



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN 1309-1751

Mühendislik Bilimleri Dergisi Journal of Engineering Sciences

2019

SAYI / NUMBER : 3
CILT / VOLUME : 22



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Yazışma Adresi / Corresponding Address

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi
46050, Onikişubat/Kahramanmaraş
TÜRKİYE

E - Posta

jes@ksu.edu.tr

Web

<http://jes.ksu.edu.tr/>

Bu dergi hakemli olup yılda 4 kez yayınlanır.

This journal is peer - reviewed and published 4 issues per year.



Sahibi / Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN
KSU Rector

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Hüseyin TEMİZ
htemiz@ksu.edu.tr

Baş Editör Yardımcısı / Vice Editor in Chief

Assist. Prof. Dr. Ö. Fatih KEÇECİOĞLU
fkececioglu@ksu.edu.tr

Editörler / Editors

Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ

Electrical and Electronics Eng.
asyilmaz@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet KAYA

Mechanical Eng.
kaya38@ksu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Hasan BADEM

Computer Eng.
hbadem@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Özlem TURGAY

Food Eng.
ozlem@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet ALKAN

Electrical and Electronics Eng.
aalkan@ksu.edu.tr

Assist. Prof. Dr. Beril ÖZÇELİK

Mechanical Eng.
bozcelik@ksu.edu.tr

Assist.Prof.Dr. Yakup CUCİ

Environmental Eng.
cuci@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Landscape Arc.
fmengelo@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet ÜNSAL

Civil Eng.

munsal@ksu.edu.tr

Assoc. Prof.Dr. Tamer RIZAOĞLU

Geological Eng.
tamer@ksu.edu.tr

Assoc.Prof.Dr. Suat ÇETİNER

Textile Eng.

suatcetiner@ksu.edu.tr

Lecturer Ahmet GANI

Technical Editor
agani@ksu.edu.tr

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Cetin Kaya KOC

Dep. of Computer Eng. Univ Of
Cal. Santa Barbara. USA
koc@cs.ucsb.edu

Prof. Dr. Ayhan ÖZDEMİR

Dep. of Elect. & Elcn Eng.
Sakarya Univ. Sakarya,
TURKEY
aozdemir@sakarya.edu.tr

Prof. Dr. Hüseyin AKILLI

Dep. of Mechanical Eng. ÇU Univ.
Adana, TURKEY
hakilli@cu.edu.tr

Prof. Dr. Mehmet KORÜREK

Dep. Of Elcn & Comm Eng. İTU
Univ. İstanbul. TURKEY
korurek@itu.edu.tr

Prof. Dr. Yasemin KORKMAZ

Dep. of Textile Eng.
KSU Univ. TURKEY
yorkmaz@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet PINARBAŞI

Dep. of Mechanical Eng.
Alanya Alaaddin Keykubat
Univ. Antalya, TURKEY
apinarbasi@alanya.edu.tr

Prof. Dr. S. Serhat ŞEKER

Dep. Of Elect. Eng.
İTU Univ. İstanbul. TURKEY
sekers@itu.edu.tr

Prof. Dr. Şerafettin EREL

Dep. of Elect. & Elcn Eng.
YBU Univ. Ankara, TURKEY
serel@ybu.edu.tr

Assoc. Prof. Dr. Mustafa ONAT

Dep. of Computer Eng. Marmara
Univ. İstan. TURKEY
monat@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Eyüp DEBİK

Dep. of Environmental Eng.
Yıldız Technical Univ. İstanbul.
TURKEY
debik@yildiz.edu.tr

Prof. Dr. Fan MIZI

Dep. of Civil Eng.
Brunel Univ.Uxbridge,UK
mizi.fan@brunel.ac.uk

Prof. Dr. A. Fevzi BABA

Dep. of Elect. & Elcn. Eng.
Marmara Univ. İst., TURKEY
fbaba@marmara.edu.tr

Dr. Amit CHAUDHRY

Dep. of Microelectronics Panjab
Univ, Chandigarh , India
amit_chaudhry01@yahoo.com

Assist. Prof. Dr. Nazmi EKREN

Dep. of Elect. & Elcn. Eng.
Marmara Univ. İstanbul,
TURKEY
nekren@marmara.edu.tr

Prof. Dr. Mustafa YAZICI

Dep. of Physics Education. KSU
Univ. K.Maras. TURKEY
yazici@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Selim AY

