



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2020, Volume (Cilt):1, Number (Sayı):1

Dergi Sahibi

Prof. Dr. Murat TÜRK

Rektör

Editor in Chief

(Baş editör)

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN

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 ERMİŞ

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. Hüsnüye 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. 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. 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 Mustafa SEVİNDİK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	mustafasevindik@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Betül GIDİK	Bayburt Üniversitesi, BAYBURT	betulgidik@bayburt.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



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 two times in a year (June 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 2 kez yayınlanmaktadır (Haziran 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 2020, Volume 3, Issue 1 list of referees is given below.
(2020 yılı, Cilt 3, Sayı 1'deki hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir).

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

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA	Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, İzmir
Prof. Dr. İlker Fatih KARA	Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mersin
Prof. Dr. Şerafettin KAYA	Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Antakya
Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Osmaniye
Doç. Dr. Ali AYBEK	Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, K. Maraş
Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta
Doç. Dr. Hakan İNCİ	Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bingöl
Doç. Dr. Uğur ÖZCAN	Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara
Dr. Öğretim Üyesi Eren KUTER	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Ve Hayvan Besleme Bölümü, Burdur
Dr. Öğretim Üyesi Esra GÜRSOY	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eleşkirt Celal Oruç Hayvansal Üretim Bölümü, Ağrı
Dr. Öğretim Üyesi Haydar ŞAHİN	İstanbul Gedik Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet SÖNMEZ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi/Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Murat YAVUZ	İzmir Demokrasi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir
Dr. Öğretim Üyesi Tarık BARAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Yusuf Ziya KAYA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Behlül SEVİM	Aksaray Üniversitesi, Eskil Meslek Yüksekokulu, Aksaray
Dr. Öğr. Üyesi Şaban KESKİN	Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik
Dr. Öğretim Üyesi Ümit YURT	Düzce Meslek Yüksekokulu İnşaat Teknolojisi Bölümü, Düzce
Öğr. Görevlisi Hakan ÇAĞLAR	Ahi Evran Üniversitesi Kaman Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Kırşehir
Öğr. Görevlisi Gülşen KAYA	İnönü Üniversitesi, Malatya
Dr. Maad M. MİJWİL	Bağdat Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri, Irak
Dr. Nuriye KABAKUŞ	Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum
Zir. Yük. Müh. Ezgi ODABAŞ	Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara
Zir. Yük. Müh. Şerife ERGÜL	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana
Zir. Yük. Müh. Zinnur GÖZÜBÜYÜK	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Erzurum



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2020, Volume (Cilt):1, Number (Sayı):1

CONTENTS (İçindekiler)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)	Sayfalar
Mustafa ÇAKIR, Cengiz DENİZ Çok Robotlu İstasyonlarda Çarpışma Önlemek İçin Çalışma Alanı Yönetimi <i>Workspace Management in Multi-Robotic Stations for Collision Avoidance</i>	1-10
Turan ASLAN, Mohammad Mahdi HOSSAINY Hız Tümseklerinin Araç ve Sürücüler/Yolcular Üzerindeki Etkilerinin Simülasyon Yöntemi ile Araştırılması <i>Investigating Speed Hump Effects on Drivers Using Simulation Techniques</i>	11-16
Emriye ÇINAR, Behçet DÜNDAR, Ebru ŞAHİN Cam Tozu Katkılı Lifli Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri <i>Physical and Mechanical Properties of Glass Powder Additive Fiber Mortars</i>	17-23
Osman Fatih BAYRAK, M. Musab ERDEM, Murat BİKÇE, Engin EMSEN Dolgu Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışına Esnek Derzli Bağlantı Elemanının Etkisi <i>Effect of Flexible Jointed Connection Elements on In-Plane and Out-Plane Behavior of Infill Walls</i>	24-28
Ömer Faruk CANSIZ, İbrahim ERGİNER, Merve ERGİNER Trafik Kaza Sayısının ve Yaralı Sayısının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Yöntemleri ile Tahmini <i>Estimation Number of Traffic Accidents and Number of Injured by Artificial Neural Networks and Regression Methods</i>	29-35
Selim ESEN, Harun KARADAĞ, Cüneyt KAPTAN, Hüseyin ESECELİ Entansif Şartlarda Yetiştirilen Kıvrıkcık Kuzularda Kan Plazması ve Yapağıdaki Çinko ve Bakır Profili <i>Zinc and Copper Profile of Blood Plasma and Wool in Kıvrıkcık Lambs Reared under Intensive Management Conditions</i>	36-40
M. Emin BİLGİLİ Adana İlindeki Biyokütle Potansiyelinin Elektrik Enerjisi İkamesinde Kullanım Durumu <i>Usage of Biomass Potential in Electricity Substitution in Adana Province</i>	41-47
REVIEWS (DERLEMELER)	
Tugay AYAŞAN, Şevval AYAŞAN İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Chia (<i>Salvia hispanica</i>) Kullanılması <i>Use of Chia (<i>Salvia hispanica</i>) in Human and Animal Nutrition</i>	48-57
Semiramis KARLIDAĞ, Merve KESKİN Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış <i>A General Screening of Bee Products</i>	58-63
Fülya SERT, Tugay AYAŞAN Atık Mantar Kompostunun Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları <i>Usage Opportunities of Waste Mushroom Composite In Animal Nutrition</i>	64-70

Çok Robotlu İstasyonlarda Çarpışma Önlemek İçin Çalışma Alanı Yönetimi

Mustafa ÇAKIR¹, Cengiz DENİZ^{2*}

¹ Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fak., Elektronik ve Hab. Müh. Kocaeli

² Ford Otosan, Gölcük Fabrikası, Gövde Üretim Alan Müdürlüğü, Kocaeli

¹<https://orcid.org/0000-0003-1250-9114>

²<https://orcid.org/0000-0002-9199-7680>

*Sorumlu yazar: cdeniz1@ford.com.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 1 Ekim 2019

Kabul tarihi: 10 Nisan 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Endüstriyel robot

Esnek otomasyon

Hat dışı programlama

Bölge yönetimi

Çarpışma algılama

ÖZET

Üretim tesislerinde, basit veya karmaşık tekrarlı görevleri istenen sürede yapmak için çok robotlu hücreler veya üretim hatları kurulur. Bu üretim hatlarında robotik otomasyon yazılımları operatör bağımlıdır, kaza riskleri vardır ve verimleri düşüktür. İmalat sanayisinde firmalar özel çözümler üretmek yerine güvenilirliği ve sürdürülebilirliği kanıtlanmış mevcut ticari çözümleri tercih etmektedir. Ticari hat-dışı robot programlama yazılımları ortak alan içinde çalışan robotlar için bölge paylaşımını yörünge üzerinde bütüncül olarak denetlememektedir. Çarpışma denetimi animasyon ve bilgisayar oyunlarında kullanılan bir işlemdir. Bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli imalat (CAM) programlarında kısmen mevcuttur. Teknik açıdan çarpışma algılama çözülmüş bir problemdir. Mühendislik açısından bakıldığında işlem yükü çok fazla olduğundan dolayı her platform için uygulanabilirlik sorunudur. Bu çalışmada ortak alan yönetimini verimli hale getirecek robotlar arası eş zamanlama sağlamaya elverişli hat-dışı robot programlama yazılımı konu edilmiştir. Sunulan çalışmanın özgün yönleri şu şekilde sıralanabilir: Zaman ve konuma bağlı olarak robot yörüngeleri değerlendirilerek sinyalleşme önerilmiştir. Böylelikle ortak alan daraltılmış ve robotların bekleme süreleri azaltılarak iş verimleri artırılmıştır. Robot kinematik bilgilerinden hesaplanan ön bilgilerle bütün olarak tüm parçalar için kontrol yapmak yerine yalnız riskli grupların analizi yapılmaktadır. Hesaplama yükünün azaltılmasıyla, basitlik nedeniyle tercih edilen hücre bölütleme tabanlı yöntemler yerine, yüzey kaplamalarının kesişimi değerlendirilmiş ve sıfır toleranslı çarpışma tespiti gerçekleştirilmiştir.

Workspace Management in Multi-Robotic Stations for Collision Avoidance

Research Article

Article History:

Received: 1 October 2019

Accepted: 10 April 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Industrial robot

Flexible automation

Offline programming

Zone management

Collision detection

ABSTRACT

In industry, multi robotic cell or stations are designed to complete a simple or complex job at the defined cycle time. Robotics automation software is operator dependent, risks of accidents are high and efficiency is low. Instead of custom solutions, existing commercial solutions due to reliability and sustainable are preferred by the companies in manufacturing industry. Commercial off-the-shelf robotic programming software does not have integrated approach on the trajectory to monitor the shared zones for collisions. Collision detection is a frequently used function in virtual platforms for animation and computer games. It is partly available in computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM) programs. Technically collision detection is a solved problem. In engineering point of view, practicability for each platform has many problems because of huge computational burden. In this study, offline robot programming software suitable for ensuring robot-to-robot synchronization is developed. The proposed study is unique for the following aspects. Signaling has been proposed

by evaluating robot trajectories according to time and position. This narrows shared area and improves work efficiency by reducing waiting time for robots. Instead of checking all parts as a whole with the preliminary information calculated from kinematic data of the robot, only analysis of risk groups is carried out. With the reduction of computational load, instead of the cell segmentation based methods which are preferred due to simplicity, intersections of the surface mesh are impacted and zero tolerance collision detection is achieved.

To Cite: Çakır M., Deniz C. Çok Robotlu İstasyonlarda Çarpışma Önlemek İçin Çalışma Alanı Yönetimi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 1-10.

1. Giriş

Esnek otomasyon sistemlerinin yaygınlaşması ile donanım maliyetleri azaltılmaktadır. Bunun yanında programlama maliyetleri ve verim önem kazanmaktadır. Endüstride güvenilirlik esas olduğu için, akademik çevrelerde çalışmalara sıklıkla konu edilmesine karşın, otonomi, sezgisel yaklaşımlar kullanılmamaktadır. Geleneksel programlama tercih edilmektedir. Söz konusu esnek otomasyon olduğunda robotik imalat ilk akla gelen çözümdür. Robot programlama için birbirlerini tamamlayan iki yöntem vardır. Kurulum süresini kısaltmak için önce hat-dışı CAD yazılımları ile olabilirlik, verim ve erişim hesaplamaları yapılır. Robot programının çatısı oluşturulur. Kurulum sırasında ise operatörler el terminalleri aracılığı ile manipülatörün konum kontrollerini yaparlar. Hat dışı programlama yazılımlarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Pan ve ark. [1] yayınlarında mevcut teknolojik yönelimi konu edinmişlerdir. Bu yayında hat dışı robot programlama yazılımları tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca programlama seçeneklerine göre üstünlüklerine ve zaaflarına yer verilmiştir.

Robot programlama yazılımları ile eskiden bu yazılımlara özel çizimler kullanılarak operatör tarafından görsel deneyimlerle programlama yapılırken, Neto ve Mendes [2] çalışmasında bir örneği tanıtılan yeni nesil yazılımlar ile tüm genel çizim programlarından veri alabilen ve bu çizimlerden yola çıkarak otomatik olarak robotlar için işlem yolu üretilmesi sağlanmaktadır. Son yıllarda geliştirilen hat dışı programlama yazılımları farklı CAD çizimleri ile çalışma bölgesi tasarımı ve robot programlama becerilerine ek olarak Baizid ve ark. [3]'de olduğu gibi en iyileme algoritmaları ile kullanıcıların daha verimli istasyonlar tasarlamasını kolaylaştırmaktadırlar.

Robotik istasyonlarda çoğunlukla birden fazla sayıda robot bulunur. İş akışını hızlandırmak, erişim noktalarını arttırmak için tercih edilen bu

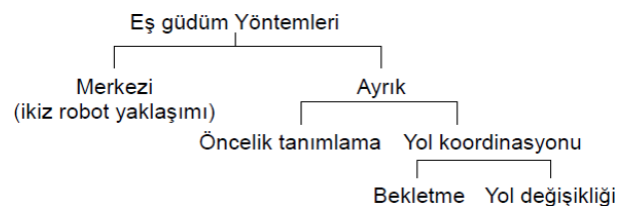
durum programlama konusunda ilave zorluklar getirmektedir. Özellikle aynı çalışma bölgesinde bulunan robotların çarpışma riskine karşı dikkatli olunmalıdır. Ortak bölgeyi paylaşan robotların çarpışmasız bir şekilde süreci devam ettirmeleri için temelde iki aşama vardır:

a)Çarpışma olasılığı olan çalışma bölgesi belirlenmeli

b)Bu bölgeye giriş çıkışlar denetlenmelidir.

Şekil 1'de bu denetlemenin ne şekilde yapılabileceğine dair genel yaklaşımlar sunulmuştur.

Çoklu robot sistemini tek bir, ancak çok eklemli robot gibi düşünen merkezi yaklaşımda hesaplama ve kontrol yükü çok fazladır. Öncelik tanıma ise kolay çözüm iken verimsizliğe neden olan boş beklemlerin en yüksek olduğu yaklaşımdır. Yol değişikliği robot programlamayı karmaşık hale getirmektedir. Curkovic ve ark. [4]'nün yayınında olduğu gibi sezgisel yaklaşımlar olmakla beraber güvenilirlikleri çok düşüktür. Paylaşılan bölge denetimi için günümüzde hemen hemen alternatifsiz kullanılan yaklaşım bekletmedir. Bölge boş olduğunda bir robotun çalışmasına izin verilirken diğer robotlar bekletilmektedir. Bu sinyalleşmede çoğunlukla programlanabilir mantık denetleçler (PLC) tarafından kontrol edilir. Operatör becerisine bırakıldığında verimsiz olabilecek bu yöntem, Flordal ve ark. [5]'nin çalışmasında olduğu gibi hat dışı programlama yazılımları ve PLC ile en düşük kayıp ile uygulanabilir. Bu yayında araştırmacılar durum makinası yaklaşımına benzer bir çözüm önermişlerdir. Çalışma uzayını bölgelere ayırarak PLC denetiminde bölge rezervasyonu ile boş beklemleri azaltmaya çalışmışlardır.



Şekil 1. Robot eş güdüm yöntemleri

Endüstriyel robotlar için çarpışma yalnız çevrelerindeki nesnelere için, Rubio ve ark. [6]'da konu edildiği gibi, söz konusu değildir. Eklemleri seri robotlar erişim bölgeleri içindeki geniş bir alanda istenen noktaya çok fazla yönelme seçeneği ile ulaşabilirler. Bu kıvraklık özellikle otomotiv endüstrisinde kaynak uygulamaları için büyük avantaj kazandırır. Ancak programlama dikkatlice yapılmazsa öğretilmiş iki nokta arasında robot hareket ederken kendi katı gövdesindeki eklemler birbirlerine çarpabilirler. Literatürde çok nadir işlenmiş bu konu bir çalışmada değerlendirilmiştir [7]. Son yıllardaki eğilim ortak çalışma söz konusu olduğunda insan-robot işbirliği üzerinedir. Özellikle güvenlik ve yeni uygulamaları konu ederek bu doğrultudaki iki yüzden fazla çalışmanın irdelendiği Villani ve ark. [8]'nin çalışması konunun yakın gelecekte hangi alanlarda yoğunlaşacağını göstermektedir. Robotların birbirleri ile görev dağılımı ile çalışmaları sürerken insanlar ile de eş güdümü sürdürmesi ilave uygulama alanlarının doğmasını, süreçlerde verimin artmasını sağlamıştır. Elbette insan robot birlikteliği söz konusu olduğunda dikkat edilecek ilk konu yine çarpışma engelleme olacaktır. Ancak insan faktörü söz konusu olduğunda önceden hazırlanmış planların, çizimlerin kullanılmayacağı açıktır. Bu duruma çözüm olarak Schmidt ve Wang [9] yayınında kameralar aracılığı ile elde edilen pozisyon bilgisinin kullanılması önerilmiştir. Yazarlar bu tip iş birliğinde özellikle ortam aydınlatması nedeni ile kameranın güvenilir olamayacağını vurgulamıştır.

Çoklu robot istasyonlarında iş akışı bazen çalışma anındaki otomasyon sisteminin gönderdiği sinyallerle değiştirilebilir. Bu durumda kabaca üç çözüm vardır. Birincisi, gerçek zamanlı olarak konum algılayıcıları ile istasyondan elde edilecek bilgiler ile Schmidt ve Wang [9]'nin yayınındaki gibi kontrol yapılabilir. Endüstri için çok fazla tercih edilmeyen bir yöntemdir. Çünkü robotların anlık hızları çarpışma gerçekleşmeden önce gerekli çıkarımların yapılmasına müsaade etmeyecek kadar yüksektir. İkinci çözüm bir üst kontrolör kurulmasıdır [10]. Bu ilave kontrolör, algılayıcı bilgisi yerine iş akışını değiştiren otomasyon sinyallerini değerlendirerek robotlar arası eş zamanlamayı sağlayabilir. Bu yayında çalışma bölgesinin alt parçalara ayrılması değerlendirilmiştir. Bu yüzden paylaşılan bölgenin çok verimli yönetilemeyeceği düşünülebilir. Üçüncü çözüm sunulan bu çalışmada tercih edilen yöntemdir. Bu yöntemde güvenlik ön planda tutulduğu için çalışma anında denetim yapılması yerine başlangıçta olası tüm

yörüngeler için çarpışma denetimi benimsenmiştir. Bunu getireceği ilave iş yüklerinin nasıl aşılacağına dair öneriler yazının ilerleyen kısımlarında tanıtılmıştır.

Katı cisimlerin birbirlerine temasının algılanması animasyon ve oyun yazılımlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Modeller bilindiği üzere bilgisayar grafiklerinde köşe noktalarına bağlanmış yüzey yamaları ile görselleştirilirler. Bu yamalar farklı poligon yüzeyleri ile oluşturulabildiği gibi modelin yüzey topoğrafyasına daha iyi uyum sağlayabilmesi için üçgenlerden oluşturulması tercih edilmektedir. Çok genellemeci bir tavırla, kaba grafiklerde yüzlerce üçgen model oluşturulurken orta seviyede grafiklerde dahi on binlerce yama bulunduğu söylenebilir. İki cismin temasının algılanması için tüm bu yamaların birbirleri ile kesişim testlerinin yapılması yüksek işlem yükü getirir. Üçgen yamalardan oluşan iki yüzeyin kesişiminin algılanması bilinen geometrik bir işlemdir. Binlerce yüzey örgüsünün test edilmesi araştırmacıları bu işlevi hızlandırıcı yöntemler geliştirmeye günümüzde dahi sevk etmektedir. Örneğin direk köşelerle sınırlandırılmış yüzeylerin testinin yapılmasındansa bu yüzeyi daire ile sınırlandırarak test edilmesinin daha verimli olduğu gösterilmiştir [11]. Çarpışma algılama işleminde temelde yapılan hesaplama basittir. Öncelikle hızlı bir test ile sınırlar değerlendirilerek karar verilebilir. Eğer bu test geçerse yüzey paralelligi sorgulanır ve gerekirse detaylı kesişim incelenebilir. Bu sürecin iş yükü, aynı işlevin çok sayıda tekrar edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu görevler paralel çalıştırılabilen işlemcilerin en verimli olduğu tip problemlerdir. Bu motivasyonla yapılan çalışmalarda [12-13] ve benzeri literatürde fazlasıyla yer alan çalışmalarda grafik işlemci üniteleri (GPU) ile hızlandırma yöntemleri önerilmiştir. Binlerce yüzey örgüsünün test edilmesini gerektiren çarpışma algılama için akademik literatürde bu algoritmaların hızlandırılması ile ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Sunulan bu yazıda çok robotlu istasyonlar için ortak alan yönetimi konu edilmiştir. Eş güdüm için "öncelik tanıma" çözümü gereksiz bekleme sebepleri olacağı için tercih edilmemiştir. "yol değişikliği" ise endüstrinin temel kıstası olan güvenilirlik ilkesine aykırı bulunmuştur. Bu sebeple ortak alan paylaşımının "bekletme sinyalleri" ile yapılması düşünülmektedir. Gerçekçi robot modeli yerine işlem yükünü hafifletmek için robot eklemleri

kanonik geometriler ile modellenmesi işlem avantajını sağlarken gereksiz bekleme neden olabilir. Sunulan çalışmada çarpışma kontrolü nihai aşamada katı cisim modellerini oluşturan üçgen yamaların kesişimleri test edilerek yapılacaktır.

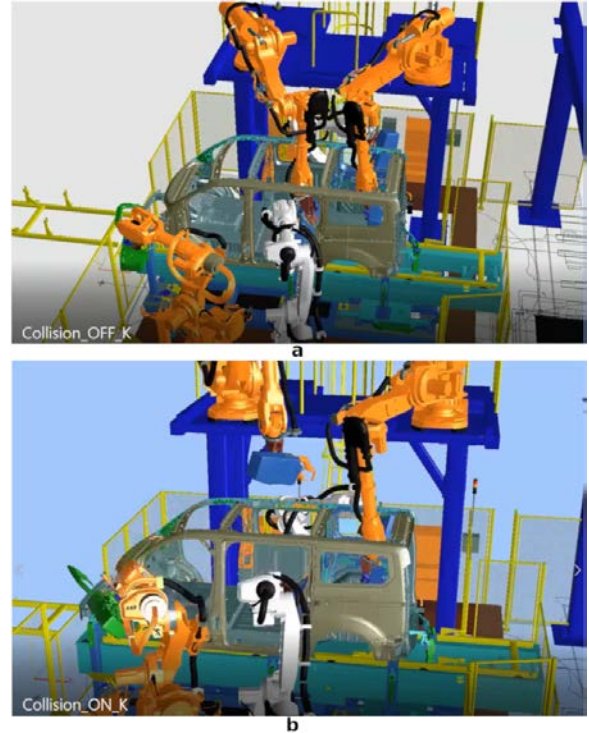
1.1 Problemin Tanımı

Zamanla değişen imalat ihtiyaçlarına yeni yatırımlara gerek kalmadan uyarlanabilmeleri sebebi ile esnek otomasyon sistemleri günümüzde imalat sürecinin olmazsa olmaz parçalarındandır. Donanım maliyetlerinin esnek çözümlerle düşürülmesine karşılık, üretim şartlarındaki değişiklik nedeni ile otomasyon ekipmanlarının yeniden programlanması ilave masraf getirmektedir. Karmaşık süreçlerde programlama, deneme-gözleme-düzenleme döngü adımlarını içeren imalat sahası çalışmasını içermektedir. Saha çalışmasını minimum düzeye indirerek olası maliyet, kaza ve zaman kaybı gibi unsurlarda işletme kaynaklarını verimli kullanabilmek için masa başı çalışmanın önemi büyüktür. Bu durumda otomasyon ekibinin modelleme yazılımlarını kullanması gerekir. Esnek, akıllı otomasyon sistemleri denince ilk akla gelen endüstriyel robotlu (IRB) imalattır. IRB'lerin programlanmasında hareket komutlarının yanında mantık, giriş-çıkış kontrolünü içeren kodlar bulunmaktadır. Birden fazla IRB'nin aynı çalışma bölgesini paylaşması durumunda aralarındaki etkileşimi yönetecek bağlantı fonksiyonlarının da hazırlanması gerekir. Çoklu robot istasyonları için ortak çalışma bölgesinin belirlenmesi, çarpışma bekleme noktalarının tespiti robot hareketlerini programlayan operatör tarafından, ihtiyacı karşılayacak hat-dışı modelleme programı olmadığı için, sahada yapılmaktadır. Operatör görüşünden dolayı yanlış ve verimsiz programlamaya açık bu yöntem robotik iş istasyonlarında hasarlı çarpışmalara, boş bekleme süresi kaynaklı verimsiz kaynak kullanımına sebep olmaktadır. Bu yazının oluşmasına kaynaklık eden Ford Otosan fabrikasında Şekil 2'de gösterilen gövde kaynak istasyonudur.



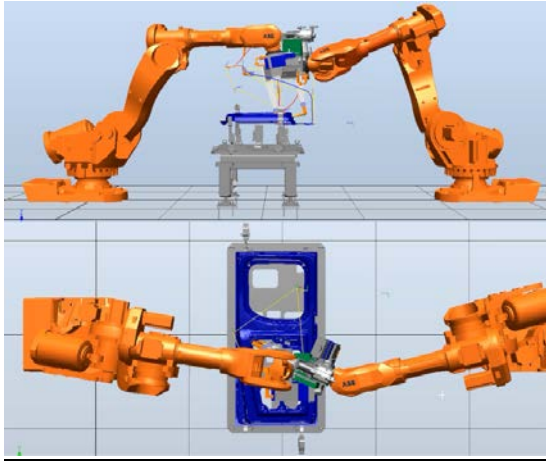
Şekil 2. Çok robotlu nokta kaynak istasyonu – Ford Otosan Gölcük Fabrikası

Bu istasyon Tablo 1'de yer bulan RobCad yazılımı ile ilk olarak masa başında kurgulanmıştır. Şekil 3'de RobCad yazılımı ile istasyonun tasarımı görülmektedir. 5 tane robot aynı araç üzerinde çalıştırılarak çevrim süresinin kısaltılması amaçlanmıştır. Ancak bu durumda IRB'ler ortak çalışma bölgelerinde birbirlerini beklemek zorunda kalmışlardır. Şekil 3a'da çarpışma kontrolü bulunmamaktadır. Dikkatli bakılırsa IRB'lerin birbirlerine çarptıkları görülebilir. RobCad programında otomatik çarpma kontrolü olmadığı için Şekil 3b'de gösterilen bekleme sinyalli benzetim, programcının anlık öngörüsü ile hazırlanmıştır. Bu öngörüye rağmen hat operatörleri tarafından işletme sahasında ince ayar yapılması zorunlu olmuştur. Şekil 2, 3 ve 4'de verilen bağlantıdaki videolardan anlık görüntüler alınarak elde edilmiştir [14].



Şekil 3. Robotik gövde kaynak istasyonu RobCad tasarımı a. alan yönetimli b. alan yönetimsiz

ABB-Robot Studio programı ile Ford Gölcük fabrikasında kapı hatları için uygulanmış bir örnek Şekil 4'de gösterilmiştir. RobCad programına benzer şekilde yazılım çarpışma durumu için operatöre uyarı yapmamaktadır. Buraya kadar olan incelememizde mevcut ticari programların çoklu robotik istasyonlarda verimliliğin ve iş riskinin en büyük nedeni olan çarpışma kontrolünü yapmadığını tespit ettik. Akademik süreçlerde ise geliştirilen yazılımlar ya bütünlük taşımamakta ya da güvenilirlikleri düşüktür. Endüstrinin ihtiyacını karşılamaktan uzaktırlar.

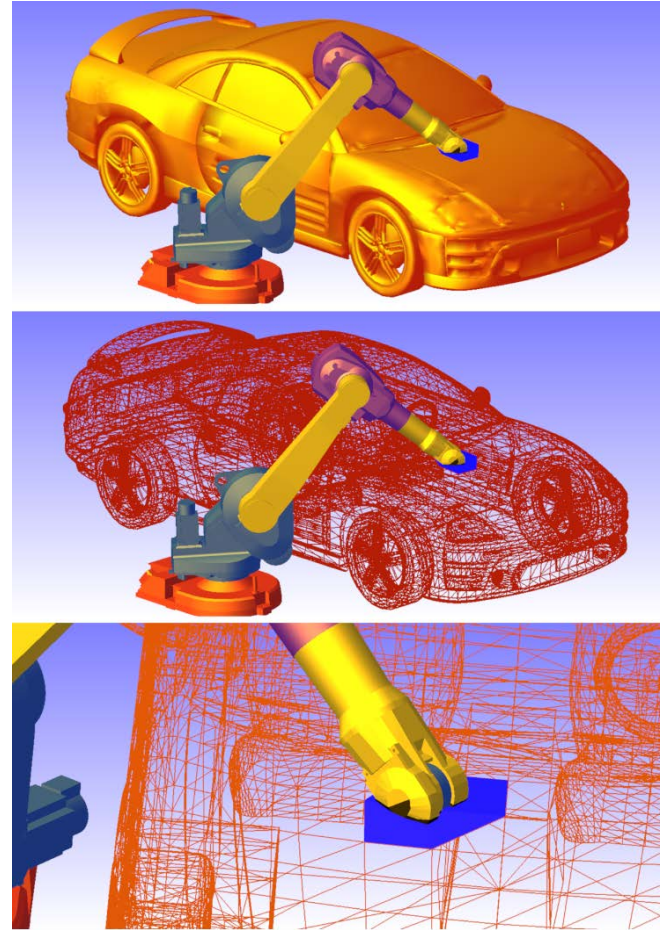


Şekil 4. ABB Robot Studio hat dışı programlama örneği

2. Materyal ve Metot

Çarpma algılamada işlem yüküne çok fazla ihtiyaç duymaktadır. Araştırmacılar sınırlandırılmış hacimler yaklaşımları ile modelleri basitleştirme eğilimindedir. Yüz binlerce üçgen yamadan oluşan oyun grafiklerinde uygulanan bu yöntem katı hesaplamaların gerektiği robotik imalatta tercih edilmemektedir. Oyun ve benzeri grafik canlandırmalara kıyasla endüstriyel robot uygulamalarında çalışma bölgesi daha sadedir. Öncelikle mevcut durumu değerlendirmek amacıyla standart yöntem geliştirdiğimiz yazılım ile Şekil 5’de gösterilen ortamda test edilmiştir.

İşlem parçası olarak değerlendirilen araba modeli 83991 adet üçgen yüzey örgüsünden oluşmaktadır. IRB modeli imalatçının sağladığı, robotik CAD programlarında kullandığı çizim dosyalarından alınmıştır. Taban kaidesi dahil her bir eklemin örgü sayısı Tablo 1’de sunulmuştur. IRB toplam 182736 üçgen yamadan oluşmaktadır. İşlem parçası ile tüm robot gövdesinin çarpışmanın denetlenmesi için yaklaşık 15.000.000.000 adet üçgen kesişim testi uygulanması gerekir. Tablo 1’de her bir eklem için gereken hesaplama süresi de verilmiştir. Bu süreleri vermekteki amaç yalnızca orantının anlaşılması içindir. Süreler IRB duruşuna göre büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Çünkü üçgenlerin tam kesişimlerinin kontrolü yapılmadan önce basit bir test ile bazı kaplamaların kesişme ihtimallerinin olmadığı anlaşılabilir. Süre kısaltılabilmektedir.



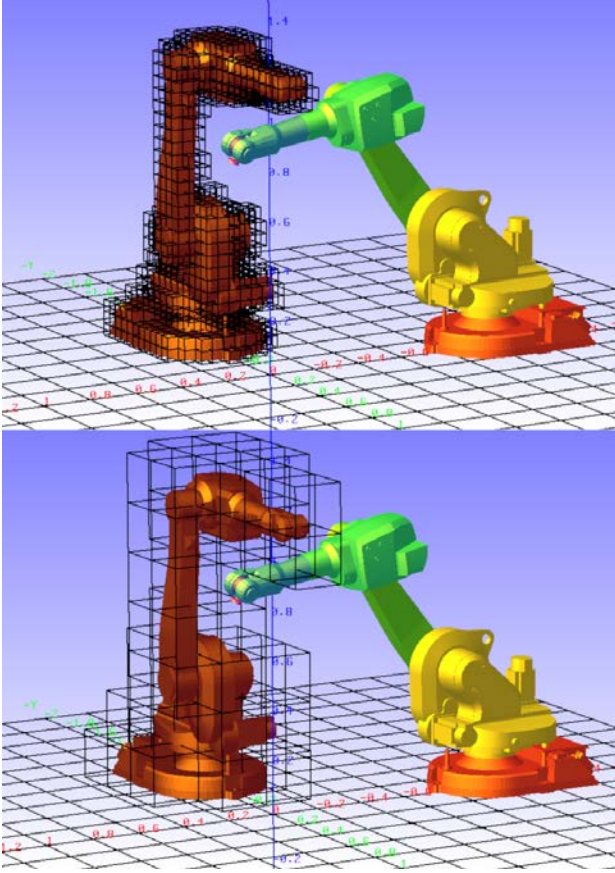
Şekil 5. IRB işlem parçası arasında çarpışma algılama

Tablo 1. Robot eklemleri yama sayıları ve çarpışma algılama süreleri (IRB links patch counts and elapsed time for collision detection)

Eklem numarası	Kaplama sayısı	Algılama süresi, s
Taban	19.086	4.53
1	83.247	19.78
2	13.146	3.14
3	36.480	8.65
4	11.727	2.79
5	14.172	5.96
6	4.878	1.15

Şekil 6’da gerçek model, küplerden oluşturulan hacim içerisinde gösterilmiştir. Hücre boyutu azaltılarak boş alanlar daraltılabilir. İşlem yükü göz önüne alınarak çok geniş hacimler gerçek model yerine kullanılırsa Şekil 2’deki gibi gerçek uygulamalarda robotların serbestçe hareket edebileceği bölge olmayacaktır. Çoklu robot istasyonları süreç hızlandırma avantajını yitirecek, yalnız sıralı işlem yapar hale gelecektir. Hücre boyutu çok azaltıldığında ise hedeflenen işlem yükü hafifletilmesinden vaz geçilmiş olur.

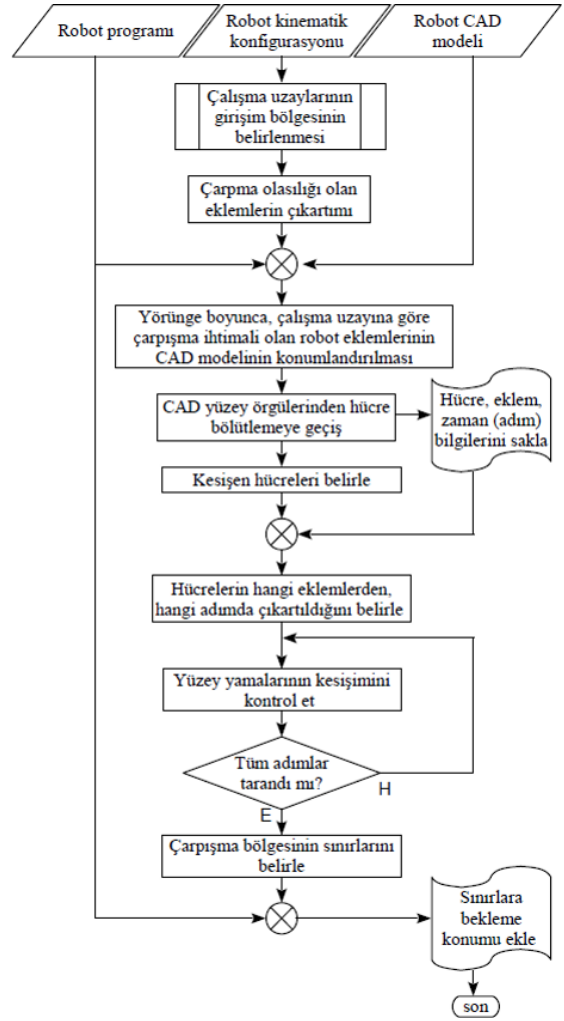
Sunulan çalışmada bu yöntem tek çözüm olarak tercih edilmemiştir.



Şekil 6. Hücre boyutlarının uygunsuz seçimine bağlı hatalı çarpışma algılama

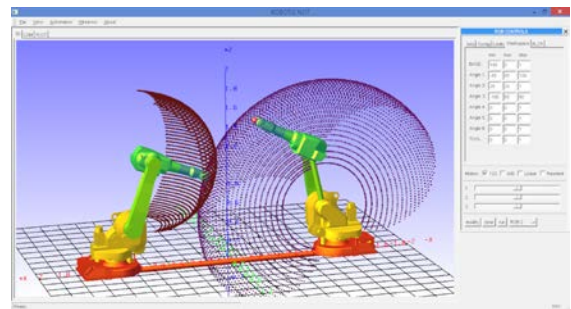
Önerdiğimiz yöntemde ait akış şeması Şekil 7'de verilmiştir. Yöntemdeki hedefler şunlardır. İşlem yükü azaltılmalı, çarpışma algılama sıfır pay ile gerçekleştirilmeli, anlık görüntüler yerine yörünge üzerindeki akışta değerlendirilme yapılmalı. Süreç robot yörüngelerinin programa yüklenmesi ile başlamaktadır. Sürecin sonundaki çıktı ise her bir robotun kendi yörüngesi üzerinde diğerleri ile kesişimin başladığı ve bittiği noktaların belirlenmesidir.

Hesap yükünü azaltmak için ilk önce gereksiz bölgelerdeki hesaplamalardan kaçınılmalıdır. Bu sebeple istasyon yerleşiminde robotların ortak olarak bulunabileceği hacmin belirlenmesi gerekir. Şekil 8'de hazırlanan program ile bu aşama görselleştirilmiştir. Eklemlili robot kollarının çalışma bölgeleri temel geometrilerle tanımlanamaz.



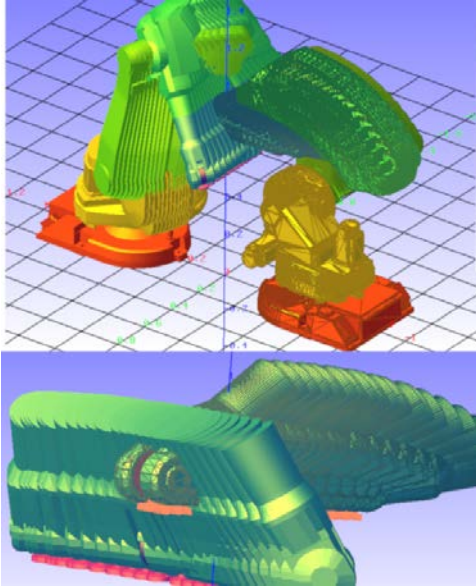
Şekil 7. Robot programının çarpışma bölgesi için düzenlenmesine ait akış şeması

Hatırlatmak gerekir ki eklemlili robotlarda eklemler tam 360 derece hareket etmezler. Bu grafikte robot uç noktasının düz kinematik bağıntılar ile hesaplanıp görselleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Önerilen yöntemde yalnız uç noktası değil tüm bağlantılar için hacim belirlenmiştir. Her bir eklemin hangi hacim içerisinde hareket ettiği hesaplanmaktadır. Robot bir bütün olarak ele alınmadan, eklemlerin kesişip kesişmediğinin kontrolü ile işlem yükü azaltılmıştır.



