1	$C_{284} =$	103,2
$X_{1161} =$	1	$C_{1161} =$	53	$X_{298} =$	1	$C_{298} =$	118,8
$X_{1179} =$	1	$C_{1179} =$	203	$X_{2109} =$	1	$C_{2109} =$	133,8
$X_{1198} =$	1	$C_{1198} =$	188	$X_{2122} =$	1	$C_{2122} =$	53,2
$X_{1207} =$	1	$C_{1207} =$	173	$X_{2187} =$	1	$C_{2187} =$	118,6
$X_{12113} =$	1	$C_{12113} =$	263	$X_{22210} =$	1	$C_{22210} =$	148,8
$X_{12510} =$	1	$C_{12510} =$	218	$X_{2236} =$	1	$C_{2236} =$	103,6
$X_{12612} =$	1	$C_{12612} =$	148	$X_{22411} =$	1	$C_{22411} =$	163,8

The objective function value, which gives the total earliness and tardiness of the application, is 4,299.0 minutes. The jobs that are assigned to machine 1 respectively are: 16-13-11-4-14-15-20-19-17-25-27-26-21-29-28-30-2-3-1 and to machine 2 respectively are: 6-12-7-8-5-23-18-9-10-22-24. The solver gives us the optimal outputs by considering due dates and constraints. The elapsed time to solve the model is 10 hours 3 minutes.

By using the proposed model, the total earliness and tardiness time is improved 42% regarding the total earliness and tardiness time obtained by using the FIFO rule that the company uses.

3. Conclusion

The study aims to minimize work in process inventories around the dye house stations. To accomplish this aim, a mathematical production scheduling model that can work according to the changeable demands for the external body production unit is developed.

In the current situation, the production scheduling of the dye house station is done based on a human's experience. A mathematical model has been developed to obtain an optimal solution. An identical parallel machine scheduling model is developed and an optimal solution has been found by solving the model by using GAMS CPLEX 24.1. However, the solution is obtained in a long-time period. Increasing the number of jobs raises the total time required. If the company practices high-demand mass production such as 4,000 products in a shift, the mean period may not satisfy the company especially in case the

company is in the need of frequent revisions on the schedule.

The best solution can be obtained through mathematical programming. However, as the number of jobs in the mathematical model increases, the time to reach a solution increases. With the mathematical model developed, the time to obtain solutions is slow compared to the dynamic structure of the companies that make mass production. For this reason, it will be useful to use heuristic methods that give the best solution in a short time to solve the scheduling problems where the quantity of product to be produced is high. It will be useful to create heuristic and metaheuristic algorithms using the parameters of the model for future studies. Also, metaheuristic methods can be used for large-scale problems.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal

References

- [1] Ahmad F., Khan SA. Module-based architecture for a periodic job-shop scheduling problem, *Computers & Mathematics with Applications* 2012, 64(1): 1-10.
- [2] Demir Y., İşleyen SK. Evaluation of mathematical models for flexible job-shop

- scheduling problems. *Applied Mathematical Modelling* 2013; 37(3): 977-988.
- [3] Baez S., Angel-Bello F., Alvarez A. Time-dependent formulations for minimizing total completion time in a parallel machine scheduling problem with dependent setup times, *IFAC-PapersOnLine* 2016; 49(12): 857-862.
- [4] Fanjul-Peyro L., Perea F., Ruiz R. Models and metaheuristics for the unrelated parallel machine scheduling problem with additional resources, *European Journal of Operational Research* 2017; 260(2): 482-493.
- [5] Mundim LR., Queiroz TAD. Using a variable neighborhood search to solve a bi-objective identical parallel machine scheduling problem, *Electronic Notes in Discrete Mathematics* 2018; 66: 127-134.
- [6] Gedik R., Kalathia D., Egilmez G., Kirac E. A constraint programming approach for solving unrelated parallel machine scheduling problem, *Computers & Industrial Engineering* 2018; 121: 139-149.
- [7] Soper AJ., Strusevich VA. Schedules with a single preemption on uniform parallel machines, *Discrete Applied Mathematics* 2018; 261: 332-343.
- [8] Yepes-Borrero JC., Perea F., Ruiz R., Villa F. Bi-objective parallel machine scheduling with additional resources during setups, *European Journal of Operational Research* 2020 (In Press).
- [9] Kramer A., Iori M., Lacomme P. Mathematical formulations for scheduling jobs on identical parallel machines with family setup times and total weighted completion time minimization, *European Journal of Operational Research* 2019; 289(3): 825-840.
- [10] Chen L., Ye D., Zhang G. Parallel machine scheduling with speed-up resources, *European Journal of Operational Research* 2018; 268(1): 101-112.
- [11] Özpeynirci S., Gökğür B., Hnich B. Parallel machine scheduling with tool loading, *Applied Mathematical Modelling* 2016, 40(9-10): 5660-5671.
- [12] Wan L., Ding Z., Li Y., Chen Q., Tan Z. Scheduling to minimize the maximum total completion time per machine, *European Journal of Operational Research* 2015, 242(1): 45-50.
- [13] Jiang Y., Dong J., Ji M. Preemptive scheduling on two parallel machines with a single server, *Computers & Industrial Engineering* 2013; 66(2): 514-518.
- [14] Ham AM., Cakici E. Flexible job shop scheduling problem with parallel batch processing machines: MIP and CP approaches, *Computers & Industrial Engineering* 2016; 102: 160-165.
- [15] Özgüven C., Yavuz Y., Özbakır L. Mixed integer goal programming models for the flexible job-shop scheduling problems with separable and non-separable sequence dependent setup times, *Applied Mathematical Modelling* 2012; 36(2): 846-858.
- [16] Ham A. Flexible job shop scheduling problem for parallel batch processing machine with compatible job families, *Applied Mathematical Modelling* 2017, 45: 551-562.
- [17] Moradi E., Ghomi SF., Zandieh M. Bi-objective optimization research on integrated fixed time interval preventive maintenance and production for scheduling flexible job-shop problem, *Expert Systems with Applications* 2011, 38(6): 7169-7178.
- [18] Özgüven C., Özbakır L., Yavuz Y. Mathematical models for job-shop scheduling problems with routing and process plan flexibility, *Applied Mathematical Modelling* 2010; 34(6): 1539-1548.

- [19] Fattahi P., Fallahi A. Dynamic scheduling in flexible job shop systems by considering simultaneously efficiency and stability, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 2010, 2(2): 114-123.
- [20] Fattahi P., Jolai F., Arkat J. Flexible job shop scheduling with overlapping in operations, *Applied Mathematical Modelling* 2009, 33(7): 3076-3087.
- [21] Saidi-Mehrabad M., Fattahi P. Flexible job shop scheduling with tabu search algorithms, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2007; 32(5-6): 563-570.
- [22] Low C., Yukling Y., Tai-His W. Modelling and heuristics of FMS scheduling with multiple objectives, *Computers & Operations Research* 2006, 33(3): 674-694.
- [23] Gomes MC., Barbosa-Povoa AP., Novais AQ. Optimal scheduling for flexible job shop operation, *International Journal of Production Research* 2005; 43(11): 2323-2353.
- [24] Seyyedi MH., Saghieh AMF., Pooya A., Azimi ZN. Designing a multi-objective mathematical model for flexible job shop scheduling problem with the earliness/tardiness penalty, *The Journal of Social Sciences Research* 2019; 5(10): 1375-1382.

Geleneksel Donatılı Bağ Kirişlerinin Kapasite Tasarımı Üzerine Parametrik Bir Çalışma

Rohullah JAMAL^{1*}, S. Bahadır YÜKSEL²

¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 42250, Konya

²Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 42250, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0001-5987-8502>

²<https://orcid.org/0000-0002-4175-1156>

*Sorumlu yazar: jamal.rohullah@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 13 Ekim 2020
Kabul tarihi: 28 Aralık 2020
Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Bağ kirişi
Kapasite tasarımı
Betonarme binalar
Doğrusal-elastik
Süneklik
Net açıklık
Geleneksel donatılmış bağ kirişleri

ÖZET

Diğer modern deprem yönetmeliklerinde olduğu gibi, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde de (TBDY, 2018) kapasite tasarımı ilkesi ve uygulamaları yer almaktadır. Kapasite tasarımı ilkesine göre, betonarme elemanlarda kesme kırılmasının oluşması önlenmelidir. Betonarme elemanların daha yüksek bir kapasiteye sahip olacak şekilde boyutlandırılması, boyuna ve enine donatıların uygun bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, net açıklığının kesit yüksekliğine oranı $2 \leq l_n/h \leq 4$ olan geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin davranışı araştırılmıştır. Bağ kirişleri diyagonal donatılı ve geleneksel donatılı olacak şekilde iki farklı şekilde tasarlanmaktadır. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin kesit genişliği 300 mm, kesit yüksekliği 800 mm ve kesit faydalı yüksekliği 750 mm olacak şekilde seçilmiştir. Geleneksel donatılmış bağ kirişlerde beton sınıfı C30 ve C45 donatı sınıfı B420C olarak seçilmiştir. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerde çekme ve basınç donatısı oranları eşit alınmıştır. Bu çalışmada geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin taşıma kapasiteleri kapasite tasarımı ile elde edilmiştir. Bağ kirişlerde beton basınç dayanımının, boyuna donatı oranının, enine donatıların çapı ve aralığının ve kiriş açıklığının yüksekliğine oranının (l_n/h) kesme taşıma kapasitesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinde, enine donatı çapının, enine donatı aralığının, beton basınç dayanımının ve (l_n/h) oranının kesme kapasitesine etkili olduğunu ispatlanmıştır.

A Parametric Study on the Capacity Design of Conventional Reinforcement Coupling Beams

Research Article

Article History:

Received: 13 October 2020
Accepted: 28 December 2020
Published online: 2 March 2021

Keywords:

Coupling beams
Capacity design
Reinforced concrete buildings
Linear-elastic
Ductility
Net span
Conventional reinforcement coupling beams

ABSTRACT

As with other modern earthquake regulations, the Turkey Seismic Building Code (TSC, 2018) capacity design principles and applications are included. According to capacity design principle, occurrence of the shear failure should be prevented. Reinforced concrete elements should be dimensioned and their longitudinal and transverse reinforcements should be placed appropriately to have a higher capacity. In this study, behavior of conventionally reinforced concrete coupling beams with a net span to section height ratio of $2 \leq l_n/h \leq 4$ was investigated. The coupling beams reinforcement are designed in two different types, diagonal reinforced and conventional reinforced. Conventional reinforced concrete coupling beams are selected to have cross section width of 300 mm, section height of 800 mm and available head section of 750 mm. In conventional reinforced concrete coupling beams, C30 and C45 concrete class and B420C reinforcement class have been selected. In conventional reinforced concrete coupling beams, the tensile and compression reinforcement ratios were taken equal. In this study, the bearing capacity of conventional reinforced concrete coupling beams were obtained by capacity design. The effects of concrete compressive strength, longitudinal

reinforcement ratio, diameter and spacing of transverse reinforcement and (l_n/h) ratios on coupling beams were investigated. According to the results obtained from the study, it has been proved that the diameter of transverse reinforcement, transverse reinforcement space, concrete compressive strength and (l_n/h) ratios are effective on shear capacity of the conventional reinforced concrete coupling beams.

To Cite: Jamal R., Yüksel SB. Geleneksel Donatılı Bağ Kirişlerinin Kapasite Tasarımı Üzerine Parametrik Bir Çalışma, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 45-58.

1. Giriş

Bağ kirişleri genellikle orta ve yüksek binalarda, merdivenlerin ve asansörlerin çevresinde bulunan perde duvarların bağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Bağ kirişlerinin deformasyon yapabilmesi elemanın kesme deformasyonu yapabilme kapasitesine bağlıdır. Bağ kirişleri iki perde duvarı birleştirerek kesme etkisinin perde duvarlara aktarılmasını sağlayarak, perde duvarların eğilme rijitliğinin artmasına sebep olur. Buna ilaveten bağ kirişleri, aşırı plastik deformasyona maruz kalarak sismik enerjinin yutulmasını sağlarlar. Bağ kirişlerinin tasarımında amaç, bağ kirişlerinin sünek davranmasını, sismik yükler etkisi altında fazla dönme yapabilmesini ve daha fazla enerji tüketilmesini sağlayabilmektir [1].

Bağ kirişli sistemlerde bağ kirişleri perde duvarlar ile birlikte çalışmakta ve deprem sırasında aşırı kesme kuvvetlerine maruz kalmaktadır [2]. Bağ kirişleri genellikle kısa ve derin elemanlar olarak tanımlanır. Düşük net açıklık/derinlik oranına sahip olduklarından yüksek kesme kuvvetlerine maruz kalırlar. Bağ kirişlerinin dayanım ve rijitliklerini artırabilmek ve gevrek kırılmayı önlemek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin test sonuçları irdelenmiştir [3].

Bağ kirişlerinin davranışını büyük ölçüde etkileyen faktörlerden birisi bağ kirişi net açıklığının derinliğine oranıdır. Eğer bağ kirişi net açıklığının derinliğine oranı dörtten büyük ise, bağ kirişi narin veya ince bağ kirişi olarak tanımlanır ve düzlem kesit teorisi, eğilme davranışının belirlenmesi için kullanılabilir. Net açıklığının derinliğine oranı ikiden küçük olan bağ kirişleri ise derin bağ kirişleri olarak tanımlanır. Bu durumda elemanlar aşırı kesme kuvvetine maruz kaldığı için yönetmeliklere göre çapraz donatılar ile donatılmaktadır. Net açıklığının derinliğine oranı 2 ile 4 arasında olan bağ kirişleri normal uzunluklu bağ kirişleri olarak tanımlanır. Normal uzunluklu bağ kirişleri ile ilgili literatürde

sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır [4].

Net açıklığının derinliğine oranı 2 ile 4 arasında olan normal uzunluklu bağ kirişlerinin donatılması ile ilgili, ACI318-14'de [5] net bir açıklama yapılmamıştır. Net açıklığının derinliğine oranı 2 ile 4 arasında olan bağ kirişlerinin donatılması tasarımcının kararına bırakılmıştır. Bu durumda hem diyagonal hem de geleneksel donatı kullanılabilir. Net açıklığının derinliğine oranı ikiden küçük olan bağ kirişlerinin, ACI318-14'e [5] göre diyagonal donatılar ile donatılması önerilmiş ve bu donatıların kesme ve eğilmeye karşı çok etkili olduğu ispatlanmıştır [2]. Net açıklığının derinliğine oranı dörtten büyük olan bağ kirişlerinin geleneksel kesme donatısı ile donatılması önerilmiş ve diyagonal donatıların kesmeye karşı çok etkili olmadığı ve geleneksel etriyelerin çok daha etkili olduğu gözlemlenmiştir [2, 3].

Erwin ve ark. [2] yaptıkları deneysel çalışmaların sonucunda normal uzunluklu bağ kirişlerinde çapraz donatıların kesmeye karşı çok etkili olmadığını ispatlamıştır. Normal uzunluklu bağ kirişlerinde etriyelerin kesmeye karşı daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Deneysel çalışmalar sonucunda çapraz donatılarla donatılmış kısa açıklıklı derin bağ kirişlerinin kesme ve eğilmeye karşı çok etkili olduğu görülmüştür [2].

Bu çalışmanın amacı normal uzunluklu geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin akma durumunda ve kırılma durumunda kesme kapasitelerinin araştırılmasını içeren analitik bir çalışmanın yapılmasıdır. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişi modelleri çekme ve basınç donatısı miktarı eşit olacak şekilde ($4\Phi 20$ mm, $4\Phi 26$ mm ve $4\Phi 32$ mm) donatılmıştır. Tasarlanan bağ kirişlerinde üç farklı çekme ve basınç donatısı oranı seçilerek parametrik çalışma yapılmıştır. Bağ kirişleri iki sıra $2\Phi 14$ mm gövde donatısı ile donatılmıştır. Beton basınç dayanımının bağ kirişi davranışı üzerindeki etkisini araştırmak için analizlerde C30 ve C45 olacak şekilde iki farklı beton sınıfı dikkate alınmıştır. Çalışmada malzeme modellerinde kullanılan parametreler

TBDY 2018'e göre dikkate alınarak SAP 2000 [6] programına tanımlanmıştır. Bu çalışmada geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin davranışı analitik olarak araştırılmıştır. Çalışmada altı tip toplam 30 adet bağ kirişi tasarlanmıştır. Tasarım parametrelerinin incelenmesi için analizlerde dikkate alınan bağ kirişlerinin en-kesit geometrisi ve donatı yerleşim planı Şekil 1'de verilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Betonarme kesitlerin moment-eğrilik ilişkisini etkileyen ve tasarım aşamasında birer parametre olarak düşünülen, beton basınç dayanımı, çekme ve basınç donatısı oranı, enine donatı oranı ve eksenel basınç kuvveti gibi faktörler moment-eğrilik davranışını etkileyen parametreler olarak bilinmektedir. Bu amaçla geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin moment-eğrilik ilişkisi araştırılarak akma momenti, maksimum momenti ve bunlara karşılık gelen eğrilik değerleri elde edilmiştir. Betonarme bağ kirişlerinin davranışının anlaşılabilmesi için bağ kirişlerinin moment eğrilik ilişkilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin doğrusal olmayan davranışına etki eden faktörler; çekme ve basınç donatısı oranı, enine donatıların çapı ve aralığı, beton basınç dayanımı ve net açıklık/derinlik oranıdır. Tasarım parametrelerinin incelenmesi için analizlerde dikkate alınan bağ kirişlerinin kesiti 300 mm×800 mm boyutlarında olup Şekil 1'de kesit geometrisi ve donatı yerleşim planı verilmiştir.

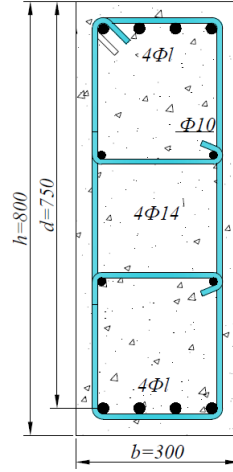
Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin moment-eğrilik ilişkileri gerçekçi malzeme modelleri kullanılarak SAP2000 programı ile elde edilmiştir. Modellenen bağ kirişlerinin moment eğrilik ilişkisinin grafikleri çizilerek akma momenti (M_y) ve maksimum moment (M_u) değerleri elde edilmiştir. Analiz edilen geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin akma momenti, maksimum momenti ve bunlara karşılık gelen eğrilik değerleri, akma durumuna karşı gelen kesme kapasite dayanımı ve maksimum kesme kapasite dayanımının değerleri kapasite tasarımı yöntemi ile elde edilmiştir. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin doğrusal olmayan davranışları dikkate alınarak analizler SAP2000 (Ver.20.2.0) [6] programında gerçekleştirilmiştir.

Betonarme bağ kirişlerinin analizleri yapılırken, en-kesitteki çekme, basınç ve enine donatıların oranları, kullanılan donatıların çapı ve yerleşim düzeni dikkate alınarak analizler yapılmıştır. TBDY [7]'ye göre geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin akma ve maksimum kesme kapasite dayanımı Denklem 1 ile hesaplanmıştır.

$$V_y = \frac{2M_y}{l_n} \quad , \quad V_u = \frac{2M_u}{l_n} \quad (1)$$

Denklem (1)'de V_y, M_y, V_u, M_u ve l_n sırasıyla, akma durumundaki kesme kapasitesi ve momenti, maksimum kesme kapasitesi ve momenti ve elemanın net açıklığıdır. Bu çalışmada altı tip toplam 30 adet sabit en-kesitli, farklı çekme ve basınç donatısı oranına, beton basınç dayanımına ve net açıklık derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişi modelleri tasarlanmıştır. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin modellenmesinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği [7] ve Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS500, 2000)'de verilen hükümler dikkate alınmıştır. Tasarımda kullanılan beton ve donatıların mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. SAP2000 [6] programında tanımlanan beton ve donatı çeliği için hesaplarda ve malzeme modellerinde kullanılan parametreler Tablo 1'de özetlenmiştir. Betonarme kesitlerde eksenel yükün etkili olmadığı durumlarda sargı donatısının etkisi azalmaktadır. Bundan dolayı analizlerde beton modeli olarak Mander sargısız beton modeli kullanılmıştır [8]. Bağ kirişlerinin en-kesit boyutları ve donatı yerleşim planı Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1'de verilen bağ kirişlerinin kapasite tasarımı yöntemine göre kesme kapasite dayanımları hesaplanmıştır. Hesaplarda kullanılan malzeme özellikleri özet olarak Tablo 2 ve 3'te verilmiştir. Şekil 1'de; b ; bağ kirişlerin en-kesit genişliğini, d ; bağ kirişlerin faydalı yüksekliğini ve h ; bağ kirişlerin en-kesit yüksekliğini gösterilmektedir. Tablo 2 ve 3'te, A_s, A'_s, f_c, Φ ve l_n sırası ile bağ kirişlerin çekme donatısı alanı, basınç donatısı alanı, beton basınç dayanımı, donatı çapı ve net açıklığıdır.



Şekil 1. Tasarlanan geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin en-kesit boyutları ve donatılarının yerleşim planı

Tablo 1. Malzeme modellerinde kullanılan parametreler [7]

Malzeme	Parametre	Değer
Beton Sınıfı: C30, C45	Sargısız betonun maksimum gerilmeye ulaştığı birim şekil değiştirme değeri (ϵ_{co})	0,002
	Sargısız betonun nihai birim şekil-değiştirmesi (ϵ_{cu})	0,0035
	Karakteristik beton basınç dayanımı (f_{ck})	30-45MPa
Donatı Çeliği: B420C	Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi (ϵ_{sy})	0,0021
	Donatı çeliğinin pekleşme birim şekil değiştirmesi (ϵ_{sp})	0,008
	Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi (ϵ_{su})	0,08
	Donatı çeliğinin karakteristik akma dayanımı (f_{yk})	420 MPa
	Donatı çeliğinin karakteristik kopma dayanımı (f_{su})	550 MPa

Tablo 2. Tip-1 olarak tasarlanan kiriş modellerine ait parametreler

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Beton Sınıfı	A_s (mm^2)	A'_s (mm^2)	$\rho = \rho'$
Tip-1	B1-1	2,0	30	4Φ20	4Φ20	0,005585
	B1-2	2,5				
	B1-3	3,0				
	B1-4	3,5				
	B1-5	4,0				
Tip-2	B2-1	2,0	30	4Φ26	4Φ26	0,009439
	B2-2	2,5				
	B2-3	3,0				
	B2-4	3,5				
	B2-5	4,0				
Tip-3	B3-1	2,0	30	4Φ32	4Φ32	0,014300
	B3-2	2,5				
	B3-3	3,0				
	B3-4	3,5				
	B3-5	4,0				

Tablo 3. Tip-2 olarak tasarlanan kiriş modellerine ait parametreler

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Beton Sınıfı	A_s (mm^2)	A'_s (mm^2)	$\rho = \rho'$
Tip-4	B4-1	2,0	45	4Φ20	4Φ20	0,005585
	B4-2	2,5				
	B4-3	3,0				
	B4-4	3,5				
	B4-5	4,0				
Tip-5	B5-1	2,0	45	4Φ26	4Φ26	0,009439
	B5-2	2,5				

	B5-3	3,0				
	B5-4	3,5				
	B5-5	4,0				
	B6-1	2,0				
	B6-2	2,5		4Φ32	4Φ32	
Tip-6	B6-3	3,0	45	3217,0	3217,0	0,014300
	B6-4	3,5				
	B6-5	4,0				

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin çatlamamış kesit rijitlikleri (EI) kesit geometrisi (b ve h) ve betonun elastisite modülü (E_c) dikkate alınarak Denklem 3 ile hesaplanmıştır. E_c farklı beton sınıfları için TS-500, 2000'de [9] verilen karakteristik beton basınç dayanımına (f_{ck}) göre Denklem 2 ile hesaplanmıştır. Betonarme bağ kirişlerinin elastisite modülleri ve brüt kesit atalet momentleri Denklem 2 ile hesaplanmıştır.

$$E_c = 3250\sqrt{f_{ck}} + 14000, \quad I = \frac{bh^3}{12}, \quad (2)$$

Denklem 2'de E_c , f_{ck} ve I sırasıyla beton elastisite modülünü, beton karakteristik basınç dayanımını ve betonarme bağ kirişlerin brüt atalet momentini göstermektedir. Çatlamamış betonarme bağ kirişlerinin eğilme rijitliği, etkin eğilme rijitliği ve etkin rijitlik çarpanları Denklem 3 ile hesaplanmıştır. Denklem 3'te EI, EI_e , M_y , k_y ve k_e sırasıyla bağ kirişlerinin çatlamamış kesitlerin eğilme rijitliğini, etkin eğilme rijitliğini, akma momentini, akma eğriliğini ve etkin rijitlik çarpanlarını göstermektedir.

$$EI = E_c I, \quad EI_e = \frac{M_y}{k_y}, \quad k_e = \frac{EI_e}{EI} \quad (3)$$

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerin etkin rijitlik çarpanları farklı yönetmelikler ve araştırmacılar tarafından önerilen formüller ile hesaplanmıştır. Etkin rijitlik çarpanlarını hesaplamak için farklı yönetmelikler ve araştırmacılar tarafından önerilen formüller sırasıyla aşağıda verilmiştir.

Etkin rijitlik çarpanları ACI 318-14'e göre [5] Denklem 4 ile hesaplanmaktadır.

$$k_e = 0,35 \quad k_e = (0,1 + 25\rho_s) \left(1,2 - 0,2\frac{b}{d}\right) \leq 0,5 \quad (4)$$

Denklem 4'te; ρ_s , d ve b boyuna donatı oranını, en-kesit faydalı yüksekliğini ve en-kesit genişliğini göstermektedir.

ASCE 41-17 [10] ve TBDY 2018'de [7] verilen etkin rijitlik çarpanı sırasıyla $k_e = 0,3$ ve $k_e = 0,35$ olacak şekilde tanımlanmıştır.

Geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin etkin rijitlik çarpanı Yeni Zelanda yönetmeliğine göre NZS 3101-3 [11] Denklem 5 ile hesaplanmaktadır.

$$k_e = \frac{0,4}{1 + 8\left(\frac{d}{l}\right)^2} \quad (5)$$

Geleneksel donatılmış bağ kirişlerinin etkin rijitlik çarpanı için Paulay ve Priestley [12] tarafından önerilen formül, Denklem 6'te verilmiştir.

$$k_e = \frac{0,2}{1 + 3\left(\frac{d}{l}\right)^2} \quad (6)$$

Betonarme bağ kirişlerinin etkin rijitlik çarpanlarını hesaplamak için Taranath [13] tarafından önerilen formül, denklem 7'de verilmiştir.

$$k_e = \frac{1}{1 + 2,4\left(\frac{d}{l}\right)^3 (1 + \nu)} \quad (7)$$

Denklem 5, 6 ve 7'de; ν , d ve l sırasıyla betonun poisson oranı, bağ kirişlerin faydalı yüksekliği ve bağ kirişlerinin açıklığıdır. Farklı beton sınıfları için poisson oranı ($\nu=0,2$) olarak verilmektedir. Akma ve maksimum kesme kapasite dayanımını elde etmek için bağ kirişlerinin net açıklığının hesaplanması gerekmektedir. Bağ kirişlerinin plastik mafsal uzunluğu ve net açıklığı Denklem (8) ile hesaplanmıştır.

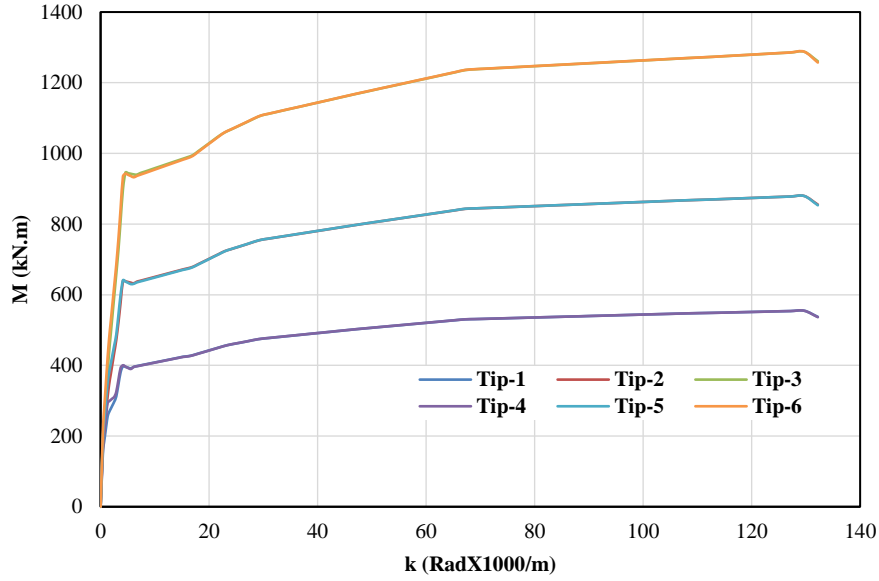
$$l_p = 0,5h, \quad l_n = l - (l_p/2) \quad (8)$$

Denklem 8'de; d; bağ kirişlerinin faydalı yüksekliğini, l; bağ kirişlerinin net açıklığını, l_p ; bağ kirişlerde plastik mafsal uzunluğunu ve l_n ; bağ kirişlerinin net açıklığını göstermektedir.

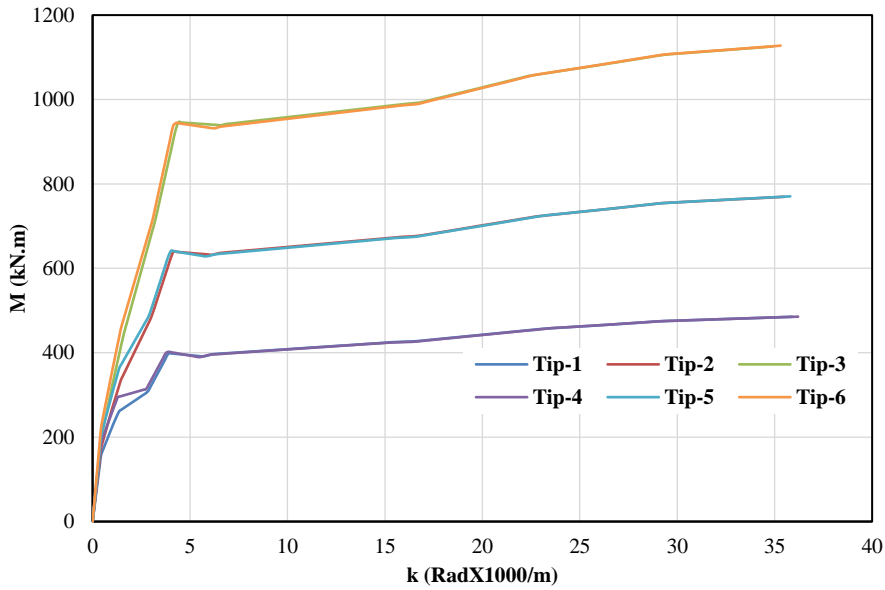
3. Analitik Çalışma

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinde kullanılan malzeme özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tasarlanan geleneksel donatılmış

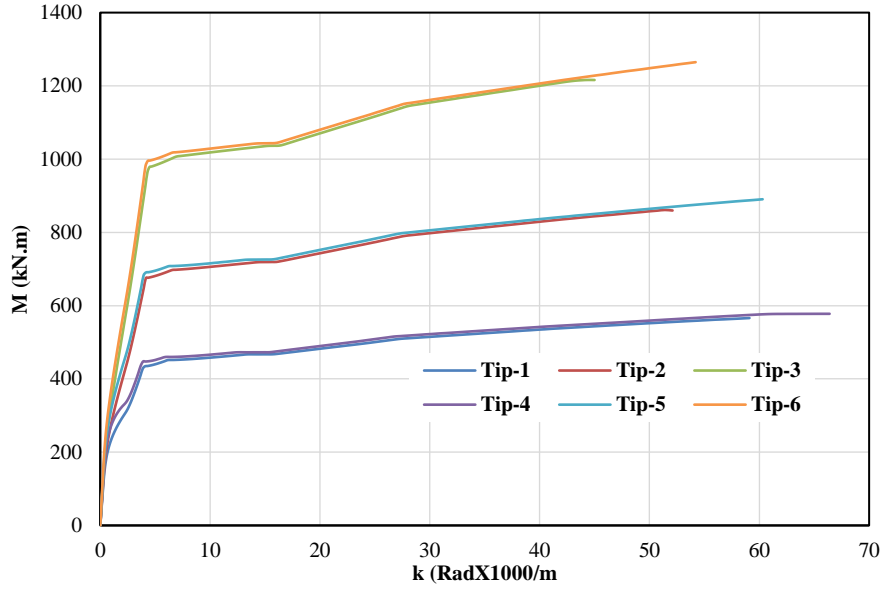
betonarme bağ kirişlerinin moment eğrilik ilişkilerinin grafikleri SAP 2000 [6] programı ile elde edilmiştir. Moment-eğrilik ilişkisinin grafikleri Şekil 2, 3 ve 4'de verilmiştir.



Şekil 2. Tip (1, 2, 3, 4, 5 ve 6) bağ kirişlerinin moment eğrilik ilişkisinin grafikleri (Fiber Integration).



Şekil 3. Tip (1, 2, 3, 4, 5 ve 6) bağ kirişlerin moment eğrilik ilişkisinin grafikleri (Fiber İdeal Integration).



Şekil 4. Tip (1, 2, 3, 4, 5 ve 6) bağ kirişlerin moment eğrilik ilişkisinin grafikleri (Exact İdeal Integration).