Dep. Of Elect. Eng.
YTU Univ. İstanbul. TURKEY
selimay@yildiz.edu.tr

Prof. Dr. Musa GÖĞEBAKAN

Dep. of Physics KSU Univ.
K.Maras, TURKEY
gogebakan@ksu.edu.tr

Prof. Dr. Murat PALA

Dep. of Civil Eng. Adiyaman Univ.
Adiyaman. TURKEY
pala@adiyaman.edu.tr

Prof. Dr. İ.Taner OKUMUŞ

Dep. of Computer Eng
KSU Univ. K.Maras. TURKEY
iokumus@ksu.edu.tr



İÇİNDEKİLER

Güç Dağıtım Şebekelerindeki Fotovoltaiklerin Kararlılığa Etkisinin İncelenmesi Zeynel BAŞ, Ayşe İNCESU, Aya SABOH, Ahmet Serdar YILMAZ	88 - 96
Maraş Dondurmasında Gastroenterit Yapan Bazı Bakterilerin Varlığı Esin DERELİOĞLU, Özlem TURGAY	97 - 102
Çocuk Oyun Alanlarında Güvenlik: Hatay Antakya Örneği Şule KISAKÜREK, Merve Birhan YILMAZ	103 - 113
Peynir Altı Suyunun Çeşitli Özellikleri ve Kullanım Olanakları Arzu KAVAZ YÜKSEL, Mehmet YÜKSEL, Hilal ÜRÜŞAN	114 - 125
Investigation of High Temperature Behaviors of Different Cure Applied Concretes Kadir GÜÇLÜER	126 - 134
Determination and Modelling of Emissions from Aircraft at Kahramanmaraş Airport, Turkey Kıymet ÖZGÜNOĞLU, Nihan UYGUR	135 - 152



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 28.12.2018
Kabul Tarihi : 16.07.2019

Received Date : 28.12.2018
Accepted Date : 16.07.2019

GÜÇ DAĞITIM ŞEBEKELERİNDEKİ FOTOVOLTAİKLERİN KARARLILIĞA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

STABILITY EFFECT OF INVESTIGATION OF PHOTOVOLTAICS IN POWER DISTRIBUTION NETWORKS

Zeynel BAŞ¹, Ayşe İNCESU², Aya SABOH³, Ahmet Serdar YILMAZ^{3,*}

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir MYO, Uçak Teknolojisi PR, Eskişehir, Türkiye

² Kilis 7 Aralık Üniversitesi, TBMYO Elektrik ve Enerji Bölümü, Kilis, Türkiye

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Ahmet Serdar YILMAZ, asyilmaz@ksu.edu.tr

ÖZET

Güç sistemlerinde kararlılık, sistemin herhangi bir bozucu etkiye maruz kaldığı durumda ve bu etkiden sonra senkron generatörün senkronizmayı koruyabilme yeteneğidir. Güç sisteminde bu tür etkiler çok sık görülmektedir. Bu nedenle sürekli hal kararlılığı sistemin analizi ve sentezi bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmada güç santrallerinde fotovoltaik (FV) enerji sistemlerinin kararlılığa etkisini görmek için iki farklı durum incelenmiştir. İlk durumda dağıtım şebekesinin bağlı olduğu sistemde üretim elemanı olarak şebekenin yanında senkron generatör bulunmaktadır. İkinci durumda ise dağıtım şebekesi ve generatöre ilaveten güneş panelleri gurubu da sisteme ilave edilmiştir. Böylece fotovoltaiklerin kararlılık üzerine etkisi incelenmiş ve sistemin kararlılık analizi yapılmıştır. Sistemin arıza oluştuğu sırada kararlı olup olmadığı ve kararsızlık durumundaki değişimler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kararlılık, Senkron Generatör, FV Sistem, Güç Santralleri

ABSTRACT

Stability in power system is the ability of the synchronous generator to protect synchronism if the system is exposed to ant disturbing effect and after this effect. Such effects are very common in the power system. Therefore, steady state stability is important for the analysis and synthesis of the system. In this study, two situations are investigated to observe the effect of photovoltaic systems on stability. In the first case, the system consists of the network and the synchronous generator as the generator. In the second case, solar panels have been added to the system in addition to distribution network and generator. Thus, the effect of photovoltaics on stability is investigated and stability analysis of the system is made. The changes in instability and whether the system is stable or not are investigated.

Keywords: Stability, Synchronous Generator, PV System, Power Plants

GİRİŞ

Günümüzde elektrik enerjisi ihtiyacı, teknolojik gelişmeler sonucunda nüfus ile orantılı olarak hızla artmaktadır. Artan bu talebi karşılamak için de büyük güçlü enerji santralleri kurulmuştur. Üretim merkezlerinin tüketim merkezlerinden uzakta kurulmasından dolayı üretilen elektrik enerjisinin uzun iletim hatlarıyla ve yüksek gerilim ile tüketim merkezlerine iletilmesi zorunluluğu gelmiştir. Elektrik güç sistemleri bu sebeplerden dolayı hızla büyümüş ve karmaşık bir hal almıştır. Güç sistemlerinin hızla büyümesi, elektrik enerjisi ihtiyacının artmasına neden olmakta ve bazı sorunların artmasına sebebiyet vermektedir. Kararlılık problemi bu sorunların en büyüğüdür ve güç sistemlerinde her zaman en önemli ilgi alanı olmuştur. Güç sistemlerinde frekans ve gerilim belirli torelans içinde kalmalı ve sürekliliğini korumalıdır. Başka bir deyişle güç sisteminden beklenen en önemli iki özellik kalite ve güvenilirliktir. Bu durumun sağlanması için sistemin kararlı bir şekilde çalışması gerekmektedir.