Şekil 8. Paylaşılan çalışma alanının tespit edilmesi

Şekil 8'de gösterildiği gibi robot yerleşimlerine göre çalışma uzayı belirlendikten sonra, girişim yapması olası eklemlerin belirlenmesi aşamasına kadar robot programı göz önüne alınmamıştır. Bundan sonraki aşamada robot hareket komutları ile Şekil 9 deki gibi tüm yörünge değerlendirilir. Robot hareket komutlarında temelde hedef pozisyonun konum ve rotasyona ait bilgileri yer alır. Bu hedefe kullanılan komuta göre doğrusal, dairesel ya da eksen hareketlerle robot yönlendirilir. Şekil 9 bu hareketler sırasında belirli adımlarda ara noktalar belirlenerek elde edilmiştir. Robot programında ve detaylı çarpışma testlerinde değerlendirilmek üzere ilgili robot programı satırı ve ara noktanın konum ve rotasyon bilgileri depolanır. Bir önceki adımda yalnız çarpışma olasılığı olan eklemler çıkartılmıştı. Şimdiki aşamada Şekil 6 de tanıtilan hücreleme ile kaba hatlarla kesişen eklemler tespit edilir.



Şekil 9. Her bir IRB için ortak alanda bulunan eklemlerinin yörünge boyunca canlandırılması

Yüzeyleri oluşturan üçgen yamalarının testi Möller [15]'in yayınında bahsedilen yöntemle benzer şekilde yapılmıştır. Bu yayında kesişim algılaması için önerilen yöntem şudur.

T_1, T_2 üçgenleri sırası ile $(V_0^1, V_1^1, V_2^1), (V_0^2, V_1^2, V_2^2)$ köşe noktaları ile belirlenmiş olsun. T_2 için yüzey denklemi X bu yüzey üzerinde herhangi bir nokta, \vec{N}_2 yüzey normal olmak üzere,

$$\vec{N}_2 X + d_2 = 0 \quad (1)$$

olarak bulunur.

Yüzey normali \vec{N}_2 ve d_2 denklem (3) ve (4) ile hesaplanabilir.

$$\vec{N}_2 = (V_1^2 - V_0^2) \times (V_2^2 - V_0^2) \quad (2)$$

$$d_2 = -\vec{N}_2 \cdot V_0^2 \quad (3)$$

T_1 üçgeninin köşelerinin T_2 üçgeninin belirlediği düzleme olan mesafesi

$$d_{V_i^1} = \vec{N}_2 \cdot V_i^1 + d_2, \quad i = 0, 1, 2 \quad (4)$$

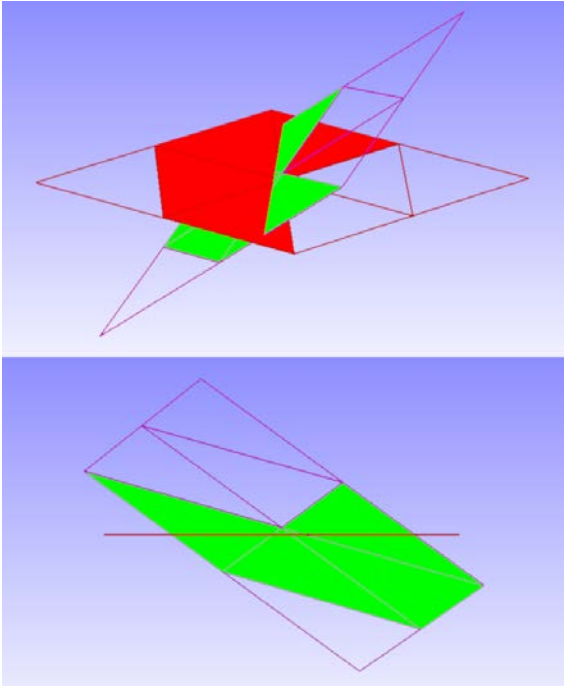
ile bulunur. Eğer bütün $d_{V_i^1}$ değerleri sıfırdan farklı ve aynı işaretli ise T_1 üçgeninin köşeleri T_2 üçgeni ile bulunan düzlemin aynı tarafındadır ve kesişim yoktur. Aksi durumda her iki düzlemin kesişim hattı

$$D = \vec{N}_1 \times \vec{N}_2 \quad (5)$$

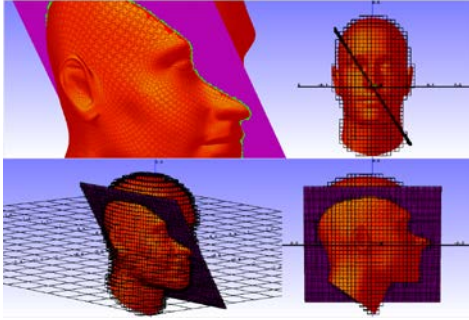
ile verilen doğru üzerindedir. $(V_1^2 - V_0^2) \cap D$ ve $(V_2^2 - V_0^2) \cap D$ ile T_2 üzerindeki kesişim hattı parçası bulunur.

Benzer şekilde T_1 için bulunan doğru parçası birbirine girişmiş durumda ise kesişim tespit edilmiş olur. $d_{V_i^1}$ değerleri sıfıra eşit ise her iki üçgen düzlemi paraleldir. Bu durumda bir üçgenin köşelerinin diğerinin içinde olup olmadığının testinin yapılması ile basitçe kesişim varlığı kontrol edilebilir. Şekil 10'da bu test ile gerçekleştirilmiş kesişim algılama gösterilmiştir. Dikkat edilirse görülecektir ki pek çok yama için detaylı test gerektirmeden (4) ile elde edilecek sonuç değerlendirilerek kesişim olmadığı anlaşılabilir.

Tüm yamaların bu şekilde test edilmesi her ne kadar detaylı analiz gerektirmeden sonuca ulaşılabilir de çok zaman alacaktır. Bu sebeple Şekil 11'de gösterilen yaklaşım bu çalışmada önerilmektedir. Bu öneride öncelikle modeller kübik hücrelere ayrılır. Hücrelerin kesişim testi üçgen üçgen kesişim testine göre basit ve hızlıdır. Yalnızca çakışan hücreler içinde yer alan yamaların kontrolü ile sıfır paylı çarpışma olup olmadığı anlaşılır.



Şekil 10. Yüzey örgülerinin kesişimlerinin tespiti



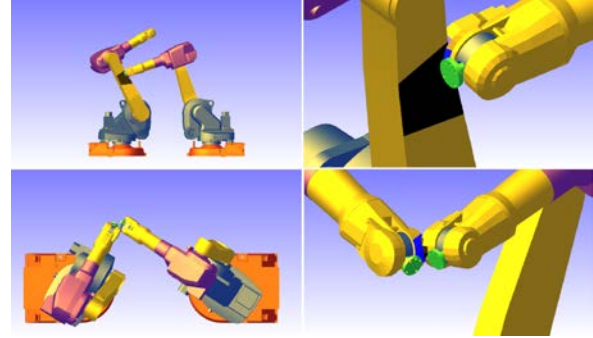
Şekil 11. Hızlandırma için hücre temelli kesişim testi

Şekil 11'de kullanılan modeller anlaşılabilirliği arttırmak için tercih edilmiştir. Çok robotlu istasyonlar söz konusu olduğunda bu işlemin şekil 9'da verilen sahne için yapılacağı bilinmelidir. Gerçek robot modelleri kullanılarak gerçekleştirilen çarpışma kontrolüne ait grafik Şekil 12'de verilmiştir.

3. Tartışma

Ortak çalışma alanı yönetimi özellikle otomotiv endüstrisinde robotik hatlarda çok önemlidir. Yanlış kurgulandığında mekanik hasarlara yol açabilen el ile yapılan düzenlemeler, özenli yapıldığında dahi verimsizliklere yol açmaktadır. Bu yazıda çoklu robot istasyonları için çevrim süresini hızlandırma, çarpışma kaynaklı mekanik hasarların oluşmasını engelleme, operatör yükünü azaltmak amacıyla, hazırlanmış robot

programlarını işleyip çarpışma kontrolü sinyalleşmesini düzenleyen yazılım tanıtılmıştır.



Şekil 12. Önerilen yöntemle gerçekleştirilmiş farklı IRB duruşları için çarpışma kontrol sonuçları

Çarpışma durumunda gerçek koşullarda tek geçerli tepki robotları en kısa biçimde durdurmaktır. Bu sebeple robot programında çarpışmanın gerçekleşmemesi için gerekli sinyalleşme düzenlenmiştir. Geliştirilen yazılımda sezgisel yöntemler kullanılmadan işletme, süreç güvenilirliğini arttırmak için IRB CAD modelini oluşturan üçgen örgülerin kesişim kontrolü ile çarpışma algılaması yapılmıştır. Konvansiyonel yaklaşımda bu işlem ya robot çizgi modeli üzerinde yapılmakta ya da hücre bölütleme gibi sınırlandırılmış hacim yaklaşımları ile gerçekleştirilmektedir. Önerdiğimiz yöntemden uygulamacıların temel sakınma nedeni robot kaplamasının her bir yaması için ilgili ekleme kadar düz kinematik modelin tekrar tekrar çalıştırılması neticesindeki işlem gücü yetersizliğidir. Kesişim kontrolü literatür çalışmalarında genelde tüm üçgen yamalar için ayrı ayrı uygulanırken bu çalışmada kinematik ön bilgilerden yola çıkarak yalnız çarpma olasılığı olan yamalar üzerinde yapılmıştır.

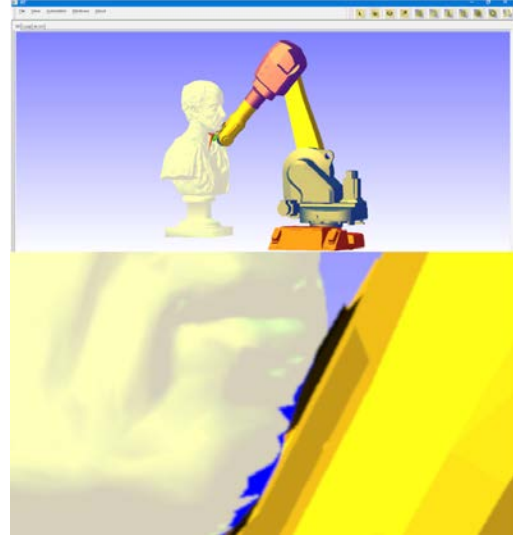
Geliştirilen yazılım aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Seçilmiş IRB manipülatörü görselleştirirken robot imalatçılarının CAD modelini kullanmaktadır.
- Çalışma bölgesi hacmini görselleştirebilmektedir. Manipülatör kinematik bilgilerini anlık olarak ekrana yansıtılabilmektedir. (program LibNoDave Kütüphanesi ve ABB RobSDK aracılığı ile eklem açılarını alabilmekte ve ekranda bu duruştaki robotu görselleştirebilmektedir.)
- Hat dışı programlamada çarpışma kontrolü yapabilmektedir.

Çarpışma algılama için kullanılan üçgen-üçgen kesişim tespitinde öncelikle üçgen yamanın düzlem denklemleri bulunur. Test edilecek diğer üçgenin köşeleri bu düzlemin aynı tarafında ise

test yapmaya gerek kalmadan kesişim yok kararı verilir. Eğer bu basit test ile kesişim olmadığı tespit edilebilir ise işlem süresi çok kısa olur. Dolayısı ile çarpışma algılama süresinin IRB duruşuna çok bağlı olduğu söylenebilir. Bu sebeple sunulan makalede kesin sayısal süreler vermekten kaçınırsak da bu işlem süresinin kullanılan donanıma bağlı olarak değişebileceği bilinmektedir. Bizce önemli olan test yapılması gereken üçgenlerin sayılarının azaltılmasıdır. Robot kinematik bilgilerinden yola çıkarak eklemelerin kesişim bölgesi içinde olup olmadığının tespiti ile öncelikle takip eden işlemler azaltılmıştır.

Mevcut ticari yazılımlarda çalışma bölgesi içinde her nesne sabit iken operatör tek bir manipülatörü gezdirerek çarpışma olasılığını değerlendirmektedir. Daha sonra sabit tutulan nesnelere bir sonraki konumlarına getirilir ve tekrar hedef manipülatör bir önceki aşamada olduğu gibi yörüngesinde hareket ettirilir. Sunulan çalışmanın özgün yanlarından biri de her hareketli nesnenin tüm yörüngeleri boyunca hareketlerini bir kerede işlemedir. Bu özellikte hiç bir yazılım şu an için mevcut değildir. Önerdiğimiz yöntemde tüm yörünge üzerindeki hareket bir çerçevede toplanmıştır. Bu toplama işlemi yalnız çarpışma ihtimali olan eklemeler için yapılmıştır. Sonraki aşamada hücre bölütleme yöntemi ile kesişen hücreler tespit edilmiştir. Yalnız kesişen hücreler içindeki üçgen yamalar test edilerek süreç iyice kısaltılmıştır. Çarpışma daha önceden de değinildiği üzere yalnız IRB-IRB için değil aynı zamanda IRB işlem parçası için de söz konusu olabilir. Şekil 13'de robotik frezeleme uygulamasına ait resim verilmiştir. Bu yazıda önerdiğimiz yöntemler ile çarpışma tespiti bu tür uygulamalar için de kullanılabilir. Güncel yazılımlarda frezeleme işlem için robotun uç noktasının işlem hattı belirlenebilmesine karşın çarpışma kontrolü yapılmamaktadır.



Şekil 13. Robotik frezeleme uygulaması için çarpışma algılama

4. Sonuçlar

Bu çalışmada üçgen üçgen kesişim algılama için yeni bir önerimiz yoktur. Araştırmacılar günümüzde algoritmanın geliştirilmesi yerine iş akışının düzenlenmesi üzerine yoğunlaşmaktadırlar. İşlem yükünü hafifletmek için, tek komut çok veri yaklaşımına uyan hesaplamaları GPU üzerinde gerçekleştiren çalışmalar devam etmektedir. Gelecek çalışmalarda bu yazıda önerdiğimiz yöntem ile azaltılmış test edilecek üçgen yama sayısı avantajı, uygun hafıza ve işlem organizasyonu ile değerlendirilerek GPU'lar üzerinde programın daha da hızlandırılması sağlanabilir.

Not: Bu çalışma, 25-27 Nisan 2019 tarihleri arasında Antalya/Türkiye'de düzenlenen 4. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi'nde (IMSEC 2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Pan Z., Polden J., Larkin N., Van Duin S., Norrish J. Recent progress on programming methods for industrial robots, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 2012; 28(2): 87-94, doi: 10.1016/j.rcim.2011.08.004
- [2] Neto P., Mendes N. Direct off-line robot programming via a common CAD package, *Robotics and Autonomous Systems* 2013; 61, 896-910. doi: 10.1016/j.robot.2013.02.005
- [3] Baizid K., Cukovic S., Iqbal J., Yousnadj A., Chellali R., Meddahi A., Devedzic G., Ghionea I. IRoSim: Industrial robotics simulation design planning and optimization platform based on CAD and knowledge ware technologies, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 2016; 42, 121-134. doi: 10.1016/j.rcim.2016.06.003

- [4] Curkovic P., Jerbic B., Stipancic T. Co-evolutionary algorithm for motion planning of two industrial robots with overlapping workspaces, *International Journal of Advanced Robotic Systems* 2013; 10(55): 1-11. doi:10.5772/54991
- [5] Flordal H., Fabian M., Akesson K., Spensieri D. Automatic model generation and PLC-code implementation for interlocking policies in industrial robot cells, *Control Engineering Practice* 2007; 15(11): 1416-1426. doi: 10.1016/j.conengprac.2006.11.001
- [6] Rubio F., Llopis-Albert C., Valero F., Suer JL. Industrial robot efficient trajectory generation without collision through the evolution of the optimal trajectory, *Robotics and Autonomous Systems* 2016; 86, 106-112. doi:10.1016/j.robot.2016.09.008
- [7] Peidro A., Reinoso O., Gil A., Marin JM., Paya L. A method based on the vanishing of self-motion manifolds to determine the collision-free workspace of redundant robots, *Mechanism and Machine Theory* 2018; 128, 84-109.
- [8] Villani V., Pini F., Leali F., Secchi C. Survey on human-robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications, *Mechatronics* 2018; 55, 248-266. doi:10.1016/j.mechatronics.2018.02.009
- [9] Schmidt B., Wang L. Depth camera based collision avoidance via active robot control, *Journal of Manufacturing Systems* 2014; 33, 711-718.
- [10] Zhou J., Aiyama Y. On-line collision avoidance system for two PTP command-based manipulators with distributed controller, *Advanced Robotics* 2015; 29(4): 239-251. doi:10.1080/01691864.2014.985610
- [11] Danaei B., Karbasizadeh N., Masouleh MT. A general approach on collision-free workspace determination via triangle-to-triangle intersection test, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 2017; 44, 230-241. doi: 10.1016/j.rcim.2016.08.013
- [12] Ruiz de Miras J., Salazar M. GPU inclusion test for triangular meshes, *Journal of Parallel Distributed Computing* 2018; 120, 170-181. doi: 10.1016/j.jpdc.2018.06.003
- [13] Ling-yu W. A faster triangle-to-triangle intersection test algorithm, *Computer Animation Virtual Worlds* 2014; 25, 553-559. doi:10.1002/cav.1558
- [14] Çakır M. Ders notu. Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fak. Elektronik ve Hab. Müh. http://ehm.kocaeli.edu.tr/dersnotlari_data/mca_kir/Mak_Collision/2010.
- [15] Möller T. A fast triangle-triangle intersection test, *Journal of Graphic Tools* 1997; 2(2): 25-30. doi: 10.1080/10867651.1997.10487472

Hız Tümseklerinin Araç ve Sürücüler/Yolcular Üzerindeki Etkilerinin Simülasyon Yöntemi ile Araştırılması

Turan ARSLAN^{1,*}, Mohammad Mahdi HOSSAİNY²

¹ Doç. Dr. Bursa Uludağ Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1313-3091>

²<https://orcid.org/0000-0002-2900-6743>

*Sorumlu yazar: arsltur@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 5 Aralık 2019

Kabul tarihi: 25 Mart 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Hız tümsekleri

Trafik sakinleştirme

Trafik güvenliği

ÖZET

Trafik sakinleştirme için en fazla tercih edilen yöntemlerin başında hız tümsekleri uygulaması gelmektedir. Dolayısıyla hız tümseği uygulamalarının mevcut standartlara uyumluluğu, belirlenen hız azaltma hedefine ulaştırıp ulaştırmadığı ve araç/yolcu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi gibi hususların araştırılması önem taşımaktadır. Çalışma kapsamında Bursa Nilüfer bölgesinde bulunan Uludağ Üniversitesinde yaygın olarak kullanılan hız tümsekleri örnek alınarak, bunların Türkiye standardına (TS 6283) uygunluğu kontrol edilecek ve sürücü/yolcu üzerindeki etkileri konfor açısından değerlendirilecektir. Çalışma üç aşama olarak düşünülmektedir. Simülasyon yöntemi ile tümsek ve araçların modellenerek değişik hız ve tipteki araç tiplerinde meydana gelen titreşimlerin yatay/düşey ivmeler cinsinden belirlenerek sürücü/yolcu açısından konfor seviyelerinin ISO 2631 standardına göre uygunluğu çalışmanın ilk aşamasını oluşturmaktadır (çalışmada bu ilk aşama anlatılmıştır). İkinci aşaması ise arazide gözlemlenen araçların geçiş hızlarına göre sürücülerin hissettikleri subjektif konfor seviyelerinin anket yoluyla belirlenmesini hedeflemektedir. İkinci aşamada gözlem ve anket yoluyla elde edilen subjektif konfor seviyeleri ile bu hızlara göre simülasyondan elde edilen teorik konfor seviyeleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi çalışmanın son aşamasını oluşturacaktır. Bulunan bulgular doğrultusunda trafik sakinleştirmede uygulanan hız tümseklerinin etkinliği değerlendirilecek ve öneriler geliştirilecektir.

Investigating Speed Hump Effects on Drivers Using Simulation Techniques

Research Article

Article History:

Received: 5 December 2019

Accepted: 25 March 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Speed humps

Traffic calming

Traffic safety

ABSTRACT

Speed humps are one of the most preferred methods for achieving traffic calming. Therefore, it is important to investigate whether speed hump applications are in compliance with the current standards, whether they achieve the specified speed reduction target or not, and their effects on the vehicle and drivers/passengers. Speed humps used in Bursa Uludağ University campus are examined in this study for evaluating the speed humps' conformity to the standards (TS 6283) and for their effectiveness on drivers in terms of comfort. The study consists of three stages. In the first stage speed humps' comfort levels are determined according to the ISO 2631 by assessing the vibrations occurred due to the horizontal/vertical accelerations as vehicles passing over the humps with varying speeds via simulation model (only this stage is explained in this paper). In the second stage, the subjective comfort levels felt by the drivers considering the speeds of the vehicles are determined by observations and survey in the field. In the third stage, some statistical analysis will be conducted to reveal the relationship between subjective comfort levels obtained by the survey and theoretical comfort levels obtained by simulations with the observed speeds. In line with the findings, the

cinsinden kaydedilmiştir. Bu ivmelerin sürücü/yolcu üzerinde etkileri ise ISO 2631 [8] standardında verilen RMS (root mean square) yöntemine göre dönüştürülerek konfor seviyeleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

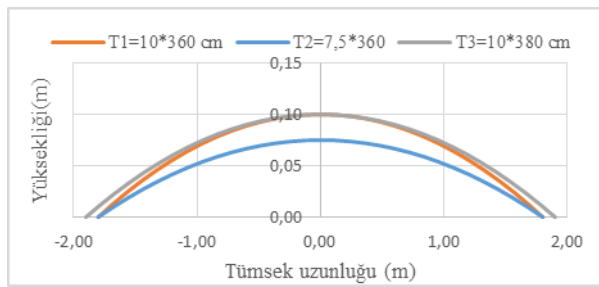
Çalışma esas olarak iki aşamalıdır:

- Bilgisayar ortamında simülasyon yöntemi ile hız tümsekleri ve gerçek taşıt modellenerek, maruz kalınan titreşimlerin ivme-zamana bağlı olarak elde edilmesi (MSC Adams/Car)
- Elde edilen titreşimlerini konfor açısından değerlendirmesi (ISO 2631)

2.1. Simülasyon Yöntemi

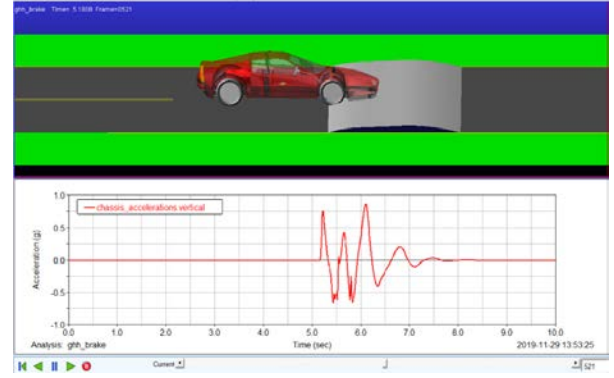
Diğer yöntemlere kıyasla simülasyon yöntemi kullanılarak geliştirilen modellerin; daha hızlı olması, daha fazla değişken ile çalışabilme imkânı vermesi, maliyet açısından daha avantajlı olması ve yapılan hataları geriye dönüp kolaylıkla düzeltebilme imkânı vermesi gibi birçok avantajları vardır [9]. Bu çalışmada hız tümseği uygulamalarının araç/sürücü/yolcu üzerindeki etkilerini tespit etmek ve incelemek için MSC Adams/Car simülasyonu kullanılmıştır.

Şekil 2’de görüldüğü gibi TS 6283 standardında [2] verilen 3 farklı parabolik profildeki hız tümsekleri ve farklı iki tip taşıt türü (otomobil ve otobüs) MSC Adams/Car programında modellenmiştir. Araçların değişik hızlarda maruz kaldıkları ivmeler simülasyon sonucunda elde edilerek kaydedilmiştir.



Şekil 2. TS 6283’e göre üç farklı tümseğin profilleri [2]

Bu hız tümseklerin profil modelleri noktasal koordinat şeklinde Adams/Car programında oluşturulmuştur. Adams/Car yazılımında oluşturan tümsekler ve araç modelleri değişik hızlarla tümsekten geçirilerek araçlarda meydana gelen titreşimler ivme cinsinden elde edilmiştir (örnek bir sonuç Şekil 3’te gösterilmektedir).



Şekil 3. Bir otomobilin hız tümseğinden geçişi sırasında kaydedilen ivmesi

2.2. Titreşimlerin Değerlendirilmesi

ISO 2631-1 standardına göre insan vücudunda oluşan titreşimlerin etkileri dikkate alınarak konfor seviyeleri belirlenmiştir. Standartta konfor; sayısal olarak ölçülen titreşim değerlerinin ağırlıklandırılmış frekans analizi ile bulunan karesel ortalama kökü (a_w) olarak ifade edilmektedir. Genel olarak düşey doğrultudaki titreşimler (a_{wz}) dikkate alınır (yatay ekseninde titreşim değerleri çok küçük çıktığı için ihmal edilir). Bu değerler hesaplanırken titreşimlerin zamana bağlı ivmelerinin frekans ağırlıklandırılmış ivmeye dönüştürülmesi gerekmektedir.

ISO 2631-1 standardına göre bu ivmeler frekans aralıklarına karşılık gelen ağırlıklar ile çarpılarak karelerinin ortalamasının karekökü (RMS) alınarak maruz kalınan etki konfor değerine dönüştürülür. Araçlarda oluşan titreşimler farklı yönlerde salınım yapacağından pozitif ve negatif ivmeler oluşacaktır ve eksiler artıları götürcektir. Bu nedenle standartlarda kullanılan RMS yönteminde her bir ivme değerinin karesi alınarak toplanır ve daha sonra ortalamalarının karekökü aşağıdaki formüle göre bulunur:

$$a_w = \left[\sum_i (w_i a_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

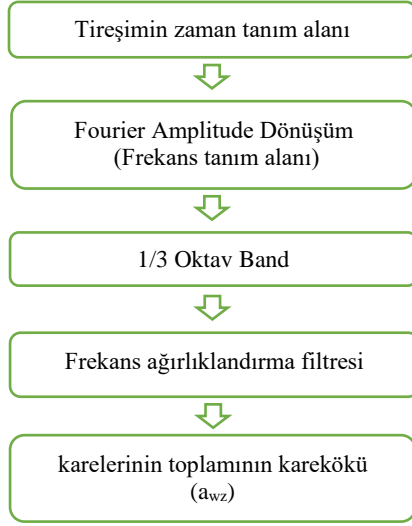
Formülde;

a_w : frekans ağırlıklı ivme

w_i : faktör ağırlıkları (ISO 2631-1)

a_i : i inci 1/3 oktav bandı için frekansa dönüştürülmüş ivmeleri göstermektedir.

Titreşimleri konfor açısından değerlendirilmesinde izlenen prosedürün akış diyagramı Şekil 4’te gösterilmektedir.



Şekil 4. Konfor seviyelerinin belirlenmesinde izlenen süreç

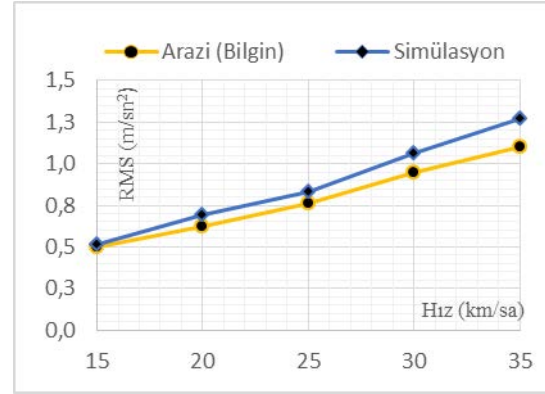
Şekil 4’te verilen akış özeti; ilk olarak aracın maruz kaldığı farklı yönlerdeki (x , y ve z) ivme-zaman grafiğinin Fourier amplitud dönüşümü ile ivme-frekans grafiğine dönüştürülmesi gerekmektedir. Elde edilen bu frekansların farklı eksenler için önerilen frekans ağırlıkları faktörleri ISO 2631-1’e göre elde edilerek, frekansların ağırlıklandırılarak elde edilecek RMS ivme değerinin bulunmasıdır. ISO 2631-1 standardında titreşim sinyalleri frekansa bağlı olarak, 0.1Hz-400 Hz frekans Aralığında 1/3 oktav bant frekans limitlerine göre Butterworth filtreleme tekniği kullanılarak sinyallerin düzenlenmesi tavsiye edilmektedir. Çalışmada SeismoSignal 2016 öğrenci yazılımı kullanılarak bu işlem yapılmıştır [10]. Kısaca, her bir yönden etkileyen ivmelerin frekansa dönüştürülmesiyle elde edilen ivme değerleri filtrelenen her bir bant aralığı için belirlenen faktör ağırlıklarıyla çarpılarak kareleri alınır ve toplanır. Bu toplamın karekökü insan üzerindeki “titreşim etkisi” olarak kabul edilir ve yukarıda verilen Formül (1) ile elde edilir.

ISO 2631-1 standardı insan vücuduna iletilen titreşimin ortalamasını temsil etmesi açısından a_w bileşenini en uygun sayısal değer olarak kabul etmektedir. Böylelikle, formüle göre elde edilen sonuçlar, ISO 2631-1 standardına göre konfor olarak değerlendirilir. Standartta, titreşime maruz kalan insanın hissettiği titreşim miktarlarına göre oluşacak konfor seviyeleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

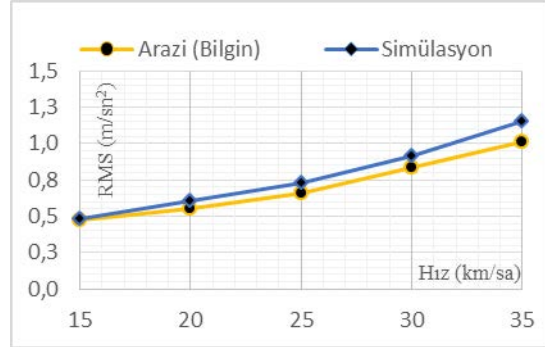
Tablo 1. ISO 2631’e göre a_w değerlerine göre konfor seviyeleri

a_{wRMS}	Konfor seviyeleri
$<0.315 \text{ m/sn}^2$	Konforlu
$0.315 - 0.360 \text{ m/sn}^2$	Az konforlu
$0.5 - 1 \text{ m/sn}^2$	Biraz konforsuz
$0.8 - 1.6 \text{ m/sn}^2$	Konforsuz
$1.25 - 2.5 \text{ m/sn}^2$	Çok konforsuz
$>2 \text{ m/sn}^2$	Aşırı konforsuz

Geliştirdiğimiz simülasyon yöntemini doğrulamak amacıyla Bilgin [11]’in arazide 7 adet tümsekten testler yaparak ölçtüğü RMS değerleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçların makul derecede birbirine yakın olduğu görülmektedir (iki tümsek için sonuçlar Şekil 5’te gösterilmiştir, diğerleri için Mahdi [12]’nin çalışması önemlidir).



(a)



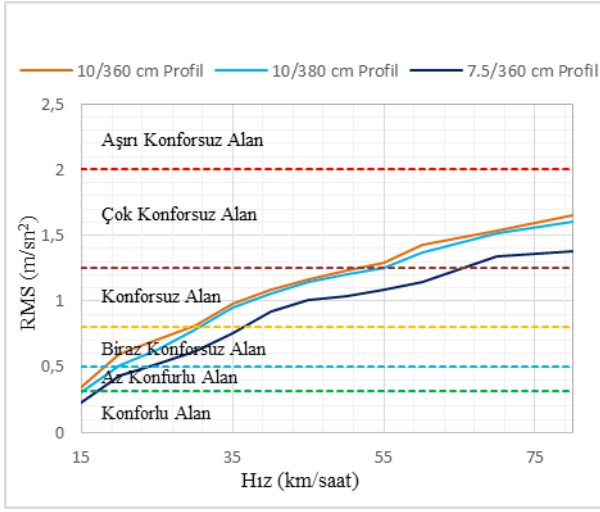
(b)

Şekil 5. Arazi [11] ve simülasyon sonuçları: a) ilgili çalışmadaki No 1 b) No 2 Tümsekleri

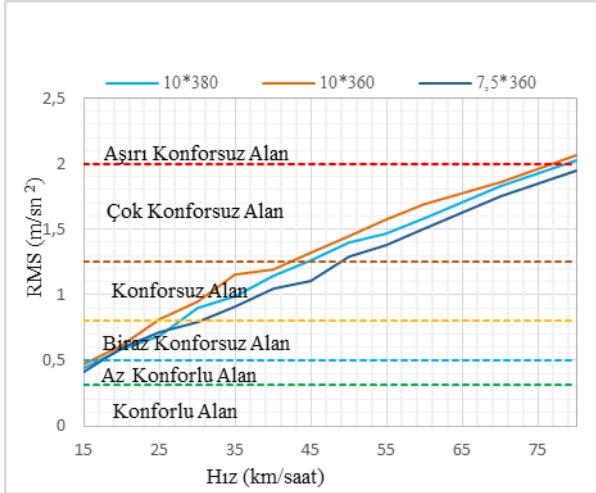
3. Bulgular

Bu çalışmada iki farklı araç tipi (otomobil ve otobüs) farklı hızlarda tümsekten geçirilerek araçların maruz kaldıkları titreşimler ivme cinsinden elde edilmiştir. Daha sonra bu ivmeler SeismoSignal [10] yazılımı ile frekans ağırlıklı ivmelere dönüştürülerek, her bir ivme için RMS değerleri hesaplanmıştır (farklı profil değerleri için elde edilen RMS değerleri ve karşılık gelen

konfor seviyeleri Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmiştir).



Şekil 6. Profil tiplerine göre tümseklerde farklı hızdaki otomobil için elde edilen konfor seviyeleri



Şekil 7. Profil tiplerine göre tümseklerde farklı hızdaki otobüs için elde edilen konfor seviyeleri

Şekil 7’de Simülasyon çalışmasında dikkate alınan tümseklerin boyutları grafiklerde lejand olarak (daha önce Şekil 2’de verilen tümsek profillerine uygun olarak) verilmiştir. Şekil 7’de elde edilen grafikler incelendiğinde simülasyon çalışması sonucunda elde edilen değerler ile Tablo 1’deki ISO 2631 standardında tariflenen konfor seviyeleri karşılaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar gözlemlenebilir:

- Hız tümseğin yüksekliği taşıt konforunu çok ciddi bir şekilde etkilemektedir. Yani tümsek yüksekliği ne kadar artarsa o oranda konforsuzluğa neden olur.
- Diğer yandan tümseğin genişliği ile konfor arasında doğrusal bir ilişki görülmektedir. Yani tümsek genişliği ne kadar artarsa o ölçüde konfor artar (konforsuzluk azalır).

- TS 6283 göre yapılacak hız tümsekleri üzerinden taşıtların daha konforlu veya az konforlu seviyelerinde geçebilmesi için genelde 30 km/saat uygun görülmektedir.

Tüm taşıtlar için konforsuzluk yaklaşık 40 km/saat hız üzerinde başlar.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada simülasyon yöntemi kullanılarak TS 6283 standardına göre tanımlanan hız tümseklerinin araçlar üzerindeki etkileri değişik hızlar dikkate alınarak incelenmiştir. Tümseklerden geçiş sırasında meydana gelen titreşimler ivme cinsinden belirlenerek sürücü/yolcu üzerinde oluşturacağı konfor seviyeleri ISO 231 standardına göre teorik olarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde tümseklerin sürücü/yolcu üzerindeki etkilerinin tümseğin boyutu ve araç hızına bağlı olarak değiştiği açıkça görülmektedir. Tümseğin genişliği arttığında o oranda konfor düzeyi artmakta fakat yükseklik ne kadar artarsa konfor düzeyi de o kadar azalmaktadır. Hız ise konforsuzluğu doğrudan etkilemektedir. TS 6283 standardına göre yapılan tümsekler araçların düşük hızları için (25 km/saat civarında) çok ciddi titreşimler üretmemektedir. Tüm bu etkilerin daha detaylı incelenerek faydalı sonuçların çıkarılması için çalışmanın ileriki aşamalarında yapılacaklar şu şekilde sıralanabilir:

- Uygulanmış tümseklerin gerçek boyutlarının belirlenerek standartlara uygunluklarının belirlenmesi
- Araçların gerçekte tümseklerden geçiş hızlarının tespit edilerek, bu hızlarda sürücü/yolcuların tecrübe ettikleri öznel konfor seviyelerinin tespit edilmesi
- Tespit edilen öznel konfor ile programdan elde edilen teorik konfor arasındaki istatistiksel ilişkinin (bağlılık ölçümünün) belirlenmesi

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye’de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği’nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE’2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Kaygısız Ö. Trafiği sakinleştirmeye yönelik önlemler, Trafik Araştırma Merkezi Müdürlüğü, Ankara, 2012.