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin akma momentleri ve maksimum moment taşıma kapasiteleri SAP 2000 [6] programından elde edilen moment eğrilik ilişkisi sonuçlarından hesaplanarak Tablo 4 ve 5'te verilmiştir. Bağ kirişlerinin akma ve maksimum kesme taşıma kapasitesini elde etmek için bağ kirişlerinin plastik mafsal uzunluğu ve net açıklığı Denklem 7 ile hesaplanmıştır. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin akma ve maksimum kesme taşıma kapasitesi Denklem 1 ile hesaplanmıştır. Tasarlanan geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin elde edilen akma ve maksimum kesme kapasiteleri Tablo 6 ve 7'de özetlenmiştir. Geleneksel donatılmış betonarme

bağ kirişlerinin etkin rijitlik çarpanları farklı yönetmelik ve araştırmacılar tarafından önerilen formüller ile hesaplanmıştır. Hesaplanan etkin rijitlik çarpanları karşılaştırmalı olarak Tablo 8 ve 9'da verilmiştir. Şekil 2, 3 ve 4'te ve Tablo 4, 5, 6 ve 7'de belirtilen Fiber Integration, Fiber İdeal Integration, Exact İdeal Integration ifadeleri SAP2000 [6] programında moment eğrilik analizlerinde kullanılan çözüm yöntemlerinden elde edilen sonuçları ifade etmektedir.

Tablo 4. Tip-(1, 2 ve 3) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin M_y ve M_u değerleri

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Fiber Integration		Fiber İdeal Integration		Exact İdeal Integration	
			M_y (kN.m)	M_u (kN.m)	M_y (kN)	M_u (kN)	M_y (kN)	M_u (kN)
Tip-1	B1-1	2,0	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
	B1-2	2,5	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
	B1-3	3,0	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
	B1-4	3,5	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
	B1-5	4,0	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
Tip-2	B2-1	2,0	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
	B2-2	2,5	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
	B2-3	3,0	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
	B2-4	3,5	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
	B2-5	4,0	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
Tip-3	B3-1	2,0	919,1	1287,6	936,9	1125,7	968,0	1215,9
	B3-2	2,5	919,1	1287,6	936,9	1125,7	968,0	1215,9
	B3-3	3,0	919,1	1287,6	936,9	1125,7	968,0	1215,9
	B3-4	3,5	919,1	1287,6	936,9	1125,7	968,0	1215,9
	B3-5	4,0	919,1	1287,6	936,9	1125,7	968,0	1215,9

Tablo 5. Tip-(4, 5 ve 6) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin M_y ve M_u değerleri

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Fiber İntegrasyon		Fiber İdeal İntegrasyon		Exact İdeal İntegrasyon	
			M_y (kN.m)	M_u (kN.m)	M_y (kN)	M_u (kN)	M_y (kN)	M_u (kN)
Tip-4	B4-1	2,0	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
	B4-2	2,5	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
	B4-3	3,0	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
	B4-4	3,5	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
	B4-5	4,0	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
Tip-5	B5-1	2,0	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
	B5-2	2,5	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
	B5-3	3,0	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
	B5-4	3,5	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
	B5-5	4,0	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
Tip-6	B6-1	2,0	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7
	B6-2	2,5	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7
	B6-3	3,0	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7
	B6-4	3,5	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7
	B6-5	4,0	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7

Tablo 6. Tip-(1, 2 ve 3) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin V_y ve V_u değerleri

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Fiber İntegrasyon		Fiber İdeal İntegrasyon		Exact İdeal İntegrasyon	
			V_y (kN.m)	V_u (kN.m)	V_y (kN)	V_u (kN)	V_y (kN)	V_u (kN)
Tip-1	B1-1	2,0	485,6	693,4	497,0	606,5	537,3	707,6
	B1-2	2,5	388,5	554,8	397,6	485,2	429,8	566,1
	B1-3	3,0	323,8	462,3	331,3	404,3	358,2	471,8
	B1-4	3,5	277,5	396,3	284,0	346,6	307,0	404,4
	B1-5	4,0	242,8	346,7	248,5	303,3	268,6	353,8
Tip-2	B2-1	2,0	789,8	1099,3	797,9	961,9	842,0	1074,7
	B2-2	2,5	631,8	879,5	638,3	769,5	673,6	859,7
	B2-3	3,0	526,5	732,9	531,9	641,3	561,3	716,4
	B2-4	3,5	451,3	628,2	455,9	549,7	481,1	614,1
	B2-5	4,0	394,9	549,7	398,9	481,0	421,0	537,3
Tip-3	B3-1	2,0	1148,9	1609,5	1171,2	1407,1	1210,0	1519,9
	B3-2	2,5	919,1	1287,6	937,0	1125,7	968,0	1215,9
	B3-3	3,0	765,9	1073,0	780,8	938,1	806,7	1013,3
	B3-4	3,5	656,5	919,7	669,3	804,0	691,4	868,5
	B3-5	4,0	574,4	804,7	585,6	703,5	605,0	760,0

Tablo 7. Tip-(4, 5 ve 6) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin V_y ve V_u değerleri

Kesit Grubu	Kesit No	l_n/h	Fiber İntegrasyon		Fiber İdeal İntegrasyon		Exact İdeal İntegrasyon	
			V_y (kN.m)	V_u (kN.m)	V_y (kN)	V_u (kN)	V_y (kN)	V_u (kN)
Tip-4	B4-1	2,0	493,3	693,4	499,9	606,8	553,1	722,2
	B4-2	2,5	394,6	554,7	399,9	485,5	442,5	577,7
	B4-3	3,0	328,8	462,3	333,3	404,6	368,8	481,5
	B4-4	3,5	281,9	396,2	285,6	346,8	316,1	412,7
	B4-5	4,0	246,6	346,7	249,9	303,4	276,6	361,1
Tip-5	B5-1	2,0	782,5	1099,2	795,0	963,2	855,1	1113,1
	B5-2	2,5	626,0	879,4	636,0	770,5	684,1	890,4
	B5-3	3,0	521,7	732,8	530,0	642,1	570,1	742,0
	B5-4	3,5	447,1	628,1	454,3	550,4	488,6	636,0
	B5-5	4,0	391,3	549,6	397,5	481,6	427,6	556,5
Tip-6	B6-1	2,0	1169,1	1609,7	1173,4	1409,4	1230,4	1580,8
	B6-2	2,5	935,3	1287,8	938,7	1127,6	984,3	1264,7
	B6-3	3,0	779,4	1073,2	782,3	939,6	820,3	1053,9
	B6-4	3,5	668,1	919,8	670,5	805,4	703,1	903,3
	B6-5	4,0	584,6	804,9	586,7	704,7	615,2	790,4

Tablo 8. Tip-(1, 2 ve 3) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin k_e değerleri

Kesit Grubu	Kesit No	ACI 318-14 [5]		ASCE41-17 [10]	TBDY2018 [7]	NZS 3101 [11]	Paulay [12]	Tranath [13]	SAP2000 FI [6]
		k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e
Tip-1	B4-1	0,35	0,27	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,25
	B4-2	0,35	0,27	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,25
	B4-3	0,35	0,27	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,25
	B4-4	0,35	0,27	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,25
	B4-5	0,35	0,27	0,30	0,35	0,28	0,17	0,96	0,25
Tip-2	B5-1	0,35	0,38	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,38
	B5-2	0,35	0,38	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,38
	B5-3	0,35	0,38	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,38
	B5-4	0,35	0,38	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,38
	B5-5	0,35	0,38	0,30	0,35	0,28	0,17	0,96	0,38
Tip-3	B6-1	0,35	0,50	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,53
	B6-2	0,35	0,50	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,53
	B6-3	0,35	0,50	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,53
	B6-4	0,35	0,50	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,53
	B6-5	0,35	0,50	0,30	0,35	0,28	0,17	0,96	0,53

Tablo 9. Tip-(4, 5 ve 6) geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin k_e değerleri

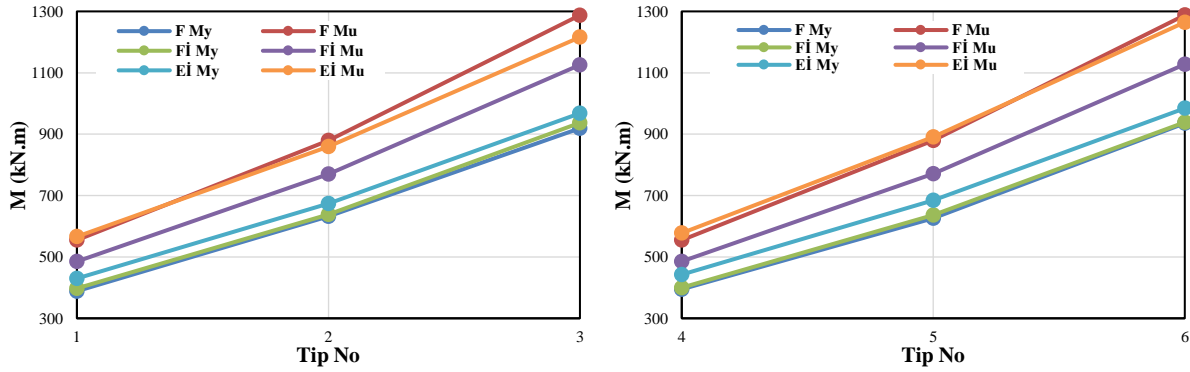
Kesit Grubu	Kesit No	ACI 318-14 [5]		ASCE41-17 [10]	TBDY2018 [7]	NZS 3101 [11]	Paulay [12]	Tranath [13]	SAP2000 FI [6]
		k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e	k_e
Tip-4	B4-1	0,35	0,27	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,23
	B4-2	0,35	0,27	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,23
	B4-3	0,35	0,27	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,23
	B4-4	0,35	0,27	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,23
	B4-5	0,35	0,27	0,30	0,35	0,28	0,17	0,96	0,23
Tip-5	B5-1	0,35	0,38	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,35
	B5-2	0,35	0,38	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,35
	B5-3	0,35	0,38	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,35
	B5-4	0,35	0,38	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,35
	B5-5	0,35	0,38	0,30	0,35	0,28	0,17	0,96	0,35
Tip-6	B6-1	0,35	0,50	0,30	0,35	0,15	0,12	0,77	0,49
	B6-2	0,35	0,50	0,30	0,35	0,19	0,14	0,87	0,49
	B6-3	0,35	0,50	0,30	0,35	0,22	0,15	0,92	0,49
	B6-4	0,35	0,50	0,30	0,35	0,25	0,16	0,95	0,49

4. Araştırma Bulguları ve Tartışma

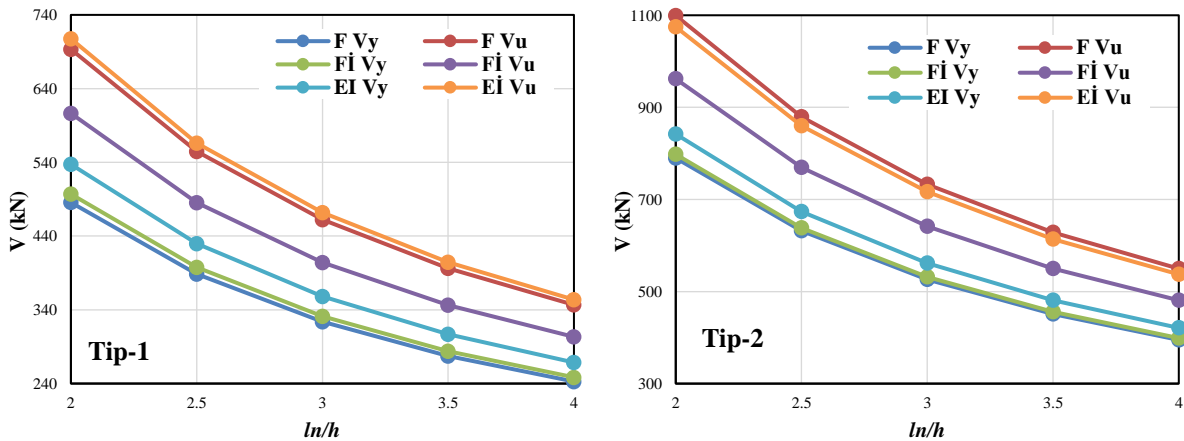
Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin akma durumundaki kesme kapasitesi (V_y) ve kırılma durumundaki kesme kapasitesi (V_u) moment eğrilik ilişkilerinden elde edilmiştir. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin elde edilen akma durumuna ve maksimum duruma karşı gelen moment ve kesme taşıma kapasiteleri, bağ kirişlerinin beton basınç dayanımları, boyuna donatı oranları ve net açıklık/derinlik (l_n/h) oranları değiştirilerek elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Bağ kirişlerinin eğilme rijitliği, etkin eğilme rijitliği ve rijitlik çarpanları Denklem 3 ile hesaplanmıştır. Hesaplanan rijitlik çarpanları karşılaştırmalı olarak Şekil 7'de verilmiştir. SAP 2000 [6] programında Fiber Integration, Fiber İdeal Integration, Exact Integration ve Exact İdeal

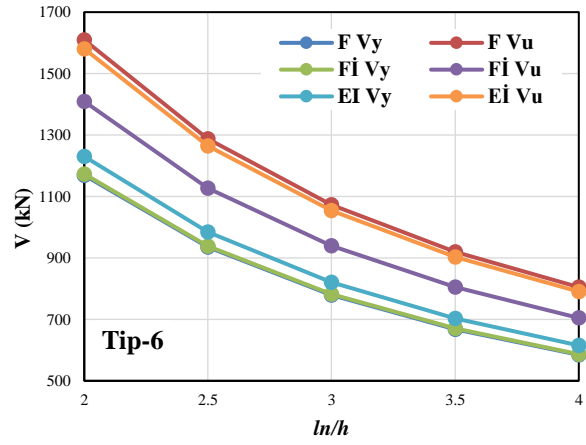
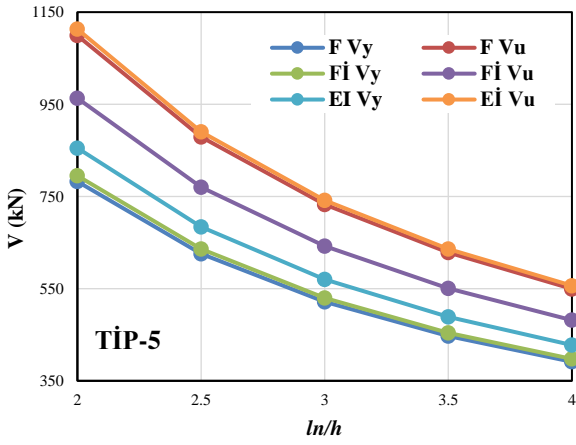
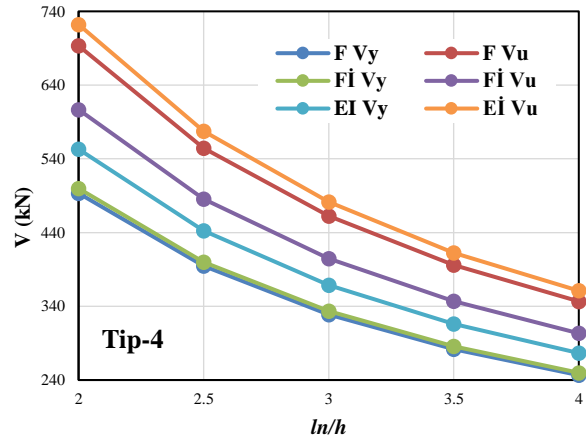
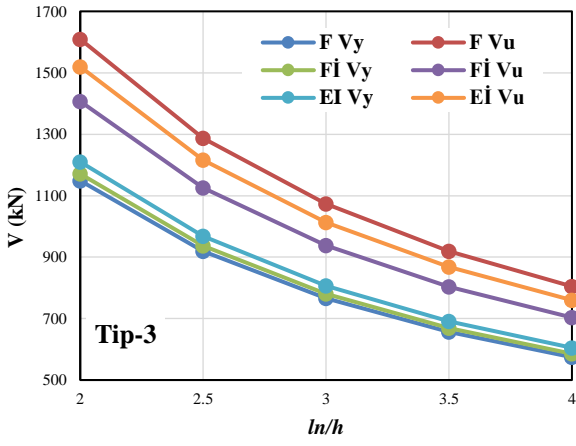
Integration yöntemi ile moment eğrilik analizleri yapılabilmektedir. Şekil 5 ve 6'da kullanılan F, Fİ ve Eİ simgeleri; sırasıyla SAP2000 programında Fiber Integration, Fiber İdeal Integration ve Exact İdeal Integration yöntemi ile elde edilen hesap sonuçlarını göstermektedir.

Şekil 7'de farklı yönetmelikler ve farklı araştırmacılar tarafından önerilen denklemlere göre etkin rijitlik çarpanları hesaplanarak grafikleri çizilmiştir. Tablo 8 ve 9'da ve Şekil 7'de ACI 318-14 [5], ASCE 41-17 [10], TBDY 2018 [7], NZS 3101-3 [11] ifadeleri bahsi geçen bu yönetmelikler kullanılarak bulunan değerleri ifade etmektedir. Tablo 8 ve 9'da ve Şekil 7'de Paulay ve Priestley [12], Taranath [13] ifadeleri sırasıyla Paulay ve Priestley [12] ve Taranath [13] çalışmada verilen formüller ile elde edilen sonuçları göstermektedir.

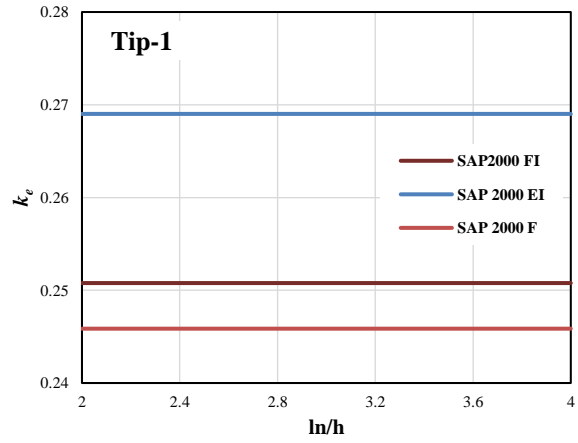
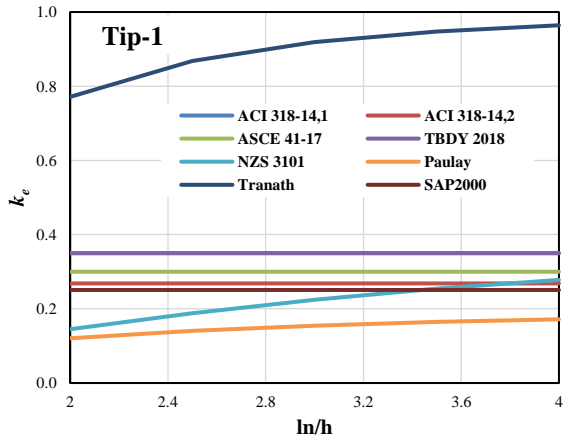


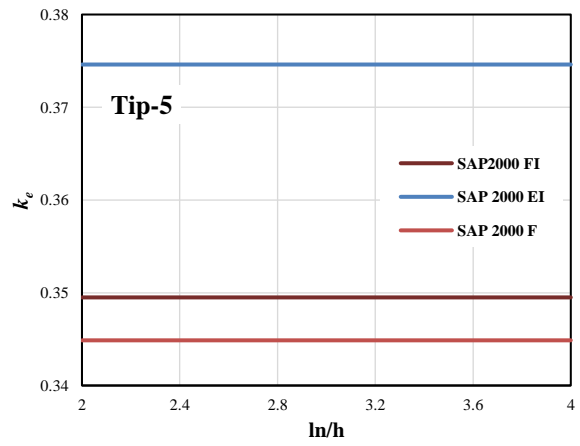
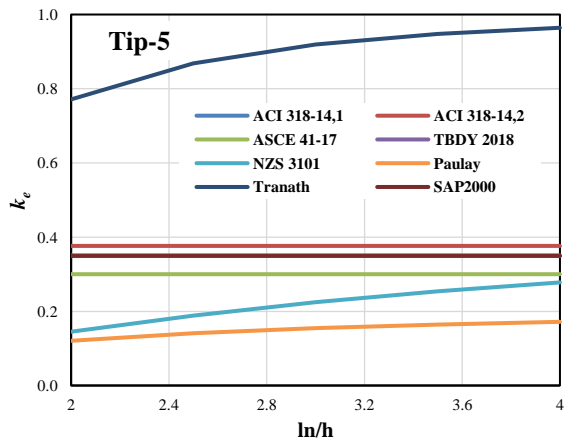
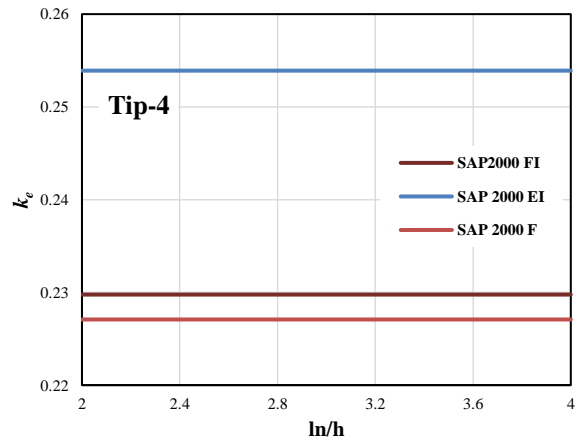
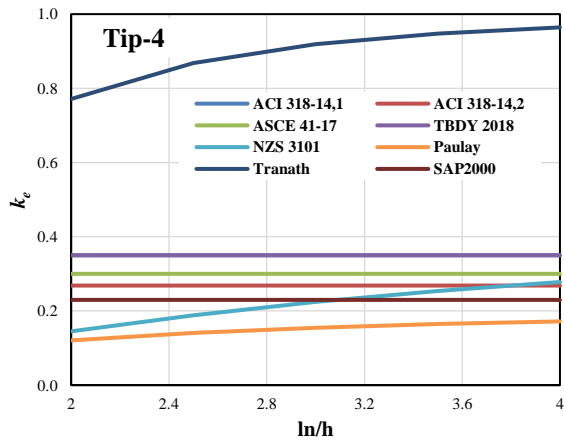
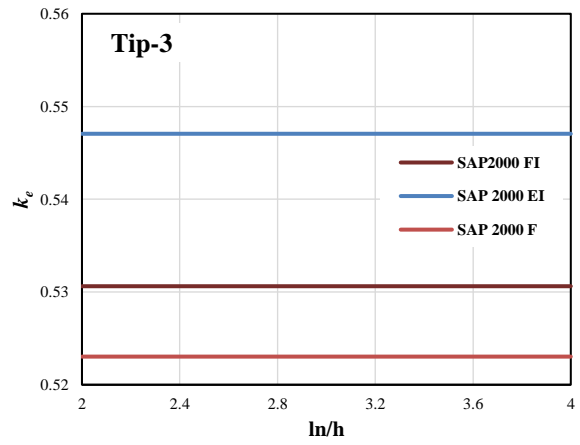
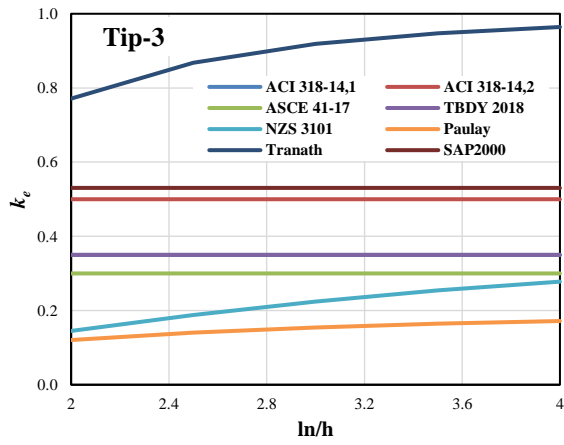
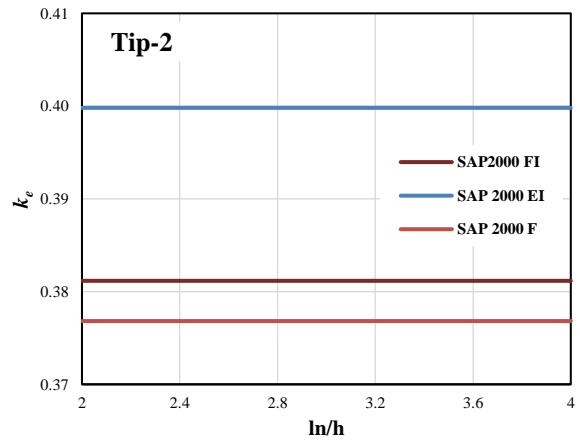
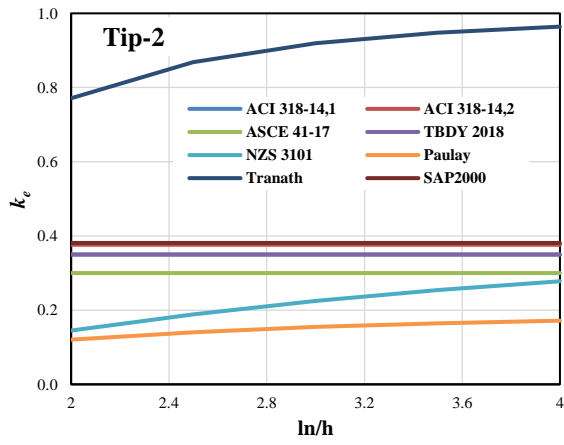
Şekil 5. Bağ kirişleri akma ve maksimum moment taşıma kapasitelerinin karşılaştırmalı grafikleri

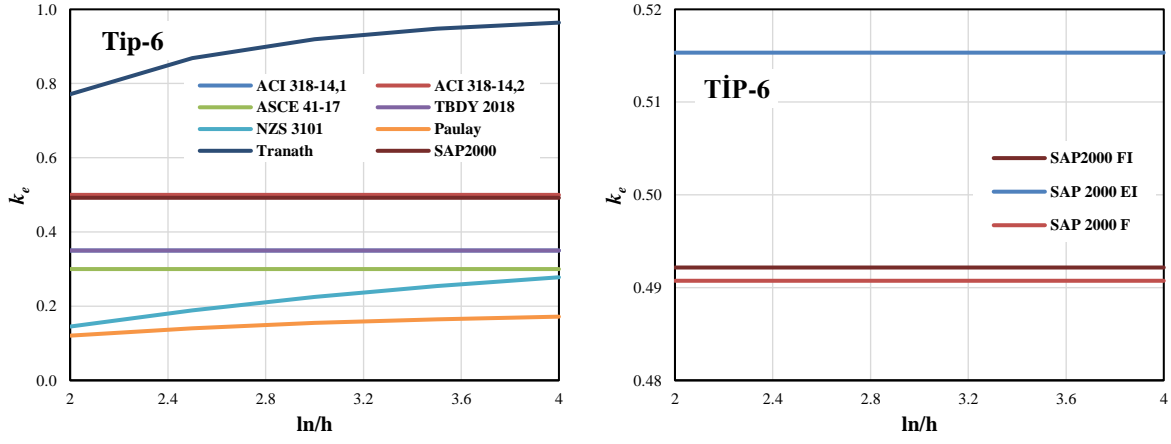




Şekil 6. Bağ kirişleri akma ve maksimum kesme taşıma kapasitelerinin karşılaştırmalı grafikleri







Şekil 7. Bağ kirişleri etkin rijitlik çarpanlarının karşılaştırmalı grafikleri

5. Sonuç ve Öneriler

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri TS-500 ve TBDY 2018 hükümlerine göre tasarlanmıştır. Tasarlanan geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin elde edilen sonuçları gerçek malzeme davranışları kullanılarak elde edilmiştir. Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin moment eğrilik analizinden elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir. Sabit beton basınç dayanımı, sabit çekme ve basınç donatısı oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinde net açıklık/derinlik oranının değişmesi durumunda moment-eğrilik ilişkilerinden elde edilen akma momenti M_y ve maksimum moment taşıma kapasitesi M_u sabit kalmaktadır.

Sabit beton basınç dayanımı, sabit çekme ve basınç donatısı oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri için net açıklık/derinlik oranının artması ile moment-eğrilik ilişkilerinden elde edilen akma durumundaki kesme kapasitesi V_y ve maksimum kesme taşıma kapasitesi V_u değerleri azalmaktadır.

Sabit çekme ve basınç donatısı oranı ve beton basınç dayanımına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri için farklı net açıklık/derinlik oranı için etkin rijitlik çarpanı (k_e) değerleri sabit kalmaktadır.

Sabit çekme ve basınç donatısı oranı ve sabit net açıklık/derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri için beton

basınç dayanımı artması durumunda M_y , M_u , V_y ve V_u değerleri artmaktadır.

Sabit çekme ve basınç donatısı oranı ve sabit net açıklık/derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri için beton basınç dayanımının artması ile etkin rijitlik çarpanları azalmaktadır.

Sabit beton basınç dayanımı ve sabit net açıklık/derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişleri için çekme ve basınç donatı oranının artması durumunda akma ve maksimum moment kapasitesi değerleri artmaktadır.

Sabit beton basınç dayanımı ve sabit net açıklık/derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin çekme ve basınç donatısı oranının artması ile akma ve maksimum kesme taşıma kapasitesi değerleri artmaktadır.

Sabit beton basınç dayanımı ve sabit net açıklık/derinlik oranına sahip geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin çekme ve basınç donatısı oranının artması ile etkin rijitlik çarpanı değerleri artmaktadır.

Geleneksel donatılmış betonarme bağ kirişlerinin etkin rijitlik çarpanları farklı yönetmelik ve araştırmacılar tarafından önerilen formüllere göre hesaplanmıştır. Bu şekilde hesaplanan etkin rijitlik çarpanları değerleri ACI 318-11'e göre [5]

hesaplanan etkin rijitlik çarpanları değerlerine yakın çıkmıştır.

Yeni Zelanda [11] yönetmeliği ve Priestly [12] tarafından önerilen denkleme göre hesaplanmış etkin rijitlik çarpanlarının değerleri moment eğrilik analizlerinden elde edilen etkin rijitlik çarpanlarının değerlerinden daha küçük elde edilmiştir.

Tranath [13] tarafından önerilmiş denklemine göre hesaplanan etkin rijitlik çarpanların değerleri moment eğrilik analizlerinden elde edilen etkin rijitlik çarpanları değerlerinden daha fazla elde edilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- [1] Breña SF., İhtiyar O. Performance of conventionally reinforced coupling beams subjected to cyclic loading, *J Structure Eng* 2011; 137: 665-676.
- [2] Erwin L., Hwang SJ., Wang TW., Chang HY. An investigation on seismic behavior of deep reinforced concrete coupling beams, *ACI Structural Journal* 2016; 113(2): 217-226.
- [3] Abu Bakar N., Chan GK. Experimental study of intermediate length coupling beams subjected to monotonic load, *KSCE Journal of Civil Engineering* 2017; 21(7): 2807-2813.
- [4] Erwin L., Hwang SJ., Cheng CH., Lin PY. Cyclic tests of reinforced concrete coupling beam with intermediate span-depth ratio, *ACI Structural Journal* 2016; 113(3): 515-524.
- [5] ACI 318-14, Building code requirements for structural concrete (ACI 318-14) and commentary/reported by ACI Committee 318. Farmington Hills, Mich.: American Concrete Institute 2014.
- [6] SAP2000 v20.2.0, Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc, Berkeley, California 2018.
- [7] TBDY 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara 2018.
- [8] Mander JT., Priestley MJN., Park R. Theoretical stress-strain model for confined concrete, *Journal of Structural Engineering* 1988; 114(8): 1804-1826.
- [9] TS 500 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 2000.
- [10] ASCE standard, ASCE/SEI 41-17, Seismic rehabilitation of existing buildings/ American Society of Civil Engineers, American Society of Civil Engineers, 2017.
- [11] Standards New Zealand – NZS 3101. Concrete structures standard, Wellington: Standards New Zealand, 1995; 1995.
- [12] Paulay T., Priestley MJN. Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings, New York: Wiley; 1992.
- [13] Taranath BS. Steel concrete and composite design of tall buildings, 2nd ed. New York: Mc Graw-Hill; 1998.
- [14] FEMA 356, Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings/prepared by the American Society of Civil Engineers; prepared for Federal Emergency Management Agency. Reston, Va: American Society of Civil Engineers; Washington, DC: Federal Emergency Management Agency; 2000.
- [15] Ngoc SV., Bing L., Beyer K. Effective stiffness of reinforced concrete coupling beams, *Journal of Engineering Structures* 2014; 76: 371-382.

İskenderun Koyundan Monofilament Galsama Ağ ile Yakalanan Üç Ticari Balık Türünün Boy-Ağırlık İlişkileri ile Kondisyon İndeksleri, Türkiye

Burcu YEŞİLBUDAK^{1*}

¹Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 01330, Adana

*<https://orcid.org/0000-0002-3627-0024>

*Sorumlu yazar: yesilbudak@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 30 Eylül 2020
Kabul tarihi: 4 Aralık 2020
Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Balık Büyümesi
Boy-Ağırlık İlişkisi
Geleneksel Balıkçılık
İskenderun Koyu
Kondisyon Faktörü

ÖZET

Bu çalışmada, İskenderun koyunda ekonomik yönden önemli olan üç ticari balık türünün toplam boy ve ağırlık ilişkileri (LWRs) ile Fulton'un kondisyon faktörünün (K) belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kırlangıç balığı (*Chelidonichthys lucerna*, Linnaeus, 1758), dil balığı (*Pegusa lascaris*, Risso, 1810) ve çipura (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758) İskenderun koyundan 2016 yılında Eylül aylarında profesyonel bir balıkçı tarafından monofilament galsama ağ (göz açıklığı: 28) ile 10-20 metrede dipten toplanmıştır. Toplamda, 82 balık örneğinin toplam boy ve ağırlıkları 0,01 cm ve 0,01 g hassasiyetle ölçülmüştür. Yakalanan balıkların minimum-maksimum uzunluğu ve ağırlığı *C. lucerna* için 14,0-24,5 cm ve 31,2-126,6 g, *P. lascaris* için 18,5-25,55 cm ve 37,7-125,5 g, *S. aurata* için 14,5-26,6 cm ve 55,8-180,0 g olarak belirlenmiştir. Üç balık türünün toplam boy-ağırlık ilişkisi *C. lucerna* için $W = 0,0837 * TL^{2,28}$, *P. lascaris* için $W = 0,0018 * TL^{3,45}$ ve *S. aurata* için $W = 0,0667 * TL^{3,30}$ olarak bulunmuştur. Fulton'un kondisyon faktörü *C. lucerna* için $1,05 \pm 0,04$, *P. lascaris* için $0,72 \pm 0,01$ ve *S. aurata* için $2,00 \pm 0,10$ olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, bu alanda ekonomik açıdan önemli balıkların LWR parametrelerine ve K indislerine katkı sağlamakla birlikte, mevcut çalışma farklı zaman ve mekanlardaki benzer balık stoklarını karşılaştırmak için yararlı olacaktır.