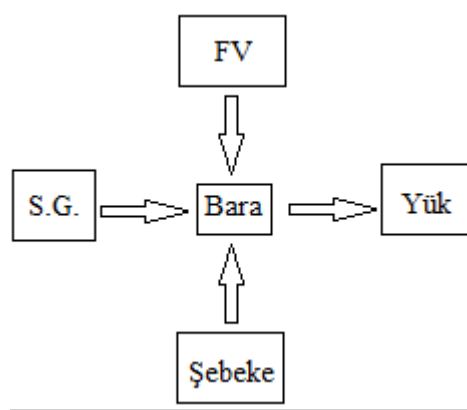
Güç sistemlerinde kararlılık, sistemin büyük bir bozucu etkiye maruz kaldığı durumda ve bu etkiden sonra senkron generatörün senkronizmayı koruyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (N. Şerefoğlu ve D. Erdoğan).

Bu bozucu etkiye örnek olarak enerji iletim hatlarındaki açma-kapama durumunu verilebilir ve bu bozucu etkiler güç sistemlerinde çok sık görülmektedir. Geçici kararlılık kısa devreler, üretim birimlerin veya güçlü tüketicilerin devre dışı kalması gibi etkilerden sonra sistemin senkronizmasını koruyup koruyamaması ile ilgilidir. Sistemin kararlılığı, bozucu etki öncesindeki çalışma noktasına ve bozucunun şiddetine bağlıdır. Geçici hal kararlılığını etkileyen faktörler generatörün ataleti, generatörün yüklenmesi, arıza temizlenme zamanı, arıza sonrası iletim sistemi reaktansı ve generatörün reaktansı olarak belirtilebilir. Başka bir deyişle güç sistemlerin kararlılığı, güç sisteminin normal çalışma koşulları altında denge durumunu koruması ve herhangi bir bozucu etkiye maruz kaldıktan sonra etki öncesi çalışma koşullarına dönme yeteneği olarak tanımlanabilir (P.M. Anderson ve A.A. Found). Kararlılık analizi, bozucu etkiden sonraki 3-5 saniyelik sürede incelenmektedir.

Bir çalışmada, araştırmacılar şebekenin bağlı olduğu durumda kararlılığın dağıtılmış üretim üzerine etkilerini inceleyerek arızanın meydana geldiği sırada sistemin kararlılığa tepkisi incelenmiştir (N.H. Viet ve A. Yokoyama). Başka bir çalışmada ise araştırmacılar dağıtım şebekelerinde FV'lerin (Fotovoltaik) yüksek ilgi uyandıracığı belirtilmektedir. Bulutların sebep olduğu gölgelenme dalgalanmasından ve FV gücünün kesik kesik olmasından dolayı ilk dikkat edilmesi gereken konu dağıtım besleyicileri karşısında gerilim değişimidir. Araştırmaya göre dağıtım besleyicilerin % 30-50 arasında dalgalanması akım ve gerilimde harmonik bozulmalara sebep olabilir. Bu yüzden araştırmacılar FV'lerin etkisini minimuma indirmek için dağıtım baralarına voltaj düzenleyici ve kondansatör gruplarını kontrol eden anahtarlama sistemi veya sabit bir sistem ile FV'lerin etkisi azaltıcı birçok metotlar sunmaktadır. (M. Karimi ve ark.)

DAĞITIM SİSTEMLERİNİN KARARLILIĞI

Fotovoltaik sistemler son zamanlarda fiyatlarının düşmesi ve verimliliklerin artmasıyla araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Ancak dağıtım şebekesinde gerçekleşen yenilenebilir enerji üretim entegrasyonlarının oluşturduğu yük akışı ve gerilim dalgalanmalarının kontrolü üretim miktarı arttıkça zorlaşacaktır. Kontrol edilemeyen yapılarda da enerji kalitesindeki bu dalgalanma, sistemin kendisinde ve tüketici ürünlerinde zararlar oluşturabilecektir. Bu nedenle dağıtım şebekelerinin sürekli izlenmesi ve kritik durumların oluşma riski görüldüğünde gerekli kontrol ve kumanda önlemlerinin alınması gerekmektedir. Şekil 1'de FV ve senkron generatörün bağlantı blok diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 1. Fotovoltaik ve Senkron Generatör Bağlantı Blok Diyagramı

Dağıtılmış üretim kaynağı olarak FV ve rüzgar türbinlerde dikkate değer biçimde konvensiyonel senkron generatörde durağan eksikliği vardır. Bu durağan eksikliği frekansta sapmaya ve generator veya yükte kayıplara neden olmaktadır. Arz ve talep dengeli değildir. Frekans sapması eşitlik (1)'deki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$P_g - P_l = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} * J_{system} * \omega_{el} \right) \quad (1)$$