- [2] TS 6283. Yol sathı hız kontrol elemanları-tümsekler (kasisler), Türk Standartları, Ankara, Türk Standartları Enstitüsü, 2000.
- [3] Watts GR. Road humps for the control of vehicle speeds, *Verkeerstechnick* 1973; 24 (NLR59 R & D Rpt.).
- [4] Antić B., Pešić D., Vujanić M., Lipovac K. The influence of speed bumps heights to the decrease of the vehicle speed-Belgrade experience, *Safety Science* 2013; 57, 303-312.
- [5] Adnan MA., Hoon TS., Mohamed K. Harmonizing speed reduction and level of discomfort for better roads humps design in Malaysia residential area, *Malaysian Univ. Transport Res. Forum Conf.* 2004.
- [6] Weber PA., Braaksma JP. Towards a North American geometric design standard for speed humps, *ITE Journal* 2000; 70(1): 30-39.
- [7] MSC. Software Corporation: Msc Adams Version 2017.2.
- [8] ISO. Mechanical vibration and shock: Evaluation of human exposure to whole-body vibration, Part 1, General Requirements: International Standard ISO 2631-1: 1997 (E). ISO, 1997.
- [9] BİAS. BİAS Mühendislik. 2019. Available at: <https://bias.com.tr/10/17/yapisal/msc-adams>.
- [10] SeismoSignal, version 2016. <https://seismosoft.com>.
- [11] Bilgin E. Kent içi yollarda hız kesici platform ve tümsek profillerinin sürüş konforu üzerindeki etkilerinin arazi testleri, nümerik ve analitik modeller vasıtasıyla belirlenmesi, Doktora Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.
- [12] Hossainy MM. Hız tümseklerinin araç ve sürücüler/yolcular üzerindeki etkilerinin araştırılması, Master Tezi. BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.

Cam Tozu Katkılı Lifli Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Emriye ÇINAR^{1*}, Behçet DÜNDAR², Ebru ŞAHİN³

^{1,2,3}Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 80100, Osmaniye, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-9435-2968>

²<https://orcid.org/0000-0003-0724-9469>

³<https://orcid.org/0000-0003-1873-2405>

*Sorumlu yazar: emriyecinar@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 10 Aralık 2019

Kabul tarihi: 6 Nisan 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Lifli harç

Atık cam tozu

Polipropilen lif

ÖZET

Bu çalışmada, öğütülmüş atık cam tozu ve polipropilen lif kullanımının çimento esaslı harçlarda taze, fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Harç karışımlarının hazırlanmasında agrega olarak kırma kum, bağlayıcı olarak CEM I 42.5 R Portland Çimentosu kullanılmıştır. Karışımlarda su/bağlayıcı oranı 0.5 olarak sabit tutulmuştur. Mineral katkı olarak kullanılan atık cam tozu, çimento ile ağırlıkça %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame edilerek kullanılmıştır. Lif olarak polipropilen lif hacimce %0, %0.1, %0.3 ve %0.5 oranlarında ilave edilerek kullanılmıştır. Üretilen harç numuneleri 7. günde eğilme ve basınç deneylerine tabi tutulmuştur. Kür havuzunda 28. gününü tamamlayan numunelere su emme yüzdesi, porozite yüzdesi ve birim hacim ağırlık deneyleri gibi fiziksel özellikleri; eğilme ve basınç dayanımları gibi mekanik özellikleri gözlemlenmiştir. Sonuç olarak atık cam tozu oranının artmasıyla birlikte yayılma değerlerinde %10' a varan artış gözlenirken, lif oranının artmasıyla birlikte yayılma değerlerinde % 31' e varan azalma gözlemlenmiştir. Lif oranının artmasıyla birlikte tüm serilerde eğilme dayanımında artış meydana gelmiştir. Özellikle eğilme dayanımında artış gözlemlenen %10 cam tozu katkılı harçın 28 günlük eğilme dayanımı 7.2 MPa iken %0.5 lif ilavesi ile eğilme dayanımı 8.98 MPa değerine yükselmiştir. Öğütülmüş cam tozu oranının artmasıyla birlikte eğilme dayanımında artış, basınç dayanımının azalma gerçekleşmiştir. Lif içeriğinin artmasıyla birlikte eğilme ve basınç dayanımlarında artış görülmüştür.

Physical and Mechanical Properties of Glass Powder Additive Fiber Mortars

Research Article

Article History:

Received: 10 December 2019

Accepted: 6 April 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Fiber mortar

Waste glass powder

Polypropylene fiber

ABSTRACT

In this study, the effect of the use of ground waste glass powder and polypropylene fiber on the fresh, physical and mechanical properties of cement based mortars was investigated. In the preparation of mortar mixtures, crushed sand was used as aggregate and CEM I 42,5 R Portland Cement was used as binder. In the mixtures, the water / binder ratio was kept constant at 0.5. Waste glass powder used as mineral additive was used by substituting 0%, 10%, 20% and 30% by weight with cement. As a fiber, polypropylene fiber was used by adding 0%, 0.1%, 0.3% and 0.5% by volume. Produced mortar samples were subjected to bending and pressure tests on the 7th day. Physical properties such as water absorption percentage, porosity percentage and unit volume weight tests are completed on the 28th day in the curing pool; Mechanical properties such as bending and compressive strengths were observed. As a result, with the increase of the waste glass powder ratio, the spreading values increased up to 10%, while the spreading values decreased by 31% with the increase in the fiber ratio. With the increase in fiber ratio, bending strength increased in all series. In particular, the 28-day flexural strength of the mortar with 10% glass powder added, with an increase in flexural strength, was

7.2 MPa, while the flexural strength increased to 8.98 MPa with the addition of 0.5% fiber. With the increase in the rate of ground glass powder, an increase in bending strength and a decrease in compressive strength have occurred. With the increase in fiber content, bending and compressive strengths were increased.

To Cite: Çınar E., Dündar B., Şahin E. Cam Tozu Katkılı Lifli Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 17-23.

1. Giriş

Son yıllarda artan nüfus, endüstriyel tesislerin artması ve insanların tüketim miktarının artmasıyla birlikte artan atıklar çevre sorunlarını meydana getirmektedir. Ortaya çıkan bu çevre sorunları; atık malzemelerin depolanması, imha edilmesi veya yeniden değerlendirilmesiyle zararlı etkileri ortadan kaldırılarak çevreci ürünlere dönüşümü sağlanmaktadır [1]. Kalitelinin ve ekonomikliğin bir araya getiren yapı malzemelerine olan talebin artması ve sürdürülebilirlik problemlerinin ortaya çıkması ile birlikte endüstriyel atıkların yapı malzemelerinde kullanımına yönelik araştırmalar artmıştır [2]. Atıkların kullanımını konusunda artan ve gelişen çalışmalar ekonomik ve sürdürülebilirlik problemlerinin çözümünde önemli rol oynamaktadır.

Camlar, şişe camı, pencere camı, ampül camı, cam süs eşyaları gibi günlük hayatta kullanılan birçok materyal üretiminde kullanılmaktadır. Bu malzemelerin kullanımdan sonra ortaya çıkan atık camları agrega yerine, çimento üretiminde, filler malzeme olarak ve mineral katkı olarak çimento yerine kullanılabilir [3]. Atık camlar beton üretiminde kullanılmadan önce, yıkanarak yabancı maddelerden arındırılıp öğütülerek istenilen boyuta getirilirler tane büyüklüğüne göre sınıflandırılırlar. İri malzemeler harç ve betonlarda agrega olarak, toz malzemeler ise çimento yerine mineral katkı olarak veya filler dolgu malzemesi olarak kullanılır [4]. Beton içerisinde maksimum 38µm tane çaplı cam tozu kullanımının puzolanik etki gösterdiği tespit edilmiştir [5]. Çimento esaslı malzemeler tüm dünyada yapı malzemesi olarak yüzyılı aşkın süredir kullanılmakta ve gün geçtikçe kullanımı daha da artmaktadır.

Çimento esaslı malzemeler çekme ve eğilme dayanımı açısından zayıf malzemeler olduğundan betonun kırılma bir davranışı sonucu çatlakların oluşması kaçınılmazdır. Kullanım alanına göre basınç dayanımının yanı sıra çekme ve eğilme dayanımında yüksek olması beklenmektedir. Çimento esaslı malzemelerin bu beklentiyi karşılaması ancak ilave katkıları ile sağlamak

mümkündür. Çekme ve eğilme dayanımını artırılmanın en kolay ve ekonomik yolu çimento esaslı malzemeler içerisine çeşitli türlerde lif eklenmesidir [6].

Çimento esaslı malzemeler yük altında çekme dayanımını aştığında, farklı büyüklüklerde çatlaklar oluşturur ve ek olarak, betonun büzülmesi, erken aşamalarda çatlamaya ve daha sonra durabilite problemleri neden olduğundan verilebilirliğinin kısılmasına neden olabilir. Çimento esaslı malzeme karışımlarına lif eklenmesi, özellikle çekme ve eğilme dayanımı gibi mekanik özelliklerine, tokluk ve dayanıklılık özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmektedir [7]. Çimento esaslı malzemelerde genellikle kullanılan lif çeşitleri çelik, karbon, cam ve polipropilen esaslı olmaktadır. Polipropilenden üretilen lifler oldukça yüksek dayanımları, alkali ortama çok iyi direnç göstermeleri ve düşük fiyatlarıyla önemli bir donatı malzemesi özelliğini taşımaktadır. Polipropilen lifler harç beton özellikleri üzerine, çarpma, aşınma dayanımı ve geçirimsizliği artırmaları sebebiyle endüstriyel tesisler, havaalanları, konutlar ve yüzme havuzları gibi birçok yapı uygulamalarında kullanılmaktadır [8]. Dayanımı ve dayanıklılığı arttırmaya yönelik olarak harç ve betonlarda liflerin yanında uçucu kül, silika dumanı, taş tozu, cam tozu vb. mineral katkıları kullanılabilir.

Bu çalışmada, atık ürün olan cam tozu kullanılarak atık tüketimine katkıda bulunurken lif kullanımı ile fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşme hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda cam tozu, çimento ile ağırlıkça %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame yapılarak kullanılırken, diğer çalışmalara ilaveten polipropilen lif hacimce %0, %0.1, %0.3 ve %0.5 oranlarında ikame edilmiştir. Taze haldeki harçlara yayılma deneyi yapılarak işlenebilirlikleri karşılaştırılmıştır. Harçların yayılma değerleri ölçüldükten sonra, kalıba yerleştirilip 24 saat sonra kalıptan çıkartılarak standart kür havuzuna bırakılmıştır. 7 ve 28 günlük numuneler üzerinde basınç ve üç noktalı eğilme deneyi yapılarak dayanımları

bulunmuştur. 28. günü dolduran numunelerin su emme yüzdeleri, porozite ve birim hacim ağırlık gibi fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Kullanılan Materyaller

Harç numunelerinin üretimin de agrega olarak 0-4 mm boyutlarında kırma kum kullanılmıştır. Bağlayıcı olarak TS EN 197-1'e uygun olarak üretilen CEM I 42.5 R tipi çimento seçilmiştir [9]. Mineral katkı olarak kullanılan öğütülmüş cam tozu 0-63 mikron tane dağılımına sahiptir. Öğütülmüş cam tozunun görünümü Şekil 1'de ve kimyasal analizi Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Öğütülmüş atık cam tozu

DeneySEL çalışmada lifli harç üretimi için kullanılan Şekil 2'deki polipropilen lifin teknik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir [10]. Bu çalışmada kullanılan polipropilen lif, malzeme olarak termoplastiklerin içinde yer alan ve oldukça hafif bir polimerdir.

Tablo 1. Atık cam tozunun kimyasal analizi

Kimyasal Bileşenleri	İçerik Oranları (%)
SiO ₂	67.33
Al ₂ O ₃	2.62
Fe ₂ O ₃	1.42
TiO ₂	0.16
CaO	12.45
MgO	2.74
Na ₂ O	12.05
K ₂ O	0.64
ZrO ₂	0.02
ZnO	0.01
SrO	0.02
P ₂ O ₅	0.05
NiO	0.01
CuO	0.01
Cr ₂ O ₃	0.02

Tablo 2. Polipropilen lifin teknik özellikleri

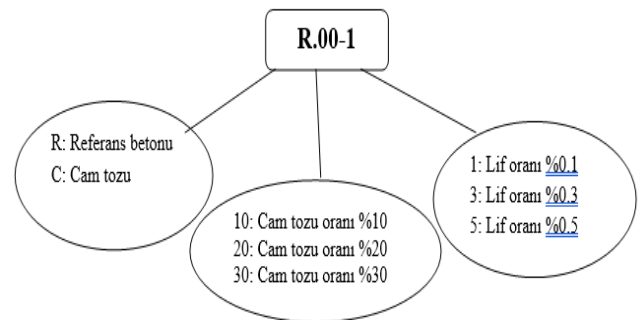
Teknik Özellikler	Açıklama
Kimyasal yapı	% 100 polipropilen
Yoğunluk	0.91 g/cm ³
Lif uzunluğu	12 mm
Lif çapı	18 mikron-nominal
Su emme	Eser miktarda
Ergime noktası	160 °C
Tutuşma sıcaklığı	365 °C
Isı iletkenliği	Düşük
Liflerin özgül yüzey alanı	250 m ² /kg
Asit direnci	% 100
Çekme dayanımı	300-400 MPa
Elastisite modülü	~4000 MPa



Şekil 2. Polipropilen lif

2.2. Numune Üretimi

Harç üretiminde, su/bağlayıcı oranı 0.5 olarak sabit tutulan standart harç karışım oranları kullanılmıştır. Mineral katkı olarak kullanılan öğütülmüş atık cam tozu, çimento ile ağırlıkça %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame yapılarak harçlar üretilmiş ve bu harçlara polipropilen lif hacimce %0, %0.1, %0.3 ve %0.5 oranlarında ilave edilmiştir. Toplamda kontrol numuneleri de dahil olmak üzere 16 adet numune hazırlanmıştır. Üretilen harç numunelerine ait isimlendirme şeması Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Deney serilerinin isimlendirilmesi

Numune üretimi için kullanılan malzeme karışım miktarları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Harç karışım miktarları (gr)

Seri Adı	Çimento	Kum	Su	Cam Tozu	P. Lif
R	450	1350	225	-	-
R-1	450	1350	225	-	0.4
R-3	450	1350	225	-	1.2
R-5	450	1350	225	-	2.0
C.10	405	1350	225	45	-
C10-1	405	1350	225	45	0.4
C.10-3	405	1350	225	45	1.2
C.10-5	405	1350	225	45	2.0
C.20	360	1350	225	90	-
C.20-1	360	1350	225	90	0.4
C.20-3	360	1350	225	90	1.2
C.20-5	360	1350	225	90	2.0
C.30	315	1350	225	135	-
C.30-1	315	1350	225	135	0.4
C.30-3	315	1350	225	135	1.2
C.30-5	315	1350	225	135	2.0

Bu çalışmada, öğütülmüş cam tozu farklı oranlarda çimentoya ağırlıkça ikame edilmesi ile hazırlanan 16 farklı deney numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları test edilmiştir. Karışımlarda agrega olarak kırma taş kullanılmıştır. Hazırlanan karışımlar 40x40x160 mm boyutlarındaki kalıplarda TS EN 13369 kurallarına göre 24 saat bekletildikten sonra kür havuzunda küre bırakılmıştır. Referans numunemiz (R) numune: agrega, çimento ve su karışımından yapılmıştır [11].

2.3. İşlenebilirliğin ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Yayıma tablası deneyi, mineral bağlayıcı ve yoğun (normal) agrega veya hafif agregaların karıştırıldıktan hemen sonra taze haldeki harç kıvamını, yayılma değerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Deneyde kullanılan kalıp içerisine yerleştirilen taze haldeki harç, deney aşamasında kalıp düşey olarak yukarıya doğru yavaşça çekilerek alınır ve dairesel levha üzerinde kalan harç kütlesi, yayılma tablası yaklaşık olarak saniyede bir defa olmak üzere, sabit sıklıkta 15 defa düşürülerek levhaya yayılır. Taze haldeki harç numunelerine TS EN 1015-3 standardına göre yayılma tablası deneyi uygulanmıştır [12].

Cam tozu ve polipropilen katkıları tüm harç serileri kalıplara yerleştirilmeden önce yayılma deneyi yapılarak işlenebilirlikleri belirlenmiştir. 28. günü dolduran harç numuneleri havuzdan çıkartıldıktan sonra, Arşimet prensibi ile çalışan tartıda suya doygun ağırlıkları ve yüzey kuru suya doygun ağırlıkları alındıktan sonra 24 saat süreyle 105 °C standart etüv koşullarında etüv kurusu hale getirilerek, kuru ağırlıkları not edilmiştir. Arşimet tartısından alınan ağırlıklar değerleri gerekli formüllerde yerine yazılarak su emme yüzdeleri, porozite ve birim hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Tüm seriler üzerinde TSE EN 1170-6'ya uygun Arşimet prensibi ile çalışan terazi yardımıyla porozite, su emme özellikleri belirlenmiştir [13]. Betonlar 28 gün sonunda kür havuzundan çıkartılarak tartının su içerisindeki sepete koyularak arşimet terazisi yardımıyla veriler kaydedilmiştir. Daha sonra yüzeyleri bir bez yardımı ile kurularak havadaki ağırlıkları tartı üzerindeki veriler kaydedilmiştir. Numuneler 110 °C'de etüvde 24 saat boyunca kurutulup etüv kurusu ağırlıkları tartılarak alınmıştır. Ağırlık ölçümleri her seri için 3'er numune üzerinde yapılarak ortalama değerleri kaydedilmiştir.

2.4. Eğilme ve Basınç Dayanımlarının Belirlenmesi

Tüm seriler 24 saat sonra kalıptan alındıktan sonra standart kür koşullarında 7 ve 28 gün süre ile kür edilmiştir. 7. ve 28. gününü dolduran numuneler Şekil 4'deki 200 ton kapasiteli TS EN 12390-4'e uygun olarak imal edilen harç presi yardımıyla eğilme ve basınç deneylerine tabi tutulmuştur [14]. Çalışmada eğilme-basınç dayanımlarının belirlenmesinde TS EN 196-1 standardı esas alınmıştır [15]. Eğilme ve basınç dayanımları için 40x40x160 mm boyutlarında harç prizmaları kullanılmıştır.

**Şekil 4.** Eğilme ve basınç dayanımı cihazı

3. Bulgular ve Tartışma

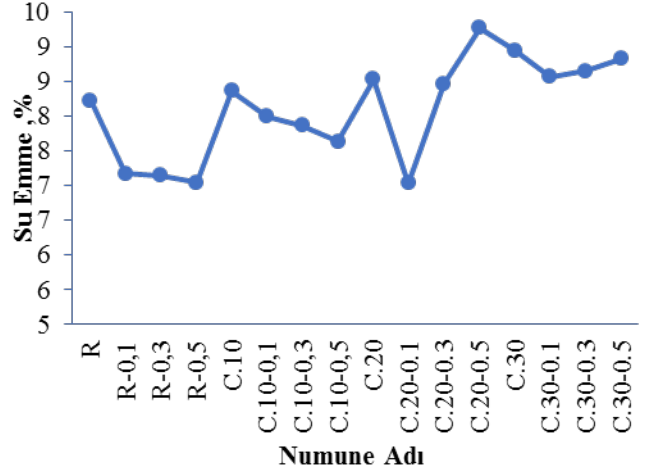
3.1. İşlenebilirlik ve Fiziksel Özellikleri

Oluşturulan karışımlarda kıvam açısından en iyi sonuçlar kontrol numunesi ile elde edilmiştir. Referans numunenin yayılma değeri 12.7 cm, %10 cam tozu içeren numunenin 13.5 cm, %20 Cam tozu içeren numunenin 15.5 cm, %30 cam tozu içeren numunenin 16.8 cm olarak bulunmuştur. Bu durum cam tozunun çimentodan daha ince bir madde olmasından dolayı karışımın su ihtiyacının artmasıyla açıklanabilir. Cam tozu oranı arttıkça suyun kaplaması gereken yüzey alanı artarak su gereksinimini artırmıştır. Ancak polipropilen lif ve cam tozunun birlikte kullanıldığı numunelerde cam tozu miktarı arttıkça belirgin bir şekilde yayılma değerlerinde azalma olmakla birlikte polipropilen lif oranı arttıkça daha da azalmaktadır. Bu nedenle kalıba yerleştirme işleminde de güçlük yaşanmıştır. Yayılma tablası deneyi sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Yayılma tablası deneyi sonuçları

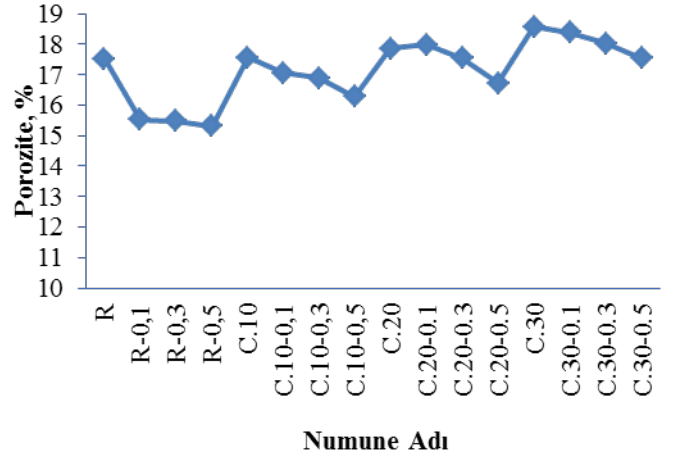
Seri Adı	Yayılma Değerleri (cm)
R	12.7
R-1	14.6
R-3	14.0
R-5	12.0
C.10	13.5
C.10-1	15.8
C.10-3	13.8
C.10-5	13.0
C.20	15.5
C.20-1	14.3
C.20-3	14.5
C.20-5	11.8
C.30	16.8
C.30-1	11.5
C.30-3	11.8
C.30-5	11.5

Cam tozu ikameli lifli harçların su emme oranları, Şekil 5'de verilmiştir. Su emme oranı, cam tozu oranının artmasıyla birlikte arttığı gözlemlenmiştir. Referans harç numunesinin su emme değeri %7.17 iken %30 cam tozu ikame edilmesiyle %8.56'ya yükselmektedir. Lif miktarının artmasıyla birlikte tüm referans ve cam tozu serilerinde, su emme oranının arttığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5. Su emme yüzdeleri

Şekil 6'daki porozite yüzdelerine baktığımızda cam tozu oranı ile arttığı gözlemlenmiştir. Cam tozu oranının artmasıyla birlikte ince madde miktarı arttığından yerleşme güçlükleri ile birlikte daha boşluk oranı artmıştır. Referans harç numunesinde porozite değeri %17.51 iken cam tozu oranının %18.57 değerine çıktığı gözlemlenmiştir. Lif miktarının artmasıyla birlikte porozite oranlarında tüm seriler için düştüğü gözlemlenmiştir.



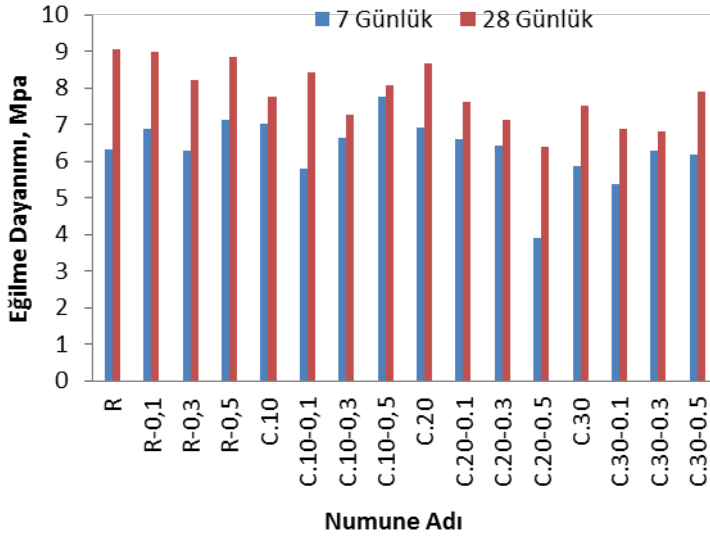
Şekil 6. Porozite yüzdeleri

Cam tozu ve lif oranının, su emme oranı üzerinde olumsuz etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni cam tozu partiküllerinin çok yüksek yüzey alanına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Cam tozunun yüksek yüzey alanının fazla olmasının yanında çimento ile yer değiştirme yapıldığından cam tozu oranının artmasıyla birlikte çimento miktarında azalma meydana gelmektedir. Çimento miktarı azaldıkça bağlayıcılık azaldığından harçların porozite değerlerinde artma meydana gelmiştir. Lif miktarının artması ile birlikte yüzey alanında artış ve işlenebilirlik ve kalıba yerleştirme güçlükleri çıkmaktadır, bu nedenle lif miktarı

arttıkça boşluk oranında ve su emme miktarlarında artış gözlemlenmiştir.

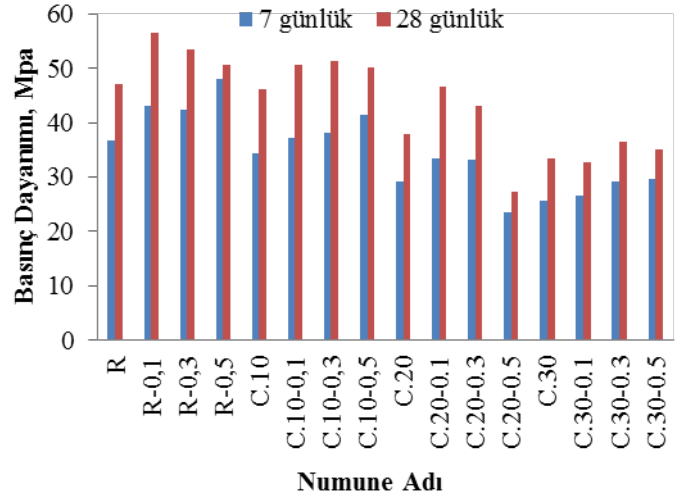
3.2. Eğilme ve basınç dayanımı sonuçları

Cam tozu katkılı lifli harç numunelerinin 7 ve 28 günlük eğilme dayanımları Şekil 7’de verilmiştir. Numunelerin 7 ve 28 günlük eğilme dayanım değerleri incelendiğinde cam tozu oranının %10 olması durumunda artma meydana gelirken %20 ve %30 oranlarında azalma meydana gelmiştir. Lif oranının artmasıyla birlikte tüm serilerde eğilme dayanımında artış meydana gelmiştir. Özellikle eğilme dayanımında artış gözlemlenen %10 cam tozu katkılı harcın 28 günlük eğilme dayanımı 7.2 MPa iken %0.5 lif ilavesi ile eğilme dayanımı 8.98 MPa değerine yükselmiştir.



Şekil 7. Eğilme dayanımı deneyi sonuçları

Cam tozu katkılı lifli harç numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları Şekil 8’de verilmiştir. Cam tozu oranının artmasıyla birlikte basınç dayanımlarında azalma meydana gelmektedir. Cam tozu ince tane yapısından kaynaklı harç numunelerinde dolgu etkisi oluşturduğundan dolayı bağlayıcı gereksinimi arttırmaktadır. Bu nedenle cam tozu oranının artmasıyla birlikte bağlayıcı ihtiyacı artacağından basınç dayanımlarında azalma meydana gelmiştir. Lif oranının artmasıyla birlikte tüm serilerde artış gözlemlenmiştir. Referans numunesinin 28 günlük basınç dayanımı 47.14 MPa iken %0.5 lif ilavesi ile basınç dayanımı 56.61 MPa değerine yükselmiştir.



Şekil 8. Basınç dayanımı deneyi sonuçları

4. Sonuç

- Cam tozu miktarı arttıkça belirgin bir şekilde yayılma değerlerinde azalma olmakta, polipropilen lif oranı arttıkça ise daha da azalmaktadır.
- Harç numunelerinde porozite oranları incelendiğinde cam tozu oranı ile bu değerler arttığı gözlemlenmiştir. Cam tozu oranının artmasıyla birlikte ince madde miktarı arttığından yerleşme güçlükleri ile birlikte boşluk oranında da artışlar meydana gelmiştir.
- Referans harç numunesinin su emme değeri %7.17 iken %30 cam tozu ikame edilmesiyle %8.56’ya yükselmektedir
- Lif miktarının artması ile birlikte yüzey alanında artış gözlenmekte, ayrıca işlenebilirlik ve kalıba yerleştirme güçlükleri çıkmaktadır. Bu nedenle lif miktarı arttıkça boşluk oranında ve su emme miktarlarında artış gözlemlenmiştir
- Cam tozu ve lif oranının, su emme oranı üzerinde olumsuz etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi cam tozu partiküllerinin yüzey alanının çok fazla olmasından kaynaklanmaktadır.
- Referans harç numunesinin su emme değeri %7.17 oranında meydana gelirken, %30 oranında cam tozu ikame edilen numunede %8.56 oranına yükselmektedir.
- Cam tozu ince tane yapısına sahip olmasından dolayı, harç numunelerinde dolgu etkisi oluşturduğundan bağlayıcı ihtiyacı arttırmaktadır. Bu nedenle cam tozu oranının artmasıyla birlikte bağlayıcı ihtiyacı artacağından basınç dayanımlarında azalma meydana gelmiştir.

- Lif oranının artmasıyla birlikte tüm serilerde basınç dayanımlarında artış gözlemlenmiştir. Referans numunesinin 28 günlük basınç dayanımı 47.14 MPa iken %0.5 lif ilavesi ile basınç dayanımı 56.61 MPa değerine yükselmiştir.
- Numunelerin 7 ve 28 günlük eğilme dayanım değerleri incelendiğinde cam tozu oranının %10 olması durumunda artış meydana gelmiş, cam tozu oranı %20 ve %30 ilave edildiğinde numunelerde eğilme dayanımında azalmalar görülmektedir.
- Lif oranının artmasıyla birlikte tüm serilerde eğilme dayanımında artış meydana gelmiştir. Özellikle eğilme dayanımında artış gözlemlenen %10 cam tozu katkılı harcın 28 günlük eğilme dayanımı 7.2 MPa iken %0.5 lif ilavesi ile eğilme dayanımı 8.98 MPa değerine yükselmiştir.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye’de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği’nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE’2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Kılıçoğlu C. Cam atıklarının betonda agrega ve çimento yerine kullanımı, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 2013.
- [2] Liu M. Incorporating ground glass in self-compacting concrete, *Construction and Building Materials* 2011; 25, 919-925.
- [3] Özkan Ö. Atık cam ve yüksek fırın cürufu katkılı harçların özellikleri, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 2007; 22(1): 87-94.
- [4] Baradan B. İnşaat mühendisleri için malzeme bilgisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, Yayın No: 307, İzmir, 2003.
- [5] Shao Y., Lefort T., Moras S., Rodriguez D. Studies on concrete containing ground waste glass, *Cement and Concrete Research* 2000; 30(1): 91-100.
- [6] Topçu İB., Demirel OE., Uygunoğlu T. Polipropilen lif katkılı harçların fiziksel ve mekanik özellikleri, polipropilen lif katkılı harçların fiziksel ve mekanik özellikleri, *Politeknik Dergisi* 2017; 20(1): 91-96.
- [7] Açıkgenç M., Arazsu U., Alyamaç KE. Farklı karışım oranlarına sahip polipropilen lifli betonların dayanım ve durabilite özellikleri, *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi* 2012; 4(3): 41-54.
- [8] Bekaert. Duomix hakkında genel bilgiler kılavuzu. Bekaert, Belgium, 1998.
- [9] TS EN 197-1. Cement-Stage 1: General cements-component, TSE, Ankara Turkey. Using the orthogonal design method, *Construction and Building Materials* 2012; 31, 289-293.
- [10] Akkaş A., Alpaslan L., Arabacı S., Başyigit C. Polipropilen lif katkılı yarı hafif betonların basınç dayanımı özellikleri, *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi* 2010; 2(1): 9-14.
- [11] TS EN 13369. Ön dökümlü beton mamuller-Genel kurallar TSE, Ankara, Türkiye, 2018.
- [12] TS EN 1015-3. Kâgir harcı-Deney metotları-Bölüm 3: Taze harç kıvamının tayini TSE, Ankara, Türkiye, 2000.
- [13] TS EN 1170-6. Ön yapımlı beton mamuller-Cam elyaf takviyeli çimento (ctc) deney metodu-Bölüm 6: Suya daldırma yoluyla su emme ve kuru yoğunluk tayini TSE, Ankara Türkiye, 1999.
- [14] TS EN 12390-4. Beton basınç dayanımının ölçülmesinde kullanılan basınç deney makinelerinin performans özellikleri-Bölüm 4: Basınç dayanımı-Deney makinelerinin özellikleri TSE, Ankara Türkiye, 2002.
- [15] TS EN 196-1. Çimento deney metotları-Bölüm 1: Dayanım tayini TSE, Ankara Türkiye, 2016.

Dolgu Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışına Esnek Derzli Bağlantı Elemanının Etkisi

Osman Fatih BAYRAK¹, M. Musab ERDEM², Murat BİKÇE³, Engin EMSEN⁴

^{1,2,3}İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 31200, İskenderun/Hatay

⁴Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 07010, Antalya

¹<https://orcid.org/0000-0002-2065-5544>

²<https://orcid.org/0000-0001-5333-5750>

³<https://orcid.org/0000-0001-5529-2387>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5904-2737>

*Sorumlu yazar: murat.bikce@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

ÖZET

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 11 Aralık 2019

Kabul tarihi: 4 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Dolgu duvar

Esnek derzli bağlantı

Düzlem içi davranış

Düzlem dışı davranış

1 Ocak 2019 tarihinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin yürürlüğe girmesi ile dolgu duvarlı çerçevelerin görelî kat öteleme sınırları güncellenmiş ve uygulamaya yönelik yenilikler getirilmiştir. Bu çalışmada, yeni bir yaklaşım olan dolgu duvarların çerçeve sistemden bağımsızlaştırıldığı esnek derzli durum incelenmiştir. Çerçevelerde esnek derzli bağlantı, düşey ve yatay taşıyıcı elemanların yüzeyine ankrajlanan C-profillerin içerisine düşük rijitlikte esnek malzeme konulması ile oluşturulmaktadır. Çerçevelerde bulunan c profil ve esnek malzeme Sap2000 yazılımında yay (boşluk) eleman olarak modellenmiştir. Tek açıklık ve tek açıklık, tek genişliğe sahip iki farklı betonarme çerçevenin deplasman kontrollü analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ile çerçeve sistemlerin düzlem içi ötelemelerde dolgu duvarlardan bağımsız çalıştığı, fakat düzlem dışı hareketinde dolgu duvarlarda gerilmeler meydana getirdiği görülmüştür.

Effect of Flexible Jointed Connection Elements on In-Plane and Out-Plane Behavior of Infill Walls

Research Article

ABSTRACT

Article History:

Received: 11 December 2019

Accepted: 4 May 2020

Published online: June 2020

Keywords:

Infill wall

Flexible jointed connection

In plane behavior

Out plane behavior

On January 1, 2019 Turkish Earthquake Building Code upon the entry into force, the relative displacement limits of the floor frame infill walls have updated and brought innovations to implement. In this study, flexible jointed condition in which a new approach is made independent of the frame system is investigated. In frames, flexible joint connection is formed by placing low rigid flexible material in C-profiles anchored to the surface of vertical and horizontal structural elements. The C-profile and flexible material in frames are modeled as spring (gap) elements in the Sap2000 software. Displacement controlled analyses of two different reinforced concrete frames with single opening and single opening-single width are performed. Analyses show that the frame systems work independently of infill walls in in-plane displacements, but cause stresses in infill walls in out-plane movement.

To Cite: Bayrak OF., Erdem MM., Bıkçe M., Emsen E. Dolgu Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışına Esnek Derzli Bağlantı Elemanının Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 24-28.

1. Giriş

Betonarme çerçevelerde, yapı alanını bölümlere ayırmak ve yaşam alanlarının dış ortam ile izolasyonunu sağlamak amacıyla, farklı malzeme

ve şekilde üretilen dolgu duvarlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu duvarlar, yatay yük etkisinde taşıyıcı eleman davranışı göstermesine rağmen, genellikle analiz aşamasında taşıyıcı

özellikleri göz önüne alınmamaktadır ve çoğu analizlerde sadece modal kütle katkı sağladığı düşünülmektedir. Oysaki dolgu duvarların çerçeve sistem davranışına olumlu/olumsuz etkisinin olduğu bilinen bir gerçektir [1-3]. Özellikle deprem ve rüzgâr gibi yatay yük etkisiyle, düzlem içi ve düzlem dışı zorlanmalara maruz kalmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanlar arasında oluşturulması ile, yapının yatay yük taşıma kapasitesini ve deprem performansını artırması gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Şekil 1a) [4]. Buna karşı duvarların planda ve düşeyde asimetrik konumlandırılmasıyla yapısal düzensizlikler meydana getirebilmektedir [5-7]. Düzlem dışı davranışta yeteri kadar rijitliğe sahip olmaması, olası bir yatay kuvvette hasar alarak göçmesine neden olabilmektedir (Şekil 1b) [8-10].



Şekil 1. Dolgu duvarların hasarı (a) düzlem içi, (b) düzlem dışı [9].