Length-Weight Relationships with Condition Indices of Three Commercial Fish Species Caught by Monofilament Gillnets in the Iskenderun Bay, Turkey

Research Article

Article History:

Received: 30 September 2020
Accepted: 4 December 2020
Published online: 2 March 2021

Keywords:

Fish Growth
Length-Weight Relationship
Artisanal Fisheries
Iskenderun Bay
Condition Factor

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the length and weight relationships (LWRs) and Fulton's condition factors (K) for three commercial fish species in Iskenderun bay. For this purpose, tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna*, Linnaeus, 1758), sand soles (*Pegusa lascaris*, Risso, 1810), and gilthead seabream (*Sparus aurata*, Linnaeus, 1758) were collected by a single artisanal fisherman during September- December months in 2016 by means of monofilament gill nets mesh size:28 mm) used at depths 10-20 m in Iskenderun bay. Totally, 82 fish samples captured and total lengths and weights of they were measured to the nearest 0,01 cm and to 0,01 g. Minimum-maximum length and weight of caught fishes were determined as 14,0-24,5 cm and 31,2-126,6 g for *C. lucerna*, 18,5-25,55 cm and 37,7-125,5 g for *P. lascaris*, 14,5-26,6 cm and 55,8-180,0 g for *S. aurata*. Total length-weight relationships of three fish species were found as $W=0,0837*TL^{2,28}$ for *C. lucerna*, $W=0,0018*TL^{3,45}$ for *P. lascaris*, and $W=0,0667*TL^{3,30}$ for *S. aurata*. Fulton's condition factors were detected as $1,05\pm0,04$ for *C. lucerna*, $0,72\pm0,01$ for *P. lascaris*, and $2,00\pm0,10$ for for *S. aurata*. Result of this study provides a contribution to parameters of LWRs and K indices of economically important fish in this area and the current study will be useful in order to compare

To cite: Yeşilbudak B. Length-Weight Relationships with Condition Indices of Three Commercial Fish Species Caught by Monofilament Gillnets in the Iskenderun Bay, Turkey. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(1): 59-64.

1. Introduction

Aquaculture is one of the fastest expanding food production sectors in all around the world, by per annual growth rate of 5,8% during the period 2000-2016 [1]. Hundreds of millions of people in the world depend on artisanal fisheries to survive and live, and artisanal fishing is critically important for not only food, but also for jobs, alimentation, food security, and destitution decline [2].

Over the past years, climate change, habitat degradation and wasteful immoderate fishing have created negative effects on fishing population, and these circumstances have also negatively caused yield sea food according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations [3]. Further, these environmental disasters and alien fish migration have caused bioecological changes on native fish in coast of East Mediterranean and Aegean Sea. Artisanal fisheries have been widely affected depending on this situation [4]. Iskenderun bay has been known to have proportionally rich fishing resources compared to other fishing areas of eastern Mediterranean since 1940s [5]. It is well known that the length and weight relationships (LWRs) and Fulton's condition factors (K) are quite useful in determining the fish condition, life history of fish and fish stock [6, 7]. They also provide useful equations to determine whether a somatic growth is isometric or allometric growth [8].

Tub gurnard, sand solea and gilthead seabream are economically important for many countries and there are several studies such as embryonic and larval development [9], reproduction [10, 11], length and weight relationships and growth [12, 10, 13, 14]. There is little current information and explanation for the Iskenderun bay obtained from LWRs, although it is a reliable calculation method for studied biological characteristics of fish populations in aquatic life. Basically, our objective was to contribute to up to date baseline information on LWRs and K analysis, which could be useful for subsequent bioecological and population-based studies on similar studies done in the eastern Mediterranean region.

2. Materials and Methods

This investigation was carried out near domestic area of Iskenderun, the sampling are located within $36^{\circ}36'32.70''\text{N}$ - $36^{\circ}07'44.14''\text{E}$ in Iskenderun bay in Figure 1.



Figure 1. The study area, Iskenderun Bay

All fishes have been identified in the field by Whitehead et al. [15] and scientific names of samples were checked again according to FishBase [16]. Fishes were collected by monofilament gill nets mesh size 28 mm used at depths 10-20 m from Iskenderun bay in September and December 2016. Total length and wet weight were measured to the nearest 0,01 cm using callipers and 0,01 g using digital balance, respectively. Afterwards, fishes were immediately released at their natural habitats. In this study, sampling was made properly as the 4/1 notification regulates commercial fishery by the Ministry of Agriculture and Forestry of Turkey. The length and weight relationships were determined by using the equation $W=axL^b$, where W is total wet weight (g), L is total length (cm), the value a is the y-intercept and the value b is the slope of Ordinary Least Squares regression [17].

The association between length and weight was computed by the determination of coefficient r^2 [8]. Fulton's condition factors (K) were calculated by the formula $K=WxL^{-3}x100$ [18]. In order to identify the growth type (isometric or allometric) for all fish species, the value b of LWRs was tested for the deviation from the value of 3,0 by a t -test [8] and the b value of each species was

tested by *t*-test [19]. Data were evaluated by using Microsoft Office Excel 2010 and statistical packages of IBM SPSS 21 were used.

3. Results and Discussion

A total of 82 specimens belonging to three families were caught from Iskenderun port. The number of samples, minimum and maximum values of length and weight of specimens together with LWRs parameters and K indices of *Chelidonichthys lucerna*, *Pegusa lascaris*, *Sparus aurata* were presented in Table 1. Linear regressions were significant ($P < 0,001$), with the coefficient of determination r^2 values for three fish species. The values 95% confidence limits of b of three fish species were found as 2,001-2,567, 3,294-3,604, 3,106- 3,498.

Table 1. Descriptive statistics, estimated length-weight relationships and Fulton's condition factors of 3 commercial fish species caught by means of monofilament gill nets from Iskenderun Bay (Turkey), during September-December 2016.

Family	Species	n	TL (cm)		W (g)		LWRs			K
			Min-Max	Min-Max	a	b	95%CI of b	r^2	GT	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Triglidae	<i>C.lucerna</i>	25	14,0-24,5	31,2-126,6	0,0837	2,284	2,001-2,567	0,91	A-	1,05±0,04
Soleidae	<i>P. lascaris</i>	30	18,5-25,5	37,7-125,5	0,0018	3,449	3,294-3,604	0,90	A+	0,72±0,01
Sparidae	<i>S. aurata</i>	27	14,5-26,6	55,8-180,0	0,0667	3,303	3,106-3,498	0,95	A+	2,00±0,10

n: number of individuals, TL: total length, Min: minimum, Max: maximum, a and b: intercept and slope in equation $W = \log(a) + b \log(L)$, 95%CI: confidence intervals, r^2 : coefficient of determination, GT: growth type, A+: positive allometry, A-: negative allometry, I: isometric, K: Fulton's condition factors, $\bar{X} \pm S\bar{x}$: Mean±SE.

In this study, total lengths of 75% of *C. lucerna*, 36,6% of *P. lascaris*, and 100% of *S. aurata* samples were found to be under the maturity lengths 21,6 cm, 22 cm, and 33 cm, respectively, according to Fishbase data [16]. Minimum-maximum length and weight of caught fishes were determined as 14,0-24,5 cm and 31,2-126,6 g for *C. lucerna*, 18,5-25,55 cm and 37,7-125,5 g for *P. lascaris*, 14,5-26,6 cm and 55,8-180,0 g for *S. aurata*. Total length-weight relationships of three fish species were found as $W=0,0837*TL^{2,28}$ for *C. lucerna*, $W=0,0018*TL^{3,45}$ for *P. lascaris*, and $W=0,0667*TL^{3,30}$ for *S. aurata*. Fulton's condition factors were detected as 1,05±0,04 for *C. lucerna*, 0,72±0,01 for *P. lascaris*, and 2,00±0,10 for *S. aurata* (see Table 1).

4. Conclusion

The value of parameter b was estimated at 2,28 for *C. lucerna*, 3,45 for *P. lascaris* and 3,30 for *S. aurata*. This data is compatible with the fact that the value of b must vary from 2 to 4 via Tesch [20]. Additionally, the value of b , as a characteristic of the species, is generally stable throughout the year [21]. All regressions were highly significant ($P < 0,001$), and the values of coefficient r^2 ranged from 0,90 (*P. lascaris*) to 0,95 (*S. aurata*), and the value of r^2 for *C. lucerna* was determined as 0,91. A species with the value of b different from 3 is said to have allometric growth; otherwise, the type of the growth is isometric.

In this study, negative allometric growth was determined for *C. lucerna*, since its b value was less than 3. In a similar work carried out in the west cost of Portugal, the growth for tub gurnard was determined to be negative allometric ($P < 0,05$) [12, 13].

We determine a positive allometry for the growth of *P. lascaris* as well as Tsagarakis et al. [22] have measured for sand soles sampled from Black Sea, Sinop ($P < 0,001$). Computations show that *S. aurata* has a positive allometric growth in this study, whereas gilthead seabream showed negative allometric growth in another study ($P < 0,05$), [13].

Table 2. Comparative results of summary of population biology data for *Chelidonichthys lucerna*, *Pegusa lascaris*, *Sparus aurata* from different times and locations.

Region	n	TL (cm) Min-Max	W(g) Min-Max	a	b	r ²	GT	K	Authors
<i>Chelidonichthys lucerna</i>									
Turkey (Iskenderun Bay)	2	22,3-23,7							[4]
Portugal (Algarve Coast)	75	14-34,4	35-368	0,0180	2,798	0,968	A-		[12]
Portugal (Western Coast)	169	13,4-75,1	30,0-2810,0	0,028	2,668	0,931	A-		[13]
Turkey (Iskenderun Bay)	342	8,0-18,7		0,009	2,99	0,98		0,221	[10]
Turkey (Marmara Sea)	224	14,27-41,5		0,009	3,019	0,989		0,863	[23]
Turkey (Edremit Bay)	262	12,70-32,55		0,005	3,206	0,989		0,106	[24]
Turkey (Aegean Sea)	546	12-34,4	20,58-439,4	0,005	3,240	0,987	A+	0,163	[25]
Portugal (the Arade Estuary)	49	6-32,4		0,00931	3,01	0,961	I		[26]
Italy (Adriatic Sea)	6616	12,2-37,4	17-425	0,007	3,057	0,967	A+	0,60-0,70	[14]
Turkey (Black Sea-Trabzon)	1	828	6640						[27]
United Kingdom (North West Wales)	970			0,007	3,10	0,966	A+	0,25	[28]
<i>Pegusa lascaris</i>									
Turkey (Iskenderun Bay)	1	22,4							[4]
Portugal (Western Coast)	22	20,3-33,4	90,0-420,0	0,0070	3,130	0,816	I		[13]
Croatia (Estuarine Systems)	15		9,8-30,6	0,0082	3,110	0,970			[29]
Portugal (the Arade Estuary)	140	3,3-24,2		0,00680	3,20	0,994	A+		[26]
Turkey (Black Sea-Sinop)	93	10,4-22,2	07,01-110,33	0,0024	3,484	0,95			[22]
<i>Sparus aurata</i>									
Turkey (Iskenderun Bay)	3	17,8-19,9							[4]
Turkey (South Coast of Iskenderun Bay)	21	16,90-32		0,0406	2,679	0,971	A-		[30]
Portugal (Algarve Coast)	210	23,5-67	175-3910	0,0204	2,872	0,957	A-		[12]
Greece (Northern Aegean Estuarine System)	13	5,7-10,9		0,0153	2,996	0,992			[31]
Algeria Mellah Lagoon	370	157-610	60-4000	0,0129	3,067	0,92	I	0,513	[32]
Portugal (the Arade Estuary)	99	6,6-37,3		0,01311	3,04	0,996	A+		[26]
Turkey (Central Black Sea)	109	15,7-21,2	62,2-136,8	0,035	2,70	0,86			[33]
Turkey (Black Sea-Ordu)	3	46,2-61,4	1500,6-3080,6						[34]

The length-weight relationship in fish is affected by a number of factors including season, habitat, sexual maturity, diet regimen, health, and conservation techniques [20]. The condition factor K was determined as 0,72 for *P. lascaris*, 2,00 for *S. aurata*, and 1,05 for *C. lucerna* (see Table 1.), which increases during the reproductive cycle of

the most of species, decreasing during the spawning season and increasing after that, and well matched with their reproductive cycle [16].

Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the author is 100%.

References

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture: Meeting the Sustainable Development. Roma- Italy: 2018.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale Fisheries, in the Context of Food Security and Poverty Eradication. Roma- Italy: 2015.
- [3] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture. Roma- Italy: 2014.
- [4] Baştusta N., Erdem Ü. A study on the pelagic and demersal fishes of İskenderun Bay, Turk J Zool 2000; 24, 1-20.
- [5] Kosswing C. Some features of fisheries in Turkey (in Turkish), Hidrobiyol Mecmua 1953; A1(4): 145-153.
- [6] Moutopoulos DK., Stergiou KI. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Grece), J Appl Ichthyol 2002; 18, 200-203.
- [7] Mozsár A., Boros G., Sály P., Antal L., Nagy SA. Relationship between Fulton's condition factor and proximate body composition in three freshwater fish species, J Appl Ichthyol 2015; 31(2): 315-320.
- [8] Ricker WE. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations, Bullet Fish Res Board Can 1975; 1(2): 519-529.
- [9] Özyurt CE., Mavruk S., Kiyaga VB., Ersönmez H. Spawning ecology of *Pegusa lascaris* in Iskenderun Bay (northeastern Mediterranean Sea), Fresenius Environ Bullet 2018; 27(10): 6500-6505.
- [10] İşmen A., İşmen P., Baştusta N. Age, growth and reproduction of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* L. 1758) in the Bay of Iskenderun in the Eastern Mediterranean, Turk J Vet Anim Sci 2004; 28(2): 289-295.
- [11] Çiçek E., Avşar D., Özyurt CE., Yeldan H., Manasirli M. Age, growth, reproduction and mortality of tub gurnard (*Chelidonichthys lucernus* (Linnaeus, 1758)) Inhabiting in Babadillimani Bight (northeastern Mediterranean coast of Turkey), J Biol Sci 2008; 8(1): 155-160.
- [12] Santos MN., Gaspar MB., Vasconcelos P., Monteiro CC. Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve Coast (Southern Portugal), Fish Res 2002; 59 (1-2): 289-295.
- [13] Mendes B., Fonseca P., Campos A. Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast, J Appl Ichthyol 2004; 20(5): 355-361.
- [14] Bolognini L., Domenichetti F., Grati F., Polidori P., Scarcella G. Weight -length relationship for 20 selected fish species in Adriatic Sea, Turk J Fish Aquat Sci 2013; 13, 555-560.
- [15] Whitehead PJP., Bauchot ML., Hureau JC., Nielsen J., Tortonese E. Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: Unesco; 1986.
- [16] Froese R., Pauly D. FishBase. World wide web electronic publication 2019. <http://www.fish-base.org>. Accessed July 1, 2020.
- [17] Le Cren ED. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*), J Anim Ecol 1951; 20, 201-219.
- [18] Anderson R., Neumann R. Length, weight and associated structural Indices. In: Fisheries techniques. Maryland: Amer Fish Soci Bethesda; 1996.
- [19] Sokal RR., Rohlf FJ. Introduction to biostatistics. NY: Freeman; 1987.
- [20] Tesch FW. Age and growth in: methods for assessment of fish production in fresh waters. Oxford: WE Ricker (Ed) Blackwell Sci Pub; 1971.
- [21] Mayrat A. Allometrie et taxinomie, Rév Stat Appl 1970; 18, 47-58.
- [22] Tsagarakis K., Baştusta A., Baştusta N., Biandolino F., Bostanci D., Buz K., Djodjo Z., Dulčić J., Dul J., Gökoğlu M., Gücü AC., Machias A., Maravelias CD., Özvarol Y., Polat N., Prato E., Vasilakopoulos P., Yedier S. New fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015), Med Mar Sci 2015; 16(3): 703-713.

- [23] Eryılmaz L., Meriç N. Some biological characteristics of the tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Sea of Marmara, Turk J Vet Anim Sci 2005; 29, 367-374.
- [24] Uçkun D. Investigation of the age and growth characteristic of the species belonging to the family triglidae in Edremit Bay, Ege Univ J Fish Aquat Sci 2005; 22(3-4): 363-369.
- [25] İlhan D., Toğulga M. Age, growth and reproduction of tub gurnard *Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes: Triglidae) from İzmir Bay, Aegean Sea, Eastern Mediterranean, Acta Adriatica 2007; 48(2): 173.
- [26] Veiga P., Machado D., Almeida C., Bentes L., Monteiro P., Oliveira F., Ruano M., Gonçalves JMS. Weight-length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal, Journal of Applied Ichthyology 2009; 25(4): 493-496.
- [27] Hasımoğlu A., Ak O., Kasapoğlu N., Atılğan E. New maximum length report of (*Chelidonichthys lucerna* L. 1758) in Black Sea, Turkey, J Black Sea/Med Environ 2016; 22(2): 149-154.
- [28] McCarthy ID., Marriott AL. Age, growth and maturity of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus 1758; Triglidae) in the inshore coastal waters of Northwest Wales, UK, Journal of Applied Ichthyology 2018; 34(3): 581-589.
- [29] Dulčić J., Glamuzina B. Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia), Journal of Applied Ichthyology 2006; 22(4): 254-256.
- [30] Can MF., Başusta N., Çekiç M. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale fisheries off the south coast of İskenderun Bay, Turk J Vet Anim Sci 2002; 26, 1181-1183.
- [31] Kautrakis ET., Tsikliras AC. Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems, J Apply Ichthyol 2003; 19(4): 258-260.
- [32] Chaoui L., Kara MH., Faure E., Quignard JP. Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria), Sci Mar 2006; 70(3): 545-552.
- [33] Samsun O., Akyol O., Ceyhan T., Erdem Y. Length weight relationships for 11 fish species from the Central Black Sea, Turkey, Ege J Fish Aquat Sci 2017; 34(4): 455-458.
- [34] Aydın M. Maximum length and age report of *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) in Balck Sea, J Appl Ichthyol 2018; 34, 964-966.

Döner Tip Rejeneratör Diferansiyel Denklemlerinin Sonlu Farklar Yöntemi ile Çözümünde En Uygun Adım Sayısının Belirlenmesi

Şaban ÜNAL^{1*}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 8000, Osmaniye

*<https://orcid.org/0000-0002-4276-2412>

*Sorumlu yazar: saban.unal@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 27 Eylül 2020
Kabul tarihi: 29 Aralık 2020
Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Döner tip rejeneratör
Sayısal çözüm
Sonlu farklar yöntemi
Adım sayısı

ÖZET

Döner tip rejeneratörler, özellikle iklimlendirme sistemleri gibi düşük sıcaklık uygulamalarında atık ısıdan enerji geri kazanımı için kullanılmaktadırlar. Rejeneratörün ısı geri kazanım oranı rejeneratör etkinliğine bağlıdır. Rejeneratör etkinliği de rejeneratördeki sıcaklık dağılımı belirlendikten sonra hesaplanabilir. Döner tip rejeneratörlerin etkinliğinin hesaplanması için geliştirilen matematiksel modellerin çözüm yollarından biri de sonlu farklar yöntemidir. Bu çalışmada, döner tip rejeneratörlerin analizi için geliştirilen ve analitik çözümü mümkün olmayan diferansiyel denklemlerin çözümünden elde edilecek sonuçların doğruluğundan emin olabilmek için, ilgili diferansiyel denklemler özel şartlar altında, sonlu farklar yöntemi ile farklı adım sayıları kullanılarak çözülmüştür. Özel şartlar altında rejeneratör diferansiyel denklemlerin analitik çözümü mümkün olmakta ve dolayısı ile sayısal ve analitik sonuçlar kıyaslanabilmektedir. Bu çalışmada farklı adım sayıları kullanılarak elde edilen sayısal sonuçlar, analitik sonuçlar ile karşılaştırılmış ve rejeneratör diferansiyel denklemlerinin çözümünde kullanılabilecek en uygun adım sayıları belirlenmeye çalışılmıştır.

Determination of the Optimal Number of Steps for the Solution of Differential Equations of the Rotary Type Regenerators

Research Article

Article History:

Received: 27 September 2020
Accepted: 29 December 2020
Published online: 2 March 2021

Keywords:

Rotary type regenerator
Numerical solution
Finite difference method
Number of steps

ABSTRACT

Rotary type regenerators are used for energy recovery from waste heat, especially in low temperature applications such as air conditioning systems. The heat recovery rate of the regenerator depends on the regenerator efficiency. Regenerator efficiency can be calculated after determining the temperature distribution in the regenerator. One of the solutions of the mathematical models developed to calculate the efficiency of rotary type regenerators is the finite difference method. In this study, in order to ensure the accuracy of the results to be obtained from the solution of differential equations, which are developed for the analysis of rotary type regenerators and not possible to solve analytically, the governing equations are solved under special conditions by using different number of steps with the finite difference method. Analytical solution of differential equations of the regenerators is possible under the special conditions, and therefore numerical and analytical results can be compared. In this study, the numerical results obtained by using different number of steps are compared with the analytical results and it is tried to determine the most suitable number of steps to be used in the solution of differential equations of regenerators.

To Cite: Ünal Ş. Döner Tip Rejeneratör Diferansiyel Denklemlerinin Sonlu Farklar Yöntemi ile Çözümünde En Uygun Adım Sayısının Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 65-73.

1. Giriş

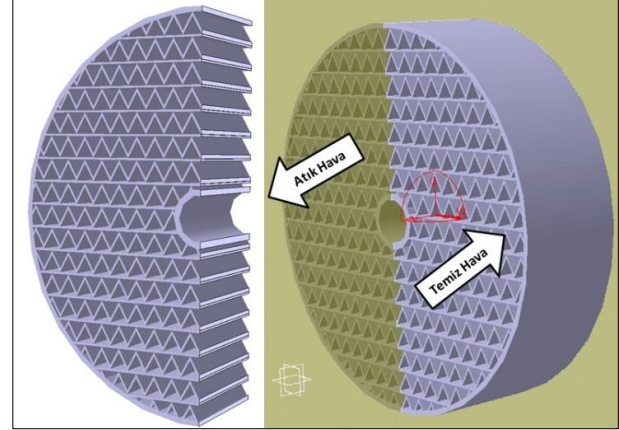
Gelişen teknoloji ile birlikte insanların konfor kavramları ve buna bağlı talepleri de değişmektedir. Günümüzde evlerde, işyerlerinde ve ulaşım araçlarında klima neredeyse vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu ihtiyacın karşılanmasında kullanılan enerjinin en verimli şekilde değerlendirilmesi ve tasarruf edilmesi, hem maliyetleri düşürmek hem de mevcut enerji kaynaklarının gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak için önem taşımaktadır.

Atık ısı geri kazanım sistemlerinin kullanılması yoluyla birçok alanda enerji tasarrufu sağlanabilir. Atık ısı kaynakları, sıcaklık değerlerine göre 650°C üzerindeki yüksek sıcaklıkta ısı kaynağı, 650°C - 120°C arası orta sıcaklıkta ısı kaynağı ve 120°C altındaki düşük sıcaklıkta ısı kaynağı şeklinde sınıflandırılabilir [1]. Bu çalışmada otel, hastane, alış-veriş merkezleri gibi büyük iş yerlerindeki merkezi iklimlendirme sistemlerinde ortaya çıkan düşük sıcaklıktaki atık ısı kaynaklarından faydalanılarak yapılabilecek enerji tasarrufu ele alınacaktır.

Gelişmiş ülkelerde ticari binalar, tüm enerjinin yaklaşık %19'unu tüketmektedir [2]. Bu enerjinin de %30'u iklimlendirme sistemlerinde kullanılmaktadır [3]. İklimlendirme sistemlerinde iklimlendirilen ortamdan alınan kirli havanın dışarıya atılarak, yerine konfor şartlarına uygun hale getirilmiş taze havanın verilmesi gerekmektedir. Hem yaz hem de kış şartlarında, iklimlendirme sisteminde dışarıya atılan havanın sıcaklığı iç ortamın konfor şartlarına daha yakındır. Dışarıdan alınan taze havanın yazın soğutulması kışın da ısıtılması için enerji tasarrufu sağlamak amacıyla döner tip rejeneratörler kullanılabilir. Şekil 1'de döner tip rejeneratöre ait bir model görülmektedir. Döner tip rejeneratörlerde matris olarak adlandırılan kütle belirli bir devirde dönmekte ve ısı bu metal kütlede depolanmaktadır. Rejeneratör matrisi metalik malzemeden, genellikle de alüminyumdan imal edilir. Bunun dışında nem alma özelliğine sahip matris malzemeleri de kullanılmaktadır. Matrisin bir yarısından sıcak akışkan, diğer yarısından da soğuk akışkan geçmektedir. Matrisi oluşturan küçük hücre kanalları önce sıcak akışkan bölgesinde kalmakta, daha sonra soğuk akışkan bölgesine geçmektedir.

Taze havanın yazın soğutulması kışın da ısıtılması işlemi enerji tasarrufu sağlamak amacıyla döner tip rejeneratörler kullanılabilir. Şekil 1'de döner tip rejeneratöre ait bir model görülmektedir. Döner tip rejeneratörlerde matris olarak adlandırılan kütle belirli bir devirde dönmekte ve ısı bu metal kütlede depolanmaktadır. Rejeneratör matrisi metalik malzemeden, genellikle de alüminyumdan imal edilir. Bunun dışında nem alma özelliğine sahip matris malzemeleri de kullanılmaktadır. Matrisin bir yarısından sıcak akışkan, diğer yarısından da soğuk akışkan geçmektedir. Matrisi oluşturan küçük hücre kanalları önce sıcak akışkan bölgesinde kalmakta, daha sonra soğuk akışkan bölgesine geçmektedir.

Böylece matriste depolanan ısı periyodik olarak sıcak akışkandan soğuk akışkana aktarılmış olmaktadır. Döner tip rejeneratörlerde nem alma özelliğinin de bulunabilmesi ve dolayısıyla daha yüksek etkinlik değerine ulaşılabilmesi nedeniyle iklimlendirme sistemleri gibi düşük sıcaklık uygulamalarında tercih edilmektedir [4].



Şekil 1. Döner tip rejeneratör

Döner tip rejeneratörler ile ilgili, literatürde teorik ve deneysel birçok çalışma bulmak mümkündür. Teorik çalışmalar da analitik ve sayısal çalışmalar olarak gruplandırılabilir. Rejeneratör diferansiyel denklemlerinin analitik çözümünün yapılabilmesi için birçok basitleştirici kabullerin yapılması gerekmektedir. Fiziksel modelin, gerçek veya gerçeğe yakın matematiksel modeli oluşturulduğunda ise elde edilen diferansiyel denklemlerin analitik çözümü mümkün olmamaktadır. Bu tür diferansiyel denklemlerin çözümünde sayısal yöntemler kullanılmaktadır.

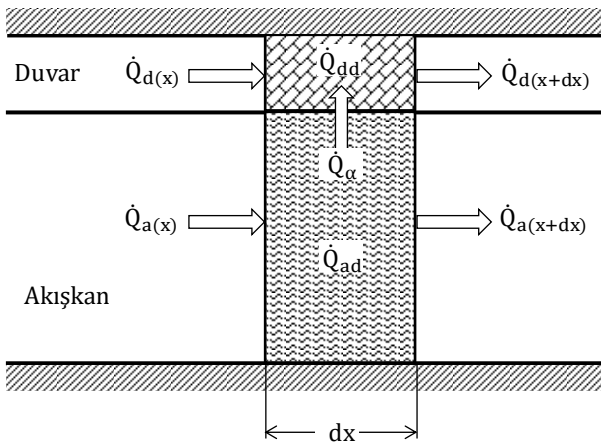
Rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sayısal çözüm yöntemlerinden biri de sonlu farklar yöntemidir. Döner tip nem almalı rejeneratörler için basitleştirilmiş ısı ve kütle transferi diferansiyel denklemleri Holmberg [5] tarafından sonlu farklar yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Li [6] tarafından yapılan çalışmada da döner tip rejeneratörlerin etkinliği sayısal yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır. Burada duvarın akış yönündeki ısı iletim katsayısı da dikkate alınmış ve bunun rejeneratör etkinliğini nasıl değiştirdiği araştırılmıştır. Söz konusu çalışmada akışkan ve duvarın ısıl özelliklerinin sıcaklıkla değiştiği kabulü yapılarak rejeneratör diferansiyel denklemleri çözülmüştür. Döner tip rejeneratör etkinliğinin sabit basınç kaybı ile değişiminin incelendiği bir başka çalışmada, oluşturulan matematiksel model sayısal yöntemlerle çözülmüş, rejeneratörün akış alanı oranına göre

etkinliğin bir maksimum değerinin olduğu belirlenmiştir [7]. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi kullanılarak döner tip rejeneratör etkinliğinin hesaplanması amacıyla Kaydan ve Hajidavalloo [8] tarafından yapılan çalışmada, döner tip rejeneratör modeli Fluent ortamında çözülmüş ve rejeneratördeki akışkan ve duvar sıcaklıkları üç boyutlu model üzerinde gösterilmiş, buna bağlı olarak rejeneratör etkinliğinin çeşitli parametrelere göre değişimi incelenmiştir. Alhusseny ve Turan [9] ise döner tip rejeneratörü gözenekli bir yapı olarak ele almışlar ve üç boyutlu modelini oluşturarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi ile analiz etmişlerdir. Baca gazı kükürt giderme ünitesinde kullanılan bir döner tip rejeneratörün termal ve akış özelliklerini belirlemek amacıyla hesaplamalı akışkanlar dinamiği modeli ise Özdemir ve Serincan [10] tarafından yapılan çalışmada sunulmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalarda, rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sonlu farklarla çözümünde adım sayısının hangi mertebelerde olması gerektiği üzerinde durulmamıştır. Bu çalışmanın amacı, döner tip rejeneratörler için basitleştirici kabuller yapılmadan, fiziki modele uygun olarak elde edilen diferansiyel denklemlerin sonlu farklar yöntemi ile çözümünde adım sayısının önemini ortaya koymaktır.

2. Matematiksel Model

Döner tip rejeneratörlerin matematiksel modelinin oluşturulmasında kullanılan birim hacim elemanı Şekil 2'de, otel ve hastane gibi merkezi iklimlendirme sistemlerinde uygulanması durumu da şematik olarak Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 2. Döner tip rejeneratör birim hacim elemanı

Rejeneratörlerdeki ısı transferi geçici rejimde olmaktadır. Dolayısıyla rejeneratördeki ısı transferinin doğru bir şekilde hesaplanabilmesi

için buna uygun kabullerin yapılması gerekir. Bu çalışmada döner tip rejeneratör diferansiyel denklemlerinin çıkarılmasında, akışkan ve duvarda akış yönündeki iletimle ısı transferi de dikkate alınarak, aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- 1) Rejeneratörün dış yüzeyi tamamen yalıtılmıştır.
- 2) Rejeneratördeki akışkanın fiziksel ve ısıl özellikleri rejeneratör boyunca değişmemektedir.
- 3) Akışa dik yönde duvarın ısıl direnci ihmal edilmiştir.
- 4) Duvarın ısıl özellikleri sabittir.
- 5) Bir periyottan diğerine geçerken akışkanlar birbirine karışmamaktadır.
- 6) Soğuk ve sıcak taraftaki akışkanın ısıl kapasiteleri birbirine eşittir.
- 7) Soğuk ve sıcak tarafta akışkan ile duvar arasındaki ısı transfer katsayısı sabit ve üniformdur.
- 8) Sıcak ve soğuk periyotlarda rejeneratörden geçen akışkanın kütle debisi sabit ve matris kanalcıklarına eşit olarak dağılmaktadır.
- 9) Sıcak ve soğuk periyotlarda akışkanın rejeneratöre giriş sıcaklığı zamanla değişmemektedir.

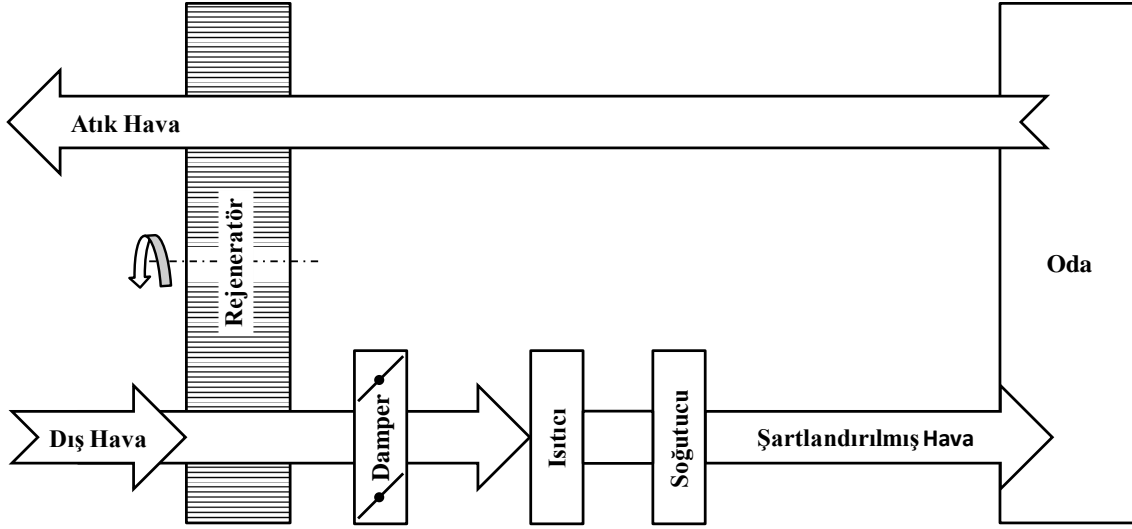
Bu kabullere göre elde edilen, rejeneratördeki akışkan ve duvar sıcaklıklarını hesaplamaya yarayan diferansiyel denklemleri analitik yöntemlerle çözmek mümkün değildir. Bu denklemlerin çözümünde sayısal yöntemlerden sonlu farklar yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen rejeneratör diferansiyel denklemleri önce boyutsuz hale getirilmiş daha sonra da denklemler sonlu farklarla ifade edilmiştir. Benzer şekilde sınır şartları da boyutsuz halde yazılmıştır.