Burada P_g üretilen gücü, P_l tüketilen gücü, ω_{el} açısal frekans ve J_{system} sistem ataletini göstermektedir. Aniden ya şiddetli bozukluklardan dolayı elektriksel çıkış gücünde problemler oluşur. Bu değerler gücün çok düşük olduğunda ya da sıfır değerine düştüğünde ölçülebilir ve makinedeki ani salınımı kontrol etmek için (2)'deki eşitlik kullanılır.

$$P_m - P_e = \frac{2H}{\omega_0} \frac{d^2 \delta}{dt^2} \quad (2)$$

Burada δ rotor açısını (rad), Pm mekanik gücü (p.u.), Pe elektriksel çıkış gücünü (p.u.), H atalet sabitini (MVA), ω_0 nominal hızı (rad/s) göstermektedir. Eşitlikten görüldüğü gibi mekanik güçteki azalma ve elektriksel çıkış gücündeki artma senkron generatorun rotor açısını aynı etkilemektedir.

SİSTEM MODELLENMESİ ve ANALİZİ

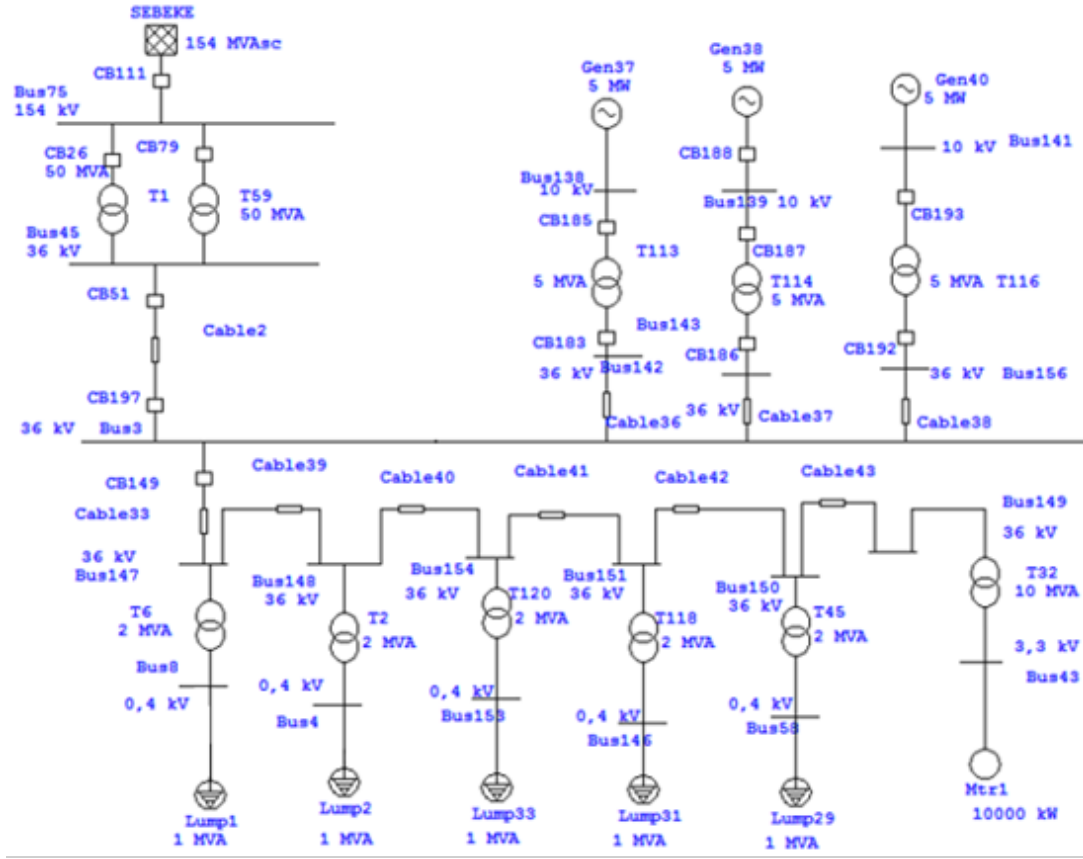
Senkron generator uyarım kontrolü, güç sistem kararlılığı ve elektriksel güç kalitesinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Yüksek kazançlı uyarım kontrolü genellikle geçici hal kararlılığını sağlar fakat kontrolünün ani cevabında kalıcı düşük frekans salınımları oluşmaktadır. Bu da diğer makineler arasında dinamik kararsızlık oluşmasına neden olmaktadır.