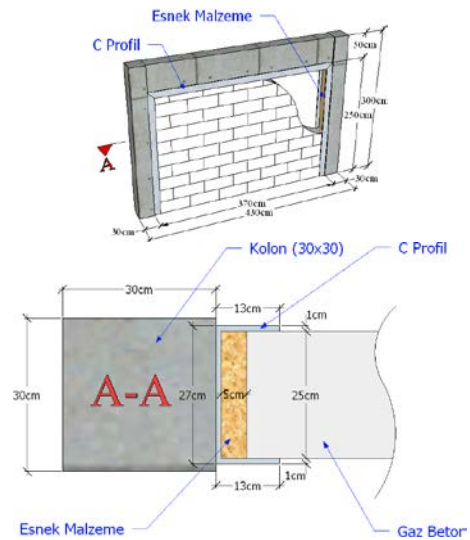
Yapısal analizlerde dolgu duvarlar davranışını ifade edebilecek basit ve tutarlı bir yöntemin olmaması, uygulama ile tasarım arasında farklılık meydana getirmektedir. Bu farklılık, yatay yüke maruz kalan dolgu duvarlarında ön görülemeyen davranışlara sebep olabilmektedir. Dolayısıyla dolgu duvar hasarını minimize edilmesi ve tasarım ile uygulama arasındaki farklılığın giderilmesi amacıyla, 1 Ocak 2019’da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde (2018 TBDY) [11] dolgu duvar-çerçeve arası esnek derzsiz/derzli durumlar önerilmiştir. Ayrıca bu durumlar için etkin görel kat öteleme sınırı güncellenmiştir. Esnek bağlantı yöntemi; dolgu duvarın gevrek ve çerçevenin sünek bağımsız hareketlerini yapabilmesi, depremde tasarım ile uygulamanın örtüşmesi ve yapısal/yapısal olmayan elemanlarda en az hasarın oluşması maksatlarıyla esnek derzsiz bağlantıya bir

alternatif olarak sunulmaktadır. 2018 TBDY – Bilgilendirme Eki 4C “Dolgu Duvarlar İçin Esnek Bağlantı Detayı Örneği” dikkatle incelendiğinde, esnek bağlantının sadece düzlem içi davranışta etkili olduğu, düzlem dışı hareketin kısıtlanmasının ise dolgu duvarın salt profil içinde kalacağı ve taşıyıcı eleman hareketiyle uyumlu olacağı görülmektedir. Ancak düzlem dışı davranışın, dolgu duvarlarda farklı hasarlara neden olabileceği düşünülmektedir.

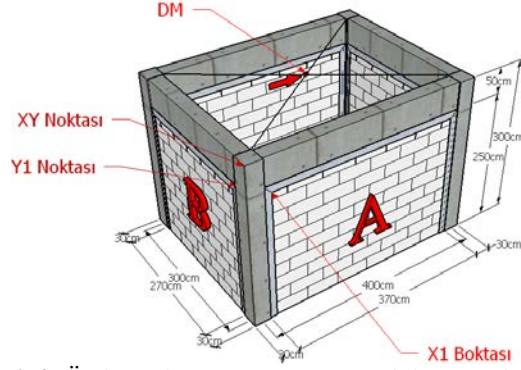
Bu çalışmada, 2018 TBDY’de seçenek olarak sunulan esnek derzli bağlantı, tek kat ve tek açıklık için, düzlemsel ve üç boyutlu çerçeve olarak Sap2000 yapı analizi programında modellenerek düzlem içi ve düzlem dışı davranışlar açısından incelenmiştir [12]. Modellenen çerçevelerin esnek bağlantı aparatları 2018 TBDY tarafından sınırlandırılan görel kat ötelemelerinin en büyük sınır değerini kapsayacak şekilde oluşturulmuş ve deplasman kontrollü analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler ile bağlantı aparatlı dolgu duvarlı çerçevelerde oluşabilecek gerilmeler ve ötelemeler değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Esnek derzli durum için, düzlemsel ve üç boyutlu iki adet çerçeve sistem incelenmiştir (Şekil 2, 3). Her iki betonarme çerçevede, beton sınıfı için C25/30, donatı sınıfı için S420 kullanılmıştır. Kolonları 30x30cm, kirişleri 25x50 olan çerçeve sistem arasına oluşturmak üzere uzunluğu 60 cm, yüksekliği 25 cm, kalınlığı 25 cm olan gaz beton seçilmiştir. Ayrıca TBDY’nde önerilmesi üzere dolgu duvar elastisite modülü 1000 MPa kabul edilmiştir.

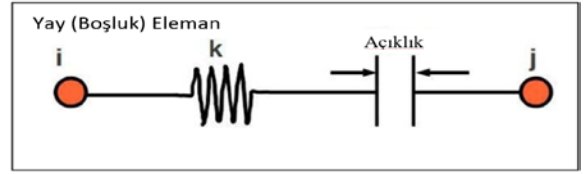


Şekil 2. Düzlemsel çerçeve boyutu ve en kesiti

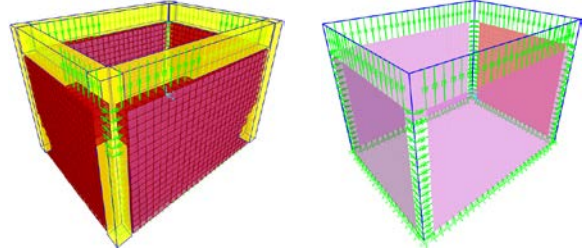


Şekil 3. Üç boyutlu çerçeve system ve izlenen noktalar

Şekil 3'te görüldüğü gibi çerçeve sistemler esnek derz ile birbirinden ayrılarak düzlem içi hareketi serbest bırakılıp düzlem dışı davranışı kısıtlanmıştır. Esnek derz miktarı, Erdem ve Bikçe tarafından yapılan çalışmadan elde edilmiştir [13]. Bu çalışmada, Türkiye için her ilde seçilen konumlara ait azaltılmış görelî kat öteleme sınırını inceleyerek izin verilen en büyük sınır değerî 2.7 cm ile Aksaray il merkezinde olduğunu belirtilmiştir. Ön görülemeyen etkilerinde düşünülmesiyle esnek derz aralığı 5 cm olarak seçilmiştir. Bu esnek malzemeler 27 cm C-profiller ile kolon ve kiriş iç yüzeylerine ankrajlanarak dolgu duvar çevrelenmiştir. Modellenen üç boyutlu çerçeve sistemin A yüzeyinin sol üst köşe noktası X1, B yüzeyinin sağ üst köşe noktası Y1 ve A-B kesişim kolonunun üst köşe noktası XY olarak adlandırıldığı Şekil 4'te görülmektedir. Rijit diyaframlı çerçeve sistemler Sap2000 yazılımında modellenerek DM noktasının A yüzeyi doğrultusunda 6 cm ötelenmesi ile deplasman kontrollü analiz gerçekleştirilmiştir. Kabuk olarak modellenen dolgu duvar ile çerçeve arası bağlantı sadece basınca çalışabilen yaylar (boşluk elemanlar) ile sağlanmıştır.(Şekil 4, 5). Boşluk elemanlar iki nokta arasında bağlantı kurmakta ve Şekil 4'te belirtilen açıklık değerine ulaştığı takdirde i ucundan j ucuna doğru k rijirliğinde basınç etkisi meydana getirmektedir.



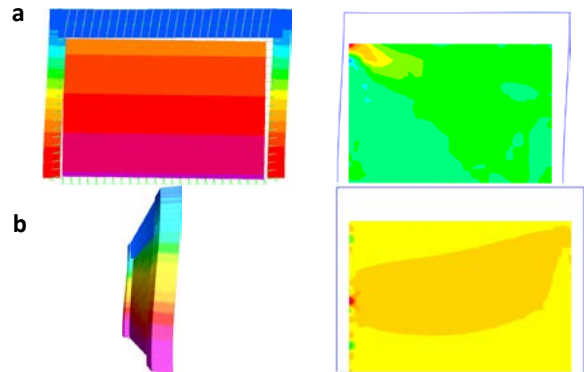
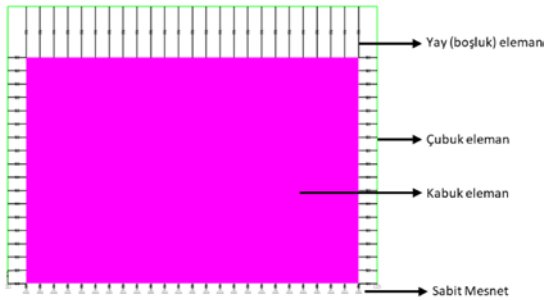
Şekil 4. Sap2000 modeli elemanları



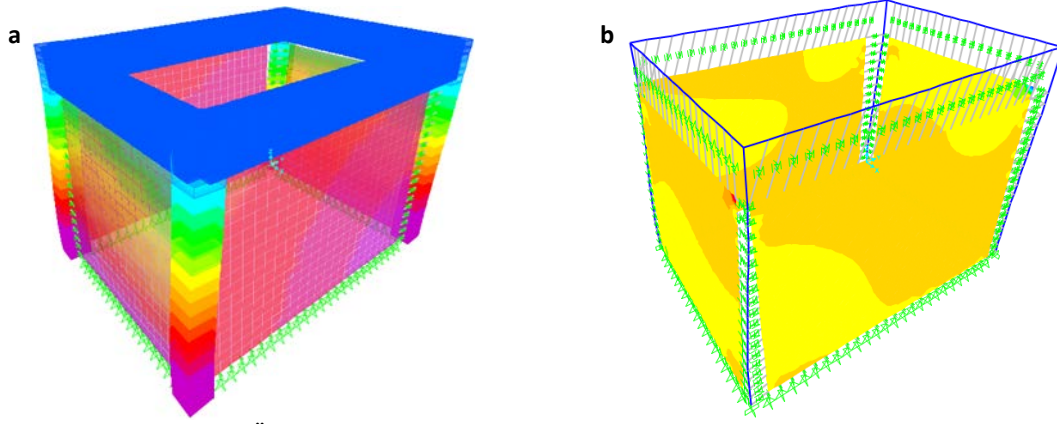
Şekil 5. Üç boyutlu çerçeve Sap2000 modeli

3. Bulgular ve Tartışma

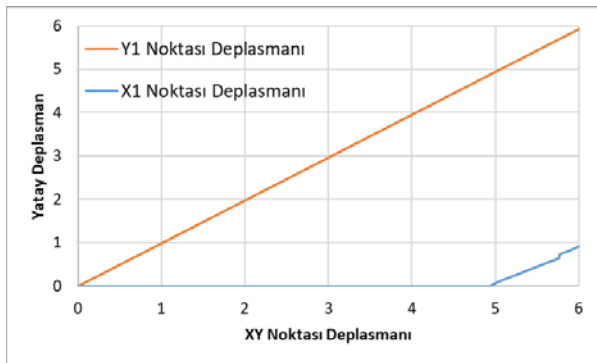
Yapılan deplasman kontrollü analiz ile düzlemsel dolgu duvarlı çerçeve sistemin şekil değıştirmesi ve dolgu duvarda meydana gelen gerilmeler Şekil 6 a, b'de gösterilmiştir. Üç boyutlu çerçeveye ait deplasman kontrollü analiz sonuçları Şekil 7 a,b'de verilmiştir. Çerçevelerin düzlem içi ve düzlem dışı davranışının incelenmesi amacıyla X1, Y1 ve XY noktası deplasmanları karşılaştırılmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. Çerçeve deplasmanı ve dolgu duvar gerilmesi (a) düzlem içi, (b) düzlem dışı



Şekil 7. Üç boyutlu (a) Çerçeve deplasmanı ve (b) dolgu duvar gerilmesi



Şekil 8. X1, Y1 ve XY noktası deplasmanları

Literatürde duvar etkisinin çerçeve üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla dolgu duvar - çerçeve arasında boşluk bırakılan çalışmalar bulunmaktadır [14]. Fakat, bu durumda duvarda devrilme tehlikesi meydana gelmiştir. Yöntemin eksikliğini gidermek üzere kolondan çıkan donatıların derz boşluğunu geçerek duvar içine gömülmesi [15, 16] tekniğinin uygulanması oldukça güçlenmiştir. Bununla birlikte çelik kolonlarda, köşebent ve içi straforlu U profil derz bağlantı uygulamaları deneysel olarak incelenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır [17]. Çalışmadan edilen bulgulardan, C-profil ve esnek derzin yaylarla modellendiği çerçevelerin 5 cm düzlem içi ötelenmesi ile dolgu duvarlara gerilme aktarmadığı görülmüştür. Buna karşın düzlem dışı hareket C-profiller ile kısıtlanarak bu doğrultuda esnek bir malzemenin bulunmaması durumunda, duvarlarda gerilmelerin oluşmasına neden olmuştur. Yapılan analizlerden, çerçevelerin kontrollü 5 cm düzlem içi ötelenmesi ile dolgu duvarlarda herhangi bir hasar beklenmezken düzlem dışı davranışta oluşacak gerilmelerden dolayı hasar oluşmasının olası bir durum olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, düzlem dışı oluşabilecek gerilmelerin önüne geçilerek olası bir hasarın engellenmesi bir sonraki araştırma konusu olarak düşünülmektedir.

4. Sonuçlar

Dolgu duvarlı çerçevelerin 2018 TBDY’nde önerildiği şekliyle esnek derzli yapılması durumu için düzlemsel ve üç boyutlu olarak hazırlanan iki farklı modelin Sap2000’de deplasman kontrollü analizleri gerçekleştirilmiştir. Çerçeve ile dolgu duvar arasında bırakılan 5 cm esnek derz elemanının hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemeleri için yeterli olduğu anlaşılmıştır. Çerçevelerin düzlem içi hareketinin 5 cm ötelemeye kadar dolgu duvarlardan bağımsız olduğu, dolgu duvarda gerilme oluşturmadığı, ancak, düzlem dışı davranışta gerilmelerin meydana geldiği görülmüştür. 2018 TBDY’de sunulan esnek derzli bağlantı aparatının düzlem içi hasarların engellenmesinde önemi anlaşılmıştır. Ancak düzlem dışı davranışta dolgu duvarlarda hasarların oluşmasının muhtemel olacağı dikkat çekmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, TÜBİTAK 118M317 nolu proje kapsamında yapılan çalışmalara, TÜBİTAK tarafından sağlanan destek için teşekkürü borç bilirlere.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye’de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği’nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE’2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Asteris PG. Finite element micro-modeling of infilled frames, *Electronic Journal of Structural Engineering* 2008; 8(8): 1-11.

- [2] Tar İÖ. Dolgu duvarların modellenmesinde kullanılan eşdeğer basınç çubuğu yöntemlerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2010.
- [3] Zarnic R., Tomazevic M. An experimentally obtained method for evaluation of the behavior of masonry infilled RC frames, Proceedings of the 9th World Conference on Earthquake Engineering, 2-9 August 1988, pp:163-168, Tokyo.
- [4] Sevil T., Baran M., Canbay E. Tuğla dolgu duvarların B/A çerçevesi yapıların davranışına etkilerinin incelenmesi; deneysel ve kuramsal çalışmalar, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 2010; 2(2): 35-42.
- [5] Colangelo F. Pseudo-dynamic seismic response of reinforced concrete frames infilled with non-structural brick masonry, Earthquake Engineering & Structural Dynamics 2005; 34(10): 1219-1241.
- [6] Crisafulli FJ., Carr AJ., Park R. Analytical modelling of infilled frame structures-a general review, Bulletin-New Zealand Society for Earthquake Engineering 2000; 33(1): 30-47.
- [7] Karşlıoğlu Ö. Çok katlı binalarda bulunan tuğla dolgu duvarların yapı davranışına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s:79, Kahramanmaraş.
- [8] Kanıt R., Erdal M., Işık NS., Can Ö., Yener MK., Serimer G., Uğur LO., Atımtay E. Düzlem dışı yüklenen yığma yapıların deneysel davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, 17 Şubat 2005, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- [9] Bayülke N. Betonarme yapının dolgu duvari. Türkiye Mühendislik Haberleri 2003; 426, 85-98.
- [10] Al Hanoun MH., Abrahamczyk L., Schwarz J. Macromodeling of in-and out-of-plane behavior of unreinforced masonry infill walls, Bulletin of Earthquake Engineering 2019; 17(1): 519-535.
- [11] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [12] Berkeley C. SAP2000 version 20.2. Computers and Structures. Inc., California, 2018.
- [13] Erdem MM., Bikçe M. Maksimum azaltılmış görelî kat ötelemelerinin güncel (DBYBHY2007) ve yeni yönetmelik taslağına (TBDY2016) göre mukayesesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 2017; 32(2): 253-262.
- [14] Riddington JR. The influence of initial gaps on infilled frame behaviour, Proc Instn Cio Engrs 1984; 2(77): 295-310.
- [15] Jiang H., Liu X., Mao J. Full-scale experimental study on masonry infilled RC moment-resisting frames under cyclic loads, Engineering Structures 2015; 91, 70-84.
- [16] Wang Z. Seismic performance and frame-infill interaction of masonry-infilled reinforced concrete frames, PhD thesis, The Hong Kong University of Science and Technology, pp:339, Hong Kong, 2015.
- [17] Ju RS., Lee HJ., Chen CC., Tao CC. Experimental study on separating reinforced concrete infill walls from steel moment frames, Journal of Constructional Steel Research 2012; 71, 119-128.

Trafik Kaza Sayısının ve Yaralı Sayısının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Yöntemleri ile Tahmini

Ömer Faruk CANSIZ^{1,*}, İbrahim ERGİNER², Merve ERGİNER³

^{1,2,3}İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, PK: 31200, İskenderun, Hatay

¹<https://orcid.org/0000-0001-6857-2513>

²<https://orcid.org/0000-0002-6001-3124>

³<https://orcid.org/0000-0002-4399-9585>

*Sorumlu yazar: ibrahim.erginer.mfbe18@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 15 Şubat 2020

Kabul tarihi: 15 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Kaza sayısı

Kusur türleri

Yaralı sayısı

Yapay sinir ağları

Çok değişkenli regresyon analizi

ÖZET

Trafik kazaları tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz için de önemli bir problemdir. Trafik kazalarının birçoğu ölüm ve yaralanmalarla sonuçlanmaktadır. Kazaların meydana gelmesinde etkili olan birçok faktör bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında insana, yola ve araca bağlı kusurlardan kaynaklanan trafik kazaları incelenmiştir. Trafik kazalarının sayısı ve bu kazalardaki yaralanma sayılarının tahmini için modeller oluşturulmuştur. Bu modeller yapay zeka tekniklerinden yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ve çok değişkenli regresyon yöntemleriyle oluşturulmuştur. 2002-2017 yıllarına ait Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı'ndan temin edilen verilerle bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setinde nüfus, sürücü kusuru, araç kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru, yol kusuru değişkenleri bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak kaza sayısı ve yaralı sayısı değişkenleri kullanılmıştır. Oluşturulan veri seti ile Matlab 2017a programında analizler yapılmıştır. YSA yöntemi ve çok değişkenli regresyon yöntemleriyle oluşturulan modeller korelasyon katsayısı (R), hataların karelerinin ortalaması (HKO) ve ortalama yüzde hata (OYH) değerlerine göre kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre YSA ile oluşturulan tahmin modellerinin çok değişkenli lineer regresyon modeli ve pure quadratic regresyon modelinden daha başarılı sonuçlara ulaştığı gözlemlenmiştir.

Estimation Number of Traffic Accidents and Number of Injured by Artificial Neural Networks and Regression Methods

Research Article

Article History:

Received: 15 February 2020

Accepted: 15 May 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Number of accident

Types of defects

Number of injured

Artificial neural networks

Multivariate regression analysis

ABSTRACT

Traffic accidents are a problem for our country as well as all over the world. Most traffic accidents result in deaths and injuries. There are many factors that are effective in the occurrence of accidents. In this study, traffic accidents caused by human, road and vehicle related defects are examined. Models are created to estimate the number of traffic accidents and the number of injuries in these accidents. These models are formed by artificial neural network techniques (ANN) and multivariate regression methods. A data set is formed by data obtained from General Directorate of Security and General Directorate of Security between 2002 and 2017. In the data set, population, driver defect, vehicle defect, passenger defect, pedestrian fault, road fault variables are used as independent variables. The number of accidents and the number of injured variables are used as dependent variables. Analyzes are made in Matlab 2017a software with the data set. The models created by ANN method and multivariate regression methods are compared according to the correlation coefficient, mean squared errors and mean percentage errors. According to the results, proposed prediction models based on the ANN have more successful results than the multivariate linear regression and pure quadratic regression models.

1. Giriş

Yük ve yolcu taşımacılığında ülkemizde karayolları yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Karayolları sağladığı çeşitli avantajlardan dolayı diğer ulaşım sistemlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Kaza riski diğer ulaşım sistemlerine göre daha fazla olan karayollarının ülkemizde daha çok kullanılması istenilmeyen bir durumdur. Karayollarının yoğun bir şekilde kullanılması çeşitli olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Örneğin trafikteki taşıt sayısı artmaktadır. Buna bağlı olarak hava kirliliği, yakıt kullanımı, trafik kazaları meydana gelmektedir. Bu trafik kazaları genellikle ölüm ve yaralanma olayları ile sonuçlanmaktadır. Meydana gelen trafik kazalarının sayısını azaltmak ve dolayısıyla ölüm-yaralanma olaylarını azaltmak gerekmektedir. Bu nedenle kazaya sebep olan faktörleri ortadan kaldırmak veya azaltmak gerekmektedir.

Kazalara sebebiyet veren faktörlerin ne ölçüde insana, yola veya araca bağlı olduğunu belirleyebilmek alınacak önlemler açısından önemli olmaktadır. Bu faktörlerin kaza sayısını ne ölçüde etkilediği bilinirse; kaza sayısı, ölü sayısı ve yaralı sayısı hakkında yorum yapılabilir.

YSA ve istatistiksel yöntemler kullanılarak enerji ve kaza sayısı tahmin modeli geliştirilmesi ile ilgili literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Cansız [1], 1988-2005 yılları arasında enerji analizi yapılarak ulaşımda türlere göre enerji yoğunluğu değerleri belirlemiştir. Bu değerlere göre 1970-1987 ve 2006-2020 arasındaki dönemlerdeki enerji tüketim tahminleri yapılmıştır. Çalışmada 1970-2020 yılları arasında ulaştırma sektöründeki enerji tüketiminin şu andaki durumu, değişimi ve gelişimi ortaya konulmuş ve YSA metodundan faydalanılarak enerji maliyeti tahmin modeli geliştirilmiştir [1].

Turhan ve ark. [2], YSA ile 148 adet çok katlı binanın toplam enerji tüketimi tahmin etmiştir. Enerji tüketimini etkileyen imar durumu, ısıtma sistemi tipi, izolasyon varlığı, duvar toplam ısı transfer katsayısı, cam tipi, alan/hacim oranı, toplam dış yüzey alanı ve kat sayısı etkenleri kullanılarak örnek binaların enerji performansları değerlendirilmiştir. Analizler incelendiğinde enerji tüketimine en çok etki eden parametrenin

binanın ısıtma sistemi tipi olduğu belirlenmiştir [2].

Es ve ark. [3], YSA ile Türkiye'nin enerji talebini tahmin etmiştir. 1970-2010 yılları arasındaki Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH), nüfus, ithalat, ihracat, bina yüz ölçümü ve taşıt sayısı girdi olarak kullanılmış ve YSA modelinin tahmin performansı, çoklu doğrusal regresyon tekniği ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda YSA'nın daha iyi tahmin verdiği görülmüştür [3]. Cansız ve ark. [4] tarafından Türkiye'de kaza sayısı, YSA ve regresyon modelleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Nüfus, sürücü sayısı, taşıt-km ve taşıt sayısı bağımsız değişkenleri oluşturulan modellerde en iyi YSA modeli ile en iyi regresyon modeli karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda YSA modelinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [4].

Cansız ve ark. [5], Emniyet Genel Müdürlüğü ve Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan verilerle regresyon ve YSA yöntemi ile tahmin modelleri oluşturmuştur. Nüfus, sürücü sayısı, taşıt sayısı, taşıt-km verileri bağımsız değişken, yaralı sayısı verileri ise bağımlı değişken alınarak 2'li, 3'lü, 4'lü bağımsız değişken kombinasyonları yapılarak çeşitli modeller oluşturulmuştur. Hataların karelerinin ortalaması (HKO), ortalama yüzde hata (OYH) ve korelasyon katsayısı (R) değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır. Yaralı sayısı tahmin modellerinde YSA modellerinin regresyon modellerine kıyasla gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [5].

Cansız ve ark. [6], YSA metodu kullanarak motorlu araç kazalarında ölümcül yaralanan kişilerin sayısı için tahmin modeli (ANNEFA) oluşturmuştur. Yapay Sinir Ağı Tahmini Ölümcül Kaza (ANNEFA) modeli için, sosyal ve trafik ile ilgili değişkenler, nüfus ve motorlu araç kayıtları veri seti olarak kullanılmıştır. Bu tahmin sonuçlarına göre 14 nörona, tansig transfer fonksiyonuna ve Levenberg-Marquardt eğitim algoritmasına sahip olan ANNEFA modeli, en iyi sonucu vermiştir [6]. Akgüngör ve Doğan [7], İzmir ili için regresyon, YSA ve genetik algoritma yöntemleri kullanarak kaza sayısı tahmini

yapmıştır. Bir diğer çalışmada ise Smeed ve Andreassen modellerinden yararlanılarak tahmin modelleri geliştirilmiştir [8].

Bu çalışmada, nüfus, sürücü kusuru, yol kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru ve araç kusurlarına göre kaza sayısı ve yaralı sayısı tahmin edilmiştir. Bu amaçla tahmin modelleri oluşturulurken yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları (YSA) ve çok değişkenli doğrusal regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, kusur türlerine göre karayollarında meydana gelen kaza sayısı ve yaralı sayısı için tahmin modelleri oluşturulmuştur. Tahmin modelleri oluşturulurken YSA ve çok değişkenli regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Tahmin modelleri oluşturulurken 2002-2017 yılları arasında kapsayan nüfus, sürücü kusuru, araç kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru, yol kusuru, kaza sayısı ve yaralı sayısı değişkenleriyle bir veri seti oluşturulmuştur. Bu veri seti ile Matlab 2017a programında regresyon analizleri ve YSA analizleri yapılmıştır. Veri setinin %70'i eğitim %30'u test olarak kullanılmıştır. Ayrıca YSA analizlerinde %10 doğrulama verisi kullanılmıştır. Bu veri seti Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Veri seti tablosu

Yıl	Nüfus	Sürücü kusuru	Yaya kusuru	Yolcu kusuru	Araç kusuru	Yol kusuru	Kaza sayısı	Yaralı sayısı
2002	69.302.000	521.227	12.867	1.254	1.666	1.332	439.777	94.225
2003	70.231.000	551.467	13.208	882	1.552	1.255	455.637	95.607
2004	71.152.000	623.578	13.987	710	1.415	1.216	537.352	109.889
2005	72.065.000	711.572	14.882	769	1.797	1.603	620.789	123.977
2006	72.974.000	834.681	13.789	739	841	1.100	728.755	135.754
2007	70.586.000	903.860	15.086	795	1.269	994	825.561	149.814
2008	71.517.000	151.386	13.995	713	439	698	950.120	145.163
2009	72.561.000	139.758	14.181	640	445	958	1.053.346	161.719
2010	73.723.000	141.728	14.171	564	515	992	1.106.201	171.475
2011	74.724.000	157.494	14.860	677	530	1.044	1.228.928	194.149
2012	75.627.000	161.076	17.672	797	597	1.124	1.296.634	221.108
2013	76.668.000	162.327	16.458	774	1.558	1.913	1.207.354	274.829
2014	77.696.000	171.236	18.115	901	1.122	1.841	1.199.010	285.059
2015	78.741.000	187.980	18.522	915	1.165	1.916	1.313.359	304.421
2016	79.815.000	190.954	18.612	869	997	1.717	1.182.491	303.812
2017	80.811.000	191.717	18.095	782	1.112	1.619	1.202.716	300.383

2.1. Çok Değişkenli Lineer Regresyon

Çok değişkenli lineer regresyon yöntemi ile bağımsız değişkenlerle bağımlı değişkenler arasında bir ilişki kurulmakta ve bu ilişki denklemlerle ifade edilmektedir. Bu denklemin genel formu Denklem 1'deki gibi ifade edilmektedir.

$$y(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i,j=1}^n \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \epsilon \quad (1)$$

Bu denklemde, x_i bağımsız değişken olan nüfus, sürücü kusuru, araç kusuru, yolcu kusuru, yaya kusuru ve yol kusuru değişkenlerini temsil etmektedir. “ y ” bağımlı değişken olan yaralı sayısı ve ölü sayısı değişkenlerini temsil etmektedir. “ β ” ise değişkenlerin regresyon katsayılarını temsil etmektedir. “ ϵ ” ise modeldeki hata miktarını temsil etmektedir.

Tablo 1'de verilen veri seti ile çok değişkenli lineer regresyon analizleri Matlab 2017a programında yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda β regresyon katsayılarının değerleri bulunarak regresyon denklemleri elde edilmiştir. Bu çalışmada çok değişkenli lineer model ve bağımsız değişkenlerin karelerinin farklı bir değişken olarak kullanılmasıyla pure quadratic model için regresyon analizleri yapılmıştır ve denklemleri oluşturulmuştur. Çok değişkenli lineer modelin bağımsız değişken sayısına uyarlanmış hali Denklem 2 'de verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 \quad (2)$$

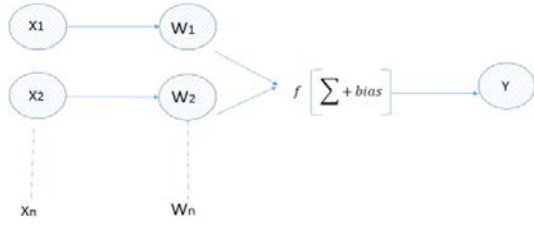
Pure quadratic modelin denklemi ise Denklem 3'te verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_1^2 + \beta_7 x_2^2 + \beta_8 x_3^2 + \beta_9 x_4^2 + \beta_{10} x_5^2 \quad (3)$$

2.2. Yapay Sinir Ağları

Günümüzde yapay zekâ üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Yapay zekâ teknikleri kullanılarak birçok karmaşık konu çözüme kavuşturulabilmektedir. Yapay zekâ tekniklerinden biri olan YSA insanlardaki sinir hücrelerinin çalışma mekanizmalarına benzer bir şekilde çalışmaktadır. YSA matematiksel olarak ifade edilemeyen problemlerin çözümünde kullanılan bir yöntem olup kara kutu model olarak tanımlanmaktadır [9].

YSA'da sinir hücrelerinde olduğu gibi nöronlar bulunmaktadır. Bu nöronlar birleşerek bir ağ oluştururlar. YSA' da herhangi bir ön kabul yapılmamaktadır. Deneme yanılma yoluyla öğrenme işlemi gerçekleştirilmektedir. Öğrenme işlemi bağımsız değişkenlerin değerlendirilmesi ve bağımlı değişkenlerin tahmin edilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. YSA' da bir nöronun çalışma mekanizması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. YSA Nöron Mekanizması

Şekil 1’de gösterilen nöron mekanizmasında “x” girdileri, “w” ağırlıkları, “f” transfer fonksiyonunu ve y değeri de nöronun çıktısını ifade etmektedir. Burada girdiler ağırlıklarla çarpıldıktan sonra toplamları alınmakta ve bias değerleri eklenmektedir. Bu değer transfer fonksiyonundan geçirilmektedir. Elde edilen sonuç nöronun çıktısı olmaktadır. Şekil 1’de verilen mekanizma denklem olarak yazıldığında Denklem 4 elde edilmektedir.

$$y = f\left(\sum_{i=1}^N x_i * w_i + bias_i\right) \quad (4)$$

Bu çalışmada Levenberg-Marquardt eğitim algoritması ve tanjant sigmoid (tansig) transfer fonksiyonu kullanılmıştır. Tansig transfer fonksiyonu Denklem 5 ‘te verilmiştir.

$$Tansig(N) = \frac{2}{(1 + \exp(-2N))} - 1 \quad (5)$$

3. Bulgular ve Tartışma

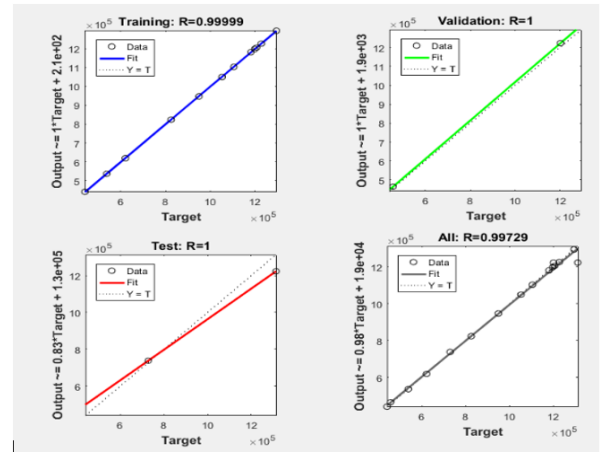
3.1. Kaza Sayısı Modeli

Nüfus, sürücü kusuru, yaya kusuru, yolcu kusuru, araç kusuru ve yol kusuru bağımsız değişkenleri kullanılarak YSA metodu ile oluşturulan kaza sayısı tahmin modelinin korelasyon ve eğitim grafiği sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3’ te sunulmuştur.

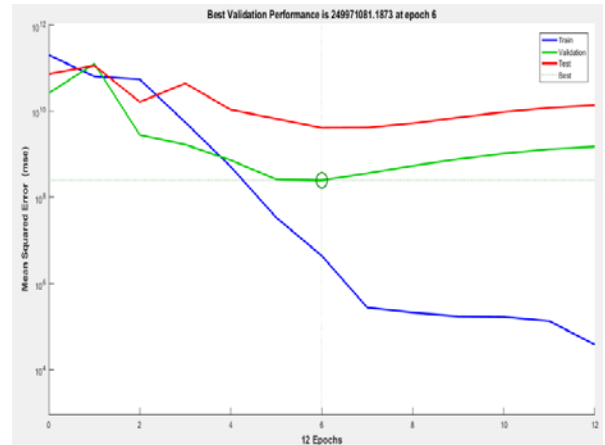
Yapılan regresyon analizleri sonucunda regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Analizler Matlab 2017a programında yapılmış ve regresyon katsayıları elde edilmiştir. Kaza sayısı için yapılan analiz sonucunda elde edilen çok değişkenli lineer modelin denklemi Denklem 6’da verilmektedir.

$$K = 8,48 * 10^5 - 0,0116 * N - 0,2635 * S + 87,9434 * Y - 312,8484 * P - 335,4765 * A + 230,0299 * L \quad (6)$$

(6)



Şekil 2. Kaza sayısı modeli R grafiği



Şekil 3. Kaza sayısı modeli eğitim süreci

Bu eşitlikte, K, N, S, Y, P, A ve L ile ifade edilenler sırasıyla kaza sayısı, nüfus, sürücü kusuru, yaya kusuru, yolcu kusuru, araç kusuru ve yol kusurudur.

Kaza sayısı için yapılan pure quadratic modelin denklemi Denklem 7’de verilmektedir.

$$K = -3,2596 * 10^7 + 0,7762 * N - 2,5261 * S + 446,7909 * Y - 202,9030 * P + 257,3238 * A + 67,8303 * L - 4,9724 * 10^{-9} * N^2 + 2,0791 * 10^{-6} * S^2 - 0,0129 * Y^2 + 0,2607 * P^2 - 0,1037 * A^2 - 0,0709 * L^2 \quad (7)$$

(7)

3.2. Yaralı Sayısı Modeli

Nüfus, sürücü kusuru, yaya kusuru, yolcu kusuru, araç kusuru ve yol kusuru bağımsız değişkenleri kullanılarak lineer regresyon metodu ve pure quadratic regresyon metodu ile oluşturulan kaza sayısı tahmin modellerinin denklemleri sırasıyla Denklem 8 ve Denklem 9’ da verilmiştir.

$$D = -7,1989 * 10^5 + 0,0090 * N - 0,0271 * S + 13,7551 * Y + 2,9269 * P - 23,6005 * A + 44,3436 * L \quad (8)$$

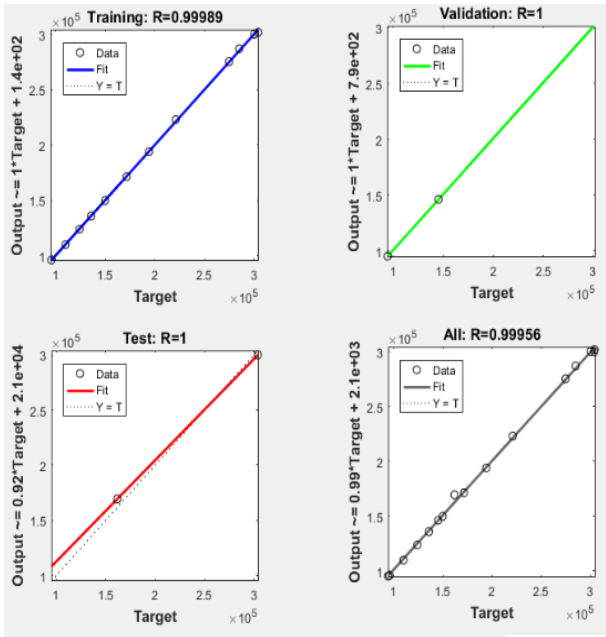
(8)

Denklemlerde D, N, S, Y, P, A ve L ile ifade edilen değişkenler sırasıyla yaralı sayısı, nüfus, sürücü kusuru, yaya kusuru, yolcu kusuru, araç kusuru ve yol kusurunu temsil etmektedir.