Şekil 2'de görülen birim hacim elemanına termodinamiğin birinci yasası ve süreklilik denklemi uygulandığında, döner tip rejeneratördeki akışkan ve duvar sıcaklıklarını hesaplamaya yarayan diferansiyel denklemler Eş.(1) ve Eş.(2)'de görüldüğü gibi olacaktır.

$$\frac{1}{R} \frac{\partial T_d^*}{\partial t^*} + \frac{\partial T_d^*}{\partial x^*} - \frac{Fo_d}{R} \frac{\partial^2 T_d^*}{\partial x^{*2}} + Ntu \cdot T_a^* = Ntu \cdot T_d^* \quad (1)$$

$$\frac{\partial T_d^*}{\partial t^*} - Fo_d \frac{\partial^2 T_d^*}{\partial x^{*2}} + \frac{Ntu}{C_r^*} T_a^* = \frac{Ntu}{C_r^*} T_d^* \quad (2)$$

Eş. (1) ve Eş.(2)'deki rejeneratör genel diferansiyel denklemlerinde $R = \infty$, $Fo_d = 0$ ve $Fo_d = 0$ olarak alındığında, analitik çözümü mümkün olan basitleştirilmiş diferansiyel denklemler elde edilir.



Şekil 3. Döner tip rejeneratörün merkezi klima sisteminde kullanımı

$R = \infty$, $Fo_a = 0$ ve $Fo_d = 0$ şartları altı elde edilen basitleştirilmiş, analitik çözümü mümkün olan rejeneratör diferansiyel denklemlerini Eş.(3) ve Eş.(4)'te görüldüğü gibi yazmak mümkündür.

$$\frac{1}{Ntu} \frac{\partial T_a^*}{\partial x^*} = T_a^* - T_a \quad (3)$$

$$-\frac{C_r^*}{Ntu} \frac{\partial T_a^*}{\partial t^*} = T_a^* - T_a \quad (4)$$

Eş.(1) ve Eş.(2)'deki boyutsuz parametreler Eş.(5)-(13)'te görüldüğü gibi tanımlanmıştır.

$$t^* = t/t_0 \quad (5)$$

$$x^* = x/L \quad (6)$$

$$T_a^* = (T_a - T_{gmin}) / (T_{gmax} - T_{gmin}) \quad (7)$$

$$T_d^* = (T_d - T_{gmin}) / (T_{gmax} - T_{gmin}) \quad (8)$$

$$R = (\dot{m}t_0) / (\rho_a A_a L) \quad (9)$$

$$Ntu = (\alpha F) / (\dot{m} C p_a) \quad (10)$$

$$Fo_a = (a_a t_0) / L^2 \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} \left(\frac{T_a^*(i,j+1) - T_a^*(i,j)}{\Delta t^*} \right) + \left(\frac{[T_a^*(i+1,j+1) + T_a^*(i+1,j)] - [T_a^*(i-1,j+1) + T_a^*(i-1,j)]}{4\Delta x^*} \right) \\ - \frac{Fo_a}{R} \left(\frac{[T_a^*(i+1,j+1) + T_a^*(i+1,j)] - 2[T_a^*(i,j+1) + T_a^*(i,j)] + [T_a^*(i-1,j+1) + T_a^*(i-1,j)]}{2\Delta x^{*2}} \right) \\ + Ntu \left(\frac{T_a^*(i,j+1) + T_a^*(i,j)}{2} \right) = Ntu \left(\frac{T_d^*(i,j+1) + T_d^*(i,j)}{2} \right) \end{aligned} \quad (14)$$

$$Fo_d = (a_d t_0) / L^2 \quad (12)$$

$$C_r^* = (\rho_a A_a C_d L) / (\dot{m} C p_a t_0) \quad (13)$$

Matematiksel modelin oluşturulması ve boyutsuz parametrelerle ifade edilmesinde Ünal [11] tarafından yapılan çalışma referans olarak alınmıştır. Eşitliklerde boyutsuz parametreler t^* zamanı, x^* uzunluğu, T_a^* akışkan sıcaklığını, T_d^* duvar sıcaklığını, R debi oranını, Ntu transfer birimi sayısını, Fo_a akışkan için Fourier sayısını, Fo_d duvar için Fourier sayısını ve C_r^* ısı kapasite oranını ifade etmektedir.

Döner tip rejeneratörde akışkan ve duvar sıcaklıklarını hesaplamak için Eş.(1) ve Eş.(2) ile verilen rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sonlu farklarla yazılmış hali Eş.(14) ve Eş.(15)'te verilmiştir. Akışkan ve duvar için verilen sınır şartları da sonlu farklarla ifade edildikten sonra oluşan denklem takımları çözülerek akışkan ve duvar sıcaklıkları hesaplanmıştır.

$$\left(\frac{T_{d(i,j+1)}^* - T_{d(i,j)}^*}{\Delta t^*}\right) - Fo_d \left(\frac{[T_{d(i+1,j+1)}^* + T_{d(i+1,j)}^*] - 2[T_{d(i,j+1)}^* + T_{d(i,j)}^*] + [T_{d(i-1,j+1)}^* + T_{d(i-1,j)}^*]}{2\Delta x^{*2}}\right) + \frac{Ntu}{C_r^*} \left(\frac{T_{d(i,j+1)}^* + T_{d(i,j)}^*}{2}\right) = \frac{Ntu}{C_r^*} \left(\frac{T_{a(i,j+1)}^* + T_{a(i,j)}^*}{2}\right) \quad (15)$$

3. Bulgular ve Tartışmalar

Birçok matematiksel modelin çözümünde kullanılan sonlu farklar yönteminde, doğru sonuçların elde edilmesi bakımından adım sayısının önemi oldukça fazladır. Bazı problemlerin çözümünde küçük adım sayısı ile hassas sonuçlar elde edilebilmesine rağmen, bazı durumlarda da adım sayısını çok fazla artırmak gerekmektedir. Bu çalışmada Eş. (3) ve Eş.(4) ile verilen diferansiyel denklemler $R = \infty$, $Fo_d = 0$ ve $Fo_d = 0$ özel şartları altında çeşitli adım sayıları kullanılarak çözülmüştür. Belirtilen özel şartlar altında elde edilen diferansiyel denklemlerin analitik çözümü mümkün olmaktadır ve dolayısı ile analitik çözüm ile sayısal çözüm sonuçlarını kıyaslama imkânı doğmaktadır.

Bu çalışmada rejeneratör uzunluğunun 200 mm ve rejeneratörün 3 dev/dak ile döndüğü, dolayısı ile bir tam turun 20 saniyede tamamlandığı kabul edilmiştir. Rejeneratörün yaz döneminde çalıştığı ve buna göre de iç ortamdan rejeneratöre giren soğuk hava sıcaklığının en düşük $T_{gmin} = 25$ °C ve dış ortamdan rejeneratöre giren sıcak hava sıcaklığının en yüksek $T_{gmax} = 45$ °C olabileceği varsayılmıştır. Literatürde yer alana analitik sonuçlarla kıyaslama yapılabilmesi için de ısıl kapasite oranı $C_r^* = 0,5$ olarak alınmıştır.

Döner tip rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sonlu farklar yöntemi kullanılarak çözülmesi ve bu çözüm sonucunda doğru sonuçların elde edilebilmesi için en uygun adım sayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Tüm sayısal yöntemlerde olduğu gibi, sonlu farklar yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların mümkünse analitik veya deneysel sonuçlarla kıyaslanarak doğrulanması gerekmektedir. Döner tip rejeneratörlerde bu kıyaslama işlemi, elde edilen sıcaklık dağılımı değerleri kullanılarak hesaplanan rejeneratör etkinlik değerine bakılarak yapılabilir.

Rejeneratördeki sıcaklık dağılımı belirlendikten sonra, rejeneratör çıkışındaki sıcaklıkların zamana göre ortalaması alınarak rejeneratör etkinliği hesaplanabilir. Rejeneratör etkinliği, rejeneratörde bir akışkandan diğerine gerçekte transfer edilen ısının (\dot{Q}), rejeneratör ısı transfer yüzey alanının sonsuz olması durumunda transfer edilebilecek maksimum ısıya (\dot{Q}_{max}) oranı olarak tanımlanır.

Rejeneratör etkinliğinin hesaplanmasında Eş. (16) kullanılabilir.

$$\varepsilon = \dot{Q} / \dot{Q}_{max} \quad (16)$$

Sıcak akışkandan rejeneratör matrisine gerçekte transfer edilen ısı Eş. (17) ve transfer edilebilecek maksimum ısı da Eş. (18) ile bulunabilir.

$$\dot{Q} = \dot{m}Cp_a(T_{gmax} - \bar{T}_\zeta) \quad (17)$$

$$\dot{Q}_{max} = \dot{m}Cp_a(T_{gmax} - T_{gmin}) \quad (18)$$

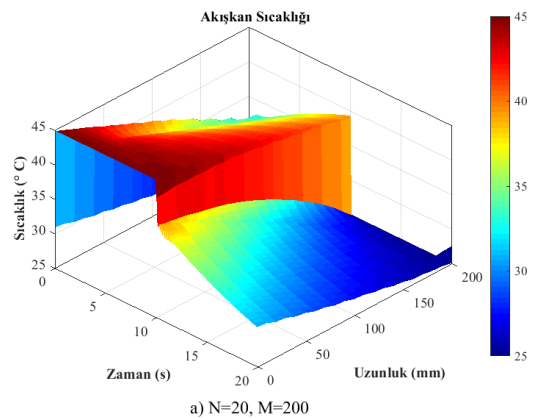
Buna göre rejeneratör etkinliği de Eş. (19)'dan hesaplanabilir.

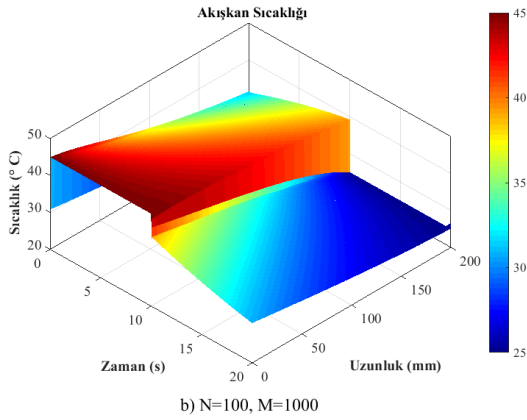
$$\varepsilon = 1 - \bar{T}_\zeta^* \quad (19)$$

Burada rejeneratör çıkışındaki akışkan sıcaklığının zamana göre ortalama değeri ise Eş.(20)'de görüldüğü gibi hesaplanabilir.

$$\bar{T}_\zeta^* = \frac{1}{0,5} \int_{t^*=0}^{t^*=0,5} T_{a(N+1,j)}^* dt^* \quad (20)$$

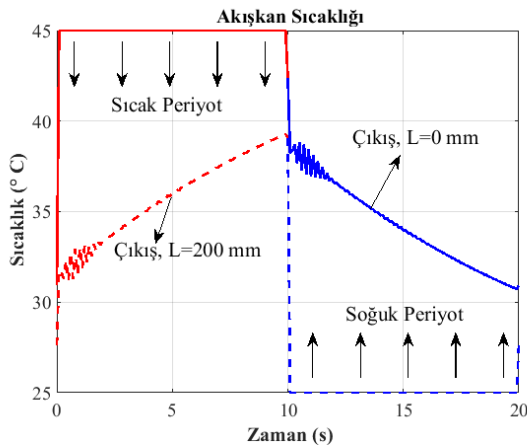
Bu çalışmada Eş. (5) ve Eş.(6) ile ifade edilen boyutsuz zaman (t^*) ve boyutsuz uzunluk (x^*) değerleri sırasıyla M ve N adet parçaya bölünerek rejeneratör diferansiyel denklemleri çözülmüş, elde edilen sıcaklık değerleri kullanılarak da rejeneratör etkinliği hesaplanmıştır.





Şekil 4. Akışkan sıcaklığının zamanla ve rejeneratör uzunluğu boyunca değişimi

Şekil 4a ve 4b'de, $C_r^* = 0,5$ ve $Ntu = 2$ için elde edilen akışkan sıcaklığının zamanla ve rejeneratör boyunca değişimi üç boyutlu olarak görülmektedir. Şekil 4a'da $N=20$ ve $M=200$ olması durumunda elde edilen sıcaklık dağılımı, Şekil 4b'de ise $N=100$ ve $M=1000$ olması durumunda, yani bu çalışmada kullanılan en düşük ve en yüksek ağ yapısına göre elde edilen sıcaklık dağılımları görülmektedir. Şekillerden de anlaşılacağı gibi, $N=100$ ve $M=1000$ durumunda elde edilen sıcaklık dağılımı çok daha düzgün, buna göre hesaplanan rejeneratör etkinlik değeri de analitik sonuca daha yakın olmaktadır.

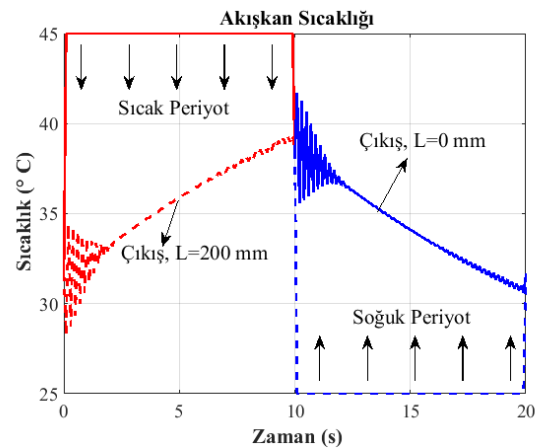


Şekil 5. Rejeneratör giriş ve çıkışında akışkan sıcaklığının zamanla değişimi ($N=20$, $M=200$)

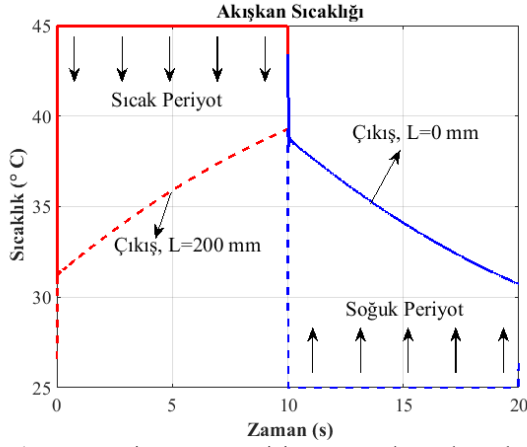
Şekil 5'te ise sıcak ve soğuk akışkanın rejeneratör giriş ve çıkışındaki sıcaklıklarının zamanla değişimi görülmektedir. Burada rejeneratör uzunluğu boyunca adım sayısının $N=20$ ve zaman boyutundaki adım sayısının $M=200$ olması durumundaki sıcaklık dağılımı verilmiştir. Şekildeki $L=0$ mm sıcak periyot için rejeneratör girişini, soğuk periyot için ise rejeneratör çıkışını ifade etmektedir. $L=200$ mm ise sıcak periyot için rejeneratör çıkışı, soğuk periyot için rejeneratör girişi anlamını taşımaktadır. Sıcak akışkan, yani yaz çalışma koşullarına göre düşünüldüğünde dış

ortam havası, periyodun ilk yarısında 10 saniye süresince rejeneratöre 45°C sıcaklıkta girmekte ve rejeneratörden ortalama $35,72^\circ\text{C}$ sıcaklıkta çıkmaktadır. Soğuk akışkan ise, yani yaz çalışma koşullarına göre iç ortam havası, rejeneratöre 25°C sıcaklıkta girmekte ve rejeneratörden ortalama $34,25^\circ\text{C}$ sıcaklıkta çıkmaktadır. Sıcaklık dağılımına bakıldığında periyotlar arası geçiş bölgelerinde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Elde edilen sıcaklık dağılımına göre rejeneratör etkinliği $\varepsilon = 0,4637$ olarak hesaplanmıştır. Analitik olarak elde edilen etkinlik değeri ile sayısal sonuç arasında $\%0,49$ fark ortaya çıkmaktadır.

Şekil 6'da yine sıcak ve soğuk akışkanın rejeneratör giriş ve çıkışındaki sıcaklıklarının zamanla değişimi verilmiştir. Burada rejeneratör uzunluğu boyunca adım sayısı $N=100$ ve zaman boyutundaki adım sayısı $M=200$ olarak alınmıştır. Rejeneratör uzunluğu boyunca adım sayısı artmış olmasına rağmen sıcaklık dağılımındaki dalgalanmalar da artmış; sıcak periyottaki akışkan çıkış sıcaklığı ortalama $35,58^\circ\text{C}$ ve soğuk periyot bölgesindeki akışkanın çıkış sıcaklığı ise ortalama $34,42^\circ\text{C}$ olmuştur. Rejeneratör etkinliği de $\varepsilon = 0,4709$ ve analitik değer ile arasındaki bağıl hata $\%1,05$ olarak hesaplanmıştır. Adım sayısının artması nedeniyle daha iyi bir sonuç beklenir iken, adım sayısı $N=20$ 'ye göre adım sayısı $N=100$ olduğunda bağıl hata oranı artmıştır. Buradan da görüleceği gibi sayısal yöntemlerde elde edilen sonuçların her zaman doğru sonuç olarak yorumlanmaması, bunların analitik veya deneysel sonuçlarla kıyaslanması gerektiği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6. Rejeneratör giriş ve çıkışında akışkan sıcaklığının zamanla değişimi ($N=100$, $M=200$)



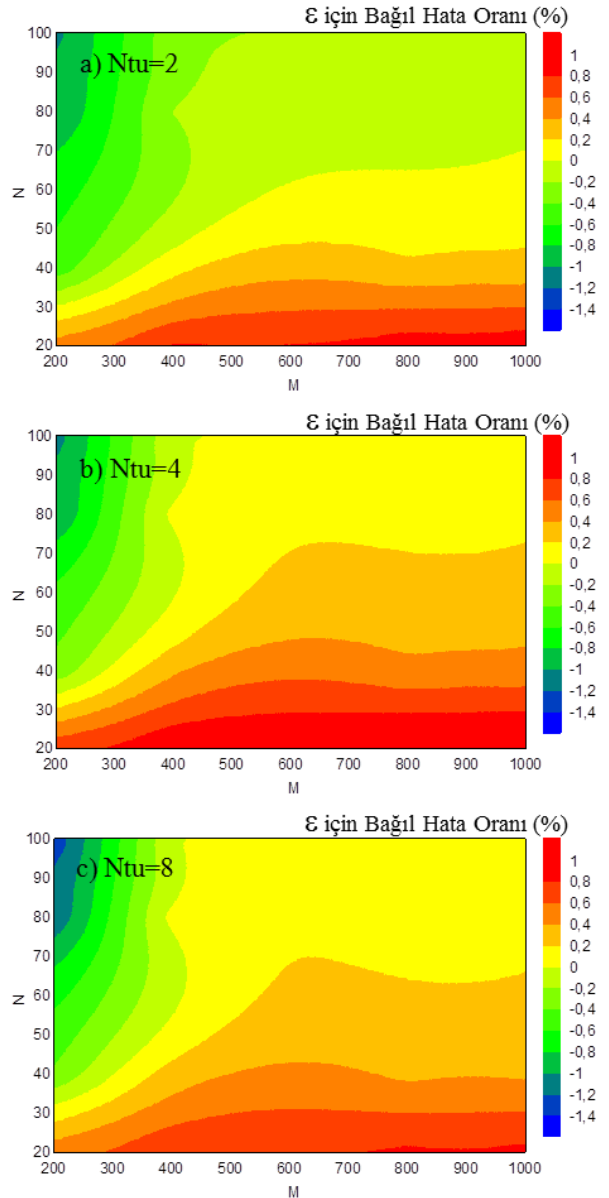
Şekil 7. Rejeneratör giriş ve çıkışında akışkan sıcaklığının zamanla değişimi (N=100, M=1000)

Şekil 7’de bu kez adım sayıları N=100 ve M=1000 olması durumunda rejeneratör çıkışında elde edilen sıcaklık dağılımı verilmiştir. Bu şartlar altında sıcak periyottaki akışkan çıkış sıcaklığı ortalama 35,67°C ve soğuk periyot bölgesindeki akışkanın çıkış sıcaklığı ise ortalama 34,33°C, rejeneratör etkinliği $\varepsilon = 0,4666$ ve analitik sonuca göre arasındaki bağıl hata ise -%0,13 olarak hesaplanmıştır. N=100 ve M=1000 olması durumunda, sıcaklık dağılımının oldukça düzgün ve hesaplanan rejeneratör etkinlik değeri analitik sonuçlara çok daha yakın olmaktadır.

Döner tip rejeneratör diferansiyel denklemlerinin $C_r^* = 0,5$, $R = \infty$, $Fo_a = 0$ ve $Fo_d = 0$ şartları altında analitik olarak çözülmesi ile elde edilen rejeneratör etkinlik değerleri Tablo 1’de Ntu=2, Ntu=4 ve Ntu=8 için ayrı ayrı verilmiştir. Aynı tabloda rejeneratör uzunluğunu ifade eden x^* ’in N adet parçaya ve rejeneratörün bir tur dönmesine karşılık gelen boyutsuz zaman ifadesi t^* ’in da M adet parçaya bölünmesi durumunda elde edilen rejeneratör etkinlik değerleri ve bu değerlerin analitik sonuçlarla karşılaştırılması sonucu hesaplanan bağıl hata (B.H.) değerleri de görülmektedir. Bu tabloya göre aynı adım sayısında, örneğin N=20 ve M=1000 olması durumunda, bağıl hata değerleri Ntu=2, 4 ve 8 için sırasıyla +%0,92, +%1,10 ve +%0,85 olarak hesaplanmıştır. Buna karşılık N=100 ve M=1000 olması durumunda ise, yine Ntu=2, 4 ve 8 için bağıl hata değerleri sırasıyla -%0,13, +%0,10 ve +%0,08 olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi adım sayısına göre etkinlik değerleri de farklı farklı olmaktadır.

Transfer birim sayısı Ntu=2, 4 ve 8 için elde edilen bağıl hata değerlerinin farklı adım sayılarına bağlı olarak değişimi Şekil 8’de görüldüğü gibidir. Şekil 8a’da Ntu=2 için elde

edilen göre, rejeneratör etkinliği N=35 ve M=200 olması durumunda yani çok düşük adım sayılarında dahi analitik sonuca oldukça yakın bir sonucun elde edilebileceği görülmektedir. Ancak bu sonuç çok kısıtlı bir alanda elde edilebilmektedir. Rejeneratör etkinliğine ait bağıl hatanın $\pm 0,2$ olduğu bölgenin N ≥ 50 ve M ≥ 500 olduğu daha geniş bir bölgeye karşılık geldiği görülmektedir. Şekil 8b ve 8c’deki Ntu=4 ve 8 için verilen grafiklerde ise adım sayısının N ≥ 70 ve M ≥ 400 olması durumunda bağıl hatanın $\pm 0,2$ olabileceği görülmektedir. Rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sonlu farklarla ifadesinde, t^* ’a bağlı türevlerin hata mertebesi Δt^* , buna karşılık x^* ’a bağlı türev ifadelerinin ise hata mertebesi Δx^{*2} seviyesindedir. Buna bağlı olarak t^* yönündeki adım sayısının x^* yönündeki adım sayısına göre fazla olması gerekmektedir.



Şekil 8. Rejeneratör etkinliğine ait bağıl hata oranının adım sayılarına göre değişimi

Sonuç olarak, bu çalışmada analitik çözümü mümkün olmayan rejeneratör diferansiyel denklemleri sonlu farklar yöntemi ile çözülmüştür. Özel şartlar altında rejeneratör diferansiyel denklemlerinin analitik çözümü mevcuttur. Bu çalışmada da görüldüğü gibi, döner tip rejeneratör diferansiyel denklemlerin sayısal yöntemlerle çözümünden elde edilen sonuçların doğruluğundan emin olabilmek için, sonuçların

analitik veya deneysel sonuçlarla kıyaslanması gerekmektedir. Buna göre de sayısal çözümde kullanılması gereken en doğru adım sayısı belirlenmelidir. Bu çalışmada kullanılan matematiksel model için $N=100$ ve $M=1000$ olması durumunda oldukça güvenilir sonuçlar elde edilebileceğini söylemek mümkündür.

Tablo 1. Döner tip rejeneratör etkinliğinin adım sayısı ile değişimi

		Ntu=2 $\epsilon = 0,466$ [12]				Ntu=4 $\epsilon = 0,601$ [12]				Ntu=8 $\epsilon = 0,709$ [12]					
		M													
		200	400	800	1000	200	400	800	1000	200	400	800	1000		
N	20	ϵ	0,4637	0,4622	0,4618	0,4617	0,5966	0,5950	0,5945	0,5944	0,7053	0,7035	0,7031	0,7030	
		B.H.	%0,49	%0,82	%0,90	%0,92	%0,73	%1,00	%1,08	%1,10	%0,52	%0,78	%0,83	%0,85	
		40	ϵ	0,4685	0,4654	0,4649	0,4648	0,6031	0,5988	0,5983	0,5982	0,7117	0,707	0,7065	0,7064
		B.H.	-%0,54	%0,13	%0,24	%0,26	-%0,35	%0,37	%0,45	%0,47	-%0,38	%0,28	%0,35	%0,37	
		80	ϵ	0,4706	0,4669	0,4664	0,4663	0,6069	0,6007	0,6001	0,6001	0,7173	0,7086	0,7082	0,7081
		B.H.	-%0,99	-%0,19	-%0,09	-%0,06	-%0,98	%0,05	%0,15	%0,15	-%1,17	%0,06	%0,11	%0,13	
		100	ϵ	0,4709	0,4673	0,4667	0,4666	0,6075	0,6013	0,6005	0,6004	0,7185	0,7092	0,7085	0,7084
		B.H.	-%1,05	-%0,28	-%0,15	-%0,13	-%1,08	-%0,05	%0,08	%0,10	-%1,34	-%0,03	%0,07	%0,08	

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Araştırmacının katkı oranı %100'dür.

Çatışma Beyanı

Yazar, bu yazıda bildirilen çalışmayı etkilemiş herhangi bir kişisel ve/veya mali çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynakça

- [1] Tokgöz N., Ögün Ö. Atık ısı geri kazanım sistemlerine yönelik literatür araştırması ve sanayiden örnek vaka incelemesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2019; 34(2): 57-72.
- [2] Li N., Kwak JY., Becerik-Gerber B., Tambe M. Predicting HVAC energy consumption in commercial buildings using multiagent systems, Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, IAARC Publications 2013; 30:1-7.
- [3] Roth KW., Westphalen D., Dieckmann J., Hamilton SD., Goetzler W. Energy consumption characteristics of commercial building HVAC systems Volume III: Energy Savings Potential, TIAX LLC 20 Acorn Park Cambridge, MA 02140-2390, 2012.
- [4] Ünal Ş. Determination of the optimal boundary conditions for the solution of differential equations of the rotary type

regenerators, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 2020; 35(4): 2061-2073.

- [5] Holmberg RB. Combined heat and mass transfer in regenerators with hygroscopic materials, Journal of Heat Transfer, Transactions of ASME 1979; 101, 205-210.
- [6] Li CH. A numerical finite difference method for performance evaluation of a periodic-flow heat exchanger, Journal of Heat Transfer, Transactions of ASME 1983; 105, 611-617.
- [7] Mioralli PC., Ganzarolli MM. Thermal analysis of a rotary regenerator with fixed pressure drop or fixed pumping power, Applied Thermal Engineering 2013; 52, 187-197.
- [8] Kaydan AH., Hajidavalloo E. Three-dimensional simulation of rotary air preheater in steam power plant, Applied Thermal Engineering 2014; 73, 399-407.
- [9] Alhusseny A., Turan A. An effective engineering computational procedure to analyze and design rotary regenerators using a porous media approach, International Journal of Heat and Mass Transfer 2016; 95, 593-605.
- [10] Özdemir K., Serincan MF. A computational fluid dynamics model of a rotary regenerative heat exchanger in a flue gas desulfurization system, Applied Thermal Engineering 2018; 143, 988-1002.
- [11] Ünal Ş. Numerical calculation of the effectiveness of rotary regenerators, PhD Thesis, Çukurova University, Institute of

Natural and Applied Sciences Department of
Mechanical Engineering, Adana, 1996.

- [12] Romie FE. A solution for the parallel-flow regenerator, *Journal of Heat Transfer, Transactions of ASME* 1992; 114: 278-280.

Armillaria mellea ve *Tricholoma cedretorum* Mantarlarının Farklı Dozlarının İlave Edildiği Topraklarda Karbon Mineralizasyonu

Selen Seyide YILMAZ ÇELİK¹, Hüsniye AKA SAĞLIKER¹, Nacide KIZILDAĞ^{2*}

¹ Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 8000, Osmaniye

² Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, 01330, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-7094-7502>

²<https://orcid.org/0000-0003-3807-1827>

³<https://orcid.org/0000-0001-6687-223X>

*Sorumlu yazar: nkizildag@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 7 Kasım 2020

Kabul tarihi: 17 Aralık 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Armillaria mellea

Tricholoma cedretorum

Karbon mineralizasyonu

Organik madde

ÖZET

Bu çalışmada, Osmaniye ili- Hasanbeyli mevkiide bulunan *Armillaria mellea* (Physalacriaceae) ve *Tricholoma cedretorum* (Tricholomataceae) mantarlarının yetiştiği topraklar ile bu topraklara farklı oranlarda ilave edilen (toprak karbonuna eşdeğer 1/1X, 1/2X ve 1/4X oranda) mantarların toprak karbon mineralizasyonuna etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, *A. mellea* ve *T. cedretorum* mantarları ile yetiştiği toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek bu toprakların 42 günlük karbon mineralizasyonu CO₂ respirasyonuna göre incelenmiştir. Topraklara ayrı ayrı karıştırılan toprak karbonuna eşdeğer 1/1X, 1/2X ve 1/4X oranında karbonlu mantar ilaveleri her iki toprakta mikroorganizma faaliyetini arttırmıştır. *A. mellea* mantarı karıştırılan toprakta daha yüksek karbon mineralizasyonu gözlenmiş olup *T. cedretorum* toprağı ile arasında anlamlı fark bulunmamıştır (P>0,05). Bunun yanında her iki mantarın farklı dozlarının da (1/1 X, 1/2X ve 1/4X) topraklara ilavesinde kendi aralarında anlamlı farklar yaratmadığı saptanmıştır. *A. mellea* mantarının kontrol toprağı ile yine farklı dozlarda *A. mellea* mantar ilavelerinin yapıldığı topraklarda daha yüksek karbon mineralizasyon oranı gözlenmiş olup, *T. cedretorum* uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur (P<0,05). Bu çalışma bulgularından elde edilen sonuçlara göre mikroorganizmaların mantar ilavelerini karbon kaynağı olarak kullandıkları saptanmıştır.

Carbon Mineralization in Soils with Different Doses of *Armillaria mellea* and *Tricholoma cedretorum* mushrooms

Research Article

Article History:

Received: 7 November 2020

Accepted: 17 December 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Armillaria mellea

Tricholoma cedretorum

Carbon mineralization

Organic matter

ABSTRACT

In this study, the soils where *Armillaria mellea* (Physalacriaceae) and *Tricholoma cedretorum* (Tricholomataceae) mushrooms grow in the Osmaniye-Hasanbeyli region and the effects of mushrooms added to these soils at different rates (1/1X, 1/2X and 1/4X ratio equivalent to soil carbon) on soil carbon mineralization were investigated. For this purpose, some physical and chemical properties of *A. mellea* and *T. cedretorum* mushrooms and the soils where they grow were determined and 42-day carbon mineralization of these soils was examined by CO₂ respiration. Addition of equal (1/1X), half (1/2X) and quarter (1/4X) amounts of soil carbon containing mushrooms to both soils separately increased microorganism activity. Higher carbon mineralization was observed in the soil mixed with *A. mellea* mushroom and no significant difference was found between *T. cedretorum* soil (P>0,05). In addition, it was found that the addition of different doses (1/1X, 1/2X and 1/4X) of both mushrooms to the soil did not make a significant difference between them. A higher carbon mineralization rate was observed in control soil of *A. mellea* mushroom and soils where *A. mellea* mushroom was added in different

doses and statistically significant differences were found between *T. cedretorum* applications ($P<0,05$). Based on the results obtained from the findings of this study, it was determined that microorganisms use mushrooms as a carbon source.

To Cite: Çelik SSY., Sağlık HA., Kızıldağ N. *Armillaria mellea* ve *Tricholoma cedretorum* Mantarlarının Farklı Dozlarının İlave Edildiği Topraklarda Karbon Mineralizasyonu. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(1): 74-79.

1. Giriş

Toprak organik maddesinin (TOM) korunması, ayrışması ve topraklara karıştırılan ilave dengesi sürdürülebilir toprak yönetiminde önemli bir yere sahiptir [1]. Yeşil gübreleme, ahır gübresi, kompost ve biyokömür gibi uygulamalar topraklarda var olan organik maddenin artırılmasına yönelik çalışmalardır. Bu uygulamaların bir kısmı toprağa doğrudan besin elementi katkısı sağlarken, bir kısmı da toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirici etkide bulunmaktadır [2,3]. Toprağa ilave edilen organik madde kaynaklarının kalitesi, uygulama ile doz miktarları ve ayrışma dereceleri topraktaki organik maddeyi arttırmak amacıyla son derece önemli bir yer tutmaktadır.