Çalışmada senkron generatör ve FV üretim sistemi gibi yerel santrallerin bulunduğu dağıtım şebekesi modellenmesi yapılmıştır. Sistemde üretim tüketimden fazla olduğu durumda fazla üretilmiş enerji şebekeye verilir. Eğer tüketim üretimden fazla olduğu durumlarda ise şebekeden enerji sağlamaktadır. Modellenen sistemde bir tane 10 MW'lık asenkron motor ve 1 MVA değerinde özdeş beş tane yükümüz bulunmaktadır. Üretim elemanı olarak özdeş üç tane 5 MW değerinde steam turbo türü senkron generatör bulunmaktadır. Üç özdeş generatörde üretilen 10 kV'luk gerilim 5 MVA değerinde yükseltici trafo sayesinde 36 kV'luk OG barasına bağlanmıştır. Sisteme Kyocera model 343 kW değerinde fotovoltaikler bağlanmıştır. Toplam beş fotovoltaik bulunup her biri 1480 panelden oluşmaktadır ve toplam gücü 1715 kW'dır. FV'ler model içerisinde belirlenen DC-AC inverterleri ile 480 V'luk baraya bağlanmıştır. Sistemde kullanılan elemanlar ve elektriksel güç değerleri çizelge 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Elektriksel Güç Değerleri

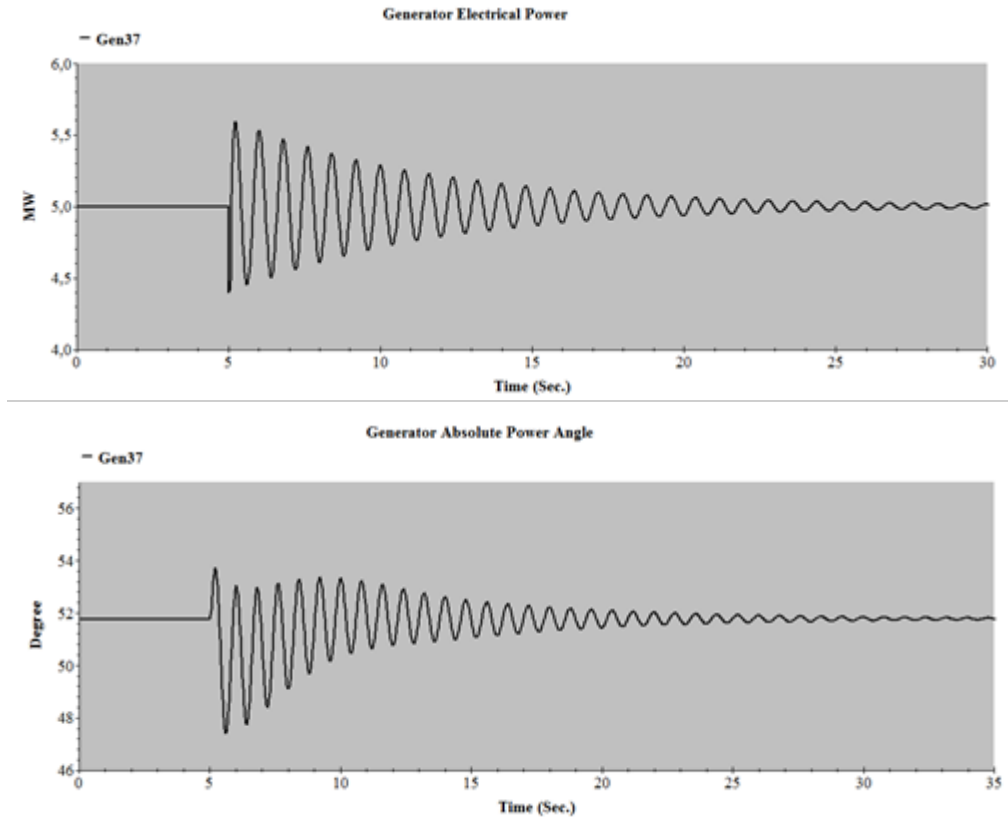
Değişkenler	Adet	Elektriksel Güç	Toplam Güç
Generatör	3	5 MW	15 MW
FV Grubu	5	343 kW	1715 kW
Yük Grubu	5	850 kW	4250 kW
Asenkron Motor	1	10 MW	10 MW

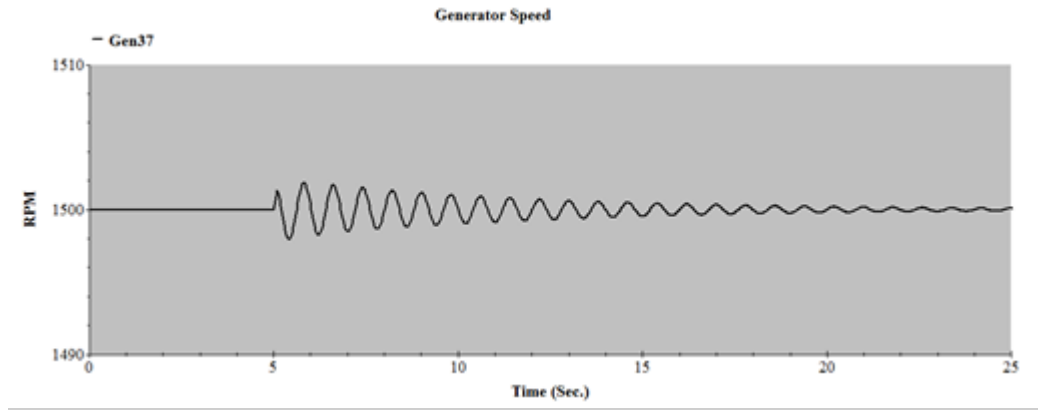
Bu çalışmada iki farklı senaryo bulunmaktadır. İlk durumda sistemde yalnızca şebeke ve senkron generatör bulunmaktadır. İkinci durumda ise şebeke ve generatöre ilaveten fotovoltaikler de sisteme eklenmiştir. Böylece dağıtım şebekelerinde fotovoltaiklerin senkron generatörün açılma hızı, elektriksel gücü ve akım değerine olan etkileri incelenerek sistemin kararlı olup olmadığı anlaşılmış olacaktır. Şekil 2'de senkron generatör ve şebekeden oluşan sistem gösterilmiştir.