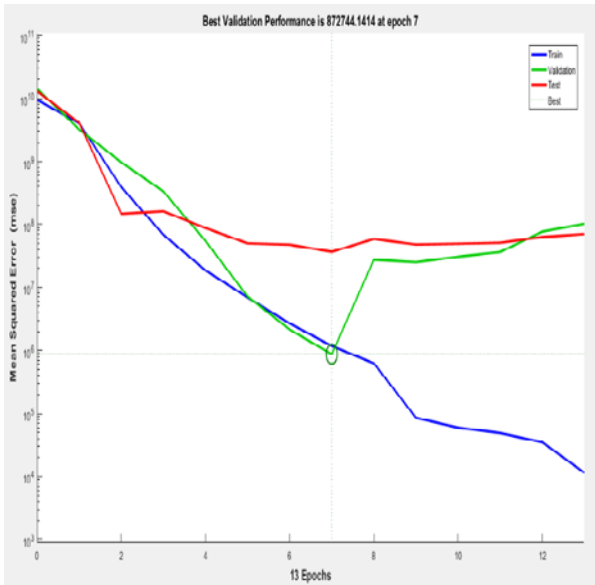
$$D = 6,6459 * 10^4 - 0,0187 * N - 0,4382 * S + 50,3086 * Y + 77,3067 * P + 142,2598 * A - 23,7045 * L + 1,8826 * 10^{-10} * N^2 + 3,6570 * 10^{-7} * S^2 - 0,0014 * Y^2 - 0,0217 * P^2 - 0,0605 * A^2 + 0,0213 * L^2$$

(9)

Yaralı sayısı için oluşturulan YSA model analizinin sonuçları Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Yaralı sayısı modeli R grafiği



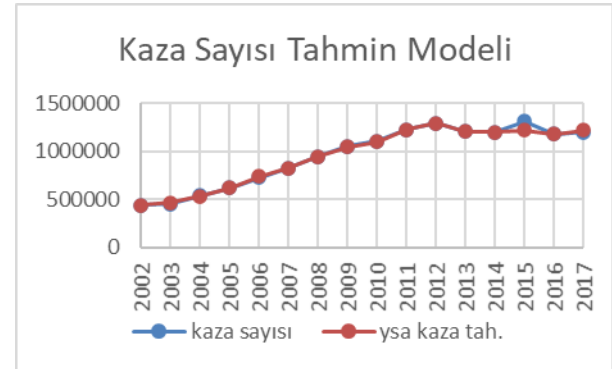
Şekil 5. Yaralı sayısı modeli eğitim süreci

Yapılan çalışmada modeller oluşturulurken veri seti içerisinde kullanılan değişkenlerin maksimum ve minimum değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Verilerin maksimum ve minimum değerleri

Değişkenler	Maksimum Değerler	Minimum Değerler
Nüfus	80811000	69302000
Sürücü Kusuru	903860	139758
Yaya Kusuru	18612	12867
Yolcu Kusuru	1254	564
Araç Kusuru	1797	439
Yol Kusuru	1916	698

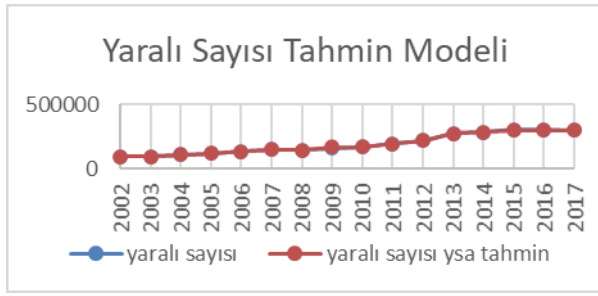
Oluşturulan YSA kaza sayısı modeli ile elde edilen kaza sayısı tahmin değerlerinin gerçek kaza sayısı ile karşılaştırılması Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Kaza sayısı tahminlerinin gerçek değerlerle kıyaslanması

Şekil 6'da görüldüğü gibi tahmin sonuçları ile kaza sayısı değerleri birbirine paralel olarak hareket etmiştir. 2015 yılına gelindiğinde YSA tahmin değerleri ile kaza sayısı değerleri arasında bir fark oluşmuştur. Oluşturulan bu YSA modelinde 2015 yılı haricindeki kaza sayısı değerleri başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir.

Oluşturulan YSA yaralı sayısı modeli ile elde edilen yaralı sayısı tahmin değerlerinin gerçek yaralı sayısı ile karşılaştırılması Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yaralı sayısı tahminlerinin gerçek değerlerle kıyaslanması

Şekil 7’de görüldüğü gibi tahmin sonuçları ile kaza sayısı değerleri birbirine paralel olarak hareket etmiştir. Oluşturulan modeller R, HKO ve OYH kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Modeller sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Model karşılaştırması

Modeller	R	HKO	OYH (%)	
Kaza Sayısı	Çok Değişkenli Lineer Regresyon	0.957	7.548.121.686	8.401
	Pure Quadratic Regresyon	0.993	1.253.248.214	2.337
	YSA	0.997	547.131.950	0.264
Yaralı Sayısı	Çok Değişkenli Lineer Regresyon	0.983	195.651.815	5.728
	Pure Quadratic Regresyon	0.9994	7.512.373	0.983
	YSA	0.9995	5.600.117	0.693

Tablo 3’te kaza sayısı ve yaralı sayısı tahmini için oluşturulan modellerin sonuçları ayrı ayrı verilmiştir. Bu sonuçlara göre YSA modeli, çok değişkenli lineer regresyon ve pure quadratic regresyon modellerine göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Oluşturulan modellerde YSA modelinin R değeri regresyon modellerine göre 1’e daha yakındır. Bu sonuç tahmin sonuçları ile gerçek değerlerin birlikte hareket ettiğini göstermektedir. HKO ve OYH değerleri de regresyon modellerine göre daha düşük olmuştur. Bu da YSA modelinin istatistiksel modellere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Turhan ve ark. [2], 148 adet veri kullanarak YSA metodu ile analizler yapmıştır. Es ve ark. [3], 40 yıllık veri seti ile YSA analizleri yapmıştır.

Yapılan bu çalışmada ise 2002-2017 yılları arasında veri seti oluşturularak 16 yıllık veri seti kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veri seti literatüre göre dar olmuştur. Ancak ulaştırmada kusur türlerine göre sadece 16 yıllık veri seti oluşturulabilmiştir. Bu çalışmada kusur türlerine göre kaza analizi yapılması hedeflendiğinden veri setinin bu şekli uygun görülmüştür.

Akgüngör ve Doğan [7], YSA metoduna ek olarak genetik algoritma ve regresyon yöntemi kullanmıştır. Bir diğer çalışmada ise Smeed denklemi ve Andreassen modellerinden yararlanılmıştır [8]. Yapılan bu çalışmada ise modellerin istatistiksel metotlarla da test edilmesi için regresyon yöntemlerinden lineer regresyon ve pure-quadratic regresyon yöntemleri kullanılmıştır.

4. Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada nüfus, sürücü kusuru, yaya kusuru, yolcu kusuru, araç kusuru ve yol kusuru bağımsız değişkenleri kullanılarak kaza sayısı ve yaralı sayısı bağımlı değişkenleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahmin modelleri YSA ve regresyon yöntemleri kullanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan kaza sayısı tahmin modelleri incelendiğinde HKO, OYH ve R değerleri dikkate alındığında en iyi sonuçları YSA modelinin verdiği görülmüştür.

Regresyon yöntemi ile oluşturulan kaza sayısı tahmin modelleri kendi içerisinde karşılaştırıldığında pure quadratic regresyon modeli, lineer regresyon modeline göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Oluşturulan yaralı sayısı tahmin modelleri incelendiğinde HKO, OYH ve R değerleri dikkate alındığında en iyi sonuçları YSA modelinin verdiği görülmüştür.

Regresyon yöntemi ile oluşturulan yaralı sayısı tahmin modelleri kendi içerisinde karşılaştırıldığında pure quadratic regresyon modeli, lineer regresyon modeline göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Kaza sayısı ve yaralı sayısı tahmin modellerinde kullanılan değişkenler incelendiğinde;

- Lineer regresyon yöntemi ile oluşturulan yaralı sayısı ve kaza sayısı tahmin modelinde en etkili değişkenler araç kusuru ve yol kusuru değişkenleridir.
- Pure quadratic regresyon yöntemi ile oluşturulan yaralı sayısı tahmin

modelinde en etkili değişkenler araç kusuru ve yolcu kusuru değişkenleridir.

- Pure quadratic regresyon yöntemi ile oluşturulan kaza sayısı tahmin modelinde en etkili değişkenler araç kusuru ve yaya kusuru değişkenleridir.
- Tüm regresyon modelleri dikkate alındığında en etkili değişkenin araç kusuru bağımsız değişkeni olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Yapılan bu çalışmada görüldü ki; nüfus, araç kusuru, yol kusuru, yolcu kusuru ve yaya kusuru değişkenleri kullanılarak kaza sayısı ve yaralı sayısı değişkenleri başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Ayrıca buna benzer yapılacak çalışmalarda kullanılacak bağımsız değişkenlerin araç kusuru, yol kusuru, yaya kusuru ve yolcu kusuru değişkenleri kullanılarak geliştirilebileceği öngörülmüştür. Nüfus değişkeninin kaza sayısı ve yaralı sayısı üzerinde beklendiği gibi büyük bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılması aşamasında, veri setlerinin oluşturulması için desteklerini bizden esirgemeyen Jandarma Genel Komutanlığı'na ve Karayolları Genel Müdürlüğü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- [1] Cansız ÖF. Enerji politikalarının ulaştırma sistemlerinin optimizasyonu ile geliştirilmesi ve uygulamadan elde edilen getirilerin ortaya konması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye 2007.
- [2] Turhan C., Gökçen G., Kazanasmaz T. Yapay sinir ağları ile İzmir'deki çok katlı binaların toplam enerji tüketimlerinin tahmin edilmesi, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 2013, s:134, İzmir. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/ad8e2a464a8f460_ek.pdf
- [3] Es H., Kalender F., Hamzaçebi C. Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 2014; 29.
- [4] Cansız ÖF., Çalışıcı M., Ünsalan K., Erginer İ. Türkiye için trafik kaza sayısı tahmin modellerinin oluşturulması, 2. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, Mayıs 2017, Kocaeli.
- [5] Cansız ÖF., Çalışıcı M., Ünsalan K. Türkiye karayollarında meydana gelen kazalarda oluşan yaralı sayısı için tahmin modellerinin oluşturulması, 2. Uluslararası Mühendislik ve Tasarım Kongresi, Mayıs 2017, Kocaeli.
- [6] Cansız ÖF., Çalışıcı M., Miroğlu MM. Use of artificial neural network to estimate number of persons fatally injured in motor vehicle accidents, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Mathematics, Simulation, Modelling, Circuits, Systems and Signals, Atina, 2009.
- [7] Akgüngör AP., Doğan E. Farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen trafik kaza tahmin modelleri ve analizi, Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi 2010; 2(1): 16-22.
- [8] Akgüngör AP., Doğan E. Smeed ve Andreassan kaza modellerinin Türkiye uygulaması: Farklı senaryo analizleri, Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University 2008; 23(4): 821-827.
- [9] Cansız ÖF., Easa SM. Using artificial neural network to predict collisions on horizontal tangents of 3D two-lane highways, International Journal of Engineering and Applied Sciences 2011; 7(1): 47-56.
- [10] MATLAB. MATLAB Product Family Updates 2017.

Entansif Şartlarda Yetiştirilen Kıvırcık Kuzularda Kan Plazması ve Yapağıdaki Çinko ve Bakır Profili

Selim ESEN^{1,*}, Harun KARADAĞ², Cüneyt KAPTAN³, Hüseyin ESECELİ⁴

¹Sheep Breeding Research Institute, Department of Feed and Animal Nutrition, 10200, Balıkesir, Turkey

²Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Bursa Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, 16700, Bursa, Turkey

³Sheep Breeding Research Institute, Department of Production and Operation, Branch of Animal Health, 10200, Balıkesir, Turkey

⁴Kastamonu University, Faculty of Veterinary, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, 37150, Kastamonu, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-4953-7960>

²<https://orcid.org/0000-0001-8161-3199>

³<https://orcid.org/0000-0001-9867-7025>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5912-5479>

*Sorumlu yazar: selim_esen01@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 20 Nisan 2020

Kabul tarihi: 25 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Çinko
Bakır
Plazma
Yapağı
Kıvırcık

ÖZET

Bu çalışmanın amacı süt emme dönemi sonundaki 62 ± 4 günlük yaş ve 23.80 ± 3.19 kg canlı ağırlığındaki (Ort. \pm S.S.) Kıvırcık kuzularında, kan plazması ve yapağıdaki çinko (Zn) ve bakır (Cu) profilini belirlemektir. Bu amaçla, kastre edilmemiş, sağlıklı erkek 48 baş Kıvırcık kuzudan (32 tekiz, 16 ikiz) kan ve yapağı örneği alınmıştır. Kan plazması, yapağı ve yem örneklerindeki Zn, Cu, demir (Fe), sodyum (Na) ve potasyum (K) konsantrasyonları alev başlıklı atomik absorpsiyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğum tipinin plazma ve yapağıdaki mineral konsantrasyonları üzerine etkisinin olmadığını göstermiştir ($P > 0.05$). Ancak Zn ve Cu'nun ikiz doğan kuzularda yapağında daha fazla birikme eğiliminde olduğu anlaşıldı. Ayrıca, plazmadaki Cu - Fe konsantrasyonları arasında negatif bir korelasyon gözlemlenirken ($P < 0.05$); bunun aksine, kan plazmasındaki K - Na ile yapağıdaki Cu - Na ve Na - K arasında pozitif bir korelasyon gözlemlenmiştir ($P < 0.05$ ve $P < 0.01$ aralığında, değişen oranlarda). Çalışma sonunda entansif şartlarda yetiştirilen Kıvırcık kuzularda, süt emme sonunda plazma ve yapağıdaki Zn ve Cu konsantrasyonlarının normal aralıkta olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan hayvanların fizyolojik durumu ve meradan yararlanma olanağı göz önünde bulundurulduğunda ileriki dönemlerde bu minerallere olan ihtiyaçlarının organik ve/veya inorganik kaynaklardan sağlanması gerekebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Zinc and Copper Profile of Blood Plasma and Wool in Kıvırcık Lambs Reared under Intensive Management Conditions

Research Article

Article History:

Received: 20 April 2020

Accepted: 25 May 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Zinc
Copper
Plasma
Wool
Kıvırcık

ABSTRACT

The aim of this study was to determine Zinc (Zn) and Copper (Cu) levels of plasma and wool in Kıvırcık lambs, 62 ± 4 days weaning age, and 23.80 ± 3.19 kg (Mean \pm SD) live weight, at the end of the suckling period. For this purpose, blood and wool samples were taken from 48 non-castrated healthy Kıvırcık male lambs, 32 single-born, and 16 twin-born. The concentration of Zn and Cu together with iron (Fe), sodium (Na), and potassium (K) in plasma, wool, and feedstuffs samples were performed by using a flame atomic absorption spectrophotometer. The result of this study showed that the birth type did not affect the wool mineral level ($P > 0.05$). However, it was understood that Zn and Cu tended to accumulate more in wool in twin-born lambs. Also, there was a significant negative correlation observed in plasma Cu - Fe concentrations ($P < 0.05$). In contrast, K - Na in plasma, and Cu - Na and Na - K concentrations in wool were positively correlated

(varied between $P < 0.05$ and $P < 0.01$). It was concluded that Zn and Cu concentration in plasma and wool of Kivircik lambs within the normal range in the suckling period under intensive management conditions. On the other hand, considering the physiological stage of animals and pasture allowance, supplementation of these minerals from organic and/or inorganic sources may be necessary for further times.

To Cite: Esen S., Karadağ H., Kaptan C., Eseceli H. Entansif Şartlarda Yetiştirilen Kivircik Kuzularda Kan Plazması ve Yapağıdaki Çinko ve Bakır Profili. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(1): 36-40.

1. Introduction

Zinc (Zn) and copper (Cu) have been demonstrated to be essential micronutrients for ruminants. Supplementation of an adequate level of Zn and Cu in the diet of animals improves their growth, reproduction, immunity, health, and productivity [1]. The inorganic form of these two minerals is generally used in vitamin-mineral premix rather than organic form. However, interaction and antagonistic effects with poor absorption and bioavailability of these minerals in diets limit their actual benefits to the animal metabolism [2].

In many cases, mineral deficiencies occur without any clinical symptom, which results in unsatisfactory growth, production, and infertility in small ruminants. Signs of Zn and Cu disorders are generally characterized by depressed and reduced growth, reduced reproductive rate, and wool growth with depigmentation of wool and hair in small ruminants [3]. Symptoms like bone fragility, anemia, dry, and cracked skin can be seen in severe deficiency [3].

Also, Zn and Cu are an important constituent of several enzymes that have vital functions in metabolism [4]. While Zn is an essential micronutrient for immune function, Cu is required for normal red blood cell formation [5, 6]. Therefore, knowing the concentration of these elements in plasma and wool is very important to manipulate their concentration in the diets. On the other hand, there had been some research concerning effects of season and pasture on blood serum and wool samples of native sheep breeds in Turkey; but no study was found to determine Zn and Cu levels of blood and wool of lamb to manipulate their diets on fattening period [7, 8]. Therefore, this study aimed to determine Zn and Cu levels of plasma and wool of lambs at the end of the suckling period.

2. Material and Methods

All animal care and handling procedures were reviewed and approved by the Ethical Committee of the Sheep Breeding Research Institute, Bandırma, Balıkesir, Turkey (Approval number: 3760010). All efforts were made to minimize any discomfort during the sampling of blood and wool.

2.1. Animal care and feeding conditions

The data in this study originated from a research trial conducted to evaluate the effects of activated clinoptilolite and inactive brewer's yeast mixture on fattening Kivircik male lambs. All lambs, used in this study, were with their dam for the first 15 days and free to suckle. Up to the weaning period, they suckled their dam twice a day and had free to access commercial starter feed and alfalfa hay *ad libitum*. At the weaning period, a total of 48 healthy (16 twin-born, 32 single-born) non-castrated male Kivircik lambs were selected with an average 62 ± 4 days weaning age and 23.80 ± 3.19 kg live weight to conduct the trial. When lambs were allocated randomly into the trial groups, blood and wool samples were collected within each lamb to determine Zn and Cu levels of plasma and wool. Also, concentrate feed and roughage samples, used in the suckling period, were taken for further chemical analysis.

2.2. Blood and wool sampling

Blood samples of lambs were obtained from the jugular vein using vacutainer tubes containing sodium heparin and stored at -20°C for Zn, Cu, and other selected mineral analyses. Plasma samples were separated by using laboratory centrifuge (Elektro-mag, M4812P) at 4000 rpm for 10 minutes and store in 2 ml polypropylene microcentrifuge tubes.

Wool samples were taken from *fossa paralumbalis* by stainless steel sheep clippers. Feed and other foreign particles were removed from the wool and washed by warm water, then

they are soaked into ethanol for 5 minutes to remove organic dust and oven-dried at 60 °C for at least 24 h.

2.3. Microwave digestion of plasma and wool samples

For selected mineral analysis, 1 ml of plasma sample was pipetted into a vessel, resistant to temperature and pressure, with 8 ml nitric acid and 2 ml of hydrogen peroxide for microwave digestion. The digested sample was then allowed to cool before being transferred quantitatively into clean falcon tubes and completed to 25 ml final volume with deionized water and analyzed in the flame atomic absorption spectrophotometer [9]. The same procedure was applied to wool and feed samples, which weighed into vessels about 0.3 g and 0.5 g.

2.4. Analysis of mineral contents

The concentration of Zn, Cu, iron (Fe), sodium (Na), and potassium (K) in plasma and wool samples were measured using Shimadzu AA-7000 flame atomic absorption spectrophotometer (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan).

2.5. Chemical analysis of feedstuffs:

Dry matter (DM), crude protein (CP), ash, ether extract (EE) and, crude fiber (CF) compositions of concentrate feed and alfalfa hay, used in the suckling period, were analyzed according to AOAC methods [10]. Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents of samples were analyzed according to the methods reported by Van Soest et al. [11]. All chemical analyses of feedstuffs were carried out in triplicate.

2.6. Statistical analyses

Mineral contents of blood and wool samples were analyzed using SAS (JMP, version 13.2). The data of plasma and wool minerals were subjected to one way ANOVA using the birth type as a variable. The differences between means statistically compared with Student's t-test. Pearson correlation analyzes performed to determine the relationship between minerals.

3. Results and Discussion

The analyzed chemical and mineral compositions of concentrate and alfalfa hay, which used in the suckling period, are presented in Table 1. Plasma and wool mineral concentrations of lambs according to birth type are given in Table 2 and Table 3.

Most of the studies about minerals have been carried out to determine the effect of pasture allowance, season, and breed type on serum/plasma and wool of small ruminants [7, 8, 12, 13]. The considerable variation observed in these studies about the mineral concentration of serum/plasma and wool. In this study, there were no significant differences observed in both plasma and wool mineral concentrations according to birth types ($P > 0.05$). Although Zn and Cu concentrations of plasma were higher in single-born lambs compared to twin-born, on the other hand, Zn and Cu concentrations of wool in twin-born lambs were higher than single-born.

Table 1. Chemical composition and mineral contents of concentrate feed and roughage.

Chemical Composition	Concentrate	Alfalfa hay
Dry Matter, % fed basis	88.97	96.18
Crude Protein, %	18.01	13.27
Ether Extract, %	2.72	1.78
Ash, %	8.22	7.82
Crude Fiber, %	12.06	40.75
Neutral Detergent Fiber, %	45.53	51.62
Acid Detergent Fiber, %	10.28	42.72
Acid Detergent Lignin, %	7.91	14.20
Zn, mg/kg	75.05	13.02
Cu, mg/kg	16.76	8.09
Fe, mg/kg	285.62	227.40
Na, g/kg	1.80	1.28
K, g/kg	8.13	6.60

Table 2. Plasma mineral concentrations of Kivircik lambs

	Single	Twin	Sig.
Zn, mg/kg	1.18±0.07	1.11±0.11	ns*
Cu, mg/kg	1.49±0.05	1.39±0.07	ns
Fe, mg/kg	4.20±0.14	4.43±0.20	ns
Na, g/kg	792.57±5.23	791.31±7.39	ns
K, g/kg	623.49±11.30	606.07±15.97	ns

*ns: not significant

Table 3. The wool mineral concentration of Kivircik lambs

	Single	Twin	Sig.
Zn, mg/kg	120.82±1.42	123.60±1.98	*ns
Cu, mg/kg	8.31±0.27	8.38±0.37	ns
Fe, mg/kg	178.89±13.06	200.06±19.74	ns
Na, g/kg	135.17±8.88	114.65±12.79	ns
K, g/kg	617.44±38.15	547.38±53.95	ns

*ns: not significant

The average plasma Zn and Cu level range is 0.8-1.2 and 1.0-2.0 mg/l in sheep, respectively [13, 14]. Also, White et al. [15] noted that a plasma Zn concentration above 0.5 mg/l supports normal wool growth in Merino lambs. Besides, wool fiber increases its crimp, mechanical strength, and lustrous appearance, with diets, include higher Cu concentrations [2]. Obtained results from this study indicate that there were no deficient in Zn and Cu because the plasma concentration of these two minerals was within the recommended range. Rojas et al. [16] presented evidence that supplementation of sheep diet with different zinc sources decreased serum Cu concentration. Therefore a small amount of Cu sources such as CuO must be added into diets. Correlations of plasma and wool minerals are above and below the empty diagonal cells, respectively.

Table 4. Pearson correlation coefficients among minerals in plasma and wool samples in Kivircik lambs

	Zn	Fe	Cu	K	Na
Zn		0.18	0.01	0.03	0.20
Fe	0.15		0.16	0.05	0.01
Cu	-0.08	-0.30*		0.13	0.30*
K	0.24	0.31*	0.07		0.45**
Na	0.15	0.05	0.04	-0.08	

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

In this study, Cu in concentrate and roughage (16.76 mg/kg and 8.09 mg/kg) was 2.82 times (together with) lower than Cu concentration in basal diets used by Rojas et al. (70 mg/kg) [16]. As shown in Table 4, there was no significant correlation observed in plasma Zn and Cu level ($P > 0.05$). Although, Cu concentration tended to decrease in plasma. These results were in agreement with results obtained by Shinde et al. [2], Rojas et al. [16], and Underwood and Suttle [17]. Farrag et al. [18] suggest that it is possible to increase the Zn level in the blood plasma of lambs by mineral supplementation. On the other side of this suggestion, Beeson et al. [19] showed that supplemental zinc affects blood serum levels only used extremely high levels, such as 300 or 620 mg/kg in growing or finishing cattle. However, using more than 300 mg/kg of Zn in the diets can

cause toxic effects on lambs, due to tolerance limits [3]. In this study, the concentration of Zn and Cu in concentrate and roughage were 75.05 and 13.02 mg/kg and within the minimum requirements and tolerance limits, respectively (Table 1).

White et al. [15] noted that Zn and Cu play an essential role in protein synthesis, and their function directly affects wool growth. A normal Zn and Cu concentrations of the sheep wool ranged from 35-195 and 1.7-25 mg/kg, respectively [20,21]. Also, physiological state, supplying level in diets, and breed type affected wool Zn and Cu levels [20,22]. This study showed that the birth type did not affect the wool mineral level ($P > 0.05$). On the other hand, the accumulation of Zn and Cu levels in wool was higher in twin-born lambs. This situation may be related to the metabolism rate of twin born lambs. Also, there was a significant negative correlation observed in plasma Cu and Fe concentrations ($P < 0.05$). In contrast, K-Na in plasma, and Cu-Na and Na-K concentrations in wool were positively correlated (varied between $P < 0.05$ and $P < 0.01$).

It is concluded from the study that Zn and Cu concentration in plasma and wool of Kivircik lambs within the normal range in the suckling period under intensive management conditions. On the other hand, considering the physiological stage of animals and pasture allowance, supplementation of these minerals from organic and/or inorganic sources may be necessary for further times.

Acknowledgments

The present study was supported by the Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research (P. N.: TAGEM/HSGYAD/B/19/A4/B2/1026).

References

- [1] Shinde AK., Sankhyan SK., Regar RK. Effect of chelated minerals supplementation on copper and zinc absorption, retention, and wool yield of chokla rams, Indian Journal of Small Ruminants 2013; 19(1): 50-55.
- [2] Shinde AK., Sankhyan SK., Kumar D., Regar RK. Effects of supplementation of copper and zinc on nutrient intake, utilization, blood profile, wool yield, and semen quality of Malpura rams, Indian

- Journal of Small Ruminants 2012; 18(2): 191-197.
- [3] Tripathi MK., Karim SA. Minerals requirement of small ruminants with special reference to their role in rumen fermentation - A review, *The Indian Journal of Small Ruminants* 2018; 14(1): 1-47.
- [4] Kargin F., Seyrek K., Bildik A., Aypak S. Determination of the levels of zinc, copper, calcium, phosphorus and magnesium of Chios ewes in the Aydın Region, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2004; 28(3): 609-612.
- [5] O'Dell LB. Biochemistry and physiology of copper in vertebrates. In: Prasad, A.S. (ed.) *Trace elements in human health and diseases*. NY: Academic Press 1976; 391-413.
- [6] Wellinghausen N., Jöchle W., Reuter S., Flegel WA., Grünert A., Kern P. Zinc status in patients with alveolar echinococcosis is related to disease progression, *Parasite Immunology* 1999; 21(5): 237-241.
- [7] Erdoğan S., Erdoğan Z., Şahin N. Mevsimsel olarak merada yetiştirilen koyunlarda serum bakır, çinko ve serum albumin düzeyleri ile yün bakır ve çinko değerlerinin araştırılması, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2003; 50(1): 7-11.
- [8] Tuncer SS. Determination of the levels of magnesium and phosphorus of White Karaman sheep in pasture period in Van Province, *Van Veterinary Journal* 2018; 29(3): 175-178.
- [9] Milestone. Milestone SK-10 and SK-12 rotors user manual. Sorisole, Italy: Milestone 2009.
- [10] AOAC. *Official methods of analysis* 15th ed. Arlington, Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists Inc. 1990.
- [11] Van Soest PJ., Robertson JB., Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition, *Journal of Dairy Science* 1991; 74, 3583-3597.
- [12] Grace ND., Sumner RMW. Effect of pasture allowance, season, and breed on the mineral content and rate of mineral uptake by wool, *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1986; 29(2): 223-230.
- [13] Shinde AK., Sankhyan SK. Mineral profile of cattle, buffaloes, sheep and goats reared in humid southern-eastern plains of semi arid Rajasthan, *The Indian Journal of Small Ruminants* 2007; 13(1): 39-44.
- [14] Rushton B. *Veterinary Laboratory Data*. London: B.V.A. Publications 1984.
- [15] White CL., Martin GB., Hynd PT., Chapman RE. The effect of zinc deficiency on wool growth and skin and wool histology of male Merino lambs, *British Journal of Nutrition* 1994; 71, 425-435.
- [16] Rojas LX., McDowell LR., Cousins RJ., Martin FG., Wilkinson NS., Johnson AB., Velasquez JB. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep, *Journal of Animal Science* 1995; 73, 1202-1207.
- [17] Underwood EJ., Suttle NF. *The mineral nutrition of livestock*. 3rd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing 1999.
- [18] Farrag FHH., Abou-Fandoud EI., Yossif HFH. Effect of minerals supplementation during pre-natal on growth, blood parameters and wool characteristics in lambs, *Egyptian Journal of Sheep, Goat and Desert Animal Sciences* 2005; 1(1): 11-22.
- [19] Beeson WM., Perry TW., Zurcher TD. Effect of supplemental zinc on growth and on blood serum levels of beef cattle, *Journal of Animal Science* 1977; 45(1): 160-165.
- [20] Patkowska-Sokoła B., Dobrzański Z., Osman K., Bodkowski R., Zygadlik K. The content of chosen chemical elements in wool of sheep of different origins and breeds, *Archiv Tierzucht* 2009; 52(4): 410-418.
- [21] Scott G. *The sheepman's production handbook* 4th ed. USA: Abegg Printing 1991.
- [22] Ramirez-Perez AH., Buntinx SE., Rosiles R. Effect of breed and age on voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep: II. Micromineral status. *Small Ruminant Research* 2000; 37(3): 231-242.

Adana İlindeki Tarımsal Biyokütle Potansiyelinin Elektrik Enerjisi İkamesinde Kullanım Durumu

M. Emin BİLGİLİ¹

¹Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 01321, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-4191-0540>

*Sorumlu yazar: eminbilgili@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12 Mayıs 2020

Kabul tarihi: 8 Haziran 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Yenilebilir enerji kaynağı

Bitkisel atıklar

Hayvansal atıklar

Biyokütle potansiyeli

Enerji eşdeğeri

Adana

ÖZET

Bu çalışmada, 2019 yılı verilerine göre Adana ilindeki elektrik enerjisi ikamesinde, kullanılabilir biyokütle potansiyeli araştırılmıştır. Araştırmada, Tarım ve Orman Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye İstatistik Kurumu verileri, yörede yürütülen bir projenin güncellenen sonuçları ve önceki çalışmaların verileri kullanılmış; bitkisel ve hayvansal kaynaklı biyokütle analizleri dikkate alınmıştır. Çalışmada ayrıca potansiyel teşkil eden bitkisel ve hayvansal kaynaklı ürünlerden türetilen verilerin biyokütle enerjisine katkısı ve durumu da incelenmiştir. Türkiye'deki atık miktarına göre Adana'da mevcut bitkisel ve hayvansal artıkların sırasıyla %5 ve %1'e eşit olduğu tahmin edilmektedir. Adana'nın yıllık toplam biyokütle potansiyeli yaklaşık 23.56 PJ olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyel, ilin %34 düzeyindeki enerji talebini karşılamaktadır. Bu durum, mevcut tüketilen enerjiye göre %95 oranında CO₂ emisyonu azaltımını sağlamakta ve sertifikalandırılmaktadır. Biyogaz tesislerinden elde edilecek gübre ile ildeki tarım arazilerinin tümüne 240 kg/ha uygulanabilecek miktarda organik madde sağlanabilmektedir. Çalışmada, elektrik enerjisi ikamesi, globalde biyogaz eldesi sonrası kimyasal gübre ikamesi ve CO₂ emisyonu azaltımı gibi kazanımların haricinde Türkiye'nin enerji hedeflerine uygun bir çalışma olduğu söylenebilir. Bu konu; çalışanlarına, yatırımcılara, politika üreticilerine ve karar vericilere veri seti olarak önerilebilir.

Usage of Agricultural Biomass Potential in Electricity Substitution in Adana Province

Research Article

Article History:

Received: 12 May 2020

Accepted: 08 June 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Renewable energy source

Vegetal wastes

Animal wastes

Biomass potential

Energy equivalent

Adana

ABSTRACT

In this study, the biomass potential available in electricity energy substitution in Adana province was investigated according to 2019 data. "The Ministry of Agriculture and Forestry", "The Ministry of Energy and Natural Resources" and "Turkish Statistical Institute" data were used along with the results of a project and previous studies conducted in the region. Plant and animal originated biomass analysis were also applied. The condition and contribution of potential vegetative and animal originated biomass were examined. Adana province produces 5% and 1% of plant and animal residues of Turkey respectively where the total annual biomass potential was calculated to be about 23.56 PJ. This potential can meet 34% of the province's energy demand. This can result in a 95% certifiable CO₂ emission reduction compared to the current consumed energy. The organic fertilizer produced in biogas plants can be used to supply 240 kg / ha of organic material to all agricultural fields in the province.

The electricity energy substitution, chemical fertilizer substitution obtained after biogas production and CO₂ emission reduction gains are also in parallel with Turkey's energy targets. The produced dataset are available to be used by investors, policy makers and decision makers.

To Cite: Bilgili ME. Adana İlindeki Tarımsal Biyokütle Potansiyelinin Elektrik Enerjisi İkamesinde Kullanım Durumu.

1. Giriş

Türkiye'nin yaklaşık 78 milyon hektarlık yüzölçümünün yarısı tarımsal uygulamalar için kullanılmaktadır. Bu alanın 23.76 milyon hektarlık kısmında ekim-dikim yapılmaktadır. Bu miktar, Türkiye'yi dünyanın en büyük tarım ülkelerinden biri olarak göstermektedir. Milli gelirin %6.9'luk kısmı tarımla sağlanmaktadır [1]. Türkiye'nin toplam kullanılan tarım arazisinin yaklaşık %40.8'i ekili alan, %10.7'si nadas alanı, %10.6'sı meyve ağacı ve sebze alanları, %37.9'u da mera ve çayrlardan oluşmaktadır [2]. Adana ili, sahip olduğu coğrafya sayesinde gelişmiş bir ekonomiye sahiptir. İlin ekonomisi, gelişmekte olan endüstri için enerji açığını karşılamak ve genişletmek amacıyla yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır.

Biyokütle, ilde kullanılabilir alternatif, yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Bitkisel ve hayvancılık faaliyetlerine bağlı olarak elde edilen tarımsal kalıntılardan, biyokütle enerji teknolojilerine göre biyoyakıt, bioelektrik ve biyoyürünler elde edilebilmektedir [3]. Biyokütlenin ana teknolojileri Gökçöl ve ark. [4] tarafından açıklanmıştır. Biyokütle potansiyelinin bölgesel dağılımı ve türüne göre analiz değerleri incelendiğinde Türkiye'deki toplam miktarının 2002-2003 veri dönemi göz önünde bulundurularak 363.1 PJ/yıl olduğu belirtilmiştir [5]. 1999 yılında, Kaygusuz ve Türker [6]'e göre ülkenin toplam enerji tüketimindeki biyokütlenin payı %10 seviyesindeydi. Türkiye toplam enerji üretiminin yaklaşık %37'sini yurtiçi birincil kaynaklardan karşılamakta olup; bunun da %57'si biyokütle bazı yakıtlardır [7-9].

Türkiye'nin toplam biyokütle enerji potansiyeli yaklaşık 1 344 PJ olup; bunun yaklaşık olarak 714 PJ'si Türkiye'nin kullanılabilir biyokütle potansiyeli miktarıdır [10, 11 ve 12]. Yıllık kuru tarımsal kalıntı potansiyelinin yaklaşık 360 Tg (Teragram) olduğu, bu değer 260 Tg ham yakıtlara eşit kabul edilebilir olduğu ifade edilmektedir. Tarımsal atık miktarının 467-623 PJ/yıl olduğunu ve bu değer Türkiye enerji tüketiminin %22-27'sine denk olduğu belirtilmektedir [13].

Türkiye'nin tüm illeri için Aybek ve ark. [14] ve Avcıoğlu ve Türker [15], atık potansiyel haritasını çıkarmışlardır. Sığır sayısı, küçük ruminant ile kümes hayvanları ve ayrıca çeşitli kriterlere göre biyogaz miktarı hesaplanmıştır. Türkiye'nin 2009

yılı tarım sayımına göre yıllık biyogaz enerji potansiyeli 2.18 milyar m³ olduğu tespit edilmiştir. Bunun %68'i sığır, %5'i küçük ruminant ve %27'si kanatlılardan sağlanan toplam biyogaz potansiyeline dayalı biyogaz enerji denkliliğinin yaklaşık 49 PJ olduğu tahmin edilmektedir. Bilgen ve ark. [16] ile Yelmen ve ark. [17], Türkiye'deki biyokütle potansiyeli ve teknolojileri için son çalışmaları ile bir perspektif sunmuşlardır. Türkiye'nin son yıllardaki biyokütle potansiyeli ve durumu hakkındaki çalışmalarında, mevcut bitkisel atıkların 142.4 Mton/yıl ve ülkenin toplam biyokütle potansiyelinin yaklaşık 668 PJ/yıl olduğu tespit edilmiştir [18].