TOM bileşenlerinden biri olarak toprakta indüklenen karbonun toplamı olarak bilinen toprak organik karbonu (TOK), toprak yaşamının en temel ölçütüdür. Temel olarak TOK, bitki ve hayvan kalıntıları, ölü ve yaşayan mikroorganizmalar, kök sızıntıları ve toprak biyotasının çözülmesi ve çürümesiyle toprağa girmektedir [4].

Hem aerobik hem de anaerobik koşullarda mikroorganizmalar aracılığı ile topraktan CO₂ çıkışı olarak bilinen toprak karbon mineralizasyonu [5]; ekosistem verimliliği, sürdürülebilirliği ve uzun vadeli karbon sekestrasyonunda önemli rol oynamaktadır [6,7]. Toprakta atmosfere salınan CO₂ miktarı, toprağa ilave edilen organik maddelerin kalitesi, kantitesi ve C/N oranından oldukça fazla etkilenmektedir [8,9]. Bitkisel karbon kaynağı ilaveleri TOM ayrışma hızını değiştirebilmektedir [10]. Yüksek C/N oranı içeren organik materyallerin ayrışması için toprakta yaşayan mikroorganizmalar, ayrışma için daha uzun süreye ihtiyaç duymaktadır [11].

Bu çalışmanın amacı, Osmaniye ili- Hasanbeyli mevkiinde bulunan *Armillaria mellea* (Physalacriaceae) ve *Tricholoma cedretorum* (Tricholomataceae) mantarlarının yetiştiği topraklar ile bu topraklara farklı oranlarda ilave edilen (toprak karbonuna eşdeğer 1/1X, 1/2X ve

1/4X) mantarların toprak karbon mineralizasyonuna etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma için, Doğu Akdeniz Bölgesinde Osmaniye ili-Hasanbeyli mevkiisi örneklik alan olarak seçilmiştir. Osmaniye’de, Akdeniz iklim koşulları hakim olup yazları sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Ortalama ve en yüksek sıcaklıklar sırasıyla 18,2 °C ve 42,8 °C iken, yağış süresi kış ve sonbahar aylarında diğer aylardan daha fazla olup yıllık ortalama yağış miktarı 767,6 mm’dir [12].

Osmaniye-Hasanbeyli mevkiiden toplanan *Armillaria mellea* (Physalacriaceae) ve *Tricholoma cedretorum* (Tricholomataceae) mantarları ile bu mantarların yetiştiği 0-10 cm derinliğindeki toprakları araştırma materyalini oluşturmaktadır. Topraklar laboratuvarında kurutulup 2 mm’lik elekten geçirilmiş, mantarlar ise doğada örnekledikten sonra laboratuvara getirilip 70°C’de kurutulmuş ve analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprakların bünye tipi hidrometre yöntemi ile [13], toprak pH’sı 1:2,5’lik toprak su karışımında pH metre (InoLab) ile [14], kireç içeriği (%) kalsimetre (Scheibler) ile [15], tarla kapasitesi (TK, %) 1/3 atmosferik basınçlı vakum pompası ile belirlenmiştir [16]. Toprakların ve mantarların C içeriği (%C) Anne metodu [17], toplam N içeriği ise (%N) Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır.

Armillaria mellea ve *Tricholoma cedretorum* mantarlarının yetiştiği topraklar ile toprak karbonuna göre farklı oranlarda (1/1X, 1/2X ve 1/4X) *Armillaria* ve *Tricholoma* mantarlarının karıştırıldığı toprakların karbon mineralizasyonu CO₂ respirasyonu yöntemine göre kontrollü koşullar altında 28°C de 42 gün boyunca incelenmiştir [18].

Farklı oranlarda *Armillaria* ve *Tricholoma* mantarları karıştırılan topraklar 750 mL’lik inkübasyon kavanozlarına aktarıldıktan sonra tarla kapasitelerinin %80’ine kadar nemlendirilmiştir. İçinde 40 mL Ba(OH)₂ bulunan beher inkübasyon kavanozuna yerleştirildikten sonra kavanozun kapağı kapatılarak 28°C’ye ayarlanmış inkübatöre

yerleştirilmiştir. Mikrobiyal oksidasyon sonucu ortaya çıkan CO₂ gazı karbonu, 100 g kuru toprakta mg olarak ifade edilmiştir [mg C(CO₂)/100 g kuru toprak]. Herhangi bir mantar ilavesinin yapılmadığı topraklar, kontrol toprakları olarak ifade edilmiştir. Karbon mineralizasyon oranları 42 günlük inkübasyon periyodunda üretilmiş kümülatif C(CO₂) değerlerinin toplam organik karbona bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Araştırma verilerinin istatistiksel analizi SPSS paket programı ile yapılmıştır. İki farklı mantarın ve topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile karbon mineralizasyonları arasındaki kıyaslamalarda Varyans analizi (One Way Anova) ve Tukey HSD testi kullanılmıştır [19]. Elde edilen üç tekrarlı veriler çizelge ve şekillerde ortalama ± standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda önem düzeyi P<0,05 olarak alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

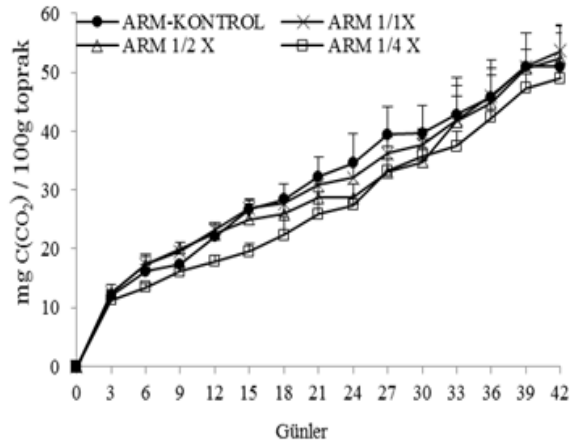
Armillaria mellea ile *Tricholoma cedretorum* mantarları ve bu mantarların yetiştiği toprakların bazı kimyasal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ortalama ve standart hata değerleri hesaplanmış, Tablo 1’ de verilmiştir.

Her iki mantarın yetiştiği topraklar kumlu killi bulunmuştur. Kum, kil ve silt içerikleri açısından topraklar arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Toprakların tarla kapasiteleri (%) arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde anlamlı bir fark gözlenmiştir. Her iki toprak hafif bazik olup pH’ları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (P>0,05). *Armillaria* (%3,65) ve *Tricholoma* (%6,45) topraklarının karbon içerikleri açısından, varyans analizi sonucunda anlamlı fark bulunmuştur (P= 0,023). Aynı şekilde her iki toprağın azot içerikleri değerlendirildiğinde aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlenmiştir (P<0,001). En yüksek C/N oranı, *Armillaria* mantarının yetiştiği toprakta saptanmış olup *Tricholoma* mantarının yetiştiği toprak ile arasında anlamlı fark bulunmuştur (P<0,05). Toprakların K ve Mg içerikleri değerlendirildiğinde; en yüksek K ve Mg, yine *Armillaria* mantarının yetiştiği toprakta bulunmuş olup *Tricholoma* toprağı ile arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Mantarların karbon ve azot içerikleri en yüksek *Armillaria* mantarında belirlenmiş olup *Tricholoma* mantarı ile aralarında fark saptanmamıştır (Tablo 1).

Tablo 1. *Armillaria mellea* ve *Tricholoma cedretorum* mantarlarının ve topraklarının bazı kimyasal analizleri (n=3)

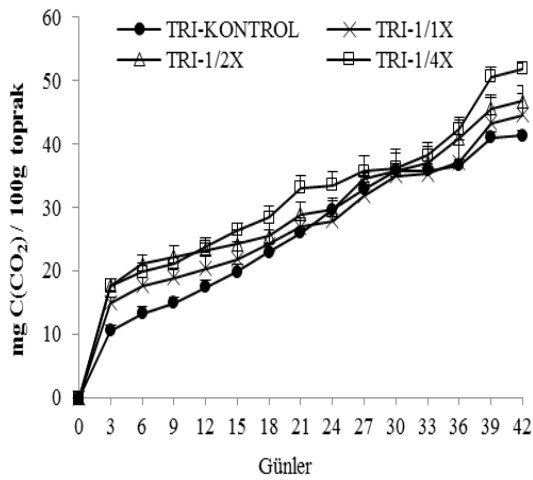
			P	
	<i>Armillaria</i>	<i>Tricholoma</i>		
Toprak	Kum (%)	90,04 ± 0,12	86,33 ± 0,85	0,013
	Silt (%)	0,73 ± 0,27	3,13 ± 0,35	0,006
	Kil (%)	9,23 ± 0,29	10,53 ± 0,55	0,103
	Tekstür tipi	Kumlu Tın (SL)		
	Tarla kapasitesi (%)	37,43 ± 1,27	28,83 ± 0,26	0,018
	pH	7,95 ± 0,06	7,60 ± 0,13	0,064
	CaCO ₃ (%)	0,71 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,000
	C (%)	3,65 ± 0,71	6,45 ± 0,32	0,023
	N (%)	0,20 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,000
	K (mg kg ⁻¹)	0,03 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,261
	Mg (mg kg ⁻¹)	0,23 ± 0,00	0,14 ± 0,00	0,000
	C/N	18,19 ± 2,69	16,51 ± 0,40	0,598
	Mantar	C (%)	31,06 ± 1,06	27,31 ± 1,77
N (%)		2,52 ± 0,07	2,23 ± 0,08	0,061

Kümülatif karbon mineralizasyonu [mg C(CO₂)/100g kuru toprak] *Armillaria* mantarının 1/1X uygulamasında en yüksek iken (53,63 mg C), 1/4X uygulamasında en düşük (48,98 mg C) bulunmuştur (Şekil 1).



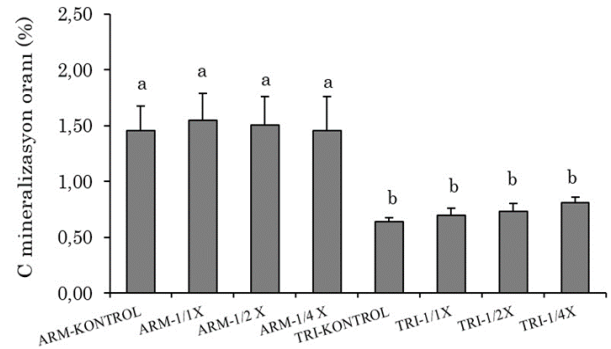
Şekil 1. *Armillaria mellea* mantarlarının yetiştirildiği toprakların 42 günlük kümülatif karbon mineralizasyonu [mg C(CO₂)/100 g Toprak] (n=3, ortalama ± standart hata)

Buna karşın *Tricholoma* mantarının uygulamaları kendi içinde değerlendirildiğinde en yüksek 1/4X oranında mantar karıştırılan uygulamada (51,85 mg C) iken, en düşük *Tricholoma*'nın kontrol toprağında (41,27 mg C) gerçekleşmiştir (Şekil 2). *Armillaria* mantarının yetiştirildiği kontrol toprağında 50,94 mg iken, *Tricholoma*'nın yetiştirildiği kontrol toprağında ise 41,27 mg olmuş ve iki mantar toprağı arasında anlamlı fark bulunmamıştır (P>0,05). Bunun yanında her iki mantarın farklı dozlarının (1/1X, 1/2X ve 1/4X) topraklara ilavesinde de kendi aralarında anlamlı farklar olmadığı saptanmıştır. Her iki mantarın tüm uygulamaları değerlendirildiğinde hem kontrol hem de doz ilavelerinde ilk 3 günde kolay ayrışabilen organik maddelerin, mikroorganizmalar tarafından hızlı bir şekilde tüketildiği gözlenmiştir.



Şekil 2. *Tricholoma cedretorum* mantarlarının yetiştirildiği toprakların 42 günlük kümülatif karbon mineralizasyonu [mg C(CO₂)/100 g Toprak] (n=3, ortalama ± standart hata)

Karbon mineralizasyon oranları, en yüksek *Armillaria* mantarının yetiştirildiği kontrol toprağı ile yine farklı dozlarda *Armillaria* mantar ilavelerinin yapıldığı topraklarda gerçekleşmiştir (Şekil 3). Tüm uygulamalar incelendiğinde, en yüksek karbon mineralizasyon oranı 1/1X *Armillaria* mantarı karıştırılmış toprakta olurken en düşük ise *Tricholoma* mantarının yetiştirildiği kontrol topraklarında gerçekleşmiş olup aralarında anlamlı fark bulunmuştur (P<0,05). *Armillaria* mantarı karıştırılmış topraklarda doz arttıkça karbon mineralizasyon oranları azalmış buna karşın *Tricholoma* mantarı karıştırılan topraklarda ise tam tersi bir durum meydana gelmiştir. Her iki mantarın artan dozları kendi içlerinde (1/1X, 1/2X ve 1/4X) değerlendirildiğinde istatistiksel anlamda aralarında anlamlı fark gözlenmemiştir.



Şekil 3. *Armillaria mellea* ve *Tricholoma cedretorum* mantarlarının yetiştirildiği toprakların 42 günlük karbon mineralizasyon oranları (%) (n=3, ortalama ± standart hata)

Armillaria mantarının yetiştirildiği toprağın C/N oranı (18,19), *Tricholoma* mantarının yetiştirildiği topraklardan (16,51) daha yüksek bulunmuştur. Kızıldağ ve ark. [3], organik maddenin miktarı, kalitesi, dışarıdan ilave edilen organik kaynağın C/N oranının toprak organik madde mineralizasyonunda önemli bir rol oynadığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, *Armillaria* topraklarında tüm uygulamalarda 42 günlük karbon mineralizasyonu, *Tricholoma* topraklarından daha yüksek olmuştur. Bu durum *Armillaria* mantarının yetiştirildiği toprakların ve ilave edilen mantarın C/N oranı ile açıklanabilir. Mantarların ekolojik ve ekonomik anlamda önemli bir role sahip oldukları bilinmektedir [20,21]. Karasal ekosistemlerde mikro mantarlar, organik maddeyi ayrıştırarak karbon ve azot döngüsünde çok büyük rol oynamaktadırlar [22]. Buna karşın literatürde, makro mantarların iklim ve besin elementi içerikleri gibi abiyotik faktörleri çalışılmış olmasına rağmen, biyotik etkileşimler özellikle de mikrobiyal etkileşimleri ile ilgili

çalışmalar oldukça sınırlıdır [23]. Bunun yanında mikrobiyal etkileşimlerin bir göstergesi olarak bilinen toprak karbon mineralizasyonuna mantarların olası etkileri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda bu çalışma ilk kez yapılması bakımından özgün bir değere sahiptir. Bu çalışmada, farklı dozlarda *Armillaria* mantarı topraklara karıştırıldığında mikroorganizma faaliyetinin mantar ilavesi olmayan kontrol topraklarına göre daha düşük çıktığı gözlenmiştir.

Seskiterpen aril esterler, *Armillaria* mantar cinsinin sekonder metabolitlerinin ana grubunu oluşturmaktadır [24]. Bu ester gruplarından Melleolide-K, Melleolide-L ve Melleolide-M esterlerinin ise antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği bilinmektedir [25]. Mikroorganizma faaliyetindeki mantar ilaveli düşüşün nedeninin *Armillaria* mantarının yapısında bulunan bazı sekonder metabolitlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mikroorganizma çeşitliliği, komünite yapısı ve etkinliğinin topraktaki mikroorganizma faaliyetini etkilediği bilinmektedir. Oh ve ark. [23], *Tricholoma matsutake* mantarının toprak mikroorganizmaları üzerinde dominant bir etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada *Armillaria mellea* ve *Tricholoma cedretorum* mantarlarının yetiştirildiği kontrol topraklar ile toprak karbonuna göre hesaplanan farklı oranlarda (1/1X, 1/2X ve 1/4X) *Armillaria* ve *Tricholoma* mantarlarının karıştırıldığı toprakların karbon mineralizasyonu kontrollü koşullar altında 28°C' de 42 gün boyunca incelenmiştir.

Kümülatif karbon mineralizasyonu *Armillaria* toprağında, *Tricholoma* toprağına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek karbon mineralizasyon oranları, *Armillaria* mantarının yetiştirildiği kontrol toprağı ile yine farklı dozlarda *Armillaria* mantar ilavelerinin yapıldığı topraklarda gerçekleşmiştir. *Armillaria* mantarı karıştırılmış topraklarda doz arttıkça karbon mineralizasyon oranları azalmış buna karşın *Tricholoma* mantarı karıştırılan topraklarda ise tam tersi bir durum meydana gelmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak ekonomik öneme sahip mantarların üretilmesi, kimyasal kompozisyonlarının (aminoasit içerikleri) belirlenmesi ve üretim sonucunda ortaya çıkan verimli mantar kompostlarının, topraklara karıştırılıp yeniden değerlendirilmesi önerilmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesine teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Dostal J. Results of the long-term organic matter balance investigations in Usti Nad Orlici district and the trends in the whole Czech Republic, *Agronomy and Soil Science* 2002; 48: 155-160.
- [2] Cabrera ML., Dkisseland A., Vigil MF. Nitrogen mineralization from organic materials: research opportunities, *Journal of Environmental Quality* 2005; 34: 75-79
- [3] Kızıldağ N., Aka Sağlık H., Darıcı C. Comparison of the effects of Tannin and Azadirachtin on carbon mineralization in soils of *Quercus coccifera* from Eastern Mediterranean Region, *Ekoloji* 2012; 21: 47-53.
- [4] Khatoon H., Solanki P., Narayan M., Tewari L., Rai JPN. Role of microbes in organic carbon decomposition and maintenance of soil ecosystem, *International Journal of Chemical Studies* 2017; 5(6): 1648-1656.
- [5] Raich JW., Potter CS. Global patterns of carbon-dioxide emissions from soils. *Global Biogeochemistry Cycles* 1995; 9: 23-36.
- [6] Lal R. Soil carbon sequestration to mitigate climate change, *Geoderma* 2004; 123: 1-22. doi:10.1016/j.geoderma.2004.01.032
- [7] Luo Y, Zhou X. Soil respiration and the environment. Academic Press. 2006; 328 pp.
- [8] Agehara S., Warncke DD. Soil alternate wetting and drying pure and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources, *Soil Science Society of America Journal* 2005; 69: 1844-1855.
- [9] Hossain MB., Rahman MM., Biswas JC. Carbon mineralization and carbon dioxide

emission from organic matter added soil under different temperature regimes, *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture* 2017; 6: 311–319.

[10] Aka Sağlıker H., Kızıldağ N., iek B. Evaluation of carbon mineralisation in soils added thyme leaves and mospilan at different dosages, *Journal of Environmental Protection and Ecology* 2017; 18: 862-870.

[11] Brady NC., Weil RR. The nature and properties of soils. ISBN: 978-0-13-227938-3. Pearson Prentice Hal Inc., New Jersey USA., 2008; 1-965

[12] Yüce MI., Aksoy H., Önoz B., etin M., Eriş M., Burgan Hİ., Ođuz A., Kalaı O. İklim değişikliğinin yağışlar üzerine etkisi: Kahramanmaraş ve Osmaniye örneği. 10. Ulusal Hidroloji Kongresi. 9-12 Ekim, 2019, Muđla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Bildiriler Kitabı, 2019; 375-388.

[13] Bouyoucos GS. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil, *Agronomy Journal* 1951; 43: 434-438.

[14] Jackson ML. Soil chemical analysis. (Upper Saddle River Prentice Hall: NJ, USA) 1958.

[15] Allison LE., Moodie CD. Carbonate, American Society of Agronomy, 1965; 9-15.

[16] Demiralay I. Toprak fiziksel analizleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 1993.

[17] Duchaufour P. *Precis de Pedologie*. 3 ed. Masson, Paris, 1970; 481 p.

[18] Schaefer R. Caracteres et evolution des activites microbiennes dans une chaine de sols hidromorphes mesotrophiques de la plaine d'Alsace, *Revue d'ecologie et de biologie du sol* 1967; 4: 567-592.

[19] Kleinbaum DG., Kupper LL., Muller KE., Nizam A. Applied regression analysis and other multivariable methods, Duxbury Press, Pacific Grove, CA, USA. 1998.

[20] Han X., Hu H., Shi X., Zhang L., He J. Effects of different agricultural wastes on the dissipation of PAHs and the PAH-degrading genes in a PAH-contaminated soil, *Chemosphere* 2017; 172: 286-293.

[21] Lou Z., Sun Y., Bian S., Ali Baig S., Hu B., Xu X. Nutrient conservation during spent mushroom compost application using spent mushroom substrate derived biochar, *Chemosphere* 2017; 169: 23-31.

[22] Rayner ADM., Boddy L. Fungal decomposition of wood. Its biology and ecology, Chichester, Sussex, UK: John Wiley and Sons Ltd. 1988.

[23] Oh SY., Fong JJ., Park MS., Lim YW. Distinctive feature of microbial communities and bacterial functional profiles in *Tricholoma matsutake* dominant soil, *PloS One*, 2016; 11: e0168573.

[24] Donnelly D., Sanada S., O'Reilly J., Polonsky J., Prange T., Pascard C. Isolation and structure (X-ray analysis) of the orsellinate of armillol, a new antibacterial metabolite from *Armillaria mellea*, *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications* 1982; 2: 135-137.

[25] Momose I., Sekizawa R., Hosokawa N., Inuma H., Matsui S., Nakamura H., Naganawa H., Hamada M., Takeuchi T. Melleolides K, L and M, new melleolides from *Armillaria mellea*, *The Journal of Antibiotics* 2000; 53: 137-143.

Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Gaziantep Örneği

Mustafa Mikail ÖZÇİLOĞLU^{1*}, Bayram DURMUŞ²

^{1,2}Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 79000, Kilis

¹<https://orcid.org/0000-0002-6775-9092>

²<https://orcid.org/0000-0002-3482-3545>

*Sorumlu yazar: mozciloglu@kilis.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16 Kasım 2020

Kabul tarihi: 8 Ocak 2021

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Atık Su Arıtma

Elektrik Motorları

Asenkron Motor

Asenkron Motorlara Yol Verme

ÖZET

Atıklar insan sağlığını ciddi düzeyde tehdit etmektedir. Bu nedenle ilk zamanlardan bu günlere kadar insanlar hep atıklardan uzaklaşmak istemektedir. Günümüzde şehir merkezlerinde bulunan kanalizasyon şebekeleri ve atık su arıtma tesisleri ile bu işlem kolaylıkla yapılmaktadır. Atık su arıtma tesisleri içerisinde su giriş kapaklarından ızgaralara, geri devir pompalarından havalandırma havuzlarına oksijen basan blower cihazlarına kadar birçok ekipman içerisinde asenkron motor bulunmaktadır. Asenkron motorlar ilk kalkış anında normal akımının 5-7 katını çekmektedir ve bundan dolayı motor sargılarına zarar vermektedir. Bu durumun önüne geçebilmek adına bir takım yol verme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada atıksu arıtma tesisinde bulunan asenkron motorlar ve bu motorlara yol verme yöntemleri incelenmiş ve 39 adet ekipmanın doğrudan, 18 adet ekipmanın yıldız üçgen, 36 adet ekipmanın yumuşak yol verici ile ve 29 adet ekipmanın elektronik sürücü ile yol verildiği tespit edilmiştir. Kurulu güç olarak ise 6 MW üzerinde bir güç olduğu görülmüş ve bu gücün 42,4 kW doğrudan, 203,8 kW yıldız-üçgen, 252 kW yumuşak yol verici ile ve 5,592 kW elektronik sürücü ile yol verildiği görülmüştür. Yol verme yöntemine karar verilmesindeki en büyük etken ekipmandan istenen performanstır.

Examination of Asynchronous Motors and Starting Methods of Asynchronous Motors found in Waste Water Treatment Plants: A Gaziantep Example

Research Article

Article History:

Received: 16 November 2020

Accepted: 8 January 2021

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Purification of Wastewater

Electric Motors

Asynchronous Motor

Starting Asynchronous Motors

ABSTRACT

Waste seriously threatens human health. For this reason, from the earliest times to today, human kind has always tried to get away from it. Today, thanks to sewage networks and wastewater treatment plants located in the city center, this is easily done. Asynchronous motors are used in many parts of waste water plants, starting from the water inlet covers to the grids and the return pumps to the blower devices that deliver oxygen to the aeration pools. Asynchronous motors draw 5-7 times the normal current at the first start-up and this damages the motor windings. To prevent this, it is necessary to use a number of starting methods. This study examined asynchronous motors in wastewater treatment plants and starting methods of these motors and it was found that 39 pieces of equipment were started directly, 18 pieces of equipment were star-delta, 36 pieces of equipment were soft starters and 29 pieces of equipment were driven by electronic drives. As for the installed power, it was seen that there was a power above 6 MW and this power was started with 42,4 kW direct, 203,8 kW star-delta, 252 kW soft starter and 5,592 kW electronic drive.

To Cite: Özçiloğlu MM., Durmuş B. Atık Su Arıtma Tesislerindeki Ekipmanlarda Bulunan Asenkron Motorlar ve Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Gaziantep Örneği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 80-85.

1. Giriş

Atık su arıtma tesisleri, insan kullanımı sonucu meydana gelen atık suyun belirli aşamalarından geçirilerek arıtımının yapıldığı merkezlerdir. Bu tesisler genel olarak üç gruba ayrılır, bunlar; doğal arıtma tesisleri, biyolojik arıtma tesisleri ve endüstriyel arıtma tesisleridir. Doğal arıtma tesisleri, merkezi yerleşim yerlerine uzakta bulunan kırsal kesimlerde enerji maliyetsiz olarak yapılan arıtma türüdür. Biyolojik arıtma tesisleri, şehir ve ilçe merkezleri gibi insan atıklarının bulunduğunu yerlerde inşa edilir ve burada bulunan atıkların arıtılmasını sağlar. Endüstriyel arıtma tesisleri ise sanayi merkezi, fabrika gibi yapıların bulunduğu bölgelere inşa edilir ve burada bulunan endüstriyel atık karışımı atık suyun arıtımını sağlar.

Arıtılan atık su, genel olarak tarımsal alanlarda yapılan sulama işlemlerinde kullanılır. Arıtma işleminde öncelikli iki amaç bulunmaktadır. Bunlardan birisi, suyun geri dönüşümünü sağlayıp, tüketimi azaltmak iken diğeri ortaya çıkan bu atıkların insan ve canlı sağlığına verebileceği tehditlerin önüne geçmektir. Özellikle son yıllarda Avrupa'da yaşanan kuraklıklar nedeniyle sürdürülebilir su kaynaklarına verilen önem giderek artmaktadır [1].

Tesise gelen atık suya, giriş noktası ile çıkış noktası arasında birçok farklı proses ile müdahale edilmektedir. Bunların başında giriş kapaklarının açılması, kaba ve ince ızgaralar ile ilk ayırıştırmanın yapılması, havalandırma havuzları içerisinde bulunan atık suya oksijen verilmesi, ön ve son çökeltim havuzlarında suyun köprü yardımı ile karıştırılması gibi müdahaleler gelmektedir. Bu müdahaleleri yapabilmek için asenkron motora sahip ekipmanlara ihtiyaç vardır. Bu ekipmanlar ise genel olarak motorlu vana, kaba ve ince ızgara motoru, havalandırma blower motoru, köprü motoru gibi sıralanabilir.

Asenkron motorlar ilk kalkış anında çekilen akım, nominal akımının 5-7 katı olabilmektedir [2]. Bu durum motor sargılarının aşırı ısınması, gerilim dengesizliklerine ve motor kullanım ömrünün kısılması gibi birçok olumsuz olaya neden olmaktadır. İlk kalkış anında çekilen aşırı akımın önüne geçebilmek için birkaç farklı yöntem ile asenkron motorlara yol verme işlemi yapılmaktadır. Bu çalışmada atık su arıtma tesislerinde kullanılan asenkron motorlara ve bu asenkron motorlara yol verme yöntemleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisinde kullanılan asenkron motorlar ve bu asenkron motorlara yol verme yöntemleri incelenmiştir. Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisi, günlük 200,000 m³ atık su arıtma kapasitesine sahiptir ve tesisin anlık debi girişi 7,000-8,500 m³/h arasındadır. Tesise ait görsel Şekil 1'de görülmektedir.

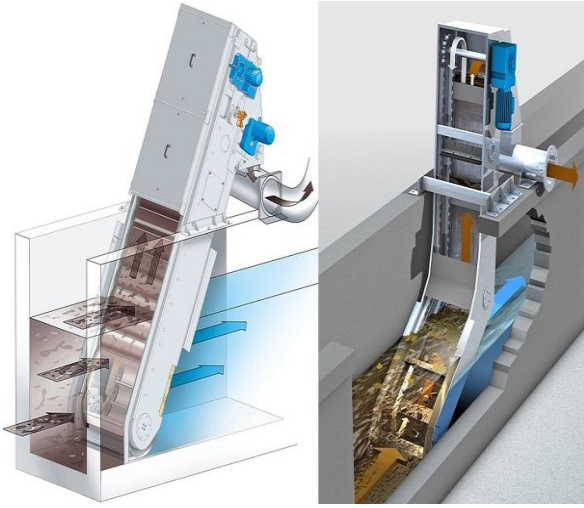


Şekil 1. Gaziantep merkez ileri biyolojik atık su arıtma tesisi

2.1. Atık Su Arıtma Tesisleri

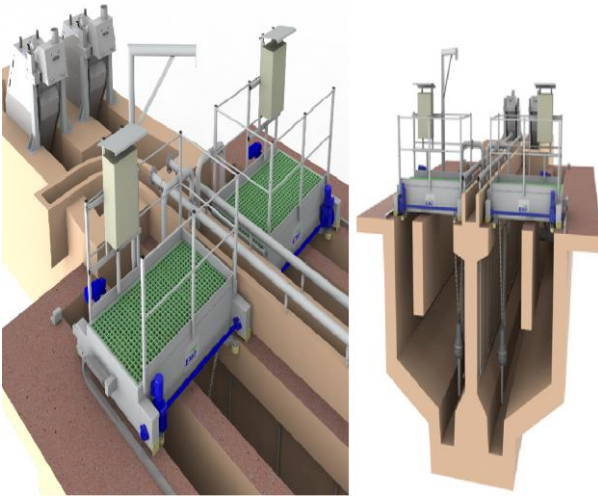
Kentsel kullanım sonucu oluşan kirletilmiş sular, şehir merkezlerinde bulunan terfi merkezleri aracılığıyla atık su arıtma tesislerine gönderilir. Burada kentsel atık su arıtma tesisleri içinde fiziksel ve biyolojik arıtma işlemlerinden geçen su, tarımsal sulama vb. faaliyetlerde kullanılmak üzere en yakın nehir, dere, akarsu gibi su kaynaklarına verilir.

Biyolojik atık su arıtma tesisine giriş yapan atık su ilk olarak kaba ve ince ızgaraya gelir. Burada ızgaralar arasındaki çubuk mesafeleri tesis tipine göre değişmekle beraber 2-10 cm arasında değişmektedir [3]. Büyük boyutlu parçalar kaba ızgara, daha küçük boyutlu parçalar ise ince ızgara yardımıyla atık sudan arındırılır. Kaba ve ince ızgaralar ile işlevlerini gösteren görsel Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: Kaba ve ince ızgara çalışma prensibi

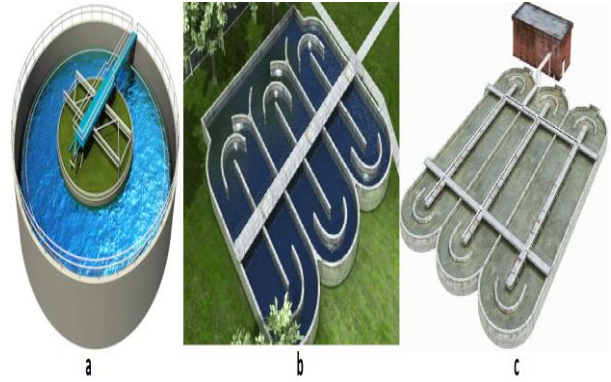
Izgaralardan geçen atık su, kum yağ tutucu ünitesine gelir. Burada kaba ve ince ızgaralardan tutulamayan kum, kırma taş, mıcır gibi küçük tanecikli katı maddeler atık su içerisinde ayrıştırılır. Böylece bu maddelerin pompa ve motor gibi ekipmanların içerisine girerek onlara zarar vermesi önlenmiş olur. Bu ünite üzerinde bulunan sıyrıcı köprü sayesinde, havuz üzerinde biriken yağ yapısı bir mekanik kol yardımıyla yağ haznesine taşınır. Kum yağ tutucu ünitesi ile gezer köprü yapısı Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Kum Yağ Tutucu Ünitesi

Katı atıklardan arındırılmış atık su ön çökeltme havuzlarına gelir. Burada havuzun taban kısmının ters konik şekilde olması nedeniyle dibe çöken çamur tek noktada toplanarak, çamur susuzlaştırma yapısına gönderilir. Üst kısımda bulunan atık su ise biyolojik arıtım prosesleri için bio-fosfor ve havalandırma havuzlarına gönderilir. Biyolojik arıtım proseslerini tamamlayan atık su daha sonra son çökeltim havuzlarına gelir. Burada yine ön çökeltim havuzlarında olduğu gibi ters konik yapıda olan son çökeltim havuzu yapısı

gereği çamur dibe çöker ve burada tek noktada toplanır daha sonra ise buradan çamur susuzlaştırma yapısına gönderilir. Üst kısımda bulunan ve son çökeltim havuzunda savaklanan su ise artık arıtım işlemini tamamlamıştır. Tesisin su çıkış yapısı olan, çıkış parshall savağına yönlendirilen su buradan tesis dışında bulunan dere, nehir, akarsu gibi su yapılarına bırakılır. Çamur susuzlaştırma yapısında ise arıtım prosesinin son işlemini yapmaktadır. Buraya gelen çamur susuz bir yapıya getirildikten sonra bertaraf edilir. Genel çökeltim havuzları, bio-fosfor havuzu ve havalandırma havuzlarına ait görseller Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. a) Çökeltim Havuzu, b) Bio-Fosfor Havuzu, c) Havalandırma Havuzu

2.2. Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri

Asenkron motorlara yol verme yöntemleri genel olarak 5 ayrı başlık altında incelenir. Bunlar: Doğrudan yol verme, yıldız-üçgen yol verme, yumuşak yol verme, elektronik sürücü ile yol verme ve ototransformatör ile yol verme yöntemleridir.