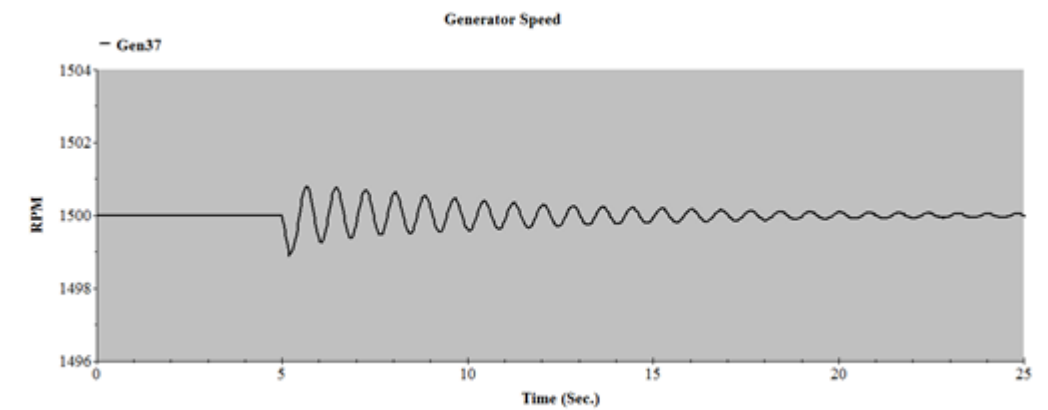
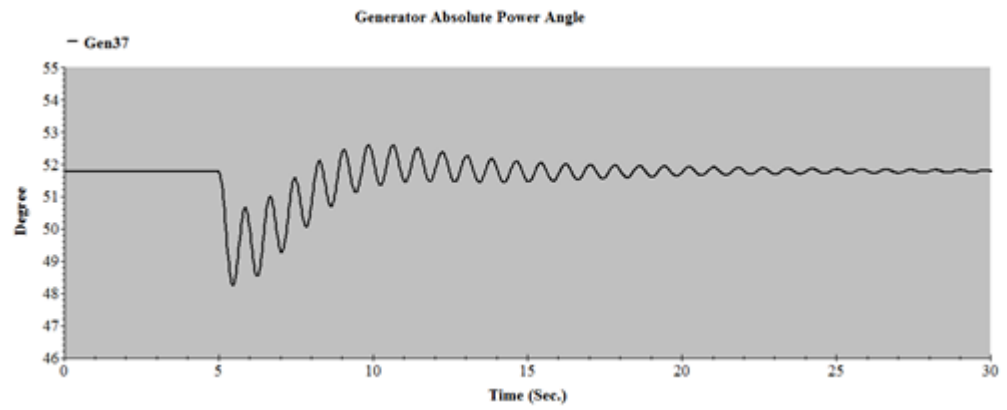
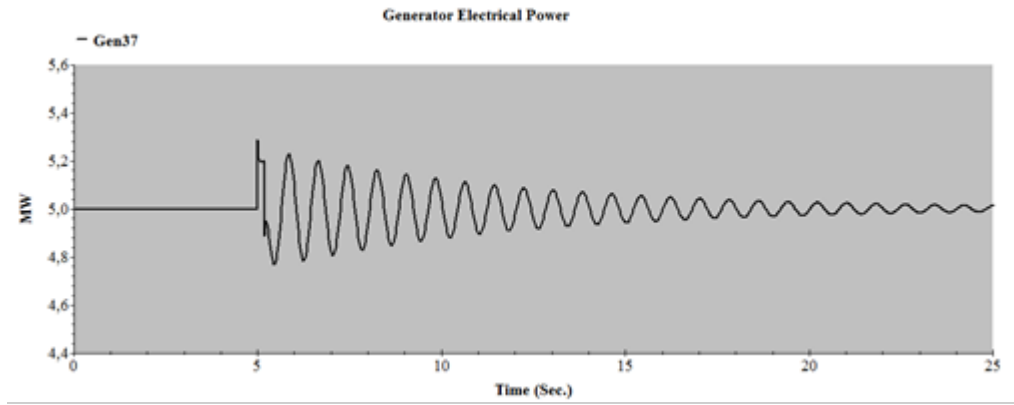
Şekil 2. Senkron Generatör ve Şebekeden Oluşan Sistem

Şekil 2’deki sistemde Bus75 isimli şebeke barasında 5. saniyede oluşturulan bir faz-toprak arızasında senkron generatörün güç açısı, gücü ve hızında meydana gelen değişimler şekil 3’te, Bus 43’te 5. saniyede oluşturulan bir faz-toprak arızasında senkron generatörün gücü, güç açısı ve hızında meydana gelen değişimler şekil 4’te gösterilmiştir.