Türkiye açısından yenilenebilir enerjinin önemi ve geleceği, Türkiye'de 2023 hedefleri kapsamında 34 bin MW hidroelektrik, 20 bin MW rüzgâr enerjisi, 5 bin MW güneş enerjisi, 1000 MW jeotermal enerji ve 1000 MW biyokütle enerjisi üretilmesi planlanmaktadır. Kısacası 2023 yılında Türkiye'de tüketilen toplam elektriğin yaklaşık üçte birinin (1/3) yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi öngörülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Adana ilinin elektrik enerjisi ikamesinde, faydalanılabilir tarımsal biyokütle potansiyelini değerlendirmektir. Adana ili verileri kullanılarak hayvansal ve bitkisel biyokütle potansiyelleri, miktarları ve enerji amaçlı kullanım durumu değerlendirilmiştir. Tüm bu araştırmaların potansiyel biyokütle için önemli olduğu görülmektedir. İlde devreye alınacak teknolojilere, ek olarak, değerlendirilebilir biyokütlenin ilin enerji tüketimine potansiyel katkısı belirlenmiştir. Bu teknolojiler sonucu CO₂ emisyonu azaltımı ve kimyasal gübre yerine biyogaz eldesi, organik gübre kazanımı olacaktır.

2. Materyal ve Metot

Adana ili lokasyon olarak, 36°30'-38°25' kuzey enlemleri ile 34°48'-36°41' doğu boylamları arasında ve Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Verimli tarım alanlarından oluşan Şekil 1'de gösterilen yeredir. İlde, yazları sıcak-nemli, kışları ılık ve yağışlı geçer. Tarımsal ürünler için yeterli yağış ve sıcaklık mevcuttur. Hayvansal üretim için koşullar da yeterlidir.

Adana ili önemli bir tarım potansiyeline sahip olup; ekilebilir alanlar ve bağ-bahçe ile sebze alanları ülkesel bazda ciddi bir paya sahiptir. Yöre, ayrıca soya fasulyesi, yer fıstığı ve mısır üretiminde 1. sıradadır. Türkiye'de, pamuk

üretimini %41'i, yer fıstığı üretimini %90'ı, soya üretimini %91'i, susamın %80'ni, gülün %100'ü, anasonun %65'i, karpuz üretimini %29'u, sebzenin %26'sını, domatesin %22'si, turunçgillerin %90'ı, muz üretimini %100'ü, üzümün %18'i, zeytinin %16'sı Akdeniz bölgesinde yetişmektedir [2]. Adana ili hayvancılık açısından da önemli bir potansiyele sahiptir.



	Nüfus (Kişi)	Tarım Alanı (ha)	Elektrik Tüketimi (kWh/yıl)
Adana	2 220 125	498 143	6 706 804
Türkiye	82 382 000	23 763 000	303 674 400
	Sığır	Koyun+Keçi	Kanatlı
Hayvan (adet)	265 040	807 900	7 236 248
Atık (kg/yıl)	856 145 460	97 311 555	245 792 912
Enerji (MJ/yıl)	11 174 839	2 540 318	6 974 374
	Bahçe	Tarla	Sebze
Atık (kg/yıl)	39 169 000	2 403 947 000	528 470 000
Enerji (MJ/yıl)	689 374 400	22 803 333 384	45 712 655

Şekil 1. Adana İli Haritası

Tablo 1. Adana İli biyokütle potansiyeli (2019)

TÜİK, 2019 yılı verilerine göre ilin nüfus yoğunluğu (kişi) ve il bazında tüketilen elektrik enerjisi miktarları (kWh) ve tarım alanları (da) Tablo 1'de görülmektedir [19]. İlin enerji tüketimine tekabül eden ya da kişi başına düşen ihtiyaç büyüklüğü hakkında fikir vermek bu bakımdan önemlidir.

Bu çalışmanın verileri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan verilere ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre hesaplanmıştır. Veriler, Türkiye'de biyokütle kaynakları, bitkisel ve hayvansal üretim değerleri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır. İstatistik verileri TÜİK verilerinden kullanılabilir hale getirilmiştir. Değerlendirmede, 3 hayvan türü (sığır, koyun ve kanatlı) ve 3 bitkisel ürün türünden (5 tarla, 15 bahçe ve 17 sebze) veriler alınmıştır. Bunların

dışındakilerden önemli bir kalıntı potansiyeli elde edilmemektedir. Hayvan gübrelerinden elde edilen enerjinin kullanımının artırılması için anaerobik sistemi önermişlerdir [20]. Nihai ürün, metan (%55-75) ve karbondioksit (%25-45) karışımı olan biyogazdır. Bitkisel kalıntılar için, ısıtma yöntemi, doğrudan yakma enerji üretimi için uygun yöntem olarak tercih edilmiştir. Biyogaz üretim sürecinde aşağıdaki prosedür izlenmiştir. Yılda toplam gübre miktarı tahmini olarak Eşitlik (1) ile hesaplanmaktadır [20]. İstatistiksel verilere göre her bir türün sayısı ve gübre miktarları, ildeki hayvan türlerinin günlük beslenme ve gübre biriktirme alışkanlıklarına bağlı olarak belirlenmiştir. Sırasıyla bir sığır, koyun ve kanatlı için gübre miktarı ortalama 15 kg/gün, 3 kg/gün ve 0.074 kg/gün'dür [15].

Atıkların mevcudiyeti, hayvanların barınaklarda kalma süreleri hesaba katılarak sığırlar için %55, küçük ruminantlar için %13 ve kümes hayvanları için %99 olarak seçilmiştir [15]. Bulunabilirlik, hayvancılık koşullarına göre değişen, toplanabilir bir gübre fraksiyonu ölçüsüdür [20].

$$HGM = HS * BHYGM * K \quad (1)$$

Burada; HGM: Hayvan gübresi miktarı (ton/yıl); HS: hayvan sayısı (adet); BHYGM, bir hayvanın yıllık gübre miktarı (ton/yıl); K, Kullanılabilirlik (%) olmaktadır.

Hayvan gübresinden elde edilen toplam enerji, toplam kuru gübre miktarı ile biyogazın ısıtma değeri çarpılarak belirlenmiştir (Eşitlik 2). Katı madde çarpınları, kanatlı, küçük ruminant ve sığır için sırasıyla %25, %23 ve %11.5 olarak alınmıştır [21]. Biyogaz üretim miktarı birim ton kuru gübreden yaklaşık 200 m³ olarak kabul edilmiştir. Biyogazın ısıtma değeri 22.7 MJ/m³ olarak dikkate alınmıştır [20 - 22].

$$EE = HGM * TKİ * BKD \quad (2)$$

Burada; EE, Enerji eşdeğeri (MJ/yıl); HGM, Hayvan gübresi miktarı (ton/yıl); TKİ, Toplam katı içerik (%); BKD, Biyogazın kalorifik değeri (MJ/ton) olmaktadır.

Bitkisel artıklardan elde edilebilecek enerji miktarının tahmini için, mevcut bitkisel atık miktarı ilk olarak Eşitlik (3) ile artık miktarları, bazı referans katsayıları ile bitkisel üretim değerleri çarpılarak hesaplanmıştır [23]. Daha sonra artıkların enerji içeriği Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmıştır. Tarımsal artık için

türlerin kalorifik değerleri güncellenen projedeki veriler esas alınmış olup; kalorifik değerler MJ/kg olarak belirlenmiştir. Her bir sebze türü artıklarının ısı değerleri bomba kalorimetre kullanılarak ölçülmüştür [24]. TS ISO 1928 standardına göre kalorimetre yöntemi esas alınmıştır. Isıl değerlerini hesaplamak için en az 4 ölçüm yapılmış ve ilgili türlerin kalorifik değerlerini elde etmek için tespitlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. En düşük ve en yüksek değerlerin kalorifik değerleri 10.3 ile 21.8 MJ/kg arasında değişmiştir [20, 24].

$$BAM = BÜÜ * BKKK * K \quad (3)$$

Burada, BAM, Bitkisel artık miktarı (ton/yıl); BÜÜ, Bitkisel üretim ürünü (ton/yıl), BKKK, Bitkisel tür için kalıntı katsayısı; K, Kullanılabilirlik (%) olmaktadır.

$$EE = BKM * N * KATKD \quad (4)$$

Burada; EE, Enerji eşdeğeri (MJ/yıl); BKM, Bitkisel kalıntı miktarı (ton/yıl), N, [1- Nem (%)]; KATKD, Kuru artık türlerin kalorifik değeri (MJ/ton) olmaktadır.

Yapılan analizler ildeki biyokütle potansiyeli, hayvansal ve bitkisel üretimlerden elde edilen atık miktarı ve bunların yıllık enerji eşdeğerleri ortaya konulmuştur [21].

Biyogaz üretimi sonrası arta kalan gübrenin miktarı yaklaşık olarak, Eşitlik (1) den faydalanılarak, araştırmadaki 3 hayvan türü (HGM_{1,2,3}) için hesaplanmıştır.

$$GM = HGM1 + HGM2 + HGM3 \quad (5)$$

Burada; GM, Gübre miktarı (ton/yıl), HGM_{1,2,3}; Hayvan gübresi miktarı (ton/yıl).

Adana'daki 2019 yılı elektrik enerjisi tüketim verilerine göre ve ikamesinde CO₂ emisyon hesaplanması; URL1 [25]'e göre Türkiye'de elektrik enerjisi üretimi 512 ton CO₂/GWh; biyokütle enerjisinden elektrik enerjisi eldesinde 26 tonCO₂/GWh baz alınmaktadır. Bunların oranlanması ile CO₂ emisyonu hesaplanmıştır.

Mevcut CO₂ = 512 (ton CO₂/GWh) * Mevcut enerji tüketimi (GWh) (6)

Alternatif CO₂ = 26 (ton CO₂/GWh) * Biyokütleden enerji üretimi (GWh) (7)

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada, ilin durumu ve kullanılabilir biyokütle potansiyeli Tablo 1'de gösterilmektedir. Türkiye'de elektrik tüketimi 3 686 kWh/kişi/yıl iken Adana ilinde 3 021 kWh/kişi/yıl olarak hesaplanmıştır. Türkiye'deki toplam hayvan sayısı 422 817 294 olup; bunların %86'si kümes hayvanı, %10'u küçük ruminantlar ve %4'ü sığırdır [2].

Adana, toplam hayvansal üretimi açısından Türkiye üretimine %9 katkı sağlamaktadır. İlde toplam hayvansal atık miktarı Türkiye'nin %4'üne tekabül eden 6 156 555 ton'dur. Türkiye'nin hayvansal atıkları potansiyeli, Tablo 1'de görüldüğü gibi hayvan sayısı, atık miktarı ile doğrudan orantılı değildir. Tablo 2'ye göre, atık potansiyelinin karakterizasyonu hayvan türlerine bağlı olarak değişir. Hayvan büyüklüğü arttıkça hayvan başına atık miktarı doğal olarak artar. Hayvan gübresi özellikleri birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Hayvansal gübrelerin fiziksel özellikleri, kilo, beslenme alışkanlıkları ve mevsime bağlı olarak değişebilir [20].

Tablo 2. Hayvansal gübrelerin fiziksel özellikleri [15, 24].

Hayvan türü	Yaş atık miktarı				
	Vücut ağırlığı (kg)	Ağırlık (%)	(kg/gün)	Katı içerik (%)	Atık verisi (kg/gün)
Kümes	1.5-2.3	3-5	0.08-1.6	10-90	0.074
Koyun	30-75	4-5	2-3	23-30	3
Sığır	135-800	5-6	10-30	5-25	15

Tahminlere göre, hayvan atıklarından yıllık olarak 20 689 531 MJ elde edilebilir. Bu, ilde yeni enerji teknolojilerinin kurulacağı yerler açısından anlamlıdır. Bu aşamada uygulanacak biyokütle teknolojisinin değerlendirilmesi önemlidir. Biyokütlenin faydalı bir forma dönüştürülmesi için termal veya kimyasal işlemler kullanılabilir. En çok önemli ve yaygın olarak kullanılan termal dönüşüm yöntemi biyogazın yanmasıdır.

Uluslararası enerji ajansı (IEA) verilerine göre, Türkiye sadece hayvan gübresiyle çalışabilecek 2000 biyogaz tesisi kapasitesine sahiptir [26]. Türkiye'de bulunan lisanslı 100 adet Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Piroolitik Yağ Enerji Santrallerinin 82 adedi faal olup; bunların toplam kurulu gücü 467.37 MW'dir. Bu işletmelerin 19 adedi, kurulu gücü 79.36 MWe kısmı Akdeniz Bölgesindedir. Bunlar sırasıyla, Mersin'de 5, Adana'da 4, Antalya ve Kahramanmaraş'ta 3'er, Hatay'da 2, Osmaniye ve Isparta'da 1'er adet

bulunmaktadır [27]. Türkiye'de yıllık bitkisel atık 163 297 308 ton olup bunun %77'si tarla üretiminden, geri kalanı ise yaklaşık %23'ü bahçe üretiminden elde edilmiştir [28]. Adana ili bitkisel üretimine %5 oranında katkı sağlamaktadır.

Tablo 1 verilerine göre, ilin toprak niteliği saha üretiminde etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bahçe ve sebze mahsulleri, tarla ürünlerinden daha az alanda üretildikleri için artık miktarı da düşüktür. İlde, en yüksek miktarda artıklar buğday, mısır, pamuk, ayçiçeği ve soyadan elde edilmiştir. İl, 1 308 418 ton/yıl miktarında verime sahip olup; %95.9'u ekili bitkilerden toplanan atıklardır. Bu, mısır, ayçiçeği, buğday, pamuk ve soyada sırasıyla %49, %23, %13, %11 ve %0.4'dür. Tahminlere göre, bitkisel atıkların belirtildiği gibi kullanılması durumunda, 5.97 Mtoe her yıl kullanılabilir. Potansiyel kullanılabilirliği yüksek olmasına rağmen, ilde, son 20 yıla kadar tarımsal atıklar genelde ısıl dönüşüm tesisleri olmadığı için doğrudan yakılarak ısıl amaçlı kullanılmaktaydı. Biyokütle ısıl dönüşüm tesisleri yoktu. Ancak birkaç işletme, yeni teknolojiler ile elektrik enerjisi elde etmek amacıyla çalışmaktadır. Ayrıca birçok yeni tesis tasarımı veya işletmeye alma aşamasındadır.

Adana'da mevcut enerji potansiyeli yüksek görünse de, lojistik sorunu, sahada büyük hacimlerin bulunmaması nedeniyle potansiyel enerji santrallerinin kapasitelerini kısıtlamaktadır. [29]. Bununla birlikte, ısıl dönüşüme dayalı enerji üretimi için en uygun koşullar, verimli bir döngüye ulaşmak için orta veya büyük ölçekli tesis kurmaktır. Küçük ölçekli uygulamalar yüksek maliyet gerektirir, büyük ölçekli enerji üretimine kıyasla yatırım ve işletme maliyeti yüksektir. Bu nedenle, harmanlama biyokütle kapasitesini artırmak için alternatif bir çözüm olabilir. İstasyonlar arası taşıma mesafesi kadar ekonomik olan merkezi tesis kavramı ve gübre içerisindeki kuru madde miktarı çözüm ister. Örneğin, kuru madde içeriği %70, ekonomik mesafe yaklaşık 40 km olmalıdır. Bu içerik %10'a düşerse, mesafe 10 km olmalıdır [30].

URL5 [31]'e göre, Türkiye'nin yıllık toplam enerji tüketimi 2017'ye göre 6 623 PJ'dir. Bu tüketimin 995 PJ'sinin Akdeniz Bölgesinde kullanıldığı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8.6 Mtoe ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1.5-2 Mtoe olduğu tahmin edilmektedir. [32], Adana ilinde biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 23.56 PJ olduğu tahmin edilmektedir. İlin %34'lük enerji talebi bu potansiyel tarafından karşılanabilir, ancak bunun gerçekleşmesi zordur. Rasyonel

olarak, Adana yöresine yapılan enerji teknolojileri yatırımlarının biyokütleyi kapsamı önerilmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Adana yöresinde kullanılabilir biyokütle potansiyeli üzerinde durulmuş, 2019 yılı istatistik verilerine göre; hayvansal ve bitkisel biyokütlenin atık miktarları, biyokütle potansiyelinin enerji eşdeğeri analiz edilmiştir. Biyokütle potansiyeli literatür çalışmaları ile karşılaştırıldığında, tahminin makul olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki sonuçlar değerlendirilmelidir:

- Adana ili Türkiye'nin toplam biyokütle enerji verimliliğine %6 katkıda bulunabilir.
- İlin toplam biyokütle potansiyeli yaklaşık 23.56 PJ/yıl olarak bulunmuştur. Bu değer ilin %34 enerji talebini karşılayabilir.
- Hayvansal üretim potansiyeli bitkisel üretime göre daha düşüktür, bu nedenle hayvansal kaynaklı enerji üretimi tabanlı biyokütle nispeten küçük ölçekli enerji teknolojileriyle elde ediliyor gibi görünmekte olup; hibrit uygulamalara ihtiyaç vardır.
- Biyogazdan elde edilebilecek kalıntı gübre olarak tarımsal alanlarda kullanılabilir. Yapılan hesaplamalara göre ildeki tüm tarım alanlarına yaklaşık 240 kg/ha gübre elde edilebileceği belirlenmiştir. Organik maddece fakir olan yerlere fayda sağlayabilir.
- İldeki tarımsal atıkların enerji ikamesinde kullanılması halinde yaklaşık olarak %95 CO₂ emisyonunun azaltımı tahmin edilmektedir.
- İlin kişi başı elektrik enerjisi tüketimi (3 021 kWh/kişi/yıl), Türkiye ortalamasına (3 686 kWh/kişi/yıl) göre bu yıl düşük gözlenmiştir. Uzun yıllık ortalamalara göre alternatif enerji kaynakları bu noktada önemlidir.
- Bu çalışma ile global ölçekte biyokütlenin çevreye zarar vermeden faydalı hale getirilmesi ve CO₂ emisyonunu azaltmak, ayrıca Türkiye'nin "Vizyon 2023" enerji hedeflerine katkı sağlayabilecek bir yaklaşım sergileyeceği belirlenmiştir.

Kaynakça

- [1]. TÜİK. Yıllık gayrisafi yurtiçi hasıla, Available at: <http://www.turkstat.gov.tr>. 2017a
- [2]. TÜİK. Agricultural Structure Statistics, Available at: <http://www.turkstat.gov.tr>. 2018.

- [3]. NREL. Biomass Energy Basics. Available at: <http://www.nrel.gov/workingwithus/re-biomass.html>. 2017.
- [4]. Gökcöl C., Dursun B., Alboyacı B., Sunan E. Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey, *Energy Policy* 2009; 37: 424–443.
- [5]. Öztürk HH., Bascetincelik A. Energy exploitation of agricultural biomass potential in Turkey, *Energy Explor Exploit* 2006; 24: 313-330.
- [6]. Kaygusuz K., Türker MF. Review of biomass energy in Turkey, *Energy Sources* 2002; 24 (5): 383-401.
- [7]. Balat M. The use of renewable energy sources for energy in Turkey and potential trends, *Energy Exploration & Exploitation* 2004; 22(4): 235-251
- [8]. Sürmen Y. The necessity of biomass energy for Turkish economy, *Energy Education Science and Technology* 2002; 10: 19-26.
- [9]. Demirbas A., Akdeniz F, Gullu D., Caglar A. Energy policies and sustainable energy options of Turkey up to 2010, *Energy Educ. Sci. Tech* 2001; 7: 19-36.
- [10]. Balat M. Use of biomass sources for energy in Turkey and a view to biomass potential, *Biomass Bioenergy* 2005; 29: 32-41.
- [11]. Saracoglu N. The biomass potential of Turkey for energy production: part I. *Energy Sources, Part B* 2010a; 5(3): 272-278.
- [12]. Saracoglu, N. The biomass potential of Turkey for energy production: part II. *Energy Sources, Part B* 2010b; 5(4): 384-389.
- [13]. Kar Y., Tekeli Y. The potential of biomass residues in Turkey and their importance as energy resources. *Energy Sources, Part A*. 2008; 30: 483-493.
- [14]. Aybek A, Üçok S, İspir MA, Bilgili ME. Türkiye’de kullanılabilir hayvansal gübre ve tahıl sap atıklarının biyogaz ve enerji potansiyelinin belirlenerek sayısal haritalarının oluşturulması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2015; 12(3): 109-120.
- [15]. Avcıoğlu AO., Türker U. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey, *Renew. Sust. Energ. Rev* 2012; 16: 1557-1561.
- [16]. Bilgen S., Keleş S, Sarıkaya İ, Kaygusuz K. A perspective for potential and technology of bioenergy in Turkey: present case and future view, *Renew. Sust. Energ. Rev* 2015; 48: 228-239.
- [17]. Yelmen B., Çakır MT. Biomass potential of Turkey and energy production applications, *Energy Sources. Part B*. 2016; 11(5): 428-435.
- [18]. Saka K., Yılmaz İH. Agricultural biomass potential in Turkey, *Int. J. Manage. Appl. Sci* 2017; 3(2): 79-81.
- [19]. TÜİK. Agricultural Structure Statistics, Available at: <http://www.turkstat.gov.tr>. 2017b.
- [20]. Yılmaz İH., Saka K. Exploitable biomass status and potential of the Southeastern Anatolia Region, Turkey. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* 2018; 13(1): 46-52
- [21]. Ekinci K., Külcü R, Kaya D, Yaldız O, Ertekin C., Öztürk HH. The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey, *Energ. Explor. Exploit* 2010; 28: 187-205.
- [22]. Görmüş C. Türkiye’deki hayvan gübrelerinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi. Master Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ. 2018.
- [23]. Hart SA. The management of livestock wastes, *J. Water Pollut. Con. F* 1960; 3: 78-80.
- [24]. Bilgili ME., Başçetinçelik A., Karaca C. Çukurova yöresindeki bazı tarımsal atık (biyokütle) potansiyelinin belirlenerek geleneksel enerji kaynaklarıyla karşılaştırılması 2008; Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-2008/66. Tarsus.
- [25]. TKB. Kalkınma Bankası Çevre Yönetim Komitesi. 2018; R.V:1.03,V.20.06.2018. Ankara.
- [26]. URL1. IEA Bioenergy Task 37: Anaerobic Digestion Report Turkey’s Situation in Biogas. Available at: <http://task37.ieabioenergy.com/country-reports.html>. 2017.
- [27]. URL2. Available at: <https://www.enerjiatlasi.com/biyogaz/>.2017.
- [28]. URL3, Türkiye tarımsal biyokütle potansiyeli. Available at: <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>. 2019.

- [29]. URL4. Web 4. Türkiye'nin Biyokütle Santralleri. Available at: <http://enerjienstitusu.com/santraller/biyokutle-santralleri> 2017.
- [30]. Tafdrup S. Centralized biogas plants combine agricultural and environmental benefits with energy production. *Water Sci. Technol* 1994; 30: 133-141.
- [31]. BP Statistical. Review of World Energy. Available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2018-full-report.pdf>. 2018.
- [32]. URL5 <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>. 2019.

İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Chia (*Salvia hispanica*) Kullanılması

Tugay AYAŞAN¹, Şevval AYAŞAN²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, 80760, Osmaniye

²İstanbul Aydın Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 34295, İstanbul

¹<https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

²<https://orcid.org/0000-0001-8816-3928>

*Sorumlu yazar: tayasan@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 29 Mart 2020

Kabul tarihi: 4 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Chia

İnsan

Hayvan

Besleme

Besin madde

ÖZET

Chia son zamanlarda giderek önemini artıran tek yıllık bir bitki olup; gerek hayvan beslemede gerekse de insan beslenmesinde çok önemli etkileri bulunmaktadır. Protein ve yağ içeriğinin yüksek olması, yemin metabolik enerji içeriğinin fazla olmasını sağlayacaktır. Chianın yüksek yağ içeriğine sahip olması ile süt sığırlarında sıcaklık stresini önlemek kolaylaşacaktır. İnsan beslenmesinde chia, glutensiz ekmek üretiminde kullanılmakta olup; chia tohumunun alerjik olmayıp, öldürücü bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu derleme, chia ve ürünlerinin söz konusu önemine dikkat çekmek için yazılmıştır.

Use of Chia (*Salvia hispanica*) in Human and Animal Nutrition

Review

Article History:

Received: 29 March 2020

Accepted: 4 May 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Chia

Human

Animal

Nutrition

Nutrient

ABSTRACT

Chia is a one-year herb that has been increasing its effect lately; It has very important effects both in animal nutrition and human nutrition. A high protein and fat content will ensure the high metabolic energy content of the feed. With chia having high fat content, it will be easier to prevent temperature stress in dairy cattle. In human nutrition, chia is used in gluten-free bread production. It has been determined that chia seeds are not allergic and do not have a lethal effect. This review was written to draw attention to the importance of chia and its products.

To Cite: Ayasan T., Ayaşan Ş. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Chia (*Salvia hispanica*) Kullanılması. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 48-57.

1. Giriş

Çok eski bir ürün olan chia, yaklaşık 4.500 yıl önce Mezoamerika'da gıda ve ilaç olarak kullanılmasına rağmen, son üç yüzyılda, chia unutulmuş bir ürün haline gelmiş ve yıllarca bilinmeyen bir ürün olarak kalmıştır. Chia, Meksika atalarının (Aztekler) mahsulü olarak bilinmekte olup; mısır ve fasulye ile birlikte Mezoamerika'da yaşayanların beslenmesi için gerekli en önemli besindi. İspanya hâkimiyetinin

Meksika'nın yerli nüfusunda büyük bir azalma sağlaması, chia kullanımının azalmasına ve neredeyse kaybolmasına yol açmıştır [1]. 1900'lu yıllara doğru bir grup çiftçinin chia'ya önem vermesi sonucu, chia tohumunun çok yüksek bir besin değerine sahip olduğunun farkına varılmıştır. Özellikle çoklu doymamış yağ asitleri, Omega-3 yağ asitleri, proteinler ve lifler bakımından zengin oluşu dikkati çekmiştir. Ucuz olması ve güvenilir bir yem kaynağı olması sonucunda daha sonraki yıllarda chia tohumu ayrıca kozmetik, nutrasötik, katkı, işlenmiş gıdalar

ve içecekler üretmek için hammadde olarak da kullanılmıştır [2-4].

Yapılan bir çalışmada raf ömrü dolan kinoa, chia, teff, maş fasulyesi ve karabuğdayın ruminant beslemede kullanımının *in vitro* yöntemlerle saptanması araştırılmıştır [5]. Bu çalışmada kullanılan chiaların ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) içeriklerinin yüksek olduğu, HY ve HP içeriklerinin fazla olmasının chianın metabolik enerji (ME) içeriğinin yüksek olmasına yol açacağı, HY içeriğinin fazla olması nedeniyle, yüksek çevre sıcaklığının olumsuz etkisinin giderilebilmesi nedeniyle süt sığırlarında kullanılabilirliği ifade edilmiştir.

Özbek ve Yeşilçubuk [6], chia tohumunun süper bir besin olduğunu, çok farklı fonksiyonları olduğunu ifade ederken; Melo ve ark. [7], chia tohumlarının yağ bakımından mükemmel bir kaynak olduğunu (%20-34), özellikle de doymamış yağ asitlerince yani linolenik asit (%60) ve linoleik asitçe (%20) zengin olduğunu, üstelik yüksek düzeyde protein içerdiğini (%16-26), yemdeki selüloz (lif) içeriğinin %23-41 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada chianın yeni bir yem kaynağı olduğu, chia tohumlarının mineral ve vitaminler bakımından büyük bir kaynak teşkil ettiği ifade edilirken; tohumların özellikle vitamin B bakımından diğer tahıllara göre zengin olduğu, Ca, P, Zn ve Cu bakımından da mükemmel bir kaynak olduğu bildirilmiştir [8].

Enes ve ark. [9], chia tohumunun biyoaktif potansiyele sahip olduğunu, chianın günlük tüketiminin, özellikle antioksidan, antienflamatuar, hipoglisemik ve hipolipidemik nedeniyle kronik hastalık gelişme riskini azalttığını bildirmiştir.

Bu derleme gerek insan gerekse de hayvan beslenmesinde kullanılan chia tohumu ve ürünlerinin önemine dikkat çekmek için yazılmıştır.

2.Chia Tohumunun Besin Madde Kompozisyonu

Chia tohumlarının besin madde kompozisyonları üzerine yapılmış fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Chia tohumları, yüksek düzeyde yağ ve selüloz içermesi nedeniyle yüksek besin değerine sahip olarak adlandırılır. Ayerza [10], iki farklı chia genotipinin nem, protein ve yağ içeriklerinin %5.4-5.7; %18.8-19.0; %32.1-34.4 olduğunu ifade ederken; genotiplerdeki palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik ve linolenik

asit düzeylerinin %6.2-6.5; 3.65-4.1; 6.65-6.80; 17.5-18.4; 63.3-64.5 olduğunu tespit etmişlerdir. Chia tohumu, 30-34 g, selüloz içermektedir. Bu selülozun yaklaşık %85-93'ü çözülemeyen formda iken; %7-15'i çözülebilir selüloz formundadır [11].

Chia tohumları, bitkisel protein bakımından iyi bir kaynaktır. Yaklaşık %18-24 düzeyinde protein içerirler [12]. Aynı araştırmacılar protein içeriğinin bölgelere göre farklılık gösterdiğini, Brezilya kökenli chia tohumunun %18.18 HP, Meksika kökenli chia tohumunun ise %24.11 HP içerdiğini tespit etmiştir.

Chia tohumunun kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de gösterilmiştir. Chia tohumundaki proteinlerin aminoasit düzeyleri Tablo 2'de gösterilmiş olup; içermiş olduğu esansiyel aminoasit düzeylerine bakıldığında, chia tohumunun arjinin ve lösin aminoasitlerince zengin olduğu görülmüş olup; esansiyel olmayan aminoasitler söz konusu olduğunda glutamik asit ve aspartik asit bakımından da zengindirler [11, 13, 14]. Chia ve keten tohumlarının yağ asit kompozisyonlarının karşılaştırılması Tablo 3'te gösterilmiştir.

Ding ve ark.[17], chia tohumlarının yapısında %73.79 KM, %5.55 HY, %16.21 HP, %2.12 kül olduğunu ifade etmiştir. Özbek ve Yeşilçubuk [6], chia tohumunun yapısındaki HP'nin iklim ve toprak koşullarına göre değişmekle birlikte %15-23 oranında HP içerdiğini saptamışlardır. Erdoğan ve Geçgel [18], chia tohumunun yapısında %17-24 protein, %25-40 yağ ve %18-30 diyet lifi içerdiğini belirtmişlerdir.

Chia tohumunun enerji değeri 486-562 kcal arasında (Tablo 1) değişim göstermekte olup [14,15], yağ asidi profili, ilginç bir yapı göstermektedir. Chia tohumunun yapısında yüksek düzeyde çoklu doymamış yağ asidi, özellikle de tüm yağ asitlerinin %60'ını oluşturan linolenik asit miktarı çok yüksektir. Chia tohumlarının yağ asit profillerine bakıldığında, doymuş yağ asitleri miktarının %8.65-9.99; tekli doymuş yağ asitleri miktarının %7.33-10.95 olduğu da görülmektedir [11]. Chia tohumlarının yapısındaki n-6/n-3 (Omega-6/Omega-3) oranı %0.30-0.35 arasındadır. Bu oranların keten tohumundaki n-6/n-3 oranından (%0.27-0.29) daha yüksek olduğu görülmüştür.

Schettino ve ark. [19], chia tohumunun yapısında %96.6 KM, %97.2 organik madde, OM, %27.1 HP, %29.1 yağ, %55.8 NDF ile %28.5 ADF ve

kuru madde bazında 1.5 MJ/kg düzeyinde de metabolik enerji (ME) içerdiğini saptamıştır.

Tablo 1. Chia tohumunun kimyasal kompozisyonu (Kuru madde cinsinden %) [11]

Kimyasal kompozisyon	Değerler	
	USDA [14]	Jin ve ark. [15]
Enerji	486 kcal	562 kcal
Protein	16.5 g/100g	24.2 g/100 g
Toplam yağ	30.7	40.2
Kül	4.8	4.77
Karbonhidrat	42.1	26.9
Selüloz	34.4	30.2
Kalsiyum	631 mg/100g	456 mg/100g
Demir	7.7	9.18
Magnezyum	335	449
Fosfor	860	919
Potasyum	407	726
Sodyum	16	0.26
Çinko	4.6	6.47
Bakır	0.9	1.86
Manganez	2.7	3.79
Vitamin C	1.6	-
Tiamin	0.6	-
Riboflavin	0.2	-
Niasin	8.8	-
Vitamin E	0.5	-
Folat	49 µ g/100g	-

Tablo 2. Chia tohumundaki proteinlerin aminoasit düzeyleri [11]

Aminoasitler	İçerik, g/100g	
	USDA [14]	Nitroyova ve ark. [13]
Esansiyel aminoasitler		
Arjinin	2.14	2.00
Histidin	0.53	0.61
İzolösin	0.80	0.74
Lösin	1.37	1.42
Lizin	0.97	0.93
Metionin	0.59	0.67
Fenilalanin	1.02	1.60
Treonin	0.71	0.54
Triptofan	0.44	n/d
Valin	0.95	0.79
Esansiyel olmayan aminoasitler		
Sistin	0.41	0.42
Tirozin	0.56	0.61
Alanin	1.04	0.94
Aspartik asit	1.69	1.28
Glutamik asit	3.50	2.87
Glisin	0.94	0.91
Prolin	0.78	1.28
Serin	1.05	0.94

Tablo 3. Chia ve keten tohumlarının yağ asit kompozisyonlarının karşılaştırılması, % [11]

	Chia Çiftçi ve ark. [16]	Nitroyova ve ark. [13]	Keten Çiftçi ve ark. [16]	Nitroyova ve ark. [13]
Doymuş Yağ Asiti				
Laurik asit (12:0)	-	0.03	-	0.03
Miristik asit (C14:0)	0.06	0.06	0.07	0.04
Pentadekanoik asit (C15:0)	0.04	-	0.05	-
Palmitik asit (C16:0)	7.1	7.04	5.1	5.39
Margarik asit (C17:0)	0.06	-	0.08	-
Stearik asit (C18:0)	3.24	2.84	3.30	3.17
Araşidik asit (C20:0)	0.24	0.02	0.18	0.15
Behenik asit (C22:0)	0.08	-	0.14	-
Tekli Doymamış Yağ Asiti				
Palmitoleik asit (C16:1)	0.20	0.03	0.09	0.02
Margarik asit (C17:0)	0.06	-	0.08	-
Oleik asit (C19:1)	10.53	7.30	18.1	18.7
Eikosenoik asit (C20:1)	0.16	-	0.2	-
Çoklu Doymamış Yağ Asiti				
Linoleik asit (C18:2- ω -6)	20.37	18.89	15.30	16.13
Linolenik asit (C18:3- ω -3)	59.76	63.79	58.2	56.37
Özet olarak				
Doymuş Yağ Asiti	8.65	9.99	7.87	8.78
Tekli Doymamış Yağ Asiti	10.95	7.33	18.50	18.72
Çoklu Doymamış Yağ Asiti	80.40	82.68	73.63	72.50
n-6/n-3 oranı	0.35	0.30	0.27	0.29

Chia tohumlarının mineral ve polifenolik profiline bakıldığında [17], chia tohumlarında bulunan temel minerallerin Mg, Ca ve K olduğu, Fe, Zn, Mn, Co ve Se'nin de bulunduğu görülmüştür. Toplam ham polisakarit içeriğinin 30.81 g/100 g olduğu tespit edilmiştir. Pereira da Silva ve ark. [20], chia unundaki Fe, Zn, çözünmeyen selüloz, çözülebilir selüloz, fitik asit düzeyinin sırasıyla 110.25 µg/g; 57.82 µg/g, 34.67 g/100 g; 4.01 g/100 g; 0.71 g/100 g olduğunu saptamıştır.

Tunç ve Çelik [21], Farklı kabuk renklerine sahip chia tohumlarının (*Salvia hispanica L.*) besin madde analizlerini araştırdıkları çalışmalarında, siyah chia tohumlarının (%6.19), beyaz chia tohumlarına göre (%5.71) daha fazla nem içeriğine sahip olduklarını (P<0.05), benzer şekilde siyah chia tohumlarının daha fazla protein (%21.3-17.3) ve kül (%4.67'ye %4.5) bulduklarını, buna karşılık yağ içeriği bakımından tohumlar arasında bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

3. İnsan Beslenmesinde Chia Kullanımı

Dünyada sağlıklı gıda ürünlerine olan talebin devamlı artması sonucu ekmeke, galeta vb. fırıncılık ürünlerinin alternatif doğal gıda katkılarıyla zenginleştirilmesine yönelik çalışmalara daha çok ihtiyaç duyulmuştur [22]. Yapılan bir çalışmada, glutensiz ekmeke üretimi için chia tohumu ve unu kullanılmıştır [23]. Borneo ve ark. [24], chia tohumunun alerjik olmayıp, öldürücü bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Chia katkılı bisküvi yapımı ile ilgili yapılan bir çalışmada Mesias ve ark. [25], Chia tohumundan elde edilen unun pH değerinin 6.7 olduğunu; buğdaydan elde edilen unun ise pH'nın 6.5 olduğunu bildirmiştir. Ayaz ve ark. [26], diyetisyenlikte chia tohumu kullanmanın obezite ile aşırı kiloluğun önlenmesinde yararlı olduğunu tespit etmişlerdir. Özbek ve Yeşilçubuk [6], chia tohumundan elde edilen unun, gluten içermemesi nedeniyle çölyak hastalarının tüketimine uygun olduğunu ve besleyici değerinin yüksek olduğunu bildirmiştir.