Doğrudan yol verme yönteminde motor için ekstra hiçbir teçhizat kullanılmaz ve motora doğrudan enerji verilir. Asenkron motorlar ilk kalkış anında yüksek akım çeker fakat gücü düşük olan motorlar bu durumdan fazla etkilenmez. Fakat büyük güçlü motorlar için ilk kalkış akımı çok yüksek olur ve bu sargıların çok aşırı ısınmasına ve gerilimde dengesizliklere yol açar. Gerilim dengesizlikleri ise ekipman ömrünü kısaltmaktadır [4]. Bu nedenle, bu yöntemin büyük güçlü motorlar için kullanılması uygun değildir. Daha çok küçük güçlü motorlarda kullanılır. Tablo 1'de doğrudan yol verme yöntemiyle yol verilen ekipmanların listesi verilmiştir.

Tablo 1. Tesiste Doğrudan Yol Verme Yöntemi

Kullanılan Ekipman Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Kaba Izgara	0,75	3	DYV
İnce Izgara	0,75	5	DYV
Kaba/İnce Izgara Bant Konveyör	1,5	2	DYV
Yağ Pompası	2,0	2	DYV
Kum Ayırıcı	0,55	2	DYV
Tambur Izgara	0,55	2	DYV
Ön Çökeltme Köprü Motoru	1,1	4	DYV
Çöp Presi	3,0	1	DYV
Izgaralar Giriş Motorlu Kapak	1,1	8	DYV
Izgaralar Çıkış Motorlu Kapak	1,1	8	DYV
Ön Çöktürme Spiral Konveyör	1,1	2	DYV

Yıldız üçgen yol verme yönteminde motor ilk olarak yıldız bağlantıda kaldırılır ve belirli bir süre sonra üçgen bağlantıya otomatik veya manuel olarak geçirilir. Yıldız bağlantıda, üçgen bağlantıya oranla $\sqrt{3}$ kat daha az gerilim verilir ve motorun daha az akım çekerek yol alması sağlanır [5]. Tesis içerisinde yıldız üçgen yol verme yöntemiyle kaldırılan motorlarda kontaktör ve zaman rölesi kullanılarak ekipmanların otomatik olarak devreye girmesi sağlanmıştır. Yıldız üçgen yol verme yöntemi kullanılan ekipmanların listesi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yıldız Üçgen Yol Verme Yöntemi Kullanılan

Ekipman Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Bio-Fosfor Dalgıç Mikser	5,3	6	YÜYV
Tahliye Terfi Pompası	13,5	2	YÜYV
İşsel Geri Devir Pompası	14,5	10	YÜYV

Yumuşak yol verme yöntemi, mikro işlemci tabanında yapılan bir uygulamadır. Burada fazlara tristör bağlanır ve motora frekans aynı tutularak kademeli olarak akım verilir. Bu işlem yumuşak yol verici üzerinde bulunan kalkış rampa ve duruş

rampa ayarları ile yapılabilmektedir. Burada akımın kademeli olarak yükseltilmesi nedeniyle motora verilebilecek mekanik ve elektriksel zararların önüne geçilmiş olur. Tesiste yumuşak yol verici ile yol verilen ekipmanlar listesi Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Yumuşak Yol Verici Kullanılan Ekipman

Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Havalandırma Dalgıç Mikser	6,8	32	YYV
Süzüntü Suyu Pompası	9,0	2	YYV
Çamur Tankı Mikser	8,2	2	YYV

Elektronik sürücü yani frekans konvertörü ile yol verme yöntemi, çalıştırılan ekipmanın hız ayarının yapılmasına olanak tanır. Asenkron bir motorda hız ayarı motor kutup sayısı değişikliği veya frekans değişikliği ile yapılabilir. Çalışan bir asenkron motorda kutup sayısı değişikliği mümkün olmadığından sadece frekans değişikliği ile hız kontrolü yapılabilir. Frekans değişikliği için ise bir frekans konvertörüne yani elektronik sürücüye ihtiyaç vardır. Ayrıca elektronik sürücü kullanılarak asenkron motor üzerinde oluşabilecek gerilim dengesizliklerinin de önüne geçilmiş olur [6]. Tesiste frekans konvertörü ile yol verilen ekipman listesi Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Frekans Konvertörü Kullanılan Ekipman

Listesi			
Ekipman Adı	Ekipman Gücü (kW)	Ekipman Sayısı (Ad.)	Yol Verme Yöntemi
Havalandırma Blower	450	10	FC
Kum Yağ Tutucu Blower	18,5	5	FC
Geri Devir Pompası	125	5	FC
Dekantör	55	6	FC
Çamur Pompaları	15	3	FC

Ototransformatör ile yol vermenin kullanım amacı yıldız üçgen yol verme yöntemindeki üçgen yol verme şebeke geriliminin motor üçgen çalışma gerilimine eşit olmamasıdır. Böyle durumlarda ototransformatörü kullanılır ve bu trafonun primerine şebeke gerilimi, sekonderine motor

bağlanır ve motorun yüksek akım çekmesi önlenmiş olur.

İnceleme ve araştırma yapılmış olan tesiste ototransformatörü ile yol verme yöntemi kullanılan ekipman bulunmamaktadır.

3. Bulgular

Arıtma tesisi içerisinde 122 adet ekipman kullanılmış ve bu ekipmanların düşük güçlü olanları çoğunlukla tesise ilk su alınan kısım olan giriş yapısı, kaba ızgara, ince ızgara, çökeltim havuzu motorlarındadır. Tesisteki en küçük güçlü ekipmanlar kum ayırıcı, tambur ızgara ve kaba ince ızgaralardır. Havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazları ise 450 kW gücünde ve tesisin en büyük güçlü ekipmanlarıdır. 2 adet havalandırma havuzu için toplamda 10 adet blower bulunmaktadır ve tesisin enerji sarfiyatının %90'ı bu cihazlar tarafından kullanılmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Tesiste toplamda 122 adet ekipman kullanıldığı ve düşük güçlü ekipmanların genellikle tesis giriş bölümünde bulunduğu görülmektedir. Ayrıca veriler daha detaylı incelendiğinde ise 39 adet ekipmana doğrudan yol verildiği, 18 adet ekipmana yıldız üçgen bağlantı ile yol verildiği, 36 adet ekipmana yumuşak yol verici ile yol verildiği ve 29 adet ekipmana elektronik sürücü kullanılarak yol verildiği gözlemlenmiştir.

Tesisin kurulu gücü 6 MW üzerinde olup ve bu güçlerin 42,4 kW kısmına doğrudan, 203,8 kW kısmına yıldız üçgen, 252 kW kısmına yumuşak yol verici ile 5,592 kW kısmına ise elektronik sürücü ile yol verildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca 5,592 kW gücündeki elektronik sürücü ile yol verilen ekipmanların 4,500 kW gücünü tesis enerji sarfiyatının %90'ı olan havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazlarının kullandığı elde edilen verilerde görülmektedir.

Tesiste bulunan ekipman geneline bakıldığında 5 kW altındaki ekipmanlara herhangi bir yol verme yönteminin kullanılmadığı ve ekipmanlara doğrudan yol verdiği görülmüştür. 5 kW üstünde güce sahip olan motor, pompa vb. ekipmanlara ise ilk kalkış akımından etkilenmemeleri için yıldız üçgen, yumuşak yol verici veya elektronik sürücü ile yol verme yöntemlerinden birisinin kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Burada yol verme yöntemine karar verilmesindeki en büyük etkenlerden birisinin ise kullanılan

ekipmanda istenen performanstır. Havalandırma havuzlarına oksijen gönderen blower cihazlarının, havuzda bulunan oksijen analizörlerine göre hızını yavaşlatıp, arttırması gerekir. Dekantör ünitesine çamur gönderen çamur pompalarının dekantör çalışma hızına göre hızını yavaşlatıp, arttırması gerekir. Geri devir yapılacak çamurun bio-fosfor havuzunda bulunan orp analizörlerine göre gönderilecek çamur miktarının azaltılıp veya arttırılması gerekir. Böyle durumlarda motoru kontrol altında tutmak ve hız ayarı yapabilmek için elektronik sürücüye ihtiyaç vardır. Dolayısıyla diğer yol verme yöntemlerinin kullanılması uygun olmayıp, elektronik sürücü ile yol verme yöntemi uygun olacaktır.

Tesis içerisinde bulunan ve sürekli aynı hızda çalışma ihtiyacı duyulan 5 kW altında güce sahip ince ızgara, kaba ızgara, ön çökeltme havuzu köprü motoru vb. ekipmanların herhangi bir yol verme yöntemine ihtiyaç duyulmadan doğrudan yol verme yöntemiyle yol verilmesi maliyet ve kullanım açısından daha uygun olmaktadır.

5 kW üzerinde olan ekipmanlarda ise motor güvenliği açısından bir yol verme yöntemi kullanılması gerekmektedir. Bundan dolayı hız ayarına ihtiyaç duyulmayan ekipmanlar için yıldız-üçgen yol verme yöntemi ve yumuşak yol verici ile yol verme yöntemi kullanılabilir. Yıldız-üçgen yol verme yönteminin maliyeti uygun fakat arıza verme oranı yüksek iken yumuşak yol verici ile yol verme yönteminin maliyeti yüksek ve arıza verme oranı düşüktür. Sistem gereksinimine göre farklı yöntemler kullanılabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- [1] Hochstrat R., Wintgens T., Melin T., Jeffrey P. Wastewater reclamation and reuse in Europe: A model-based potential estimation, Water Science and Technology, 2005; 5(1): 67-75.
- [2] İpek Mİ. Bir atıksu arıtma tesisinde kullanılan yüksek gerilimli elektrik motorlarına yol verme yöntemlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2002.

- [3] Gülsoy İ. Kentsel atıksu arıtma tesisinin online izlenmesi ile enerji etüt ve optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye, 2017.
- [4] Heidari M., Kianinezhad R., Seifossadat G., Monadi M. Effects of distribution network unbalance voltage types with identical unbalance factor on the induction motors simulation and experimental, International Review of Electrical Engineering, 2011; 6(1): 223-228.
- [5] Tümbek M. Tez faz asenkron motor yerine kullanılacak üç faz motorların gövdesine yerleştirilen hız kontrol cihazının tasarımı ve uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye, 2012.
- [6] Aydınöz Hİ., Gümüş B. Gerilim bozulmalarının tarımsal sulamada kullanılan farklı besleme türlerine sahip asenkron motorlar üzerindeki etkilerinin araştırılması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2014; 5(2): 129-140.

Ödeme Terminallerinde PCI PTS Standartlarına Uygun Özgün Güvenlik Çözümü Gerçekleşmesi

Kemal AŞÇI¹, Ersin HATUN^{2*}, Vedat NOMMAZ³, Aaron NOMMAZ⁴

^{1,2,3,4}Hugin Yazılım Teknolojileri A.Ş., Ar-Ge Merkezi, 34427, İstanbul

¹<https://orcid.org/0000-0003-4092-9458>

²<https://orcid.org/0000-0001-7524-7460>

³<https://orcid.org/0000-0001-9181-1965>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9732-0411>

*Sorumlu yazar: ersin.hatun@hugin.com.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 24 Kasım 2020

Kabul tarihi: 1 Ocak 2021

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Ödeme terminali

PCI PTS

Harici sensör

Akıllı kart

Tuş takımı

Kurcalama atakları

ÖZET

Ödeme terminalleri (EFT-POS) üzerinden finansal ve kişisel veriler geçtiği için dışarıdan müdahale ile bilgilerin ele geçirilememesi çok önemlidir. O yüzden yazılımsal ve donanımsal çözümlerle çeşitli önlemler alınmaktadır. Alınacak önlemlerle ödeme kartı endüstrisi (PCI) tarafından yayınlanan yönergelerde bulunan şartlar sağlanmaktadır. Teknoloji geliştikçe yeni saldırı methodları ortaya çıkmaktadır. Yönergeler belli aralıklarla güncellenerek yeni saldırılara karşı da koruma sağlanmaktadır. Bunlardan en önemlisi cihazın güvenlik sinyalleri ile kurcalama ataklarını algılamasıdır. Bu çalışmada EFT-POS cihazı için kurcalamalara karşı korumalı güvenli bölgenin oluşturulması anlatılmıştır. Güvenliği sağlamak için özgün bir tasarım kullanılmıştır. Maxim işlemcinin kullanıldığı EFT-POS terminali güvenliği için akıllı kart ve tuş takımı koruması kısımları üstünde yoğunlaşmıştır.

Implementation of Unique Security Solution according to PCI PTS Standards for POS Devices

Research Article

Article History:

Received: 24 November 2020

Accepted: 1 January 2021

Published online: 2 March 2021

Keywords:

EFT-POS

PCI PTS

External sensor

Smart card

Keypad

Tamper attacks

ABSTRACT

Since financial and personal data pass through point of sales (EFT-POS) terminals, it is crucial that information can not be intercepted by external intervention. Therefore, various measures are taken with software and hardware solutions. With the precautions to be taken, the conditions in the payment card industry (PCI) directives are met. As technology develops, new attack methods are emerging. The directives are updated periodically to protect against new attacks. The most important of these is that the device detects tamper attacks. In this study, the implementation of a tamper-proof safe zone for EFT-POS device is described. Unique solution is implemented to ensure safety. For the security of the EFT-POS terminal where the Maxim processor is used, the focus is on smart card and keypad protection sections.

To Cite: Aşçı K., Hatun E., Nommaz V., Nommaz A. Ödeme Terminallerinde PCI PTS Standartlarına Uygun Özgün Güvenlik Çözümü Gerçekleşmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 86-90.

1. Giriş

Ödeme kartı sektöründe, saldırganlar EFT-POS (Electronic Funds Transfer-Point of Sale) cihazlarında kullanılan kredi kartı, para kartı gibi kartların içindeki özel bilgilere [1] odaklanırlar. Saldırganlar teknolojik alandaki gelişmelerden

faydalanıp güvenlik duvarlarını [2] aşarak bu bilgilere ulaşmaya çalışırlar. Buna karşılık güvenlik önlemleri de PCI (Payment Card Industry) tarafından belli aralıklarla aktif saldırılara önlem alınacak şekilde güncellenir. Güncellenmenin amacı güvenlik kontrol testlerinin daha sıkı yönergelerle yapılması ve yapılacak

saldırlara karşı hedef cihazların direncini artırmaktadır [1,2].

PCI PTS (Payment Card Industry PIN Transaction Security) güvenlik gereksinimleri, belirli işlevler ile ilgili olan modüllerden oluşmuştur. Değerlendirme altında olan cihazın veya bileşenin form faktörü ne olursa olsun, sağladığı işlevler yönergelerin uygulanabilirliğini sağlamalıdır.

EFT-POS özelliği olan ödeme kaydedici cihazlar, Ödeme Kartları Endüstrisi PIN İşlem Güvenliği Standartlarına [1] göre PCI seviye 3 veya PCI seviye 3 üstü güvenlik sertifikasına ve EMV (Europay, Mastercard, Visa) sertifikasyonuna sahip olmalıdır. PCI güvenlik standardının amacı kart verilerinin çalınmamasını sağlamaktır. Bu sayede yapılan işlemlerin güvenliği sağlanır. EMV ise verilerin çalınması durumunda içeriğinin işe yaramaz hale getirilmesini garanti etmektedir. EFT-POS özellikli YNÖKC (Yeni Nesil Ödeme Kaydedici Cihaz) üreticileri güvenlik yönergelerine uygun olarak çeşitli çözümler geliştirip PCI testlerini [1, 2] başarılı bir şekilde sonuçlandırmaktadırlar.

Çalışma kapsamında PCI güvenliği [1] donanımsal olarak kurcalamaya karşı koruma mekanizmasının sensörleri [3,4,5] ile sağlanmıştır. Yapılan çalışma ile akıllı kart ve tuş takımı koruması kısımları ele alınmıştır. İlerleyen bölümlerde sensörlerin nasıl kullanıldığı ve bu kullanım sırasında güvenlik sinyallerinin nasıl işlendiği açıklanmaktadır.

2. Koruma Mekanizması

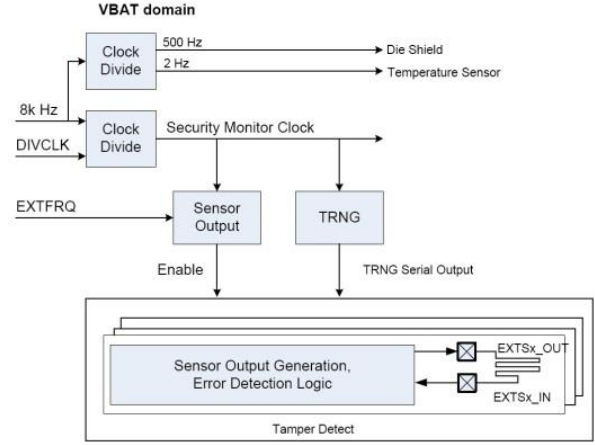
Güvenlik standartlarının yerine getirilmesi için fiziksel korumalar ve kurcalamaları algılamak (Tamper) için dinamik harici sensörler kullanılır [3]. PCI yönergelerine göre en az ekstrasdan dahili bataryayla destekli altı ayrı koruma noktası ile güvenlik sağlanmalıdır. Bu koruma mekanizması, yüksek korumalı mikroişlemcilerin içinde bulunan dinamik harici sensörlerin donanımsal çözümler ile beraber kullanılmasından meydana gelir.

Her bir dış müdahale algılama sensörü bir çift data hattından oluşmuştur. Şekil 1’de sensör çiftlerinin EXT_S_IN ve EXT_S_OUT bağlantıları gösterilmiştir. Sensörler tarafından dış müdahale algılandığında yüksek güvenlikli mikroişlemciler koruma moduna geçer.

3. Koruma Mekanizmasının Çalışması

3.1. Güvenlik Sinyalleri

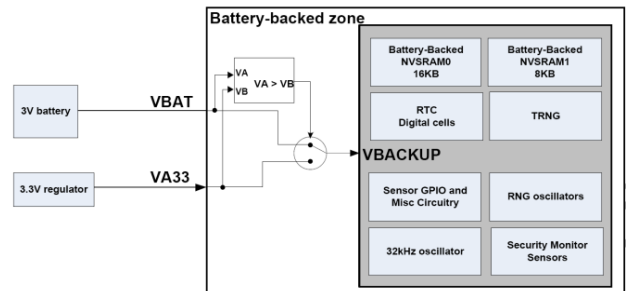
Dış müdahale algılama sensörleri EXTSCN [5] yazmacı üzerinden aktif edildikleri zaman kilitlenmiş olurlar ve artık değiştirilemezler. Sadece pilin bağlantısı (Şekil 2) kesilirse bu yazmacın kilidi açılabilir.



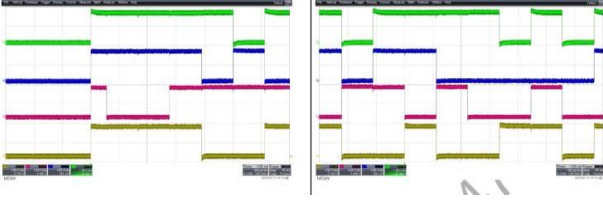
Şekil 1. Sensör bağlantıları

İşlemci içinde bulunan TRNG [6] (true random number generators) modülü rastgele sayılar gerektiren tüm uygulamalar tarafından kullanılmaktadır. Tamper sensörler için TRNG tarafından beslenen ayrı bir LFSR [5] (Linear Feedback Shift Register) tarafından verimli bir şekilde 128 bit gerçek rastgele sayılar üretilir. Örneğin, şifrelemeye hazır 128 bit AES rastgele anahtarı elde etmek için yalnızca dört ardışık okuma erişimi (32 bitlik erişim) gerekir.

Güvenlik monitor bloğu saldırı koşullarını izlemek için, Şekil 3’te gösterildiği gibi örüntüler üretmektedir. Soldaki şekil, EXTSCN yazmacında etkin kontrol bitini maksimum 2 kHz tarama frekansı (EXTFRQ = DIVCLK = 0xb) ayarladıktan sonra harici sensör sinyali taramasının başlangıcını gösterir. Sağdaki şekil, tarama işleminden bir süre sonra bir tarama döngüsünü gösterir.



Şekil 2. Batarya korumalı alan



Şekil 3. Güvenlik sinyal örüntüleri

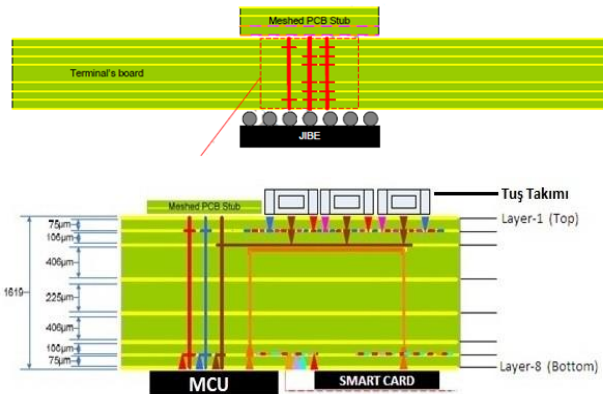
Her bir sensör çifti benzersiz bir sinyal üretir ve bağımsız olarak etkinleştirilebilirler.

Mesh bağlantıları ile korunan bölge veya bölgeler, fpc veya pcb layout ile sarmalanarak "tuzak" oluşturulmuştur. Herhangi bir delme, prob'lama veya iletken sıvı teması ile giriş/çıkış hatlarına ulaşmak amacıyla yapılacak saldırı girişimleri başarısızlığa uğrayacaktır.

Bir sensör çifti aktif olduktan sonra giriş piminde herhangi bir uyumsuzluk tespit edildiğinde, yazılımsal olarak cihaz yıkıcı bir resetlemeyi tetikleyerek, cihazı kullanım dışı bırakır. Bu işlemden sonra cihaz yapılan isteklere cevap veremez.

3.2. Güvenli Bölge Oluşturma Modeli

Buradaki koruma modelinde; Şekil 4'te görüldüğü gibi, üzerinden tamper sinyallerinin geçtiği bir örgülü mesh ile kaplı lehmlenebilir stub PCB [3] elektromekanik bileşen olarak ana pcb'de güvenlik işlemcisinin karşı yüzeyine lehimlenmiştir. Böylece ana işlemci ile stub PCB arasındaki tüm bağlantılar için güvenli bir bölge oluşturularak hassas bilgiler içeren sinyaller koruma altına alınmıştır.



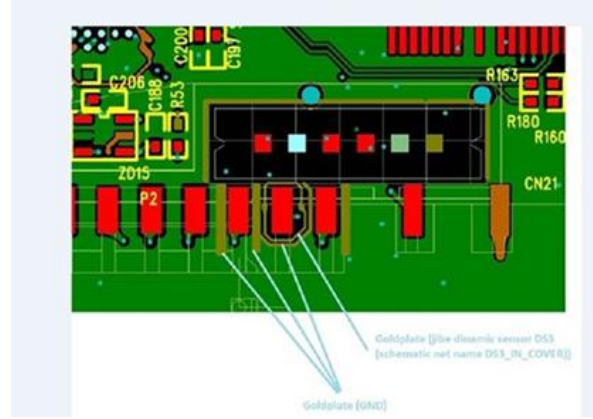
Şekil 4. Tamper ve I/O sinyalleri koruma alanı

3.3. Akıllı Kart Koruması

Bu çalışmada, akıllı kart okuyucu'nun giriş/çıkış data hattının bağlantısı Şekil 4 ve Şekil 5'te

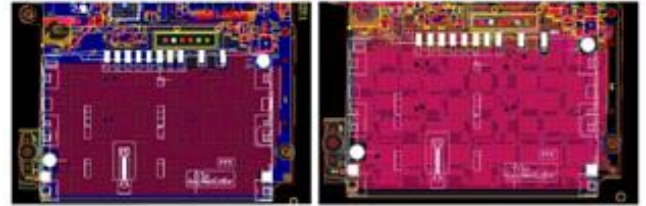
gösterildiği gibi dışarıdan yapılabilecek ataklara karşı tamper sensörleri kullanılarak korumaya alınmıştır. Bu sayede akıllı kart okuyucu konnektörüne yapılacak bir atağın önlenmesi ve başarısızlığa uğratılması sağlanmıştır.

Şekil 6'da soldaki şekil, akıllı kart okuyucu konnektörünün pcb üzerindeki bir katmanının bakır yollar ile kaplanmasını, sağdaki şekil ise farklı bir katmanının da kaplandıktan sonraki son durumunu göstermektedir.

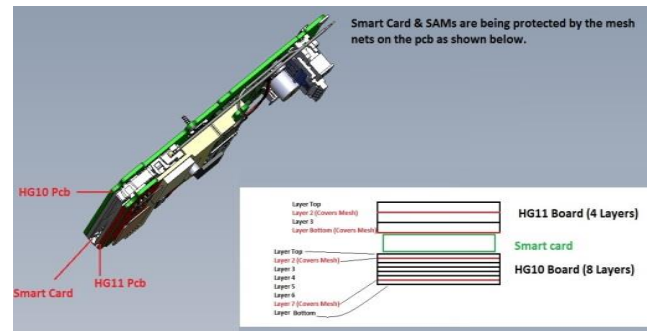


Şekil 5. I/O sinyali koruma alanı

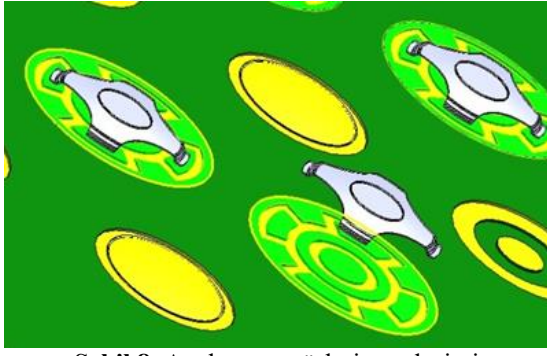
Böylece akıllı kart okuyucuya dikey olarak bir yönden ulaşılması engellenmiş olmaktadır. Aynı şekilde konnektörün diğer yüzeyi için de ayrı bir PCB kartta farklı katmanların da bakır yollar ile kaplanmasıyla diğer dikey yönden de ulaşılması engellenmiş olmaktadır. Böylece her iki yönden de yapılacak saldırılar [1] güvenlik sinyalleri ile koruma altına alınmıştır (Şekil 7).



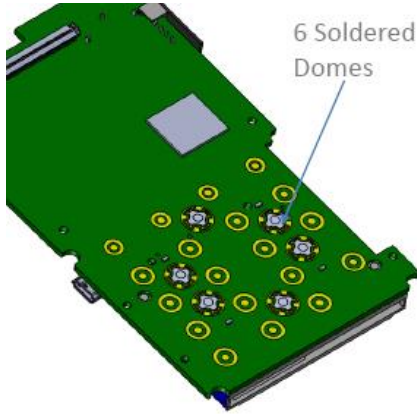
Şekil 6. Akıllı kart konnektörünün bakır yollar ile kaplanması



Şekil 7. Akıllı kart korumasının katman gösterimi



Şekil 8. Anahtar sensörlerin yerleşimi



Şekil 9. Sensörlerin tuş takımı üstündeki yerleşimi

3.4. Yazılımsal İşleyiş

Koruma mekanizması aktif edildikten sonra güvenlik sinyallerinde bir uyumsuzluk olması durumunda (Örneğin; cihaz kapaklarının kontrolsüz açılması) yazılımsal olarak bu durum anında algılanmaktadır. Atak algılandığında bu durum için kayıt tutulmakta ve yetkili servis müdahalesi tamamlanana kadar bu kayıt silinmemektedir. Sadece yetkili servisin giriş yapabileceği bir modda kullanıma izin verilmektedir. Teknik müdahale yapılmadığı sürece cihaz normal modda kullanılamamaktadır. Yetkili servis üreteceği tekil bir şifre ile giriş yapabilmektedir. Tutulan olay kayıtları yardımıyla cihazın durumu değerlendirmektedir. Fiziksel incelemeyle cihaza müdahale olup olmadığına karar verilmektedir. Sorun giderildiğinde yetkili servis müdahalesi ile normal çalışma moduna dönülebilmektedir. Normal çalışma moduna döndüğünde koruma mekanizması işleyişine aynı şekilde devam etmektedir.

4. Sonuç

Ödeme terminalleri üzerinden geçen kişisel veriler nedeniyle saldırganların hedefi konumundadır. Bu sebeple uluslararası yönergelerle güvenlik sertifikasyonlarına tabi tutulmuşlardır. Her geçen gün saldırganlar atak yöntemlerini yeni

teknolojilerle geliştirirken sertifika otoriteleri de güvenlik standartlarını güncel ataklara uygun hale getirmektedirler. Yönergedeki güvenlik şartlarını sağlamak için üreticiler farklı çözümler uygulamaktadırlar. Çalışma kapsamında akıllı kart ve tuş takımı güvenliğine yoğunlaşmıştır. Geçmiş bölümlerde açıklanan uyguladığımız çözümler ile PCI-PTS POI yönergelerine [1], [2], [6]-[10] uygun bir cihaz geliştirilmiştir. Tamper güvenlik sinyalleri kullanılarak dış müdahaleyi engellemek için özgün bir tasarım oluşturulmuştur. Sonuç olarak güvenli mikroişlemcinin özgün tasarımıyla birleşmesiyle gelişmiş bir ödeme terminali üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Teşekkür

Bu çalışma, Tübitak TEYDEB destekli 1120190 no'lu proje ve 2017/11114 patent başvuru ürünü üzerinde gerçekleştirilmiştir. EMV çalışmalarında FIME firmasının Fransa laboratuvarıyla ortak çalışma yapılmıştır.

Kaynakça

- [1] ISO 9564-1: 2011 Personal Identification Number Management and Security, Part 1: PIN Protection Principles and Techniques
- [2] Payment Card Industry (PCI) PIN Transaction Security (PTS) Point of Interaction (POI) Modular Derived Test Requirements, PCI Security Standards Council LLC Version 3.1, October 2011
- [3] Maxim referans tasarımı
https://www.maximintegrated.com/en/products/microcontrollers/MAX32590.html/tb_tab2
- [4] DS21H10RevD-MAX32590JIBE_Datasheet
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX32590.pdf>
- [5] UG21H05RevE-max32590_UserGuide.pdf
https://www.maximintegrated.com/en/products/microcontrollers/MAX32590.html/tb_tab2
- [6] Designing Next Generation Payment Terminals That Meet PCI PTS 3.x Requirements By: Yann Loisel- Application Note 4809 – Maxim

- [7] Payment Card Industry (PCI) PIN Transaction Security (PTS) Point of Interaction (POI) Modular Detailed Test Procedures, PCI Security Standards Council LLC, Version 3.1, October 2011
- [8] PCI PTS POI Modular Security Requirements, PCI Security Standards Council LLC, Version 3.1, October 2011
- [9] PCI PTS POI Evaluation Vendor Questionnaire, PCI Security Standards Council LLC, Version 3.1, October 2011
- [10] Payment Card Industry (PCI) PTS POI Security Requirements v3 FAQ, PCI Security Standards Council LLC, Version 3.1, October 2011

Organik Malç Uygulamalarının Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri

Zekeriya KARA^{1*}, Sertan SESVEREN², Engin GÖNEN³, Asiye KÖYLÜ⁴

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite-Sanayi Kamu İşbirliği Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (ÜSKİM) Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

^{2,4} Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

³ Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Mersin

¹<https://orcid.org/0000-0001-7855-4968>

²<https://orcid.org/0000-0002-5163-7066>

³<https://orcid.org/0000-0002-0471-9376>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-8626-4215>

*Sorumlu yazar: zkara@ksu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12 Ekim 2020

Kabul tarihi: 24 Aralık 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Buğday samanı

Toprak su içeriği

Tarla kapasitesi

Yarı-kurak iklim koşulları

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yarı-kurak iklim koşullarında buğday yetiştirilen arazilerde organik malç uygulamalarından birisi olan buğday samanı uygulamasının toprak özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada toprak yüzeyine farklı oranlarda (0, 300 kg/da, 600 kg/da ve 900 kg/da) buğday samanı uygulanmıştır. Deneme, arazi koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Buğday hasat sonrası her parselden 0-15 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Sonuçta, organik malç uygulamalarından buğday samanının uygulamalara bağlı olarak toprağın organik madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca buğday samanının toprakların likit limit, plastik limit, yarayışlı su içeriği ve tarla kapasitesini de artırmıştır. Uygulama dozuna bağlı olarak toprağın likit limit, plastik limit, yarayışlı su içeriği ve tarla kapasite artışı organik madde ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre, organik madde, likit limit, plastik limit, yarayışlı su içeriği ve tarla kapasitesi üzerine ($P<0,05$) önemli farklılıklar bulunmuştur. Kahramanmaraş koşullarında 600 kg/da ve 900 kg/da buğday samanının uygulamalarının topraklarda organik maddenin artırılması, bitkiye elverişli su kapasitesini artırdığı, yüzey akışını azalttığı, porozite özelliklerini iyileştirerek kök bölgesinde su ve hava tutma dengesi sağlayabileceği, dolayısıyla bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artıracığı sonucuna varılmıştır.