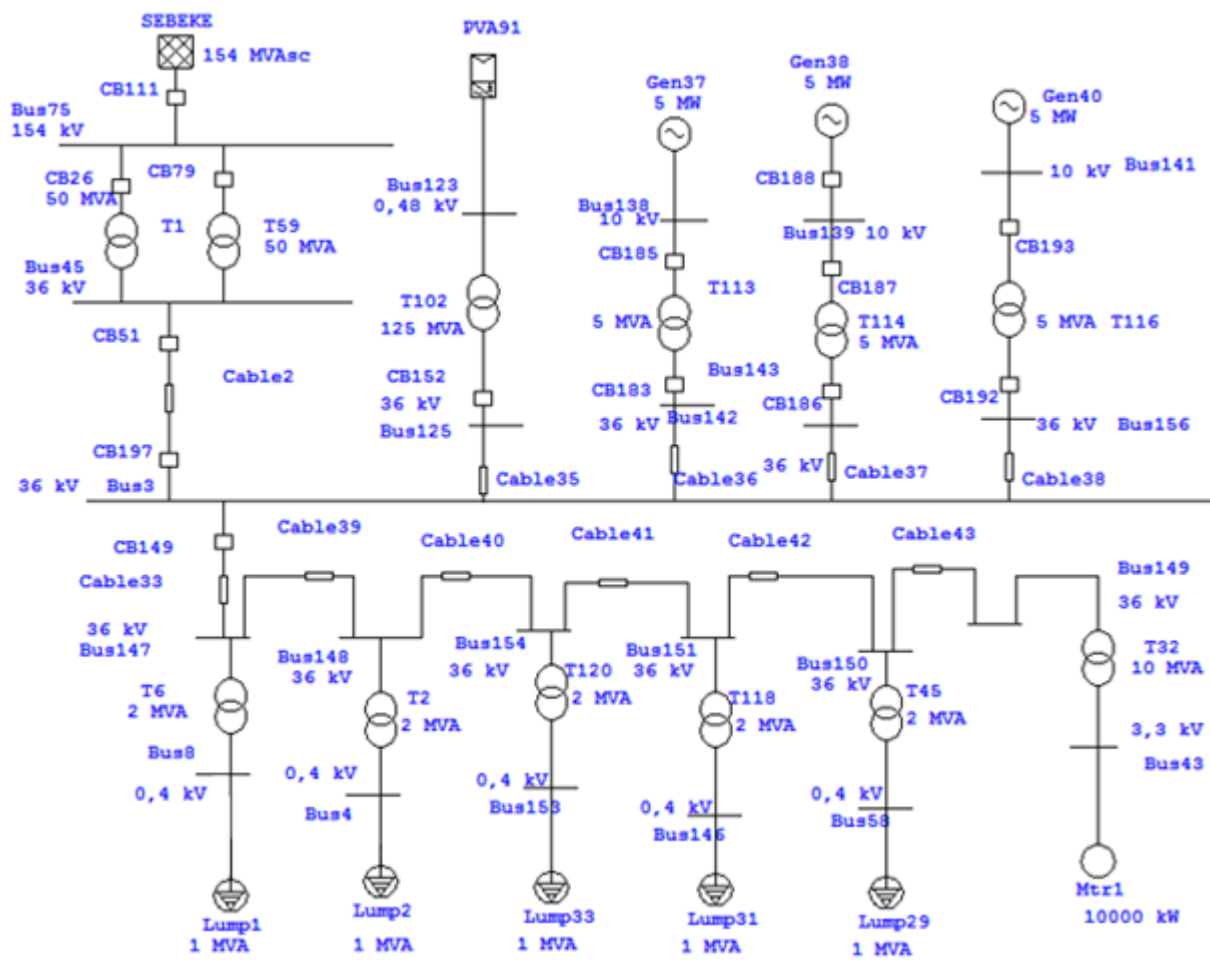


Şekil 3. Bus 75 Arızasında Senkron Generatör Gücü, Güç Açısı ve Hızındaki Değişimler