Özgören ve ark. [27], değişik düzeylerde kinoa tohumu ilave edilerek yapılmış galetelerin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde oluşan değişiklikleri araştırdıkları çalışmalarında, chia tohumu katkısının galeta örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca duysal değerlendirme sonuçlarına göre chia katkısının, örneklerin kabul edilebilirliğini fazlalaştırdığı görülmüştür.

Yurt ve Gezer [28], chia tohumunun un haline getirilerek, yağı çıkarıldıktan sonra kek, yoğurt vb. besinlere katılabileceğini bildirmişlerdir. Demir ve Bilgiç [29], yumurta, süt ürünleri, bal gibi hiçbir hayvansal ürünler almayan veganların diyetlerine chia katkısının karaciğerdeki vitamin B₁₂ düzeyini artırdığını ifade etmişlerdir. Erdoğan ve Geçgel [18], fazla miktarda omega 3 kapsayan chia tohumu alınmasının kolesterolü düşürdüğü, şeker hastalığının tedavisinde kullanıldığını, kardiovasküler hastalığın görülme riskini azaltmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kılınççeker ve Karahan [30], et ürünlerine chia tohumu ve ürünlerinin eklenmesinin ürün kalitesini artırdığını, raf ömrüne katkısının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Ullah ve ark. [31] ise mikrokapsüllü chia yağının, tereyağının Ω -3 yağ asidi, oksidatif stabilitesi ve antioksidan özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, tereyağındaki Ω -3 yağ asitlerinin %8'e kadar kullanılmasının, duysal karakteristikleri etkilemeksizin, oksidatif stabilizeyi artırabildiğini, hiç Ω -3 yağ asidi katılmamış tereyağındaki KM, yağ ve yağsız KM içeriğinin %84.91; 83.40 ve 1.41 olduğunu; mikrokapsüllü chia yağının tereyağına %2 düzeyinde katkısı ile %85.02 KM; %83.9 yağ ve %1.52 yağsız KM düzeyinin saptandığını ifade etmiştir.

4. Kanatlı Hayvanlarda Kullanımı

a) Etlik Cıvciv ve Piliçlerde Chia Kullanımı

Chianın şimdiye kadarki hayvan beslemede kullanımını ile ilgili bilgiler sınırlı olup; tohumlarının çiğ mi yoksa işlem görmüş olarak kullanılıp kullanılmaması ile ilgili bilgiler neredeyse yok denecek kadar azdır. Fakat son yıllarda öneminin artmasıyla bu konuda farklı

çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Karma yemde chianın kullanımıyla ilgili çalışmalar tek mideli (tavuk, bıldırcın, tavşan, domuz, etlik piliç), ruminant hayvanlar (süt ineği, keçi, koyun besleme) ve balıklar ile yenilebilir böcekler üzerinde yoğunlaşmıştır.

Etlik piliçlerde chia ve ürünlerinin besi performansına olan etkisi konusunda yapılan çalışmalar bulunmakta olup, yapılan çalışmalar incelendiğinde bu konuya daha fazla önem verilmesinin gerekliliği üzerinde durmaktayız. Etlik piliçlerde chia, et kalitesinden ödün vermeden insan sağlığına faydalı yağ asitleri ile broiler etini zenginleştirme potansiyeline sahiptir.

Yapılan bir araştırmada etlik piliçlerde omega 3 kaynağı olarak chia tohumu kullanımının, etteki yağ asit kompozisyonu, kolesterol ve yağ içeriği ile duysal karakteristikler ve performans ölçütlerine olan etkisi araştırılmıştır [32]. Araştırmacılar kolesterol içeriğinin uygulamalar arasında değişmediğini, buna rağmen %10 chia katkısının, daha düşük yağ içeriğine yol açtığını, chia katkısı ile doymuş yağ asiti miktarının azaldığını, duyu testinde bir farklılığın olmadığını, canlı ağırlık ile yemden yararlanma oranının kontrol grubuna göre azaldığını tespit etmişlerdir. Azcona ve ark. [33], chianın en yüksek botanik kaynak olduğunu, son zamanlarda bu konunun daha çok dikkat çektiğini ifade ederek, chianın et kompozisyonu ile performans ölçütleri üzerine olan etkisinin de dikkat çekici olduğunu bildirmiştir. Komprda ve ark. [34], karma yemde chia tohumunun, seçilen hayvan türlerinde özellikle de yenilebilir böceklerde n-3 uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin içeriği üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmada, söz konusu chianın etkisinin önemli olduğunu ifade etmiştir.

b) Yumurtacı Tavuklarda Chia Kullanımı

Ayerza ve Coates [35], yumurtacı tavukların yemlerine chia katkısının, yüksek omega 3 yağ asitli, düşük doymuş yağ asitli ve düşük omega 6/omega 3 oranlı yumurta oluşumuna neden olduğunu ifade etmiştir. Ayerza ve Coates [36], 450 adet Brown yumurtacı tavuklarıyla yaptıkları çalışmalarında, tavukların karma yemlerine 5 farklı (%0, 7, 14, 21 ve 28) düzeyde chia tohumu katmışlardır. Araştırma sonunda, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında,

%14, 21 ve 28 oranında chia katkılı gruplarda daha az kolesterol çıkmış ($P<0.05$); tüm chia katkılı gruplarda, katkısız grup olan kontrol grubuna göre toplam omega 3 yağ asit içeriği önemli derecede azalmış ($P<0.05$), toplam çoklu doymuş yağ asit içeriğinde de artış oluşmuştur.

c) *Bıldırcınlarda Chia Kullanımı*

Bu konuda yapılan bir çalışmada, chia tohumunun yumurtacı Japon bıldırcınlarının yemlerine katılmasının, kan yağ profili, yumurta oluşumundaki hormonlar ve yumurta sarısındaki yağ asit profili üzerine özellikle de omega 3-yağ asit düzeylerine olan etkisinin pozitif olduğu bildirilmiştir [37].

5. Deney Hayvanlarında Kullanımı

a) *Tavşanlarda Chia Kullanımı*

Sierra ve ark. [38], chia yağının, yüksek kolesterol içeren yemle beslemede plazma trigliserol düzeylerinin azalmasında etkin rol oynadığını ifade etmiştir. Rodríguez-Abello ve ark. [39], büyüme dönemindeki tavşanların yemlerine 5 farklı düzeyde chia katkısının (%0, 10, 20, 30 ve 40) performans üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, uygulamalar arasında deneme sonu canlı ağırlık, canlı ağırlık kazancı ve karkas ağırlığı bakımından bir farklılık oluşmadığını; buna karşılık yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, ekonomik etkinlik bakımından istatistiksel bir farklılık oluştuğunu, chia tohumunun, %40 düzeyine kadar kullanılmasının hiçbir olumsuz sonucu doğurmadığını tespit etmişlerdir.

b) *Farelerde Chia Kullanımı*

Chia ve ürünleriyle ilgili olarak farelerde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların birisinde Creus ve ark. [40], chia tohumlarının, insüline dirençli sıçan kalbinin lipotoksitesini ve glikoz metabolizmasını geliştirdiğini, kardiyak glikozunda yer alan mekanizmaların chia tohumları ile iyileştirilebileceğini, chia tohumlarının hipertansiyon ve kardiyak kollajen birikimi üzerinde faydalı bir etkisinin olabileceğini vurgulamışlardır. Rui ve ark. [41], chia tohumunun, yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde bilişsel bozulmayı iyileştirmede,

Silva ve ark. [42], chianın Wistar farelerde kalsiyum biyoyararışlılığı ile iltihap üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında chia alımının diyetin türüne bakılmaksızın düşük kalsiyum biyoyararışlılığı gösterdiğini, genç Wistar sıçanlarında, iltihabı iyileştirip lipit profilini geliştirebildiğini, antioksidan enzim aktivitesinde bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. De Miranda ve ark. [43]'da chia ununun hiperlipidik diet alımının glikoz metabolizması üzerindeki zararlı yönlerini iyileştirmede, fakat farelerde glisemiye kötüleştirmediğini ifade etmiştir. Bir başka ifade ile chia ununun diyet obez vücut canlı ağırlığını azaltmadığı; chia ununun glikoz toleransını iyileştirmede, chia ununun bağırsak bariyerini etkilediğini tespit etmişlerdir. Fonte-Faria ve ark. [44], erkek farelerde chia yağ katkısının vücut kompozisyonunu değiştirdiğini, vücut kompozisyonundaki değişiklikler ile birlikte kas dokusunda meydana gelen moleküler değişikliklerin, glikoz toleransının artmasına ve chia yağ katkısı ile tedavi edilen obez hayvanların sunduğu sağlıklı fenotipe katkıda bulunmuş olduklarını tespit etmişlerdir.

6. Balıklarda Chia Kullanımı

Montanher ve ark. [45], Nil tilapiaların yemlerine chia yağ katkısının gerek yağ asit içeriği gerekse de toplam antioksidant kapasitesinin besin içeriğini artırdığını bildirmiştir. Balıklarda yapılan bir başka çalışmada, Santillán-Álvarez ve ark. [46], fonksiyonel gıda olarak tanımlanmış chia tohumunun sazan balıklarının fiziko kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar söz konusu özelliklere olan etkisinin olumlu olduğunu bildirmiştir.

Başka bir çalışmada da ekstrüde yemde soya küspesinin yerine farklı düzeylerde chia ilavesinin ağ kafeslerde yetiştirilen sazanların büyüme yoğunluğu ve ekonomik verimliliği üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonunda en yüksek canlı ağırlığın yapısında %12 balık unu içeren kontrol grubunda olduğu, yapısında %6 balık unu ile %12 chia bulunan grubun onu takip ettiği, en düşük canlı ağırlığın ise yapısında balık unu bulunmayan, %25 chia bulunan grupta çıktığını; yaşama gücünün ise chia katkılı gruplarda, katkısız olan kontrol

grubuna göre daha yüksek çıktığını tespit etmişlerdir [47]. Başka bir çalışmada da chianın kalsiyum yarıyışlılığı üzerindeki etkisine bakılmıştır [49].

7. Ruminant Hayvanlarda Chia Kullanımı

Ayerza ve Coates [48], Siyah alaca ineklerin yemlerine chia katkısının toplam yağ, kolesterol, süt yağ asit profiline olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, süt yağının yağ asit kompozisyonundaki değişikliklerin chia katkısıyla oluştuğunu, linoleik ve linolenik yağ asit içeriğinin arttığını, doymuş yağ asiti: çoklu doymamış yağ asidi oranının iyileştiğini ifade etmiştir.

Keçilerde yapılan bir çalışmada [19], farklı düzeylerde (%0, 2.7 ve 5.5) chia tohumu ile beslenen keçilerin sütlerindeki yağ asit profili araştırılmıştır. Araştırmacılar chia tohumunun yüksek düzeyde yeme katkısının, in vitro

rumen fermentasyonunu olumsuz yönde etkilediğini, buna karşılık sütteki stearik asitin (C18:0) yağ asit içeriğinde artış olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacılar toplam konjuge linoleik asit miktarının chia katkılı gruplarda %0.33'den %0.73'e yükseldiğini de bildirmişlerdir. İmran ve ark. [50], işlem görmemiş chia tohumunun %6.16 nem, %34.84 yağ, %18.21 protein, %4.16 kül, %23.12 selüloz ve %14.18 azot içerdiğini; chia tohumunun iyi bir protein (%25.32); yağ (%30.22) ve toplam selüloz (%37.50) kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

8. Sonuçlar

Chia tohumu ve chiadan elde edilen ürünlerin gerek insan gerekse de hayvan beslemeye olan önemli etkileri bulunmakta olup; bu konu ile ilgili daha fazla detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

Kaynakça

[1] Sosa-Baldivia A., Ruiz-Ibarra G., Robles de la Torre RR., López RR., López AM. The chia (*Salvia hispanica*): past, present and future of an ancient Mexican crop, *AJCS* 2017; 12(10): 1626-1632.

[2] Sandoval ORM., Paredes LO. Isolation and characterization of proteins from chia seeds (*Salvia hispanica L.*), *Journal of Agriculture Food Chemistry* 2013; 63, 193-201.

[3] Silveira CM., Salas MDLM. Chemical characterization of chia (*Salvia hispanica L.*) for use in food products, *J Food Nutr Res* 2014; 2, 263-269.

[4] Scapin G., Schimdt MM., Prestes RC., Ferreira S., Silva AFC., da Rosa CS. Effect of extract of chia seed (*Salvia hispanica*) as an antioxidant in fresh pork sausage, *International Food Research Journal* 2015; 22(3): 1195-1202.

[5] İkizoğlu E. Raf ömrü dolan kinoa, chia, teff, maş fasulyesi ve karabuğdayın ruminant beslemede kullanımının in vitro yöntemlerle araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018; s:47, Tekirdağ.

[6] Özbek T., Yeşilçubuk NŞ. Süper besin: Chia tohumu (*Salvia hispanica L.*), *Beslenme ve Diyet Dergisi* 2018; 46(1): 90-96.

[7] Melo D., Machado TB., Oliveira MBPP. Chia seeds: an ancient grain trending in modern human diets, *Food Funct* 2019; 10(6): 3068-3089. doi: 10.1039/c9fo00239a.

[8] Jamshidi AM., Amato M., Ahmadi A., Boichichio R., Rossi R. Chia (*Salvia hispanica L.*) as a novel forage and feed source: A review, *Italian Journal of Agronomy* 2019; 14, 1297.

[9] Enes BN., Moreira LPD., Silva BP., Grancieri M., Lúcio HG., Venâncio VP., Mertens-Talcott SU., Rosa COB., Martino HSD. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) effects and their molecular mechanisms on unbalanced diet experimental studies: A systematic review, *Journal of Food Science* 2020; 85(2): 226-239.

[10] Ayerza R. Seed composition of two chia (*Salvia hispanica L.*) genotypes which differ in seed color, *Emirates Journal of Food Agriculture* 2013; 25(7): 495-500.

- [11] Kulczynski B., Kobus-Cisowska J., Taczanowski M., Kmiecik D., Gramza-Michałowska A. The chemical composition and nutritional value of chia seeds-current state of knowledge, *Nutrients* 2019; 11, 1242; doi:10.3390/nu11061242.
- [12] Grancieri M., Duarte Martino HS., Gonzalez de Mejia E. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review, *Comprehensive Reviews Food Science Food Safety* 2019; 18, 480-499.
- [13] Nitrayova S., Brestensky M., Heger J., Patras P., Rafay J., Sirotkin A. Amino acids and fatty acids profile of chia (*Salvia hispanica L.*) and flax (*Linum usitatissimum L.*) seed, *Potravinarstvo* 2014; 8, 72-76.
- [14] USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. 2018. Available online: <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (accessed on 3 May 2019).
- [15] Jin F., Nieman DC., Sha W., Xie G., Qiu Y., Jia W. Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal women, *Plant Foods Hum Nutr* 2012; 67, 105-110.
- [16] Ciftci ON., Przybylski R., Rudzińska M. Lipid components of flax, perilla, and chia seeds, *European Journal of Lipid Science Technology* 2012; 114, 794-800.
- [17] Ding Y., Hui-Wen L., Yi-Ling L., Deng-Jye Y., Yu-Shan Y., Jr-Wei C., Sheng-Yao W., Yi-Chen C. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products, *Journal of Food and Drug Analysis* 2018; 2(6): 124-134.
- [18] Erdoğan M., Geçgel Ü. Chia tohumu (*Salvia hispanica L.*) ve yağının fizikokimyasal özellikleri ve gıda sektöründe değerlendirilmesi, *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi* 2019; 21, 9-17.
- [19] Schettino B., Vega S., Gutiérrez R., Escobar A., Romero J., Domínguez E., González-Ronquillo M. Fatty acid profile of goat milk in diets supplemented with chia seed (*Salvia hispanica L.*), *Journal of Dairy Science* 2017; 100, 6256-6265.
- [20] Pereira da Silva B., Kolba N., Martino HSD., Hart J., Tako E. Soluble extracts from chia seed (*Salvia hispanica L.*) affect brush border membrane functionality, morphology and intestinal bacterial populations in vivo (*gallus gallus*), *Nutrients* 2019; 11, 2457.
- [21] Tunçil YE., Çelik ÖF. Total phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of chia seeds (*Salvia hispanica L.*) having different coat color, *Akademik Ziraat Dergisi* 2019; 8(1): 113-120.
- [22] Coelho MS., de las Mercedes SMM. Effects of substituting chia (*Salvia hispanica L.*) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread, *LWT-Food Science and Technology* 2015; 60(2): 729-736.
- [23] Steffolani E., Hera E., Pérez G., Gómez M. Effect of chia (*Salvia hispanica L.*) addition on the quality of gluten-free bread, *Journal of Food Quality* 2014; 37(5): 309-317.
- [24] Borneo R., Aguirre A., León AE. Chia (*Salvia hispanica L.*) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations, *Journal of the American Dietetic Association* 2010; 110(6): 946-949.
- [25] Mesías M., Holgado F., Márquez-Ruiz G., Morales FJ. Risk/benefit considerations of a new formulation of wheat-based biscuit supplemented with different amounts of chia flour, *LWT-Food Science and Technology* 2016; 73, 528-535.
- [26] Ayaz A., Akyol A., Inan-Eroglu E., Kabasakal Cetin A., Samur G., Akbiyik F. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) added yogurt reduces short-term food intake and increases satiety: randomised controlled trial, *Nutrition Research and Practice* 2017; 11(5): 412-418.
- [27] Özgören E., Kaplan HB., Tüfekçi S. Chia tohumu kullanılarak zenginleştirilen galetaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri, *Food and Health* 2018; 4(2): 140-146.
- [28] Yurt M., Gezer C. Chia tohumunun (*Salvia hispanica*) fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri, *Gıda* 2018; 43(3): 446-460.
- [29] Demir EA., Bilgic Y. Chia seed (*Salvia hispanica L.*) supplementation may contribute to raising the levels of vitamin B12: An option

for the vegan diet, *Rev Nutr* 2019; 32, e180249.

[30] Kılınççeker O., Karahan AM. Chianın (*Salvia hispanica*) bazı özellikleri ve et ürünlerinde kullanımı. International Engineering and Science Symposium, 20-22 June, 2019, Siirt, Turkey.

[31] Ullah R., Nadeem M., Imran M., Khan MK., Mushtaq Z., Asif A., Din A. Effect of microcapsules of chia oil on Ω -3 fatty acids, antioxidant characteristics and oxidative stability of butter, *Lipids in Health and Disease* 2020; 19, 10.

[32] Ayerza R., Coates W., Lauria M. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an ω -3 fatty acid source for broilers: Influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics, *Poultry Science* 2002; 81, 826-837.

[33] Azcona JO., Schang MJ., Garcia PT., Gallinger C., Ayerza RJr., Coates W. Omega-3 enriched broiler meat: The influence of dietary α -linolenic- ν -3 fatty acid sources on growth, performance and meat fatty acid composition, *Canadian Journal of Animal Science* 2008; 88, 257-269.

[34] Komprda T., Zorníková G., Rozíková V., Borkovcová M., Przywarová A. The effect of dietary *Salvia hispanica* seed on the content of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in tissues of selected animal species, including edible insects, *J Food Compos Anal* 2013; 32, 36-43.

[35] Ayerza R., Coates W. An omega-3 fatty acid enriched chia diet: Its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil, *Canadian Journal of Animal Science* 1999; 79, 53-58.

[36] Ayerza R., Coates W. Dietary levels of chia: Influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens, *Poultry Science* 2000; 79, 724-739.

[37] Ahmed SK. Egg yolk fatty acids, blood parameters and some reproductive measurements of Japanese quail supplemented with chia seeds (*Salvia hispanica* L.),

International Journal of Poultry Science 2019; 18(3): 129-135.

[38] Sierra L., Roco J., Alarcon G., Medina M., Van Nieuwenhove C., de Bruno MP., Jerez S. Dietary intervention with *Salvia hispanica* (Chia) oil improves vascular function in rabbits under hypercholesterolaemic conditions, *J Funct Food* 2015; 14, 641-649.

[39] Rodríguez-Abello D., Ramírez-Avilés L., Navarro-Alberto J., Zamora-Bustillos R. Performance of growing rabbits fed increasing levels of discarded *Salvia hispanica* L. (chia) seed, *Trop Anim Health Prod* 2016; 48, 959-965.

[40] Creus A., Benmelej A., Villafañe N., Lombardo YB. Dietary salba (*Salvia hispanica* L.) improves the altered metabolic fate of glucose and reduces increased collagen deposition in the heart of insulin-resistant rats, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 2017; 121, 30-39.

[41] Rui Y., Lv M., Chang J., Xu J., Qin L., Wan Z. Chia seed does not improve cognitive impairment in SAMP8 mice fed with high fat diet, *Nutrients* 2018; 10(8): 1084. <https://doi.org/10.3390/nu10081084>

[42] Silva BP., Dias DM., de Castro Moreira ME., Toledo RC., da Matt SL., Lucia CM., Martino HS., Pinheiro-Sant'Ana HM. Chia seed shows good protein quality, hypoglycemic effect and improves the lipid profile and liver and intestinal morphology of wistar rats, *Plant Foods Hum Nutr* 2016; 71, 225-230.

[43] de Miranda DA., da Silva FP., Carnier M., Mennitti LV., Figueredo RG., Hachul ACL., Oyama LM. Chia flour (*Salvia hispanica* L.) did not improve the deleterious aspects of hyperlipidic diet ingestion on glucose metabolism, but worsened glycaemia in mice, *Food Research International* 2019; 121, 641-647.

[44] Fonte-Faria T., Citelli M., Atella GC., Raposo HF., Zago L., de Souza T., Barja-Fidalgo C. Chia oil supplementation changes body composition and activates insulin signaling cascade in skeletal muscle tissue of obese animals, *Nutrition* 2019; 58, 167-174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.08.011>

[45] Montanher PF., Costa e Silva B., Bonafé EG., Carbonera F., dos Santos HMC., de Lima Figueiredo I., Maruyama SA., Matsushita M., Visentainer JV. Effects of diet supplementation with chia (*Salvia hispanica L.*) oil and natural antioxidant extract on the omega-3 content and antioxidant capacity of Nile tilapia fillets, *Eur Journal of Lipid Science Technology* 2016; 118, 698-707.

[46] Santillán-Álvarez A., Dublán-García O., López-Martínez LX., Quintero-Salazar B., Gómez-Oliván LM., Díaz-Bandera D., Hernández-Navarro MD. Effect of Chia seed on physicochemical and sensory characteristics of common carp restructured as functional food, *Journal of Food Science and Engineering* 2017; 7, 115-126.

[47] Cherpokov Y. The influence of salvia hispanica as a substitution of fish meal on the growth performance and economic parameters of common carp (*cyprinus carpio l.*), raised in net cages, *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 2018; 24 (Supplement 1): 125-131.

[48] Ayerza, R., Coates W. Influence of chia on total fat, cholesterol, and fatty acid profile of holstein cow's milk, *Revista Científica de* 2006; 2, 39-48.

[49] da Silva BP., Toledo RCL., Grancieri M., Moreira MEDC., Medina NR., Silva RR., Martino HSD. Effects of chia (*Salvia hispanica L.*) on calcium bioavailability and inflammation in Wistar rats, *Food Research International* 2019; 116, 592-599.

[50] Imran M., Nadeem M., Manzoor MF., Javed A., Ali Z., Akhtar MN., Ali M., Hussain Y. Fatty acids characterization, oxidative perspectives and consumer acceptability of oil extracted from pre-treated chia (*Salvia hispanica L.*) seeds, *Lipids in Health and Disease* 2016; 15, 162.

Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış

Semiramis KARLIDAĞ¹, Merve KESKİN^{2*}

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 44000, Malatya

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 11000, Bilecik

¹<https://orcid.org/0000-0002-9637-2479>

²<https://orcid.org/0000-0001-9365-334X>

*Sorumlu yazar: merveozdemirkeskin@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 3 Nisan 2020

Kabul tarihi: 15 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Bal

Arı poleni

Propolis

Arı sütü

Arı zehri

Balmumu

ÖZET

Arı ürünleri gerek gıda takviyesi gerekse de geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bal, polen, arı ekmeği, arı sütü ve propolis gibi arı ürünlerinin gıda olarak besleyici özellikleri yanında, içerdikleri biyolojik aktif maddeleri nedeniyle hastalıkların tedavisinde kullanımı önem arz etmektedir. İnsanlar tarafından en çok bilinen ve tüketilen bal ağırlıklı olarak şeker içermekle birlikte protein, enzim, amino asit, mineral, element, vitamin, aroma ve fenolik bileşenleri de içermektedir. Arı polenin ana bileşenlerini proteinler, amino asitler, lipitler ve şekerler oluşturmaktadır. Arı sütünün temel bileşenleri ise su, protein, şekerler, yağlar ve mineral tuzlarıdır. Arı ürünlerinin bileşimi, kalitesi, şeker oranı ve aroması gibi özellikleri bitki kaynağı başta olmak üzere çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir.

A General Screening of Bee Products

Review

Article History:

Received: 3 April 2020

Accepted: 15 May 2020

Published online: 15 June 2020

Keywords:

Honey

Bee pollen

Propolis

Royal jelly

Bee venom

Bees wax

ABSTRACT

Bee products are widely used in both food supplements and traditional and complementary medicine applications. In addition to the nutritional properties of bee products such as honey, pollen, bee bread, royal jelly and propolis, it is important to use it in the treatment of diseases due to its biological active compounds. Honey contains sugar, protein, enzyme, amino acid, mineral, element, vitamin, aroma and phenolic compounds. The main components of pollen are proteins, amino acids, lipids and sugars. The main components of royal jelly consist of water, protein, sugars, fats and mineral salts. The properties of bee products such as composition, quality, sugar ratio and aroma may differ depending on various factors, especially plant source.

To Cite: Karadağ S., Keskin M. Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(1): 58-63.

1. Giriş

Bal arıları (*Apis mellifera* L.) koloniler halinde yaşayan sosyal böceklerdir. Bitkilerde tozlaşmayı tozlaşmayı sağlamalarının yanı sıra bal, balmumu, polen, propolis, arı sütü, arı zehri gibi ürettikleri ürünler ile eski çağlardan beri insanlar tarafından

dünyanın hemen her yerinde yetiştirilir [1]. Arı zehri dışındaki arı ürünleri, gıda olarak tüketilmekte ve içermiş oldukları pek çok biyolojik aktif bileşenler nedeniyle geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında kullanılmaktadırlar [2].

Arı ürünleri kullanılarak yapılan tedavi manasına gelen apiterapi, dünyada çok sayıda hastalığın tedavisinde kullanılan ve kökeni çok eski tıbbi kayıtlara dayanan bir tamamlayıcı tıp uygulamasıdır [3]. Apiterapinin geçmişi, Hipokrat ve Galen dönemine kadar gitmektedir [4]. Günümüzde, tamamlayıcı tıbbın değer kazanması ile birlikte, apiterapinin önemi de gittikçe artmaktadır. Dolayısıyla, apiterapi merkezleri de son yıllarda hızla yaygınlaşmaya başlamıştır [2]. Tamamlayıcı tıp uygulamasında bal, polen, propolis, arı sütü, balmumu ve arı zehiri (apitoksin) gibi arı ürünleri yaygın olarak kullanılmaktadır [3, 5, 6].

Yapılan bu çalışma ile geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında yaygın olarak kullanılan arı ürünlerinin özellikleri derlenmiştir.

2. Bal

Bal bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektarların (çiçek balı) veya bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak bazı böceklerin çıkardığı tatlı salguların (salgı balı) bal arıları tarafından toplanıp, değişime uğratarak petek gözlerine depolanmasıyla üretilen doğal bir arı ürünüdür [7,8, 9]. Ballar genellikle elde edildikleri kaynağa göre çiçek balı ve salgı balı olarak ikiye ayrılır [7, 8, 9]. Çiçek balına narenciye, kestane, püren ve kekik balları gibi monofloral ballar, salgı balına ise çam balı örnek olarak verilebilir. Genellikle %45'in üzerinde bitki poleni bulunan bal, monofloral bal olarak kabul edilmektedir [10].

Balın özellikleri ve bileşimi, bölgeye, mevsime, arı ırkına, nektarın bitki kaynağına, petekli balın saklanma süresine, hasat şekline ve hasat sonrası depolamaya bağlı olarak değişmektedir [8,11].

Bal glukoz ve früktoza ek olarak yirmi beş farklı oligosakkariti de içermektedir. Ayrıca bal mineraller, proteinler, vitaminler, organik asitler, flavonoidler, fenolik bileşenler ve enzimler de içeriğinde bulunmaktadır [8,12].

Balın fizikokimyasal kalite kriterleri, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği tarafından açıkça belirlenmiştir. Bal için ana kriterler şeker içeriği, nem içeriği, elektrik iletkenliği, serbest asitlik, kül içeriği, diastaz aktivitesi ve hidroksimetilfurfural (HMF) içeriğidir [13].

Bal eski çağlarda yaraları, böcek ısırıklarını, yanıkları ve cilt bozukluklarını tedavi etmek amacıyla kullanılmaktaydı [14]. Günümüzde ise ek olarak fiziksel ve zihinsel yorgunluğu giderici,

enerji verici, canlılık kazandırıcı, astım, mide, dolaşım, solunum, kanser, tansiyon, damar hastalıklarının iyileştirmede destekleyici olarak kullanılmaktadır [15].

3. Arı Poleni ve Arı Ekmeği (Perga)

Polen işçi arılar tarafından koloninin arı sütü üretimi ve yavru yetiştiriciliğinde protein ihtiyacını gidermek amacıyla toplanır [15,16] ve arılar için ana protein kaynağıdır [17]. Bal arıları bir taraftan, yavruların protein gereksinimini karşılamak üzere doğadan polen toplarken, bir taraftan da tarımsal yönden önemi çok büyük olan tozlaşma olayını da gerçekleştirerek üretimde verimliliği artırır.

Polenin bileşimi ve besin değeri bitki türüne, hasat zamanına, yer ve iklimsel şartlara bağlı olarak değişebilir [18,19]. Polende %35'den fazla protein bulunabilir. Şeker oranı ise % 15-50 arasında değişebilmektedir. Çiçeklerden elle toplanan polenin içeriği ile arıların topladıkları polenin içeriği arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır [20]. Polen ayrıca lipid, vitamin, mineral maddeler, nişasta ve diğer bazı karbonhidratları da içermektedir [19,21].

Yapılan çalışmalarda polenin *in vitro* olarak lipid peroksidasyonunu engellediği, oksidan özelliğe sahip ve kanserojen olduğu bilinen pek çok serbest radikali temizlediği ve bakterileri antimikrobiyal olduğu bildirilmiştir [21]. Ayrıca polenin sindirimi kolaylaştırıcı, hücre yenileyici, iştah artırıcı etkilerinin yanı sıra soğuk algınlığı, kemik erimesinde, baş ağrısı, sinirsel ve ülser rahatsızlıklarının tedavisine destekleyici olarak kullanılmaktadır [15,16].

Arı ekmeği (perga) temel maddesi polen olan önemli bir arı ürünüdür. İçeriğindeki çok miktardaki yararlı bakteri ile polene kıyasla daha biyoaktif özellikleri daha fazladır [20].

Perga, arılar tarafından çeşitli enzim ve bal ilave edilerek petek gözlerine depolanır ve bu esnada laktik asit fermantasyonu olur. Perga'nın biyolojik aktivitesini en iyi şekilde gösterebilmesi için tazeliği ve kalitesi son derece önemlidir. Uygun olmayan şartlarda depolanan ya da uzun süre bekletilen (bir yıldan fazla) perganın biyoetkinliğinin son derece azaldığı ve hatta belli bir süre sonra tamamen kaybolduğu bildirilmektedir [19, 21, 22]. Bu nedenle, perganın uygun şartlarda (serin, gün ışığı almayan, rutubetsiz ve kuru ortamda) depolanması ve

bekletilmeden tüketilmesi gerektiği ifade edilmektedir [20]. Perganın polene göre protein ve yağ miktarı daha az iken, karbonhidrat ve laktik asit miktarı daha fazladır [19, 21, 22]. Bu yönüyle perga polenden ayrılmaktadır.

4. Arı Sütü

Arı sütü besleyici işçi arıların baş bölgesinde bulunan hipofaringal ve mandibular bezlerinden salgılanan, besin değeri oldukça yüksek, beyaz renkli, homojen, peltemsi, kremi, hafif acımtırak, asidik lezzette ve keskin kokulu bir arı ürünüdür [23].

Arı sütünün ana bileşenleri su, proteinler, şekerler, lipitler ve minerallerdir. Taze arı sütünün yaklaşık 2/3'ü sudur. Bütün esansiyel aminoasitler arı sütünün yapısında bulunur. Arı sütünün en önemli bileşeni ise 10- hidroksidekanoik asittir (10-HDA). Arı sütünün içerdiği 10-HDA miktarı arı sütü için kalite parametresidir [24].

Arı sütü genel olarak vücutta hücre yenilemesi sağlar, dokulara canlılık verir, sağlık, enerji ve bağışıklık sistemini güçlendirir. Doğarağlu [25] atfen bildirdiğine göre, yapılan bir çalışmada iştahsızlık, kronik hastalıklar nedeni ile vücut bağışıklık sistemi yetersizliği, metabolizma ve beslenme bozuklukları ile sindirim sistemi rahatsızlıkları, astım, bronşit, sinirlilik, uykusuzluk ve karaciğer rahatsızlıkları gibi birçok farklı hastalık üzerinde arı sütünün etkileri araştırılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır [23-25].

5. Propolis

Bal arılarının bitkilerin yaprak, gövde, tomurcuk gibi kısımlarından topladığı reçinemi maddeler ile bitki nektar ve polenlerini balmumu ve enzimler ile karıştırarak oluşturdukları, 'arı tutkalı' olarak da adlandırılan doğal bir arı ürünüdür [26].

Propolis %45-55 reçine, %25-35 bitkisel mumlar, %10 esansiyel yağlar, %5 polen ve %5 organik bileşikler ve mineral maddelerden oluşur. Propolisin antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan özellikleri olduğu yapılan birçok çalışmada ifade edilmektedir [23].

Propolis kozmetikten gıdaya oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir ve apiterapi uygulamalarının yaygınlaşmasıyla kullanımı daha da artmıştır [27]. Propolisin dokuları onarıcı,

yaraları iyileştirici, sedef, egzama gibi cilt rahatsızlıklarında, romatizmal hastalıklarda kullanıldığı ve birçok rahatsızlığa iyi geldiği yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir [15, 28, 29, 30, 31, 32].

6. Arı Zehiri

Arı zehiri berrak, keskin, ekşimtırak kokulu ve asit reaksiyonlu bir sıvıdır [23]. Ancak hava ile temasını takiben kuruyarak kristalize olan bir üründür [2,33]. Apitoksin olarak da bilinen arı zehri, işçi arıların karın boşluğunda yer alan zehir bezlerinde üretilir [2,5]. Apiterapi alanında arı zehiri konusunda yapılan çalışmalar, arı zehrinin önemli bir konumda olduğunu göstermektedir [2].

Arılar 12 günlük olduklarında maksimum seviyede arı zehiri üretirler ve 20 günlük olduklarında zehir üretme yeteneklerini kaybederler. Bir arıdaki zehir miktarı bölgeye, mevsime ve arının yapısına göre değişim gösterir [33]. Bir bal arısı 0,15 veya 0,3 mg zehir verir. Bir gr kuru toz zehir ortalama 20 kovandan 2 saatte toplanabilir [4]. Kuru zehir açık sarı renkte olup, zehir proteinlerinin okside olması halinde zehir preparatlarının rengi kahverengiye dönüşür [2]. Arı zehiri soğuğa ve sığağa dayanıklı olup, kurutulmuş arı zehiri uygun şartlarda muhafaza edilirse, birkaç yıl süreyle özelliklerini kaybetmeden saklanabilir [33].

Arı zehrinin % 88'i sudan ve kalan % 12 ise peptitler, fosfolipitler, biyoaktif aminler, amino asitler, şekerler, feromonlar, enzimler ve mineraller gibi çok sayıda maddeyi içeren kompleks bir yapıdan oluşur [3, 5, 34]. Suda çözünebilir özelliğe sahiptir. Hava ile temas ettiğinde opak gri-beyaz kristaller şekline dönüşür [4].

Arı zehiri kimyasal yapısı içerisinde peptitler (% 40 -50 melittin F ve melittin türevleri, %2-3 Apamin, %1-2 Mast hücresi degranülasyon peptidi - MCD, % 0.5-2 sekapin, % 0.1 tertiapin, % 1 adolapin, % <0.8 proteaz inhibitörleri, % 1.4 prokamin A ve B, % 13-15 minimum ve kardiopeptin), enzimler (%10-12 Fosfolipaz A2, %1-3 Hyaluronidaz, % 1 Asit fosfomonoesteraz, % 0.6 α -glukozidaz, % 1 Lizofosfolipaz), aktif aminler (% 0.6-1.6 Histamin, % 0.13-1 dopamin, % 0.1-0.7 norepinefrin), şekerler (% 2 Glukoz ve Fruktöz), lipitler (% 4-5 6-fosfolipidler), amino asitler (% 1 amino asitler, % <0.5 Aminobutirik asit),

mineraller (% 3-4 P, Ca, Mg) ve uçucu bileşiklerden (% 4-8) oluşmaktadır [2,5,6,33].