Effects of Organic Mulch Applications on Some Physical Properties of Soil

Research Article

Article History:

Received: 12 October 2020

Accepted: 24 December 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Wheat straw

Soil water content

Field capacity

Semi arid conditions

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the effect of organic mulch on the soil properties of wheat straw in wheat fields. Turkey's semi-arid climatic conditions in the Eastern Mediterranean Region. In the study, wheat straw in different proportions (0, 300 kg/da, 600 kg/da and 900 kg/da) was applied to the soil surface. The trial was set up with 3 replications according to the randomized blocks trial pattern under field conditions. After the wheat harvest, soil samples were taken from each parcel at a depth of 0-15 cm and analyzed in laboratory. As a result, it has been determined that wheat straw applications, increases the organic matter of the soil depending on the applications. In addition, wheat straw increased the liquid limit, plastic limit, available water content and field capacity of the soils. Depending on the application dose, liquid limit of the soil, plastic limit, available water content and field capacity increase were associated with organic matter. According to the results of statistical analysis, significant differences were found on organic matter, liquid limit, plastic limit, available water content and field

capacity ($P < 0,05$). It has been concluded that the application of 600 kg/da and 900 kg/da wheat straw in Kahramanmaraş conditions will increase the organic matter in the soil, increase the water capacity suitable for the plant, decrease the surface flow, improve the porosity properties and provide water and air retention balance in the root zone, thus increasing the yield and quality in crop production.

To Cite: Kara Z., Sesveren S., Gönen E., Köylü A. Effects of Organic Mulch Applications on Some Physical Properties of Soil. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2021; 4(1): 91-95.

1. Introduction

Increasing global crop production will be one of the greatest challenges facing humanity in the coming decades. The aim of agriculture is to help the generations to continue their lives in a healthy way by providing the food need for human survival. Therefore, the soil, climate and plants should be protected. For this reason, it has been forced to take more products from the soil per unit area and to work to eliminate the factors that cause this restriction in areas where production is restricted for one or more reasons. These restricts; Restrictions include areas with poor chemical and physical properties, climate in arid-semi-arid regions, especially rainfall and production of the precipitation regime.

Today, 6,1 billion ha of the world's lands are composed of arid and semi-arid areas. Drought is the most important environmental factor limiting plant growth and reducing crop production in the world's agricultural areas where the Mediterranean climate prevails. Mediterranean region at the beginning of the areas most affected by global warming will come. As is known, the most important factor limiting plant growth in arid and semi-arid climates is the lack of available water in the root zone [1, 2]. As a result of low rainfall and excessive evaporation in these areas, water shortage is observed for plant development, and water shortage is one of the most important problems of crop production.

Excessive evaporation requires moisture control in the soil. By controlling the moisture in the soil, it makes it possible to keep the moisture in the soil for a long time and to prevent the salinization that occurs on the soil surface by evaporation.

Preserving the soil moisture content can be achieved by covering the soil surface with some

cover materials. Various organic and inorganic mulches can be used for this purpose. Mulching protects the soil against the erosive forces of precipitation by reducing the hydrodynamic forces of the aggregates falling on the soil surface and by absorbing the kinetic energy of the raindrops by reducing the hydrodynamic forces of the raindrops falling on the surface of the soil, and also decreases the soil loss by increasing the amount of surface runoff and its velocity by increasing the infiltration [3].

The effectiveness of mulch materials applied to soils can vary significantly depending on factors such as climate and soil properties, mulch type, amount, application method and time. It has been reported that as the amount of covering the soil surface with organic mulch increases, soil losses decrease. Organic mulch application on soil surfaces significantly reduces soil losses that may occur due to precipitation and winds. It has been stated by many researchers that organic mulching of soils increases the organic matter content and stability of the topsoil [2, 4, 5].

This study aimed to determine the effects of organic mulching (wheat straw) application on some physical properties of soils after harvest under arid-semi-arid climatic conditions in Kahramanmaraş province.

2. Material and Method

2.1. Material

The field experiment was conducted at the east mediterranean transitional zone agricultural research of institute, in Kahramanmaraş, Turkey. Some physico-chemical analysis results of the experimental soils are given in Table 1.

Table 1. Some physico-chemical analysis results of the experimental soils

pH	Lime	OM	Clay	Sand	Silt	P	K	Ca	Mg	Na
	%	%	%	%	%	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
7,76	35,57	2,40	26,13	28,29	45,58	5	189,6	6500	972	49,6

Wheat straw was used as organic mulch on the trial soil. The experiment was carried out with 3 replications according to the randomized blocks design by making factorial arrangements. After planting wheat, 4 different doses (Control, 300 kg/da, 600 kg/da and 900 kg/da) were homogeneously distributed by hand in the study area. The trial started in mid-November and ended towards the end of June. After the trial was completed, soil samples were taken and appropriate physical analyzes were made.

2.2. Method

The plastic limit value of the soils taken from the study area was determined according to the Sower, [6] method, and the liquid limit values of the soils were determined using the casagrande tool [7]. The field capacity and permanent wilting point of the soils are expressed as the amount of water held under pressures of 33 and 1500 kPa, respectively, in the pressure table device after the samples are saturated with water [8]. The organic matter content of soils was determined according to the method determined by Nelson and Sommers [9].

Analysis of variance was performed to evaluate the statistical effect of treatments on some soil properties SPSS software. Treatment means were compared using LSD test [10].

3. Results and Discussion

The change of the wheat straw levels applied in the study on the soil organic matter amounts are given in Figure 1.

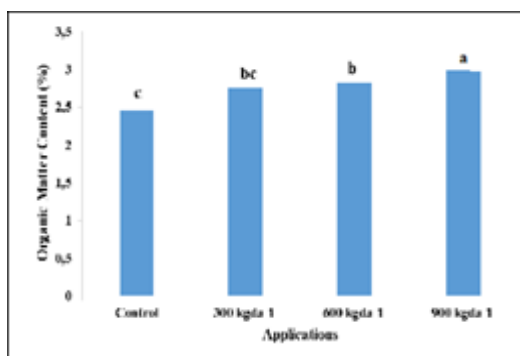


Figure 1. Change of organic matter contents depending on the application

The highest amount of organic matter is seen at 900 kg/da straw applied points 2,99%, 2,82% in 600 kg/da applications and the lowest organic matter content was determined in control (2,45%). According to the results of the Anova test, a

statistically significant difference was found between the change in organic matter amounts and the application doses ($P < 0,05$; Figure 1).

The liquid limit values of the soils subject to the experiment are given in Figure 2.

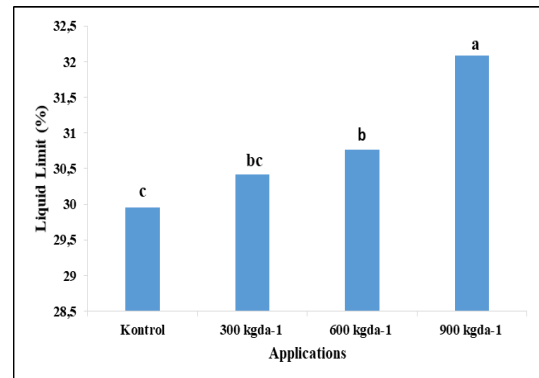


Figure 2. Application-dependent change of liquid limit

The liquid limit values of the soils increased depending on the increasing dose amount. While the lowest liquid limit value was observed in the control soil (29,02%) without any application, the highest liquid limit value was found in the parcel where 900 kg/da of straw was applied per decare (32,48%). Application doses were found to be statistically significant on liquid limit amounts ($P < 0,05$). The increase in liquid limit values due to the application has been associated with organic matter. Smith et al. [11] stated that there are positive relationships between organic matter and liquid limit. It has been stated by many researchers that organic matter has direct or indirect positive relationships on soil quality [12,13,14].

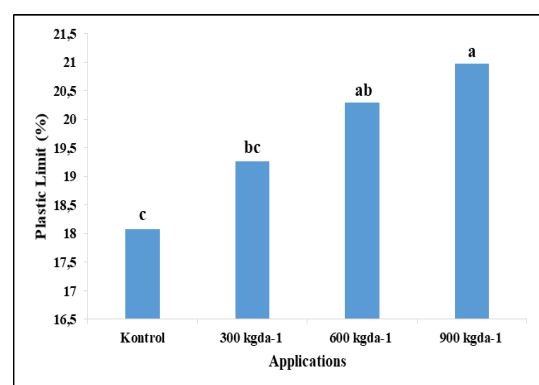


Figure 3. Application-dependent variation of the plastic limit

According to the Figure 3 given, in parallel with the application dose of wheat straw from agricultural waste, the plastic limit values of the soils have increased. While the highest plastic limit value was 21,18% in the parcel where 900 kg of wheat straw was applied per decare, the

lowest plastic limit value was observed in the control parcel (16,67%). According to the ANOVA test result, the applications were found to be statistically significant above the plastic limit ($P < 0,05$). The increase in plastic limit values due to the application has been associated with organic matter. Gülser and Candemir [15] stated that due to the increase in organic matter, plastic limit also increased from Atterberg limits.

The variation of the field capacity and available water content of the soils subject to study is given in Figure 4 and Figure 5, respectively.

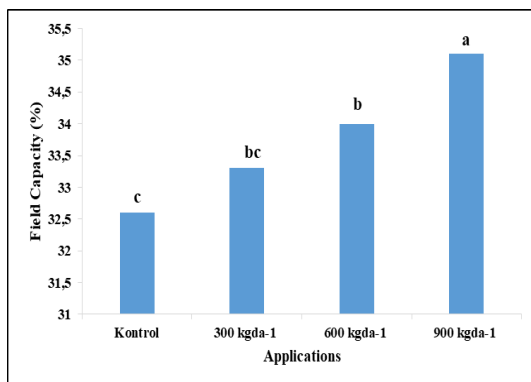


Figure 4. Variation of field capacity depending on the application

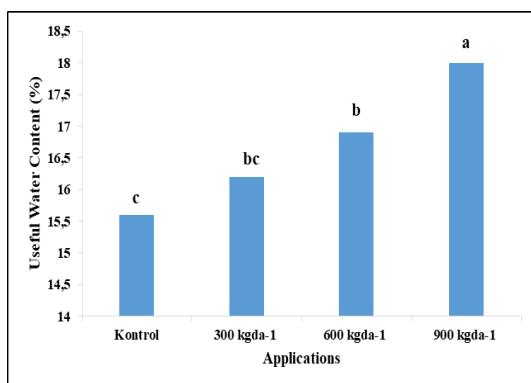


Figure 5. Application-dependent variation of useful water content

While the highest field capacity was observed in the parcels with 900 kgs per decare (35,1%), the lowest value was detected at the control point (32,6%). When we look at the available water content of the experimental plots, the lowest control point (15,6%) and the highest point where 900 kg of wheat straw was applied per decare (18%) was obtained. The increase in field capacity and available water content was associated with organic matter. According to the ANOVA test results, the field capacity and available water content were found to be statistically significant ($P < 0,05$). In the study conducted by Montenegro et al. [16], it was stated that vegetal waste practices significantly increased the amount of

moisture retained in the soil. Another researcher reported that straw mulchers support water storage of soils [17]. The results we obtained in the field of study support previous studies. As the amount of chaff in the trial plots increased, the amount of organic matter changed compared to the control. With the increase in organic matter, the variables of liquid limit, plastic limit and field capacity, which is a character of water holding capacity, increased in direct proportion.

4. Conclusion

In this study, the changes caused by wheat straw from agricultural wastes on the moisture content of soils were investigated.

It has been concluded that the changes occurring in the organic matter amounts of the soils and the applications are effective. Due to the increase in organic matter, the liquid limit, plastic limit, field capacity and available water amount of the soils increased. According to the results of statistical analysis

Considering its importance in dry agriculture and soil moisture, increasing the organic matter in poor soils increases the water capacity suitable for the plant, decreases the surface flow, increases the water and air holding ability of the soil by improving its porosity properties, thus increasing the yield and quality in crop production. In order to prevent yield decreases due to low rainfall conditions in first crop wheat cultivation under Kahramanmaraş conditions, application of 600 kg and 900 kg of wheat straw per decare can provide a good air-water balance in the root zone, especially as a result of organic matter increase and improvement of aggregate structures. In addition, it can be predicted that mulch will provide positive results in above-ground water content retention.

In the light of the findings obtained from this study, if long-term aggregation is desired in the territory of the region, it can be recommended to use it with organic matter regulators in addition to vegetable mulch. The rate of change in our study was generally lower than the findings in organic mulch applications in the literature. For long-term improvements, new studies can be carried out under quantity adjustment, application times, soil types, climatic characteristics and different agricultural conditions. It may be suggested that different dose combinations be developed. The results of the applications will reflect positively on the economic indicators of agricultural

production. In addition, recommendations at the farmer level should be developed based on the results of the trials to be carried out in parcel conditions.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

References

- [1] Falkenmark M., Rockström J. Curbing rural exodus from tropical drylands, *Ambio*. Stockholm 1993; 22(7): 427-437.
- [2] Lal R., Stewart BA. Managing soils for enhancing and sustaining agricultural production, *Soil Management: Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton 1995; FL, pp. 1-9.
- [3] Osunbitan JA., Adekalu KO. Percent mulch cover and rainfall duration effect on soil loss and runoff from three southwestern Nigerian soils, *Ife Journal of Technology* 2000; 9: 125-130.
- [4] Havlin JL., Kissel DE., Maddus LD., Claassen MM., Long JH. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen, *Soil Science Society of America Journal*, 1990; 54: 448-452.
- [5] Mulumba LN., Lal R. Mulching effects on selected soil physical properties, *Soil Tillage Res* 2008; 98: 106-111.
- [6] Sowers GF. Consistency Methods of Soil Analysis, *American Society of Agronomy*, Madison, Wisconsin U.S.A agricultural 1965; 137: 226-230.
- [7] Head KH. *Manual of Soil Laboratory Testing* 1984; 1, USA.
- [8] Klute A. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, 2nd ed. *Agron. Monogr* 1986; 635-653.
- [9] Nelson DW., Sommers LE. Total carbon, organic carbon, and organic matter. P: 9611011. In DL. Sparks (ed) *Method of Soil Analysis: Chemical Methods. Part 3. SSSA*, Madison, WI; 1996.
- [10] Field A. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage, 2013
- [11] Smith CW., Hadas JD., Koyumdjisky H. Shrinkage and atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel, *Geoderma* 1985; 35(1): 47-65.
- [12] Yakupoğlu, T., Özdemir, N. Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı mekaniksel özelliklere etkisi. *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi* 2006; 21(2):173-178.
- [13] Bhushan L., Sharma PK. Long-term effects of lantana (*Lantana spp. L.*) residue additions on soil physical properties under rice-wheat cropping. I. Soil consistency, surface cracking and clod formation, *Soil and Tillage Research* 2002; 65(2): 157-167.
- [14] Kara Z., Yakupoğlu T., Sesveren S., Solak S., Saltalı K. Applied to Agriculture Soil Gytja: Effect on the atterberg limits and some physical parameters. *Proceedings Book: 1th International GAP Agriculture and Livestock Congress* 2018; 441-445.
- [15] Gülser C., Candemir F. Changes in atterberg limits with different organic waste application, In: *Proceedings of International Soil Congress (ISC) on Natural Resource Management for Sustainable Development*, 2004; pp: 8-15
- [16] Montenegro AAA., Abrantes JRCB., De Lima JLMP., Singh VP., Santos TEM. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall, *Catena* 2013b; 109: 139-149.
- [17] Jiménez MN., Pinto JR., Ripoll MA., Sánchez-Miranda A., Navarroc FB. Impact of straw and rock-fragment mulches on soil moisture and early growth of holm oaks in a semiarid area, *Catena* 2017; 152: 198-206.

Makine Öğrenmesi Kullanarak Çağrı Merkezine Gelen Çağrıların Tahmin Edilmesi

Mohamed BALLOUCH¹, Mehmet Fatih AKAY^{2*}, Sevtap ERDEM³, Mesut TARTUK⁴, Taha Furkan NURDAĞ⁵, Hasan Hüseyin YURDAGÜL⁶

¹ Çukurova University, Engineering Faculty, Computer Engineering, 01330, Adana

² Çukurova University, Engineering Faculty, Computer Engineering, 01330, Adana

³ Çukurova University, Engineering Faculty, Computer Engineering, 01330, Adana

⁴ Comdata Group, İstanbul

⁵ Comdata Group, İstanbul

⁶ Çukurova University, Engineering Faculty, Computer Engineering, 01330, Adana

¹ <https://orcid.org/0000-0003-3275-0562>

² <https://orcid.org/0000-0003-0780-0679>

³ <https://orcid.org/0000-0002-9332-2070>

⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9021-1060>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-0259-2981>

⁶ <https://orcid.org/0000-0002-6866-1644>

*Sorumlu yazar: mfakay@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12 Kasım 2020

Kabul tarihi: 28 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Makine Öğrenmesi

Çağrı Merkezi

Tahminleme

Zaman Gecikmesi

ÖZET

Çağrı merkezi, bir kuruluş için çok sayıda telefon görüşmesini idare edebilecek şekilde donatılmış bir ofistir ve aramaları tahmin etme yeteneği kilit bir faktördür. Bir şirket, arama sayısını doğru bir şekilde tahmin ederek personel ihtiyaçlarını planlayabilir, hizmet seviyesi gereksinimlerini karşılayabilir, müşteri memnuniyetini artırabilir ve diğer birçok optimizasyondan yararlanabilir. Bu çalışmada, bir çağrı merkezindeki gelen çağrı sayısını tahmin etmek için zaman gecikmeleri ile entegreli Çok Katmanlı Algılayıcı (Multilayer Perceptron - MLP) ve Uzun Kısa Vadeli Bellek (Long-Short Term Memory - LSTM) tabanlı modeller geliştirilmiştir. 12, 24, 36 ve 48'lik tahminler üretilip, tahmin modellerinin performansı Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE) kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, MLP tabanlı modellerin MAE değerlerinin 1,50 ile 13,58 arasında, LSTM tabanlı modellerin ise 19,99 ile 66,74 arasında değiştiğini göstermektedir.

Forecasting Call Center Arrivals Using Machine Learning

Research Article

Article History:

Received: 12 November 2020

Accepted: 28 November 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Machine Learning

Call Center

Forecasting

Time Lags

ABSTRACT

A call center is an office equipped to handle a large volume of telephone calls for an organization, for which the ability to forecast calls is a key factor. By forecasting the number of calls accurately, a company can plan staffing needs, meet service level requirements, improve customer satisfaction and benefit from many other optimizations. In this paper, we develop Multilayer Perceptron (MLP) and Long-Short Term Memory (LSTM) based models combined with time lags to forecast the number of call arrivals in a call center. We forecast 12, 24, 36 and 48 values ahead and the performance of the forecasting models has been evaluated using the Mean Absolute Error (MAE). The MLP based model results show that the MAE values change between 1,50 and 13,58 and LSTM based model results show that the MAE values change between 19,99 and 66,74.

To Cite: Ballouch M., Akay MF., Erdem S., Tartuk M., Nurdağ TF., Yurdagül HH. Forecasting Call Center Arrivals Using Machine Learning. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 96-101.

1. Introduction

One of the most important concepts that directly affects the growth, success and prestige of companies in today's business world is customer satisfaction. Call centers that have become prominent in the service sector have become the primary communication tool for the majority of companies and companies aim to increase customer satisfaction through call centers.

60-80% of a call center budget is allocated on labor costs [1]. Therefore, capacity planning is one of the most important areas for call center performance. Determining the minimum number of agents to achieve the set targets directly affects the profitability and customer satisfaction of the company. Capacity planning is done according to the workload. One of the most significant inputs to the workload is the number of call arrivals. Call arrival indicates the number of calls a call center receives. The call count forecast is mostly exploited to schedule the staff. Companies are interested in the short term forecast to handle the unforeseen and to optimize the staff schedule, and in the long term forecast to hire or assign staff to other tasks. For these reasons, it is very important for companies to make an accurate forecast of the number of call arrivals.

In the last few years, numerous methods have been used to forecast call arrivals in a call center: The number of call arrivals by developing a normal copula model for the arrival process in a call center was forecasted in [2]. Peak call arrivals of rural electric cooperatives call center was forecasted in [3]. They used Gaussian copula for capturing the dependence between non-normal distributions. The number of call arrivals by using artificial neural network was forecasted in [4]. A strategy for selecting a model in call centers was offered in [5]. The strategy was based on flexible loss function, statistical test and economic measure of performance. The number of call arrivals by using a prediction model based on the Elman and Nonlinear Autoregressive Network with Exogenous Inputs (NARX) Neural Network and a back-propagation algorithm was forecasted in [6]. An agent personalized call prediction method that encodes agent skill information as the prior knowledge for call prediction and distribution was proposed in [7]. A data-driven approach to predict an individual customer's call arrival in multichannel customer support centers was used in [8]. A simulation-based machine learning framework to evaluate the performance of call centers having heterogeneous sets of

servers and multiple types of demand was used in [9]. Artificial neural networks to forecast the number of call arrivals were used in [10]. Time series statistical and machine learning methods to forecast call volume in a call centre were used in [11]. Call center performance with machine learning was predicted in [12] and call center arrivals at a call center was forecasted using dynamic linear model in [13].

When the related papers in this field are investigated closely, it is observed that integration and optimization of time lags, which is an important concept in time series forecasting, do not appear in any of the studies. Therefore, further studies are needed in this field to explore the effect of time lags in the forecast of call count. The main purpose of this study is to develop MLP and LSTM based models combined with time lags, which can forecast the number of call arrivals, MAE has been used to assess the performance of the models as this metric has been frequently used in literature to assess the performance of models for the forecast of call count.

This paper is structured as follows: Section 2 provides description of the dataset. Section 3 presents the results and discussion. Section 4 concludes the paper.

2. Dataset Generation

In this study, we used a data set that has been collected in 15-minute time intervals and obtained from Comdata in Turkey. The data set includes number of call arrivals from 1/1/2018 12:00:00 AM to 11/23/2019 11:45:00 PM. Figure 1 shows the number of calls on a daily basis.

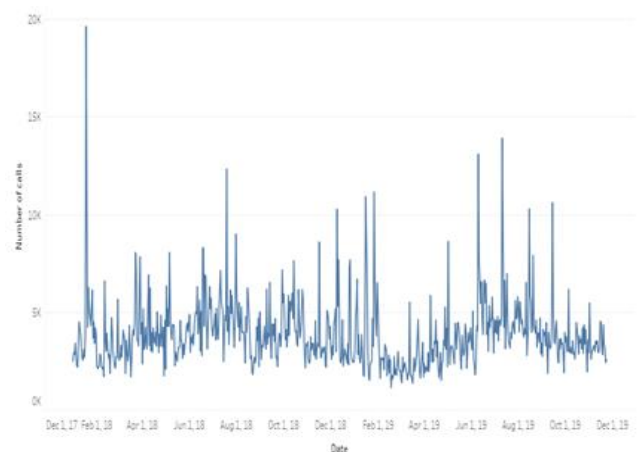


Figure 1. Number of calls on a daily basis

3. Results and Discussion

In this study, 12, 24, 36 and 48 forecast models have been built in order to forecast the number of call arrivals. MLP and LSTM have been utilized to develop the forecast models as these two methods have been found to show superior performance as compared to all other methods for time series forecasting problems in literature. The models have been developed by using different MLP and LSTM hyperparameter values and time lag options.

The forecast strategy that has been used for all models is a recursive strategy, which consists of using a one-step model multiple times where the prediction for the prior time step is used as an input for making a prediction on the following time step.

Finding the best sliding time window for a time specific time series is a very important issue. A sliding time window means a group of time lags which employ to utilize a forecast. The length of the sliding windows is important issue in the forecasting performance. A small window gives limited information to the model. In this study, three rules have been utilized to select sliding windows. The rules of the sliding windows are given below;

- 1 to N: use all lags starting from 1 till a given value.
- Autocorrelation (AC) > Threshold: use all lags for which the autocorrelation values are above a given threshold.
- Best N AC: use lags which have the highest N autocorrelation values.

Table 1 and Table 2 show that MLP based forecasting models and results.

Table 1. Forecasting models and MAE results

Models	Forecasts	Time Lag Option	Hidden Layer Neuron Number	Selected Time Lags	MAE
Model 1	12	Best 10 AC	13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	4,95
Model 2	12	Best 20 AC	5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	1,37
Model 3	12	AC > 0,7	15	1, 2, 3,10	4,72
Model 4	12	AC > 0,8	13	1, 2	5,05
Model 5	12	1 to n	6	1 to 8	2,29
Model 6	12	1 to n	6	1 to 16	5,67
Model 7	24	Best 10 AC	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	3,77
Model 8	24	Best 20 AC	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	3,07
Model 9	24	AC > 0,7	6	1, 2, 3,10	10,90
Model 10	24	AC > 0,8	6	1, 2	8,43
Model 11	24	1 to n	13	1 to 8	8,71
Model 12	24	1 to n	13	1 to 16	3,55

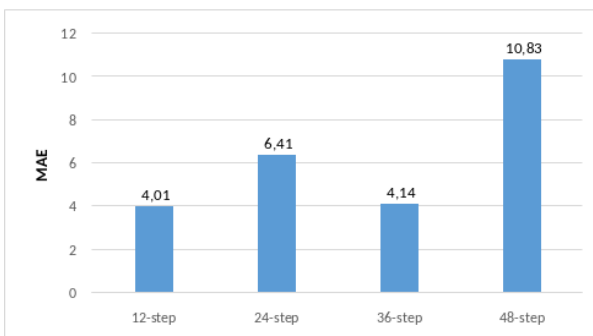


Figure 2. Comparison of the number of forecasts

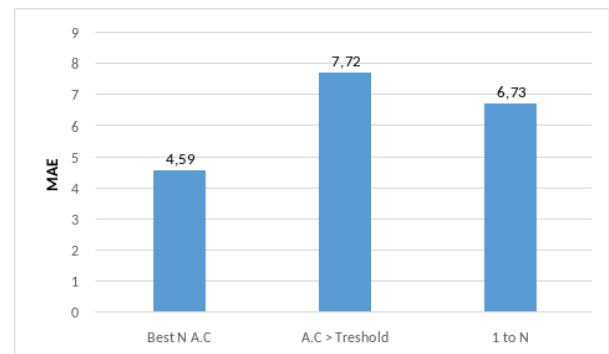


Figure 3. Comparison of time lag options

Table 2. Forecasting models and MAE results

Models	Forecasts	Time Lag Option	Hidden Layer Neuron Number	Selected Time Lags	MAE
Model 13	24	Best 10 AC	35	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	4,32
Model 14	36	Best 20 AC	35	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	3,18
Model 15	36	AC > 0,7	17	1, 2, 3,10	5,52
Model 16	36	AC > 0,8	17	1, 2	3,73
Model 17	36	1 to n	20	1 to 8	3,87
Model 18	36	1 to n	20	1 to 16	4,22
Model 19	48	Best 10 AC	30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	10,96
Model 20	48	Best 20 AC	30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	5,12
Model 21	48	AC > 0,7	5	1, 2, 3,10	9,83
Model 22	48	AC > 0,8	10	1, 2	13,59
Model 23	48	1 to n	5	1 to 8	12,99
Model 24	48	1 to n	11	1 to 16	12,53

It can be seen from Figure 2 that forecasting the next 12 values yields lower error rates as opposed to the other values. The arithmetical mean of the MAE values for the 12-step is 4,01 while the mean value is 6,41 for 24-step, 4,14 for 36-step and 10,83 for 48-step. According to the MAE's given in Figure 3, between the three options of selecting time lags, the arithmetical mean MAE for the first option (i.e. Best N AC) has been calculated as 4,59, for the second option (i.e. AC > Threshold) the mean value is 7,72 and finally the mean value for the third option (i.e. 1 to N) is 6,73. By comparing these options of time lags, one can say that Best N AC option gives more accurate results than other options.

Table 3 and Table 4 show LSTM based forecasting models and results.

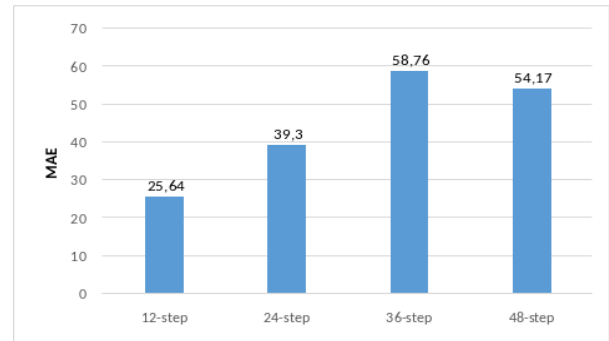


Figure 4. Comparison of the number of forecasts

Table 3. Forecasting models and MAE results

Models	Forecasts	Time Lag Option	Hidden Layer Neuron Number	Selected Time Lags	MAE
Model 1	12	Best 10 AC	13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	19,99
Model 2	12	Best 20 AC	5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	24,31
Model 3	12	AC > 0,7	15	1, 2, 3,10	31,8
Model 4	12	AC > 0,8	13	1, 2	27,37
Model 5	12	1 to n	6	1 to 8	24,04
Model 6	12	1 to n	6	1 to 16	26,34
Model 7	24	Best 10 AC	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	46,18
Model 8	24	Best 20 AC	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	38
Model 9	24	AC > 0,7	6	1, 2, 3,10	31,33
Model 10	24	AC > 0,8	6	1, 2	36,29
Model 11	24	1 to n	13	1 to 8	46,04
Model 12	24	1 to n	13	1 to 16	38,02

It can be seen from Figure 4 that forecasting the next 12 values yields lower error rates as opposed to the other values. The arithmetical mean of the MAE values for the 12-step is 25,64 while the mean value is 39,30 for 24-step, 58,76 for 36-step and 64,17 for 48-step. According to the MAE's given in Figure 5, between the three options of

selecting time lags, the arithmetical mean MAE for the first option (i.e. Best N AC) has been calculated as 42,72, for the second option (i.e. AC > Threshold) the mean value is 43,79 and finally the mean value for the third option (i.e. 1 to N) is 44,46. By comparing these options of time lags, one can say that Best N AC option gives more accurate results than other options.

Table 4. Forecasting models and MAE results

Models	Forecasts	Time Lag Option	Hidden Layer Neuron Number	Selected Time Lags	MAE
Model 13	24	Best 10 AC	35	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	39,25
Model 14	36	Best 20 AC	35	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	50,72
Model 15	36	AC > 0,7	17	1, 2, 3,10	66,74
Model 16	36	AC > 0,8	17	1, 2	60,14
Model 17	36	1 to n	20	1 to 8	54,41
Model 18	36	1 to n	20	1 to 16	61,78
Model 19	48	Best 10 AC	30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	58,68
Model 20	48	Best 20 AC	30	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 193, 194	64,61
Model 21	48	AC > 0,7	5	1, 2, 3,10	50,4
Model 22	48	AC > 0,8	10	1, 2	46,22
Model 23	48	1 to n	5	1 to 8	54,7
Model 24	48	1 to n	11	1 to 16	50,4

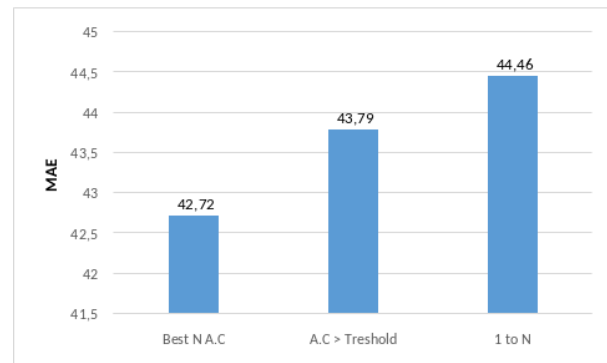


Figure 5. Comparison of time lag options

MLP based models yield lower MAE's than that of LSTM based models. This is due to the fact that LSTM did not integrate well with the time lags and therefore could not capture the dependencies between the subsequent calls.

4. Conclusion

Among all the models that were developed in this study, a total number of three options have been used for determining the time lags. According to the results, MLP-based models give better results than LSTM-based models and it has been observed that the changes of the time lags options used in the forecasting models change the forecasting MAE significantly. The most favorable option appears as “Best N AC”, and the least favorable option is “AC > Threshold”. According to those observations, we concluded that the usage of data set autocorrelations plays important role in finding the optimal time lags values.

Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

Author’s Contributions

The contribution of the authors is equal

Acknowledgment

The authors would like to thank Çukurova University Scientific Research Projects Center for supporting this work. (Project no: FBA-2020-12962)

References

- [1] Mehrotra V., Ozlük O., Saltzman R. Intelligent procedures for intra-day updating of call center agent schedules, *Production and Operations Management* 2010; 19(3): 353-367.

- [2] Channouf N., L'Ecuyer P. A normal copula model for the arrival process in a call center, *International Transactions in Operational Research* 2012; 19(6): 771-787.
- [3]
- [4] Kim T., Kenkel P., Brorsen BW. Forecasting hourly peak call volume for a rural electric cooperative call center, *Journal of Forecasting* 2012; 31(4): 314-329.
- [5] Millán-Ruiz D., Hidalgo JI. Forecasting call centre arrivals, *Journal of Forecasting* 2013; 32(7): 628-638.
- [6] Bastianin A., Galeotti M., Manera M. Statistical and economic evaluation of time series models for forecasting arrivals at call centers, *Empirical Economics* 2016; 1-33.
- [7] Jalal ME., Hosseini M., Karlsson S. Forecasting incoming call volumes in call centers with recurrent neural networks, *Journal of Business Research* 2016; 69(11): 4811-4814.
- [8] Mohammed RA. Using personalized model to predict traffic jam in inbound call center. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems* 2017; 4(12): 1-6.
- [9] Moazeni S., Andrade R. A data-driven approach to predict an individual customer's call arrival in multichannel customer support centers, 2018 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), 2018, San Francisco, CA, pp. 66-73.
- [10] Li S., Wang Q., Koole G. Predicting call center performance with machine learning, In *INFORMS International Conference on Service Science* 2018; 193-199.
- [11] Barrow D., Kourentzes N. The impact of special days in call arrivals forecasting: A neural network approach to modelling special days, *European Journal of Operational Research* 2018; 264(3): 967-977.
- [12] Baldon N. Time series forecast of call volume in call centre using statistical and machine learning methods, PhD Thesis, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 2019.
- [13] Li S., Qingchen W., Ger K. Predicting call center performance with machine learning, *INFORMS International Conference on Service Science*. Springer, Cham, 2018.
- [14] Yamamoto K., Hatayama G. Forecasting call center arrivals at call center using dynamic linear model, *Omron Technics* 2019; 50: 1-7.