Apiterapi uygulamaları kendi başlarına tedavi yöntemleri değil, çok disiplinli tıbbi çalışmaların parçasıdır. Bu yöntemlerden biri, arı zehri tedavisi, dünyada genelinde uygulama bulan bir tekniktir [3]. Arı zehrinin romatizma rahatsızlıkları başta olmak üzere kanserin bazı tiplerinde, eklem ve sinirsel iltihaplarda kullanıldığı ifade edilmektedir [15].

Arı zehrinin tümü ve içerdiği bileşenlerle ayrı ayrı yapılan çalışmalarda, antiinflamatuvar, antiartrit, antinosiseptif, nöroprotektif, antitümöral, antimikrobiyal, antidiyabetik ve antiromatizmal etki potansiyeli açıkça gösterilmiştir [2, 3, 5, 35].

7. Balmumu

Balmumu, işçi arıların balmumu salgı bezlerinden salgılanan ve kovan içerisinde petek örmeye kullanılan bir maddedir. Balmumu, normal parafinin oldukça karmaşık bir karışımıdır. Balmumunun bileşiminde % 16 hidrokarbon, % 31 monohidrik alkol, % 31 yağ asidi ve % 13 hidroksi asit ve diğer maddeler bulunmaktadır [36].

Balmumunun ayakkabı, mum, mobilya, kozmetik, kremler ve temizleme kremleri gibi endüstri sektörlerinde geniş kullanım alanı bulunmaktadır. Ayrıca dişçilikte, ağaçtan yapılmış malzemelerin cilalanmasında ve verniklemede kullanılan bir maddedir [1,36]. Diğer bir taraftan da okçuluk ve bahçecilik işlerinde ağaçların aşılmasını gibi uygulamalarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarih boyunca balmumu, bal ve propolis ile birlikte ölü bedenleri mumyalamakta önemli bir yere sahip olmuştur [37].

8. Apilarnil

Apilarnil sarımsı gri renk ve ekşi tada sahip, homojen, doğal bir arı ürünüdür. Apilarnil, erkek arı larvalarının pupa dönemine geçmeden önce 3-7 günlük iken hasat edilerek tritürasyonu (öğütülmesi) ve filtrasyonu (süzülmesi) ile elde edilen doğal bir arı ürünüdür [38, 39]. Birçok ülkede ticari olarak tıbbi ve kozmetik ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Apilarnilin kimyasal bileşimi larvanın yaşı, üretim dönemi, koloninin bulunduğu bölge gibi birçok faktörün etkisine bağlı olarak değişimle birlikte

[40], %25-35 kuru madde, %9-12 protein, %6-10 karbonhidrat, %5-8 lipit, %2 kül ve %3 diğer maddeleri içermektedir. Ayrıca apilarnilin bileşiminde vitaminler (A vitamini, beta karoten, B1, B6, PP ve kolin) ve mineraller de (kalsiyum, fosfor, sodyum, çinko, manganez, demir, bakır ve potasyum) bulunmaktadır [38, 39].

Apilarnil esansiyel aminoasitleri içermesinden dolayı "tam gıda" olarak kabul edilmektedir [40]. Apilarnilin erkek bireye özgü hormonlar bakımından zengin olduğu bildirilmektedir [38, 39]. Erkeklerde vücut kas ağırlığını artırdığı ifade edilmektedir. Bu yönüyle apilarnilin erkeklerde doğal bir anabolizma stimülatörü olduğu vurgulanmaktadır [38, 39]. Ayrıca apilarnilin değerli besin madde bileşiklerini bünyesinde bulundurmasından dolayı, vücuda zindelik sağlama, hücre yenileme, üreme fizyolojisini ayarlama, sinir sistemi rahatsızlıkları tedavisi gibi birçok sağlık problemlerinin çözümünde tıbbi tedaviyi desteklemede rol aldığı ifade edilmektedir [40]. Apilarnil içerdiği fenolik bileşenler sayesinde de yüksek düzeyde antioksidan özelliğe sahiptir [39].

8.Sonuç

Arı ürünleri, içerdikleri biyolojik aktif bileşenler nedeniyle gıda ve/veya gıda takviyesi ve geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Arı ürünlerinin içerdiği bileşenler elde edildiği bölgenin botanik orjinine göre değişmektedir. Bu nedenle arı ürünlerinin geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarında daha etkili bir şekilde kullanılabilmesi için ürünlerin kimyasal karakterizasyonu önem arz etmektedir.

Kaynakça

- [1] Genç F., Dodoloğlu A. Arıcılığın temel esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 166, s:338, Erzurum, 2002.
- [2] Altıntaş L., Bektaş N. Apiterapi: arı zehri, Uludağ Bee Journal 2019; 19(1): 82-95.
- [3] Sig AK., Güney M., Sig ÖÖ., San H. Bee venom: a medical perspective, Turk J Clin Lab 2019; 10, 414-421.
- [4] Tekeoğlu İ., Akdoğan M. Bal arısı zehrinin tamamlayıcı tıptaki güncel yeri, Ankara Akupunktur 2016; 4(1): 8-14.

- [5] Shimpi R., Chaudhari P., Deshmukh R., Devare S., Bagad Y., Bhurat MA. A review: pharmacotherapeutics of bee venom, *World J Pharm Pharm Sci.* 2016; 5, 656-667.
- [6] Saleh R. Bee venom therapy for cancer: a literature review, *International Journal of Scientific & Engineering Research* 2017; 8(11): 590-597. .
- [7] Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R., Gallmann P. Honey for nutrition and health: A review, *Journal of the American College of Nutrition* 2008; 27(6): 677-689.
- [8] Kirs E., Pall R., Martverk K., Laos K. Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys, *Procedia Food Science* 2011; 1, 616-624.
- [9] Diafat AEO., Benouadah A., Bahloul A., Meribai A., Mekhalfi H., Bouaziz F., Techache D., Laabachi H., Arrar L. Physicochemical properties and pollen analyzes of some Algerian honeys, *International Food Research Journal* 2017; 24(4): 1453-1459.
- [10] Kambur M., Kekeçoğlu M., Yıldız İ. Assesment of the honey samples produced in Yığılca district of Düzce city by using chemical and palynological analysis, *Uludag Bee Journal* 2015; 15(2): 67-79.
- [11] Hasan SH. Effect of storage and processing temperatures on honey quality. *Journal of Babylon University / Pure and Applied Sciences* 2013; 6(21): 2244-2253.
- [12] Bertoncelej J., Doberšek U., Jamnik M., Golob T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, *Food Chemistry* 2007; 105, 822-828.
- [13] Anonim. Türk gıda kodeksi bal tebliği. <https://docplayer.biz.tr/110449568-Turk-gida-kodeksi-bal-teblig-taslak-teblig.html>. 2020.
- [14] Pasupuleti VR., Sammugam L., Ramesh N., Gan SH. Honey, propolis, and royal jelly: A comprehensive review of their biological actions and health benefits, *Oxid Med Cell Longev.* 2017; 1259510. doi: 10.1155/2017/1259510.
- [15] Korkmaz A. Anlaşılabilir arıcılık. Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü Yayınları, Samsun GTH İl Müdürlüğü Kılıçdede Mahallesi Abdülhakhamit Caddesi No: 107, İlkadım, Samsun, 2013.
- [16] Öztürk Aİ., Akçiçek E. Arı ürünleri ve sağlık (apiterapi). Sidas Medya Ltd. Şti., Yayın no: 40-1B, Çamdibi, İzmir; 2015.
- [17] Crailsheim K. The protein balance of the honeybee worker, *Apidologie Celle* 1990; 21(5): 417-429.
- [18] Bleha R., Votochkova M., Synytsya A., Brindza J. Distribution of bee pollen granules according to vibration spectroscopic markers. *Naukovij visnik Nacional' novo universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannija Ukrainy, Seria: Technologia virobництва i pererobotky produkcii tvarinnictva, Kijiv*; 2015.
- [19] Kubík L., Brindza J., Brovarský V., Velychko S. Perga under compressive loading. doi:10.5937/JPEA1701023K. <https://www.researchgate.net/publication/317077337>; 2017.
- [20] Karaman MR., Artık N., Küçükersan K. Perga (bee bread) composition and health benefit. The 2nd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies, Skopje Macedonia, 2016.
- [21] Silici S. Arı poleni ve arı ekmeği, *Uludag Bee Journal* 2014; 14(2): 99-105.
- [22] Mizrahi A., Lensky Y. Bee products: properties, applications, and apitherapy, Springer; 2012.
- [23] Krell R. Value-added products from beekeeping, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome; 1996.
- [24] Sabatini AG., Marcazzan GL., Caboni MF., Bogdanov S., Almeida-Muriadian LB. Quality and standardisation of royal jelly, *Journal of Api Productand Api Medical Science* 2009; 1, 1-6.
- [25] Doğaroğlu M. Arı ürünleri ve sağlık (apiterapi). Kanyılmaz Mat. Kağ. San. Tic. Ltd. Şti. Sanat Cad 5609 Sk No: 13 Çamdibi, İzmir; 2015.
- [26] Karlıdağ S., Genç F. Farklı yöntemler kullanılarak üretilen propolis örneklerinde biyolojik olarak aktif bileşenlerin belirlenmesi, *Uludag Bee Journal* 2019; 19(1): 34-42.

- [27] Krell R. Beeswax & propolis (for pleasure and profit). International Bee Research Association 18 North Road, Cardiff CFI 3DY, UK; 1998.
- [28] Ghisalberti EL. Propolis: A review, *Bee World* 1979; 60, 59–84.
- [29] Zammit EJ., Theuma KB., Darmanin S., Muraglia M., Camilleri-Podesta MT., Buhagiar JA., Calleja-Agius J., Adami MZ., Micallef M., Franchini C., Schembri-Wismayer P. Total content and cytotoxicity varies significantly in different types of propolis, *RJPBCS* 2013; 4(3): 1047-1058.
- [30] Orsolio N., Terzic S., Mihaljevic Z., Sver L., Basic I. Effects of local administration of propolis and its polyphenolic compounds on tumor formation and growth, *Biological Pharmaceutical Bulletin* 2005; 28(10): 1928-1933.
- [31] Chen CN., Weng MS., Wu CL., Lin JK. Comparison of radical scavenging activity, cytotoxic effects and apoptosis induction in human melanoma cells by taiwanese propolis from different sources, *Evidenced-based Complementary and Alternative Medicine* 2014; 1(2): 175-185.
- [32] Onur E., Nalbantsoy A., Kışla D. İmmünoterapi ve propolisin kanser immünoterapisinde kullanım potansiyeli, *Food and Health* 2018; 4(4): 231-246.
- [33] Derebaşı E., Canbakal KE. Arı zehirinin kimyasal yapısı ve tıbbi çalışmalarda kullanımı, *Arıcılık Araştırma Dergisi* 2009; 1(2): 32-34.
- [34] Gülmez Y., Aydın A., Can İ., Tekin Ş., Cacan E. Cellular toxicity and biological activities of honey bee (*Apis mellifera* L.) venom, *Marmara Pharmaceutical Journal* 2017; 21(2): 251-260.
- [35] Raghuraman H., Chattopadhyay A. Melittin: a membrane-active peptide with diverse functions, *Biosci Rep* 2007; 27, 189-223.
- [36] Waykar B., Alqadhi YA. Beekeeping and bee products; boon for human health and wealth, *Indian J Pharm Biol Research* 2016; 4(3): 20-27.
- [37] Mutsaers M., Blitterswijk H., Leven L., Jaap K., Waerd J. Bee products properties, processing and marketing. Agrodok Series No: 42, Digigrafi, Wageningen, Netherlands; 2005. <https://issuu.com/nectarbees/docs/ad42e>.
- [38] Bărnuțiu LI., Mărghitaș LA., Dezmirean D., Bobiș O., Mihai C., Pavel C. Physico-chemical composition of apilarnil (bee drone larvae), *Lucrări Științifice-Seria Zootehnie* 2013; 59, 199-202.
- [39] Silici S. Honeybee products and apitherapy, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 2019; 7(9): 1249-1262.
- [40] Topal E., Strant M., Yücel B., Kösoğlu M., Mărgăoan R., Dayıoğlu M. Ana ve erkek arı larvalarının biyokimyasal özellikleri ve apiterapötik kullanımı, *Journal of Animal Production*. 2018; 59(2): 77-82.

Atık Mantar Kompostunun Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları

Fülya SERT¹, Tugay AYAŞAN^{2*}

¹Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Osmaniye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2494-5415>

²<https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

*Sorumlu yazar: tayasan@gmail.com

Derleme

Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 11 Nisan 2020

Kabul tarihi: 4 Mayıs 2020

Online Yayınlanma: 15 Haziran 2020

Anahtar Kelimeler:

Mantar

Kompost

Atık

Hayvan

Besleme

ÖZET

Atık mantar kompostu, mantarların hasat edilmesinden sonra kalan bir üründür. Atık manta kompostu potansiyel olarak çevre kirliliğine yol açan bir materyal olup, yok edilmesi maliyetlidir. Atık mantar kompostunun bitki beslenmesinde kullanılmasının bitkisel üretime çok büyük katkıları bulunmaktadır. Ülkemizde birçok avantajından dolayı mantar türleri üretiminin artması sonucu atık mantar kompostu miktarı da artmıştır. Atık mantar kompostunun bertaraf edilmesini maliyetli olması ve besin madde içeriği nedeniyle hayvan beslemede yeni bir yem kaynağı olarak kullanılması sonucu atıkların ekonomiye kazandırılması son zamanlarda inceleme konusu olmuştur. Bu çalışmada hayvancılıkta masrafların yaklaşık %70'ini oluşturan yem maliyetini düşürmek için atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanım olanakları anlatılmıştır.

Usage Opportunities of Waste Mushroom Composite In Animal Nutrition

Review

Article History:

Received: 11 April 2020

Accepted: 4 May 2020

Published online: June 2020

Keywords:

Mushroom

Composite

Waste

Animal

Nutrition

ABSTRACT

Waste mushroom compost is a product that remains after harvesting mushrooms. Waste mushroom compost is a potentially environmentally polluting material and it is costly to destroy. The use of waste mushroom compost in plant nutrition has great contributions to plant production. Due to many advantages in our country, the amount of waste mushroom compost increases as a result of increased production of mushroom species. Due to the cost of disposal of waste mushroom compost and its use as a new feed source in animal nutrition due to its nutrient content, the recycling of waste to the economy has recently been the subject of investigation. In this study, the usage possibilities of waste mushroom compost in animal nutrition are explained in order to reduce the feed cost, which constitutes approximately 70% of the costs in animal nutrition.

To Cite: Sert F, Ayaşan Ş. (2020). Atık Mantar Kompostunun Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 64-70.

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde; son zamanlarda mantar yetiştiriciliğinde önemli gelişmeler meydana gelmiştir. 1980'li yıllarda ülkemizde mantar üretimi 1.400 ton/yıl iken, 2000'li yılların sonlarına doğru 65.000 ton/yıl olmuştur. Günümüzde de sayısı artma eğilimindedir. Bu 40 yıllık süreçte mantar üretiminin artmasının birçok sebebi bulunmaktadır. Bunların başlıcaları;

mantar üretiminin iç şartlarda yapılması nedeniyle dış çevre şartlarından doğrudan etkilenmemesi, birim alandan elde edilen verim ve gelirin yüksek olması, üretim süresinin kısa olması, yetiştiriciliğinde kullanılan tarımsal atıkların ülkemizde bol miktarda bulunmasıdır. Bundan dolayıdır ki yetiştiriciler tarafından

mantar yetiştiriciliğinin karlı bir tarımsal üretim olduğu düşünülmektedir.

Kompostlama, organik katı atıkların biyokimyasal olarak ayrışma işlemidir. Bu işlemde kontrol edilebilir şartlar önemlidir. Bitkisel saplar, yapraklar, yabancı otlar kompost için uygun maddelerdir. Bunlardan başka çürümüş yosun, kümes hayvanlarının dışkıları, mezbahane ve et paketleme artıkları vb. kompost olarak kullanılmaktadır. Saman olarak da buğday samanı, pirinç samanı, arpa samanı vb. kullanılmaktadır.

Mantarların atık kompost haline geçmesi ile bazı konular önem kazanmaya başlamıştır. Bunlar gıdaların korunması, yeni iş imkânlarının yaratılması, aile gelirlerindeki iyileşme, yakılan artıkların kontrol edilmesi, küresel ısınmanın durdurulması, hava kirliliği, CO₂ düzeyinin azalması, tarla, yol kenarları ve orman kenar boşluklarının temizlenmesi, doğal mantar florasının korunması ve orman yangınlarının önlenmesidir [1].

Bu çalışmada, atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanım olanakları üzerinde durulurken, bir yandan da bu konuda yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

2.Mantarların Besin Madde Kompozisyonu ile Kompostunun Sindirilebilirlik Konusundaki Çalışmalar

Mantarlar, vitamin, minerallerce iyi olması, düşük yağ içermesi, protein kapsamının güzel olması nedeniyle sağlıklı bir gıda olarak kabul edilmektedir. Mantarlar, tamamıyla tahıllara dayalı olan gelişmekte olan ülkelerin protein beslenmesine katkıda bulunması nedeniyle FAO tarafından gıda olarak tavsiye edilmektedir. Mantarlar, yem ve gıda olarak kullanılmaları dışında, tıpta, eczacılıkta da kullanılmakta olup; diabet, hipertansiyondan acı çeken hastaları tedavi etmede de etkin rol oynamaktadır. Mantarlar, tüm esansiyel aminoasitler ile esansiyel olmayan aminoasitler ve amidleri içermektedir. Mantarlar B grubu vitaminler ile vitamin C bakımından da zengindir. Mineraller söz konusu olduğunda ise, K, P ve Na minerallerinin iyi kaynağıdır.

Mantarlar lignoselülozik materyali parçalayarak, absorbe edip, canlılar için onları besin maddesine

dönüştürmektedir. Farklı mantar türlerinin dünyanın çeşitli yerlerinde ticari olarak üretimi yapılmakta olup; beyaz çürükçül mantarlar baskın durumdadır. Bu mantarların en önemli özellikleri, güçlü bir enzim sistemine sahip olması olup; bu enzim sistemleri nedeniyle bu mantarlar çok farklı lignoselülozik substratlarda yetiştirilmektedir [2, 3]. Tablo 1’de mantarların besin madde içerikleri gösterilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde *Agaricus bisporus*’un en yüksek proteine (%2.9); *Volvariella volvacea*’nın da en yüksek yağ düzeyine (%1.0) sahip olduğu görülmüştür.

Calzada ve ark. [4], buğday samanı ile *P. sajor-caju* lignin içeriğinin katı hal fermantasyonu ile önemli ölçüde azalmış olduğunu ve in vitro sindirilebilirliğin ise %14.3’ ten %29.5’ ye artmış olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar kuru madde (KM) (%52-55) ve organik madde (OM) sindirilebilirliklerinin (%55-58) benzer sonuçlar verdiğini de ifade etmişlerdir.

Zadrazil [5]’e göre, *Pleurotus ostreatus* ile kültürlenmiş buğday samanının, mantarların toplanmasından sonra kalan atık mantar kompostunun in vitro KM sindirilebilirliğinin %4.4’den 8.9’a arttığını saptamışlardır. Fazaeli ve ark. [6], mantar muamelesinin OM ve KM sindirilebilirliğini %10’dan daha fazla artırdığını, mantar ile beslenen sığırlarda daha yüksek KM, OM ve sindirilebilir OM tükettiğini tespit etmişlerdir. Samanın sindirilebilirliğinin, yapısal karbonhidratların depolimerizasyonuna bağlı olduğu bilinmektedir. Bunların samandaki enzimatik parçalanması, bozulmaya yol açacak olup; bu da karbonhidratların sindirilebilirliğini fazlalaştıracaktır.

Yapılan bir çalışmada buğday samanı ile atık buğday samanı kompostunun kimyasal içerikleri karşılaştırılmıştır [7]. Araştırmacılar, atık buğday samanı kompostunun, normal buğday samanına göre daha fazla ham protein (HP) (%11), kül (%35.05), ham yağ (HY) (%1.26), ADL (%20.8), Ca (%5.4), P (%0.9) içerdiğini; buna karşılık OM, ham selüloz (HS), NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin), ADF (selüloz, hemiselüloz), hemiselüloz, nitrojensiz öz maddeler (NÖM) bakımından normal buğday samanının daha yüksek değerler aldığı tespit etmişlerdir (Tablo 2).

Tablo 1. Besin madde içerikleri [1, 8]

Mantarlar/Sebzeler	Nem, %	Protein, %	Yağ, %	CHO*, %	Selüloz, %	Kül, %	Kalori
Agaricus bisporus	90.1	2.9	0.3	5.0	0.9	0.8	36
Pleurotus sajor-caju	90.2	2.5	0.2	5.2	1.3	0.6	35
Volvariella volvacea	90.1	2.1	1.0	4.7	1.1	1.0	36
Lahana	91.9	1.8	0.1	4.6	1.0	0.6	27
Karnıbahar	90.8	2.6	0.4	4.0	1.2	1.0	30
Patates	74.7	1.6	0.1	22.6	0.4	0.6	97

*CHO: Karbonhidrat

Tablo 2. Buğday samanı ile atık buğday samanı kompostunun karşılaştırılması, %, [7]

Kompozisyon	Buğday Samanı	Atık Buğday Samanı Kompostu
Organik Madde	90.8	64.95
Kül	9.90	35.05
Ham Selüloz	42.9	17.8
Ham Protein	3.10	11.00
Ham yağ	0.89	1.26
Nitrojensiz öz maddeler	43.2	34.9
NDF	78.2	27.8
ADF	53.8	21.00
ADL	9.50	20.80
Selüloz	42.3	7.00
Hemiselüloz	24.4	6.80
Kalsiyum	0.80	5.40
Fosfor	0.20	0.90

2. Hayvanlarda Yapılan Çalışmalar

Bu kısımda gerek kanatlı hayvanlar gerekse de ruminant hayvanlarda yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Ruminantlarda alternatif kaba yem kaynağı olarak mantar üretimi sonrası açığa çıkan atık mantar kompostunun kullanımı ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Buffalo rasyonuna, Agaricus bisporos mantarına %25'e kadar atık buğday samanının dahil edilmesi, kontrol rasyonuna kıyasla benzer bir besin sindirilebilirliğine ancak daha düşük bir KM alımına neden olmuştur [9].

Mantar yetiştiriciliğinde, mantar hasadından sonra kalan atık samanda, önemli değişiklikler

olduğu ve bununla beslenen ruminant hayvanlarda normal samandan daha yararlı olabilecek HP ve çözünür hücre duvarı içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir [10]. Zhang ve ark. [11], kontamine olmuş atık lentinus edodes kompostundan bir Aspergillus türü (*Aspergillus candidus* 362) izole etmişlerdir. Katı hal koşulları altında izolat ve bir maya suşu ile eşzamanlı sakkarifikasyon ve fermentasyon kullanılarak, Pleurotusostreatus ve Lentinusedodes atık kompost ortamı için HP içerikleri sırasıyla %24.1'den 32.3'e ve %28.4 'ten 36.7'ye artmış olup, kompostların ham selüloz içeriğinin ise önemli ölçüde azalmış olduğu ifade edilmiştir. Fermentasyondan sonra HP'nin in vitro

sindirilebilirliği %70'e çıkmış, HP'nin toplam ve esansiyel amino asit içerikleri sırasıyla %73.3 ve 37.1 olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda fermente edilmiş kompost ortamının, kümes hayvanları için son derece besleyici bir yem olduğu sonucuna varılmıştır. Atık mantar buğday samanı, rumende daha fazla parçalanabilmektedir [5]. Fazaeli ve Masoodi [7], Agaricus bisporus mantar üretimiyle atık buğday samanı kompostunun ruminant hayvanların yem kaynağı olarak besin değerini belirlemek için bir çalışma düzenlemişlerdir. Çalışmada biri kontrol grubu olmak üzere 3 farklı düzeyde (%10, 20 ve 30) atık saman katkılı grup oluşturulmuştur. Araştırmacılar rasyonun %20'sine kadar atık buğday samanı kompostunun dahil edilmesinin, KM, OM, HS, ADF ve NDF'nin sindirilebilirliğini etkilemediğini, ancak %30 düzeyinde atık buğday samanı kompostunu içeren rasyonda istatistiksel olarak daha düşük sindirilebilirliğin olduğunu tespit etmişlerdir (P<0.05).

Oh ve ark. [12], atık mantar kompostunun sığırlarda rumen fermentasyonu ve kan metabolitlerine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, kontrol grubundaki hayvanlara günlük olarak 4.8 kg konsantre yem ve 1.2 kg saman verilirken; ikinci gruba *Pleurotus eryngii* muamelesi uygulanmış (günlük 4.8 kg konsantre yem; 0.73 kg saman; 1.20 kg *P. Eryngii* katkısı); üçüncü gruba da *P. osteratus* muamelesi (günlük 4.8 kg konsantre yem; 0.73 kg saman; 1.20 kg *Pleurotus osteratus* katkısı) yapılmıştır. Araştırma sonucunda her 2 mantar katkısının kan metabolitleri ile rumen fermentasyonu üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin görülmediği, bu nedenle de yem kaynağı olarak sığırlarda başarıyla kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Etlik piliçlerde atık mantar kompostu kullanmanın, etlik piliç etindeki HY düzeyini azalttığı, bunun sonucu olarak yağ peroksidasyonunda bir azalma olduğu bildirilmiştir [13]. Etlik piliçlerde buğday kepeği yerine atık mantar substratının başarıyla kullanılabilmesi de vurgulanmıştır [14].

Erkek kuzuların rasyonuna buğday samanına alternatif olarak atık mantar kompostunun farklı düzeylerde katılmasının kan metabolitleri ve canlı ağırlık artışına olan

etkisini araştıran Ehtesham ve Vakili [15], çalışmada biri kontrol, 3 farklı düzeyde de (%15, 25 ve 35) atık mantar kompostu içeren 4 grup oluşturmuşlardır. Araştırmada atık mantar kompostu ve diğer muameleler arasında erkek kuzularının ortalama günlük canlı ağırlık kazancı ile deneme sonu canlı ağırlığında önemli bir fark gözlenmiş, atık mantar kompostu tüketiminin erkek kuzuların kan parametreleri üzerinde zararlı bir etkisinin olmadığı, %25 düzeyindeki buğday samanının, atık mantar kompostu ile yer değiştirilebileceği saptanmıştır.

Lai ve ark. [16], *Pleurotus eryngii* katkısının yumurtacı tavukların performansını iyileştirdiğini, ayrıca yumurta kabuk kalitesi ve antioksidan kapasitesini artırdığını ifade etmişlerdir. Wang ve ark. [17], beyaz çürüklük mantar atıklarının, yumurtacı tavukların performans ölçütlerini artırdığını bildirmişlerdir.

Lactobacillus brevis ile silajı yapılan atık mantar kompostunun (*P. osteratus*) sığırlarda rumen fermentasyonu ve sindirilebilirlik üzerine etkisini araştıran Baek ve ark. [18], konsantre yem ve samana ilaveten %15 atık mantar kompostu ile %15 atık mantar kompostu silajının sığırlardaki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda atık mantar kompostunun besin madde içeriğinin %38 KM, %7.9 HP, %74.8 NDF ve %49.4 ADF; buna karşılık atık mantar kompostu silajının %38 KM, %14.2 HP, %67.3 NDF, %43.4 ADF olduğu saptanmıştır. Araştırmada kompost ve silajının in vitro besin madde sindirilebilirliği, rumen pH'ı ile rumendeki uçucu yağ asitlerine olan etkisinin önemli olmadığı ifade edilmiştir.

Mehraban koyunlarında atık mantar kompostu silajının kimyasal bileşimi, sindirilebilirliği ve ruminal fermentasyon kinetiği üzerindeki etkisini araştırmak için in vivo çalışma yapan Kalvandi ve ark. [19], toprağı komposttan ayrılmış atık kompostunun HP (%7.65'den 6.53'e) ve HK (%46.46'dan 36.40'a) içeriğinin azaldığını, OM sindirilebilirliğinin arttığını (%45.32'den %49.00'a); melas ilavesinin de NDF sindirilebilirliği (%27.31'den %32.23'e) ile ADF sindirilebilirliğini %21.95'ten %25.05'e artırdığını ifade etmişlerdir.

Yumurtacı tavukların yemlerine *Fammulina velutipes* katkısının yumurtanın farklı özelliklerini iyileştirdiği, yumurta kabuğundaki kalsiyum düzeyini artırdığı ve sonuçta da tavukların sağlığının iyileşmesinde etkili olduğu Mahfuz ve ark. [20] tarafından ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, yüksek selüloz içermesi nedeniyle, *Pennisetum*'un çığ materyal (kaba yem) olarak veya geleneksel talaş kullanımdan kaynaklanan çevre problemlerini azaltmak için mantarların ekiminde temel bir materyal olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir [21]. Ayrıca mantar ekimi ile üretilen atık mantar kompostu ile pek çok myselium üretildiği, myseliumun da hayvanların antioksidan kapasitesi ile sağlığını iyileştirmede etkin bir rol oynadığı bildirilmiştir [22].

Mahfuz ve ark. [23], %2 düzeyindeki mantar atık kompostunun etlik piliçlerin yemden yararlanma oranı veya canlı ağırlığını artırmadığını, buna karşılık etlik piliçlerin serum kolesterol içeriğini azalttığı, immunomodulasyonu iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

Chuang ve ark. [24], atık mantar kompostunun yem katkısı olarak değerlendirilmesini ve etlik piliçlerde yağ metabolizması ile antioksidan kapasitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, atık mantar kompostunun yüksek düzeyde miselyum içeriği yüzünden, etlik piliçlerde potansiyel bir yem katkısı olarak değerlendirilebileceğini, etlik piliçlerde yemden yararlanma oranının iyileşip, benzer

Kaynakça

- [1] Kumar S., Chandra R. Bioconversion of agricultural wastes for production of milky mushroom (*Calocybe indica*), Journal of Scientific Research 2013; 57, 65-76.
- [2] Atila F. A useful way to dispose of phenolic-rich agro-industrial wastes: Mushroom cultivation, EJENS 2019; 3(2): 32-41.
- [3]. Özdemir P. Atık mantar kompostunun yem değerinin belirlenmesi ve erkek kuzularda besi performansına etkisi, Tarımsal Araştırmalar ve

antioksidan kapasitesi oluşturması nedeniyle %0.5 düzeyindeki katkısının tavsiye edildiğini ifade etmişlerdir.

Tesfay ve ark. [25], dünyanın farklı yerlerinde mantar yetiştirme için kullanılan buğday samanı, pirinç samanı, arpa samanı ve fasulye samanının çiftçiler tarafından hayvan beslemede kullanıldığını ifade etmiştir. Araştırmacılar, karma yemde atık mantar kompostu düzeylerinin %0.5'den %2.0'ye artırılmasının canlı ağırlık kazancı, yem tüketimini etkilemediği, buna karşılık yemden yararlanma oranının gruplar arasında istatistiksel bir farklılık oluşturduğunu ifade etmişlerdir [24].

4.Sonuç

Sonuç olarak, ülkemizde tarımsal ürünlerin işlenmesi sonucunda fazla miktarda organik atık açığa çıkmaktadır. Ülkemizde de farklı mantar türlerinin üretiminin artması sonucu atık mantar kompostu miktarı da artmaktadır. Atık mantar kompostunun bitki beslenmesinde kullanımı ile ilgili olarak birçok çalışma bulunmakta ve bitki beslenmesine çok büyük katkısının olduğu bildirilmektedir. Atık mantar kompostunun kimyasal kompozisyonu nedeniyle hayvan beslemede yeni bir besin kaynağı olarak kullanılması ile yem maliyetleri düşürülecek, böylece atıkların ekonomiye kazandırılmasının ve atık materyalin değerli bir kaynağa dönüştürülmesinde etkili bir yol olacaktır. Atık mantar kompostunun hayvan beslemede kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapılmış olsa da daha detaylı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Politikalar Genel Müdürlüğü Yeni Teklif Projesi 2020, Ankara.

[4] Calzada JF., Franco LF., Arriola MC de., Rolzand C., Ortiz MA. Acceptability, body weight changes and digestibility of spent wheat straw after harvesting of pleurotus sajor-caju fed to lambs, Biol Waste 1987; 22(4): 303-309.

[5] Zadrazil F. Changes in in vitro digestibility of wheat straw during fungal growth and after harvest of oyster mushrooms (*Pleurotus spp.*)

- on laboratory and industrial scale, *Journal of Applied Animal Research* 1997; 11(1): 37-48.
- [6] Fazaeli H., Jalan ZA., Azizi A., Liang JB., Mahmudzadehand H., Osman A. Effects of fungal treatment on the nutritive value of wheat straw, *Malaysian Journal of Animal Science* 2002; 7(2): 61-71.
- [7] Fazaeli H., Masoodi ART. Spent wheat straw compost of *Agaricus bisporus* mushroom as ruminant feed, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2006; 19(6): 845-851.
- [8] Rai RD., Sohi HS. How protein rich are mushrooms, *Indian Hort* 1988; 33, 2-3.
- [9] Langar PN., Sehgal JP., Rana VK., Singh MM., Garcha HS. Utilization of *Agaricus bisporus*-harvested spent wheat straw in the ruminant diets, *Indian Journal of Animal Science* 1982; 52(8): 634-637.
- [10] Durrant AJ., Woodand DA., Cain RB. Lignocellulose biodegradation by *Agaricus bisporus* during solid substrate fermentation, *J Gen Microbiol* 1991; 137, 751-755.
- [11] Zhang CK., Gong F., Li DS. A note on the utilisation of spent mushroom composts in animal feeds, *Bioresource Technology* 1995; 52, 89-91.
- [12] Oh YK., Lee WM., Choi CW., Kim KH., Hong SK. Effects of spent mushroom substrates supplementation on rumen fermentation and blood metabolites in Hanwoo steers, *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2010; 23, 1608-1613.
- [13] Lee TT., Ciou JY., Chiang CJ., Chao YP., Yu B. Effect of *Pleurotus eryngii* stalk residue on the oxidative status and meat quality of broiler chickens, *Journal of Agriculture Food Chem*, 2012; 60, 11157-11163.
- [14] Foluke A., Olutayo A., Olufemi A. Assessing spent mushroom substrate as a replacement to wheat bran in the diet of broilers, *American International Journal of Contemporary Research* 2014; 4(4): 178-183.
- [15] Ehtesham SH., Vakili AR. The effect of spent mushroom substrate on blood metabolites and weight gain in kurdish male lambs, *Entomology and Applied Science Letters* 2015; 2(1): 29-33.
- [16] Lai LP., Lee MT., Chen CS., Yu B., Lee TT. Effects of co-fermented *Pleurotus eryngii* stalk residues and soybean hulls by *Aureobasidium pullulans* on performance and intestinal morphology in broiler chickens, *Poultry Science* 2015; 94(12): 2959-2969.
- [17] Wang CL., Chiang CJ., Chao YP., Yu B., Lee TT. Effect of *Cordyceps militaris* waster medium on production performance, egg traits and egg yolk cholesterol of laying hens, *Journal of Poultry Science* 2015; 52, 188-196.
- [18] Baek YC., Kim MS., Reddy KE., Oh YK., Jung YH., Yeo JM., Choi H. Rumen fermentation and digestibility of spent mushroom (*Pleurotus ostreatus*) substrate inoculated with *Lactobacillus brevis* for Hanwoo steers, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 2017; 30(4): 267-277.
- [19] Kalvandi S., Zaboli KH., Malecky M. Effect of spent mushroom compost (*Agaricus bisporus*) silage processing on its chemical composition, digestibility and ruminal fermentation kinetic in Mehraban sheep, *Animal Production Research* 2018; 7(2): 69-82.
- [20] Mahfuz S., Song H., Liu Z., Liu X., Diao Z., Ren G., Guo Z., Cui Y. Effect of golden needle mushroom (*Flammulina velutipes*) stem waste on laying performance, calcium utilization, immune response and serum immunity at early phase of production, *Asian Australian Journal of Animal Science* 2018; 31(5): 705-711.
- [21] Maleko D., Mwilawa A., Msalya G., Pasape L., Mtei K. Forage growth, yield and nutritional characteristics of four varieties of napier grass (*Pennisetum purpureum Schumacher*) in the west Usambara highlands, *African Crop Science Journal* 2019; 6, e00214.
- [22] Wang CC., Lin LJ., Chao YP., Chiang CJ., Lee MT., Chang SC., Yu B., Lee TT. Antioxidant molecular targets of wheat bran fermented by white rot fungi and its potential modulation of antioxidative status in broiler chickens, *British Poultry Science* 2017; 58, 262-271.

[23] Mahfuz S., He T., Liu S., Wu D., Long S., Piao X. Dietary inclusion of mushroom (*flammulina velutipes*) stem waste on growth performance, antibody response, immune status, and serum cholesterol in broiler chickens, *Animals* 2019; 9, 692.

[24] Chuang WY., Liu CL., Tsai CF., Lin WC., Chang SC., Shih HD., Shy YM., Lee TZ.

Evaluation of waste mushroom compost as a feed supplement and its effects on the fat metabolism and antioxidant capacity of broilers, *Animals* 2020; 10, 445.

[25] Tesfay T., Godifey T., Mesfin R., Kalayu G. Evaluation of waste paper for cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) with some added supplementary materials, *AMB Expr* 2020; 10, 15.