Erkek Japon Bildircinlarının Karma Yemlerine Biberiye Esansiyel Yağ Katkısının Performans, Serum Ölçütleri ve Üreme Hormonları Üzerine Etkisi

Behlül SEVİM¹, Seyit Ahmet GÖKMEN², Barışcan CURABAY³, Yusuf CUFADAR⁴, Tugay AYASAŞAN^{5*}, Yılmaz BAHTIYARCA⁶

¹Aksaray Üniversitesi Eski Meslek Yüksek Okulu, 68800, Eski-Aksaray

^{2,3,4,6}Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 42250, Selçuklu-Konya

⁵Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadırlı Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, 80760, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2996-3241>

²<https://orcid.org/0000-0003-2309-2473>

³<https://orcid.org/0000-0003-2605-5835>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9606-791X>

⁵<https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

⁶<https://orcid.org/0000-0001-7310-6867>

*Sorumlu yazar: tayasan@gmail.com

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 17 Eylül 2020

Kabul tarihi: 19 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 2 Mart 2021

Anahtar Kelimeler:

Biberiye esansiyel yağ

Erkek Japon bildircini

Performans

Serum

Üreme hormonları

Bu çalışma, erkek Japon bildircinlerinin (*Coturnix coturnix Japonica*) karma yemlerine farklı seviyelerde biberiye esansiyel yağ ilavesinin performans parametreleri, bazı serum ölçütleri ile üreme hormonlarına olan etkisini saptamak için yürütülmüştür. Çalışmada hayvan materyali olarak 49 günlük yaşta 60 adet erkek Japon bildircini kullanılmıştır. Deneme 4 muamele grubunda 5 tekerrürlü olarak, her bir kafeste 3 adet hayvan bulunan 20 alt grupta, 3 hafta süreyle yürütülmüştür. Çalışmada biri kontrol (0 mg/kg) ve 3'ü farklı seviyede (100, 200 ve 400 mg/kg) biberiye esansiyel yağ katkılı olmak üzere 4 farklı karma yem hazırlanmıştır. Araştırma sonunda erkek bildircin karma yemlerine biberiye esansiyel yağ ilavesinin canlı ağırlık kazancı ile serum parametrelerinden glikoz üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu ($P<0,05$); buna karşılık ele alınan diğer ölçütler üzerine olan etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür ($P>0,05$).

Effects of Rosemary Essential Oil Supplementation on Performances, Some Serum Characteristics and Reproductive Hormones of Male Japanese Quails

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 17 September 2020

Accepted: 19 November 2020

Published online: 2 March 2021

Keywords:

Rosemary

Male Japanese quail

Performance

Serum

Reproductive hormones

This study was carried out in order to determine the effect of different levels of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil on performance parameters, some serum characteristics and reproductive hormones of male Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). In the study, 60 male Japanese quails at the age of 49 days were used as animal material. The study was conducted with 5 replications in 4 treatment groups, in 20 subgroups with 3 animals in each cage, for 3 weeks. In the study, 4 different mixed feeds were prepared, one of which was control (0 mg/kg) and 3 of them at different levels (100, 200 and 400 mg/kg) of rosemary essential oil. At the end of the study, it was determined that the effect of rosemary essential oil addition to male quail rations on body weight gain and glucose, among serum parameters, were statistically significant ($P<0,05$). On the other hand, it was seen that its effect on the other parameters was insignificant ($P>0,05$).

To Cite: Sevım B., Gökmen SA., Curabay B., Cufadar Y., Ayaşan T., Bahtiyarca Y. Erkek Japon Bildircinlarının Karma Yemlerine Biberiye Esansiyel Yağ Katkısının Performans, Serum Ölçütleri ve Üreme Hormonları Üzerine Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2021; 4(1): 102-109.

1. Giriş

Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) Lamiaceae familyasından önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Biberiye, çalı görünümünde, yıl boyunca yeşil renklere sahip, 50-100 cm boylanabilen, çok yıllık bir bitkidir. Akdeniz iklim kuşağında yabani olarak yetişebilen biberiye, farklı sektörlerde farklı amaçlarla (tıp, gıda ve süs bitkisi) Dünya’da geniş kullanım alanına sahiptir. Biberiye Türkiye’de odun dışı orman ürünleri kategorisinde yer almaktadır [1].

Güçlü bir antioksidan etkinliğe sahip olan biberiyenin, bünyesinde ihtiva ettiği uçucu yağların büyük bir çoğunluğu monoterpenler, seskiterpenler, diterpenler gibi terpen hidrokarbonlardan oluşan ve bunların oksijene türevleri olan alkoller, esterler, aldehyt ve ketonlardan oluşmaktadır [2]. Ayrıca biberiyede bulunan fenolik bileşiklerin serbest radikalleri temizlediği ve bu özellikleri sayesinde oksidatif strese karşı koruma sağladıkları ve artan antioksidan kapasite sayesinde kardiyovasküler hastalık gibi kronik hastalık riskini azalttığı belirtilmiştir [3]. Biberiye’ de bulunan karnosik asit sentetik antioksidanlardan çok daha etkili bir aktioksidan olarak bilinmektedir [30]. Polat ve ark. [4], biberiyenin antitümör, antimikrobiyal ve antienflamatuar etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkisel ekstraların çoğunda olduğu gibi biberiye de iştahı teşvik etmesinin yanında tükürük salgısını, safra asitlerinin sentezini, lipitlerin sindirimini ve emilimini artırır [32]. Amilaz, proteaz ve lipaz gibi enzimlerin salınımını ve aktivitesini uyararak sindirilebilirliğini artırdığını bildiren çalışma da bulunmaktadır [33].

Büyüyen bıldırcınlarda rasyona 200 ve 250 mg/kg biberiye esansiyel yağı ilave edilen rasyonlarla yemlenen gruplarda, deneme sonu itibarıyla biberiye uçucu yağ ilavesinin canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisi tespit edilmemiştir [14]. Etlik piliçlerde rasyona 100 mg/kg seviyesinde biberiye esansiyel yağı ilavesinin performans parametrelerinde önem bir değişmeye sebep olmadığı bildirilmiştir [24]. Yine etlik piliçlerde yapılan çalışmada 100 ve 200 mg/kg seviyesinde biberiye esansiyel yağı ilavesinin performans kriterlerini etkilemediği fakat kan parametrelerine etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir [13]. Bıldırcınlarda sıcaklık stresinin olumsuz etkisini azaltmak amacıyla yapılan çalışmada rasyona biberiye esansiyel yağı ilavesinin canlı ağırlık ve

yem tüketimine etkisi önemli olmaz iken, yemden yararlanma oranında ise iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada sıcaklık stresi uygulanan ve 250 mg/kg biberiye yağı içeren grupta kan glikoz seviyesinin düştüğü, toplam HDL, LDL kolesterol ve trigliserit düzeylerinde deneme grupları arasında önemli farklılık tespit edilmediği saptanmıştır [23].

Spermin morfolojik özelliklerini ve işlevini etkilemesi muhtemel olan oksidatif stres erkek kanatlılarda üreme sistemini olumsuz etkileyebilir. Kanatlı spermatozoası çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olduğundan oksidatif stresi tetiklemektedir. Oksidatif stres, spermin işlevi, canlılığı ve yapısına zarar vermektedir. Mahdavi ve ark. [8], antioksidan bileşenlerin spermatogenesisi iyileştirdiğini ve antioksidanların serbest radikalleri temizleyebilme özelliğinden dolayı oksidatif stresin zararlı sonuçlarını engelleyebileceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle antioksidan özelliğe sahip esansiyel yağların erkek kanatlı hayvanlarda üreme organı özellikleri etkileme potansiyeli bulunmaktadır.

Mevcut çalışma erkek bıldırcın karma yemlerine biberiye esansiyel yağ katkısının performans, bazı serum parametreleri, üreme hormon seviyelerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Prof. Dr. Orhan Düzgüneş Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Tesisinde bıldırcın deneme kümesinde yürütülmüştür.

Çalışmada hayvan materyali olarak 49 günlük yaşta 60 adet erkek Japon bıldırcını (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Deneme 4 muamele grubunda 5 tekrürlü olarak, her birinde 3 adet hayvan bulunan 20 alt grupta, 3 hafta süreyle yürütülmüştür.

Çalışmada biri kontrol (0 mg/kg) ve 3’ü farklı seviyelerde (100, 200 ve 400 mg/kg) biberiye esansiyel yağı içeren olmak üzere 4 farklı karma yem hazırlanmıştır. Karma yemler NRC [29]’da Japon bıldırcınları için önerilen besin madde düzeyleri dikkate alınarak formüle edilmiştir (Tablo 1). Deneme süresince yem ve su *ad libitum* olarak verilmiştir. Aydınlatma ise günde 23 saat aydınlık ve 1 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır.

Tablo 1. Deneme karma yeminin hammadde bileşimleri ve besin maddesi kompozisyonları

Hammaddeler	(%)
Mısır	47,95
Soya Fasulyesi Küspesi	44,50
Ham yağ	4,40
Mermer Tozu	1,00
Tuz	0,30
DCP	1,20
Vitamin-mineral premiksi*	0,25
L-lisin	0,20
DL-metiyonin	0,20
Hesaplanmış besin madde kompozisyonu	
Ham protein, %	24,07
Metabolik enerji, kkal/kg	2909
Kalsiyum, %	0,85
Kullanılabilir Fosfor, %	0,40
Lisin, %	1,34
Metiyonin, %	0,52
Sistin, %	0,31
Metiyonin+Sistin	0,83

*Premiks karma yemin 1 kg'ında; 8,800 IU vitamin A, 2,200 IU vitamin D₃, 11 mg vitamin E, 44 mg nikotinic asit, 8,8 mg Kalsiyum D-Pantotenat , 4,4 mg riboflavin, 2,5 mg tiamin, 6,6 mg vitamin B₁₂, 1 mg folik asit, 0,11 mg D-biyotin, 220 mg kolin, 80 mg manganez, 60 mg demir, 5 mg bakır, 60 mg çinko, 0,20 mg kobalt, 1 mg iyot, 0,15 mg selenyum sağlar.

Metot

Performans Ölçütleri

Japon bildircinlerinin deneme başlangıcında ve sonunda grup şeklinde tartımları yapılarak canlı ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu değerlerden deneme başı canlı ağırlık değerleri çıkarılarak canlı ağırlık kazancı (CAK) hesaplanmıştır. Bildircinlerin tükettiği yemler günlük olarak tartılarak verilmiş ve dönem sonunda kalan yemler toplam verilen yemden çıkarılarak deneme süresince tüketilen toplam yem miktarı hesaplanmıştır. Yem tüketimi (YT) hesaplamasında ölen hayvanların YT'si göz önüne alınarak düzeltme yapılmıştır. Ölümler günlük kaydedilmiş ve aşağıdaki formül ile yaşama gücü hesaplanmıştır. Yaşam gücü (%) = (Ölen bildircin sayısı/Gruplardaki bildircin sayısı) x100.

Üreme Organlarının Ölçülmesi

Deneme sonunda her alt bölmeden 2 bildircin kesilerek içleri açılmıştır. Sağ ve sol testisler alınarak testislerin ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüştür. Daha sonra testislerin uzunluğu ve genişliği dijital kumpas ile ölçülmüştür. Her alt bölmeden 2 bildircinde kloak bezi ölçümleri dijital kumpas ile (yükseklik ve genişlik) yapılmıştır. Kloak bezi ölçümleri Mutwedü ve ark. [9]'un bildirdikleri metoda göre yapılmıştır. Alan (yükseklik*genişlik) formülü, hacim ise $(4/3 \times 3,5414 \times a \times b^2)$, $a=0,5 \times$ yükseklik ve $b=0,5 \times$ genişlik) formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Testis ağırlığının canlı ağırlığa oranı (Testis Ağırlığı/ Deneme Sonu Canlı Ağırlık x 100) formülü ile hesaplanmıştır.

Serum parametreleri

Deneme sonunda her alt grupta bulunan 1'er (5 adet/muamele) erkek Japon bildircininden 10 ml kan örnekleri alındıktan sonra servikal dislokasyon ile insani bir şekilde öldürülmüştür. Alınan kan örnekleri 5 dakika süre ile 3000 devir/dakika'da santrifüj edilerek serumları ayrılmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C'de saklanmıştır. Serum glikoz, trigliserit, kolesterol, kreatin, HDL, LDL kalsiyum, fosfor ve demir içerikleri otoanalizör cihazında tespit edilmiştir. Serum testosteron, FSH, LH ve östrojen seviyeleri ticari kit (Siemens) yardımıyla belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler

Muamelelerin incelenen parametrelere etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla elde edilen verilere istatistik paket programı [10] kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, muamele grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır [11].

3.Araştırma Bulguları ve Tartışma

Biberiye esansiyel yağının performans parametreleri üzerine etkisi Tablo 2'de; bazı üreme organ ölçüleri üzerine etkisi Tablo 3'de;

serum parametreleri üzerine etkisi ise Tablo 4’de verilmiştir.

Ergin erkek bildircinlarda rasyona farklı seviyelerde biberiye esansiyel yağı ilavesinin performans parametrelerinden deneme sonu canlı ağırlık (DSCA), YT ve YG’ ne etkisi istatistiki olarak önemsiz ($P>0,05$) olurken, CAK’na etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0,05$). Canlı ağırlık kazancı, 400 mg/kg biberiye esansiyel yağı içeren rasyonla yemlenen grupta kontrol grubuna göre önemli seviyede yüksek olmuş fakat diğer gruplarla arasındaki fark istatistiki olarak önemli olmamıştır. Çiftçi ve ark. [23], termonötral çevre şartlarında 0, 12 ve mg/kg biberiye esansiyel yağı içeren rasyonlarla yemlenen bildircinlarda deneme sonu CAK değerleri bakımından gruplara arasında önemli seviyede farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Yine bildircinlarda yapılan diğer bir çalışmada ([17]), 200 ve 250 mg/kg biberiye uçucu yağı içeren rasyonların kontrol grubuna göre CAK bakımından önemli seviyede farklılık oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Deneme başı canlı ağırlık (DBCA), gruplarda 178,80-185,27 gr; deneme sonu canlı ağırlık (DSCA)’da 184,53-200,13 gr arasında tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada biberiye yapraklarının DSCA üzerine olan etkisinin önemli olduğu bulunurken ([7]), Franciosini ve ark. [12]) etlik piliçlerin karma yemlerine 2 g/kg biberiye katkısının canlı ağırlık üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Yıldırım ve ark. [13], etlik piliçlerin yemlerine 0, 100 ve 200 mg/kg biberiye katkısının DSCA üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemli olduğunu, karma yeme biberiye katkısının DSCA’yı azalttığını tespit etmişlerdir ($P<0,05$).

Japon bildircinlarının karma yemlerine farklı düzeyde biberiye esansiyel yağı katkısının YT üzerinde istatistiki bir farklılaşmaya yol açmamış; biberiye esansiyel yağı katılan gruplarda kontrol grubuna göre bir artış görülmüştür. Bu konuda yapılan bir çalışmada etlik piliçlerin karma yemlerine 500 mg/kg biberiye ekstraktı ilavesinin, YT’yi artırdığı görülmüştür [16]. Cetin ve ark. [14], biberiye uçucu yağı ilavesinin YT üzerindeki etkisinin önemsiz olduğunu bildirirken; yapılan bir diğer araştırmada etlik piliçlerin yemlerine 0, 100 ve 200 mg/kg biberiye katkısının YT üzerine olan etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu, karma yeme biberiye katkısının YT’yi azalttığı tespit edilmiştir [13]. Cimrin [17] ise biberiye katkısının YT’yi azaltarak kazanç sağladığını ifade etmiştir. Yaşama gücü, rasyona biberiye esansiyel yağının farklı düzeyde ilavesinden etkilenmemiştir ($P>0,05$).

Yaşama gücü (YG) kontrol grubunda %100 bulunurken; biberiye esansiyel yağı katılan gruplarda %86,67-100,00 arasında değerler almıştır. Petričević ve ark. [15] ile Turan ve Yiğitarıslan [18], çalışmalarında bildircinlarda biberiye katkısının YG üzerine etkisinin istatistiki bir farklılık yaratmadığını tespit etmişlerdir. Bulgular bu iki araştırmacının bulgularıyla uyum içerisindedir. Çalışmada incelenen performans parametreleri üzerinde meydana gelen değişimlerin besleme yöntemleri, beslemede kullanılan yemlerin bileşimi, yeme katkı düzeyleri, kullanılan biberiyenin kaynağı, hayvanın türü ve yaşındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 2. Biberiye esansiyel yağının erkek bildircinlarda performans parametreleri üzerine etkisi

Parametreler	Rasyon Biberiye Esansiyel Yağı Seviyesi (mg/kg)				SHO	P-Değeri
	0	100	200	400		
DBCA (g)	178,80	185,27	183	181,20	4,312	0,733
DSCA (g)	184,53	193,33	194,47	200,13	5,431	0,276
CAK (g)	5,73 ^b	8,07 ^{ab}	10,80 ^{ab}	18,93 ^a	2,820	0,03
YT (g)	14,88	14,70	15,75	15,90	0,465	0,210
YG ()	1 0,00	86,67	100,00	93,33	5,270	0,261

DBCA Deneme başı canlı ağırlık; DSCA deneme sonu canlı ağırlık; CAK canlı ağırlık kazancı; YT yem tüketimi; YG yaşama gücü; SHO Standart hata ortalaması. ^{a, b}: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

Tablo 3. Biberiye esansiyel yağ katkısının erkek bıldırcınlarda bazı üreme organları ölçüleri üzerine etkisi

Parametreler	Rasyon Biberiye Esansiyel Yağı Seviyesi (mg/kg)				SHO	P-Değeri
	0	100	200	40		
TA (g)	4,82	5,60	5,50	6,22	0,324	0,055
TB (mm)	23,29	22,79	21,84	24,17	0,705	0,172
TE (mm)	14,39	14,91	15,12	15,46	0,392	0,307
TA/DSCA %	2,62	2,90	2,82	3,11	0,151	0,186
KBA (mm ²)	383,90	389,8	390,40	412,70	35,192	0,94
KBH (mm ³)	4366	4305	4458	4741	662,4	0,967

DSCA: Deneme sonu canlı ağırlığı; TA: Testis ağırlığı; TB: Testis boyu; TE: Testis eni; KBA: Kloak bezi alanı; KBH: Kloak bezi hacmi; SHO Standart hata ortalaması

Mevcut çalışmada erkek bıldırcın rasyonlarına biberiye esansiyel yağı ilavesinin üreme organları ölçütleri üzerine istatistiki açıdan etkisi önemsiz olmuştur ($P>0,05$). İncelenen ölçütlerden testis ağırlığı (TA), biberiye esansiyel yağ katkısı yapılan gruplarda 5,50-6,22 g bulunurken; kontrol grubunda 4,82 g olarak saptanmıştır. Japon bıldırcınlarında testis boyu (TB) 21,84-24,17 mm; testis eni (TE) 14,39-15,46 mm ve de TA/DBCA %2,62-3,11 arasında değerler almıştır.

Bıldırcınlarda kloak bezinin gelişimi androjen aktivitesi altındadır ve testis gelişimi, hayvan olgunluğu ve cinsel aktivitenin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [9]. Kloak bezi alanı ve hacmi, cinsel olgunlaşma esnasında erkek bıldırcınlarda androjen durumunun iyi bir göstergesidir [20]. Mevcut çalışmada kloak bezi alanı biberiye esansiyel yağ katkısından etkilenmemiştir ($P>0,05$). Kloak bezi hacmi de gruplarda 4305-4741 mm³ arasında değerler almıştır.

Tablo 4. Biberiye esansiyel yağ katkısının erkek bıldırcınlarda bazı serum parametreleri üzerine etkisi

Parametreler	Rasyon Biberiye Esansiyel Yağı Seviyesi(mg/kg)				SHO	P-Değeri
	0	100	200	400		
Glikoz (mg/dl)	301,40 ^b	309,20 ^{ab}	322,00 ^{ab}	339,40 ^a	7,713	0,016
Trigliserid (mg/dl)	74,40	82, 0	77,40	89,40	6,212	0,370
Kolesterol (mg/dl)	259,60	237,40	233,00	241,60	16,348	0,681
Toplam protein (g/dl)	2,84	2, 0	2,66	2,82	0,159	0,851
Fosfor (mg/dl)	5,34	5,36	5,92	6,00	0,262	0,182
Kalsiyum (mg/dl)	9,16	9,38	9,34	8,92	0,348	0,780
Toplam testosteron (mg/dl)	152,10	175,80	153,90	169,90	28,791	0,918

^{a, b}: Aynı satırda farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

Kimyasal olarak kan parametreleri hayvanların sağlığını yansıtan ölçütlerdendir. Bu parametreler hayvanların beslenme ve fizyolojik durumlarını gösteren temel göstergelerdir [21].

Mevcut çalışma sonuçlarına göre, rasyona biberiye esansiyel yağ katkısının serum parametrelerinden glikoz seviyesini rasyonda artan biberiye esansiyel yağı seviyesinin artışıyla doğrusal olarak artış göstermiş, fakat bu artış kontrol grubuna göre sadece 400 mg/kg biberiye esansiyel yağı içeren grupta önemli seviyede olmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte incelenen diğer serum parametrelerine rasyon farklı biberiye esansiyel yağı ilavesinin etkisi önemli seviyede farklılığa sebep olmamıştır. Daha önceki yıllarda yapılmış çalışmalarda serum parametrelerine

biberiye esansiyel yağının etkilerine dair sonuçlar farklılık içermektedir.

Belenli ve ark. [24] tarafından 100 mg/kg biberiye esansiyel yağı içeren rasyonlarla yemlenen etlik piliçlerde kontrol grubuna göre serum trigliserit, glikoz, total protein ve albümin seviyelerinin değişmediği, total kolesterol seviyesinin azalırken total lipid seviyesinin arttığını bildirmişlerdir. Yıldırım ve ark. [13] tarafından etlik piliçlerde yapılan çalışmada rasyona 100 ve 200 mg/kg biberiye esansiyel yağı ilavesiyle serum trigliserit seviye lineer olarak artarken, kolesterol ve HDL seviyeleri önemli seviyede değişmemiştir. Serum glikoz ve LDL seviyesi ise 200 mg/kg biberiye esansiyel yağı içeren rasyonla beslenen grupta önemli seviyede azaldığı bildirilmiştir. Çiftçi ve ark.[23], bıldırcınlarda rasyona 125 mg/kg biberiye esansiyel yağı ilavesinin serum glikoz

seviyesinde önemli olarak artışa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte rasyona biberiye esansiyel yağı ilavesinden serum trigliserit, kolesterol, HDL ve LDL seviyelerinin önemli olarak seviyede etkilenmediğini belirtmişlerdir. Ghazalah ve Ali [7], etlik piliçlerde biberiye yapraklarının kan glikoz seviyesinde önemli seviyede azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmalarının sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları arasında benzerlikler olduğu gibi bazı parametrelerde farklılıklar da bulunmaktadır. Rasyona biberiye esansiyel yağı ilavesinin serum glikoz seviyesinin azaltılmasında etkili olabileceği bazı çalışmalarda [7, 13, 23] bildirilirken, bazı çalışmalarda ise böyle bir etkinin olmadığı [24] ifade edilmiştir.

Biberiye esansiyel yağının hipoglisemik aktivitesini, endojen glikoz üretiminin inhibisyonu veya intestinal glikoz absorpsiyonunun inhibisyonu yoluyla insülin sekresyonundan bağımsız bir mekanizma ile üretiyor olabileceğini gösterdiği belirtilmiştir [30, 31]. Fakat yapılan bu çoğu çalışmada rasyonda kullanılan biberiye esansiyel yağı seviyesinin 400 mg/kg kadar ulaşmadığı ve serum örneklerinin hem erkek hem dişi olarak karışık cinsiyetteki hayvanlardan alınması sonuçlardaki uyumsuzluğun muhtemel sebebi olabilir. Diğer taraftan yukarıda belirtilen çoğu çalışmada serum kolesterol ve total protein ile ilgili sonuçlar mevcut çalışma sonuçları ile uyum içerindedir.

Mevcut çalışmada rasyona biberiye esansiyel yağı katkısı, serum Ca ve P düzeylerini etkisi önemsiz olmuştur ($P>0,05$). Mevcut çalışmada ortalama Ca ve P düzeyleri sırasıyla 9,20 ve 5,66 mg/dl olmuştur. Abo Ghanima ve ark. [25], biberiye katkısının serum Ca ve P düzeylerine olan etkisinin önemli saptaması, denemede elde

Kaynaklar

- [1] Başkaya Ş., Ayanoğlu F., Bahadır NP. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ oranı, uçucu yağ bileşenleri ve antioksidan içeriğinde morfogenetik ve ontogenetik varyabilite, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2016; 21(1): 12-20.
- [2] Yeşilbağ D. Yumurtacı bıldırcın rasyonlarına biberiye ve rezene uçucu yağı ilavesinin performans ve yumurta kalite parametreleri üzerine etkisi, Ankara

ettiğimiz bulguyla uyuşmamaktadır.

Testosteron, testislerin normal fonksiyonu, gelişimi ile büyümesi için gerekli olan en önemli hormondur. Testisler, epididimis ve diğer üreme organları yapısal ve fizyolojik olarak testosteron ve diğer androjenlere bağımlıdır. Testosteron üreme organlarının büyümesini ve salgı aktivitesini uyarır [28]. Çalışmada serum toplam testosteron seviyesi, rasyona biberiye esansiyel yağı ilavesinden önemli seviyede etkilenmemiştir.

4. Sonuç

Genel olarak, bitkilerden elde edilen yağ özütleri, sindirim uyarıcı ve antioksidan etkileri nedeniyle kümes hayvanları için potansiyel bir büyüme destekleyicisi olarak kabul edilebilir. Mevcut çalışmada da biberiye esansiyel yağ katkısı ele alınan performans ölçütleri içerisinde CAK'ı artırması bunu desteklemiştir. Ayrıca biberiye esansiyel yağının bıldırcınlardaki üreme organları ölçüleri, testosteron seviyesi ve serum parametreleri üzerine belirgin etkilerinin olmadığı görülmüştür. Mevcut çalışmada incelenen parametrelere biberiye esansiyel yağının etkilerinin daha iyi anlaşılması için ilerleyen yıllarda yapılacak araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi
2018; 65(4): 413-418.

- [3] Çimrin T., Demirel M. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağının tavuk yumurtalarının kolesterol ve yağ asitleri düzeyi üzerine etkileri, Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 2016; 4(5): 401-406.

- [4] Polat U., Yeşilbağ D., Eren M. Serum biochemical profile of broiler chickens fed diets containing rosemary and rosemary volatile oil, J Biol Environ Sci 2011; 5(13): 23-30.

- [5] Cufadar Y. Effects of dietary different levels of rosemary essential oil on performance and eggshell quality parameters in laying hens, *Selcuk J Agr Food Sci* 2018; 32(3): 454-457.
- [6] El-Gogary MR., El-Said EA., Mansour AM. Physiological and immunological effects of rosemary essential oil in growing rabbit diets, *J Agric Sci* 2018; 10(7): 485-491.
- [7] Ghazalah AA., Ali AM. Rosemary leaves as a dietary supplement for growth in broiler chickens, *International Journal of Poultry Science* 2018; 7(3): 234-239.
- [8] Mahdavi R., Heshmati J., Namazi N. Effects of black seeds (*Nigella sativa*) on male infertility: A systematic review, *Journal of Herbal Medicine* 2015; 5(3): 133-139.
- [9] Mutwedu VB., Ngoula F., Ngoumtsop VB., Ghislaine NT., Baenyi P., Ayagirwe BBR., Mushagalusa NG. Protective effects of aqueous extract of *Persea Americana* leaves against secondary sexual traits and histopathological damages induced by antouka super® in male Japanese quails (*Coturnix sp.*), *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 2020; 8(7): 1485-1491.
- [10] SPSS. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, 24.0; IBM Corp: Armonk, NY, USA, 2016.
- [11] Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 1955; 11(1): 1-42.
- [12] Franciosini MP., Casagrande-Proietti P., Forte C., Baghelli D., Acuti G., Zanichelli D., Bosco AD., Castellini C., Trabalza-Marinucci M. Effect oregano (*Origanum vulgare* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) aqueous extracts on broiler performance, immune function and intestinal microbial population, *Journal of Applied Animal Research* 2016; 44: 474-479.
- [13] Yıldırım BA., Tunc MA., Gül M., Yıldırım F., Yıldız A. The effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract supplemented into broiler diets, on performance and blood parameters, *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* 2018; 2(3): 1-9.
- [14] Cetin I., Yesilbag D., Cengiz SS., Belenli D. Effects of supplementation with rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) volatile oil on growth performance, meat MDA level and selected plasma antioxidant parameters in quail diets, *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2017; 23 (2): 283-288.
- [15] Petričević V., Lukić M., Škrbić Z., Rakonjac S., Dosković V., Petričević M., Stanojković A. The effect of using rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in broiler nutrition on production parameters, slaughter characteristics, and gut microbiological population, *Turk J Vet Anim Sci* 2018; 42: 658-664.
- [16] Manafi M., Hedayati M., Yari M. Effectiveness of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essence on performance and immune parameters of broilers during aflatoxicosis, *Advances in Life Sciences* 2014; 4: 166-173.
- [17] Cimrin, T. Thyme (*Thymbra spicata* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and vitamin E supplementation of laying hens, *South African Journal of Animal Science* 2019; 49(5): 912-919.
- [18] Turan F., Yiğitarıslan D. The effects of rosemary extract (*Rosmaria officinalis*) as a feed additive on growth and whole-body composition of the African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)), *Natural and Engineering Sciences* 2016; 1(3): 49-55.
- [19] Türk G., Ceribas AO., Şimşek ÜC., Çeribaşı S., Güvenc M., Kaya ŞÖ., Çiftçi M., Sönmez M., Yüce A., Bayrakdar A., Yaman M., Tonbak F. Dietary rosemary oil alleviates heat stress-induced structural and functional damage through lipid peroxidation in the testes of growing Japanese quail, *Animal Reproduction Science* 2016; 164: 133-143.
- [20] Ball GF., Balthazart J. Japanese quail as a model system for studying the neuroendocrine control of reproductive and social behaviors, *IJAR Journal* 2010; 51 (4): 310-325.

- [21] Alagawany M., Abd El-Hack ABD. The effect of rosemary herb as a dietary supplement on performance, egg quality, serum biochemical parameters, and oxidative status in laying hens, *Journal of Animal and Feed Sciences* 2015; 24: 341–347.
- [22] Abd El-Latif AS., Nahed SS., Allam TS., Ghazy EW. The effects of rosemary (*Rosemarinus officinalis*) and garlic (*Allium sativum*) essential oils on performance, hematological, biochemical and immunological parameters of broiler chickens, *British Journal of Poultry Science* 2013; 2: 16-24.
- [23] Ciftci M., Şimşek UG., Azman MA., Çerçi İH., Tonbak F. The effects of dietary rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil supplementation on performance, carcass traits and some blood parameters of Japanese quail under heat stressed condition, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2013; 19: 595-599.
- [24] Belenli D., Udum D., Cengiz Ş., Polat U. Influence of various volatile oils as a Dietary supplement on biochemical and performance parameters in broilers, *Journal of Biology Environment Science* 2015; 25(9): 47-55.
- [25] Abo Ghanima MM., Elsadek MF., Taha AE., Abd El-Hack ME., Alagawany M., Ahmed BM., Elshafie MM., El-Sabroun K. Effect of housing system and rosemary and cinnamon essential oils on layers performance, egg quality, haematological traits, blood chemistry, immunity, and antioxidant, *Animals* 2020, 10(2): 245.
- [26] Osman M., Yakout HM., Motawe HF., Ezz El-Arab WF. Productive, physiological, immunological and economical effects of supplementing natural feed additives to broiler diets, *Egypt. Poult. Science* 2010; 30: 25-53.
- [27] Al-Sharafi NM, Kasim SF, Hamza FZ. Ameliorative role of PTU and rosemary leaves extract in male rats with hyperthyroidism, *Eurasia J Biosci* 2020; 14: 2353-2359.
- [28] Haseena S., Aithal M., Das KK., Saheb SH. Effect of nigella sativa seed powder on testosterone and LH levels in streptozotocine induced diabetes male albino rats, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 2015; 7(4): 234-237.
- [29] NRC. Nutrient requirements of poultry. 9th Ed. National Academy Press. Washington. DC. 1994.
- [30] Angioni A., Barra A., Cereti E., Barile D., Coisson J.D., Arlorio M. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *J Agr Food Chem* 2004; 52: 3530-3535.
- [30] Platel K, Srinivasan K. Plant foods in the management of diabetes mellitus: Vegetables as potential hypoglycaemic agents. *Nahrung* 1997; 2: 68-74.
- [31] Eddouks M, Jouad H, Maghrani M, Lemhadri A, Burcelin R. Inhibition of endogenous glucose production accounts for hypoglycemic effect of *Spergularia purpurea* in streptozotocin mice, *Phytomedicine* 2003; 10(6-7): 594-599.
- [32] Christaki EV., Bonos EM., Florou-Paneri PC. Laboratory of nutrition comparative evaluation of dietary oregano, anise and olive leaves in laying Japanese Quails, *Braz J Poult Sci* 2011; 13(2): 97-101.
- [33] Hernandez F., Madrid J., Garcia V., Orengo J., Megias MD. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size, *Poultry Science* 2004; 4(83): 169-174.