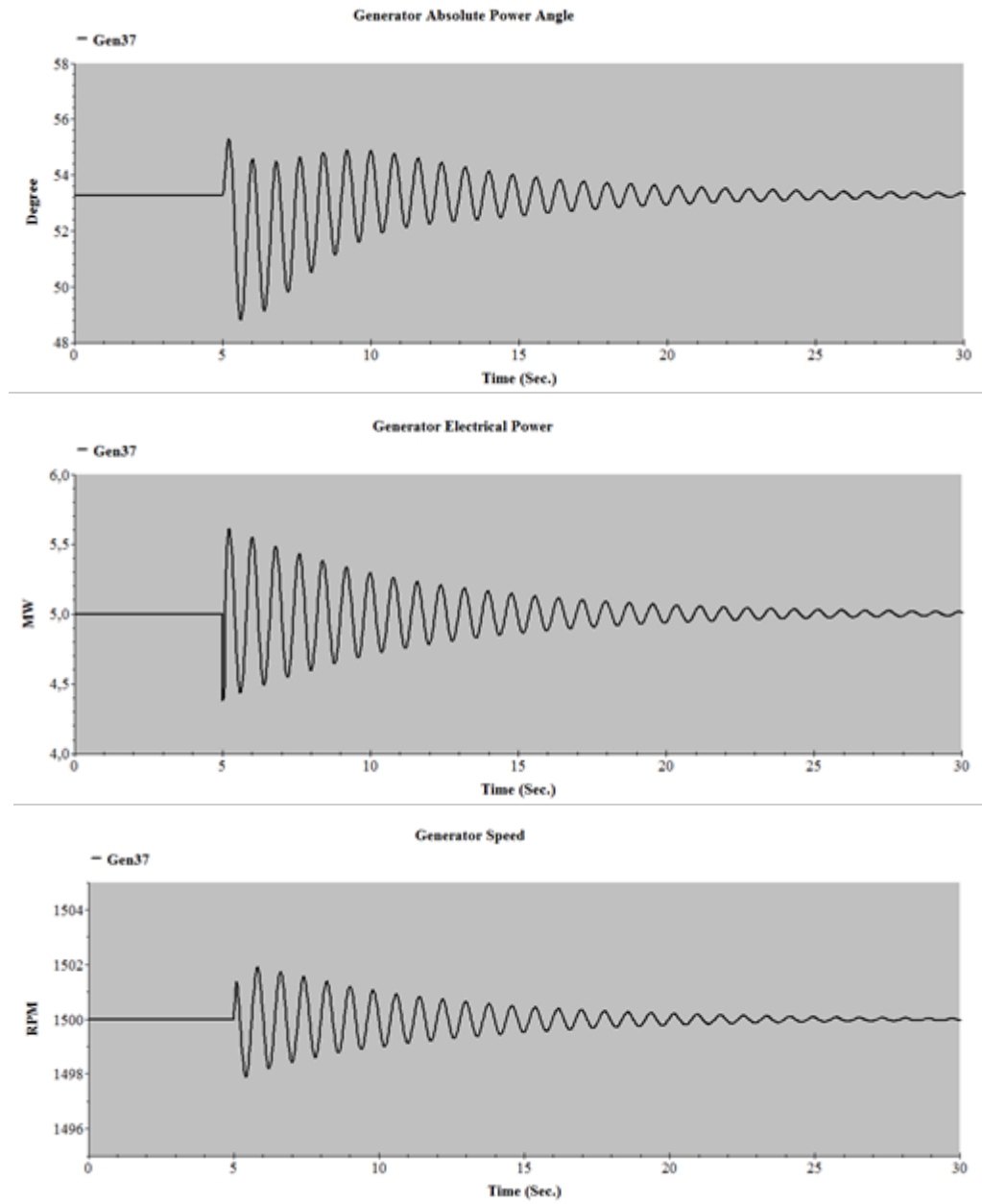
Şekil 4. Bus 43 Arızasında Senkron Generatör Gücü, Güç Açısı ve Hızındaki Değişimler

Tek hat şeması şekil 2’de gösterilen sistemde Bus 75’te bir arıza benzetimi yapılmıştır. Bu arıza benzetimi 1 faz toprak kısa devresi olup 100 ms içinde temizlenmektedir. Şekil 3’te generatör rotor açısı geçici hal kararlılık limitleri içerisinde kalmakla birlikte arıza temizlendikten saniyeler sonra tekrar arıza öncesi koşullara dönmektedir. Generatörde salınımlar yaşanmış ancak kararlılık sağlandığı görülmektedir. Generatör hızında değişimler frekanstaki değişimlerine bağlı olarak çok yüksek genlikte oluşmamaktadır. Aynı arıza durumu için 3.3 kV motor gerilim barasında (Bus 43) 200 ms’lik bir faz toprak arızası meydana geldiği durumda generatör rotor açısının geçici hal kararlılık limitleri içerisinde kaldığı ve arıza temizlendikten saniyeler sonra tekrar arıza öncesi koşullara döndüğü şekil 4’ten görülmektedir. Şekil 5’te senkron generatör, şebeke ve FV’den oluşan sistem gösterilmiştir.



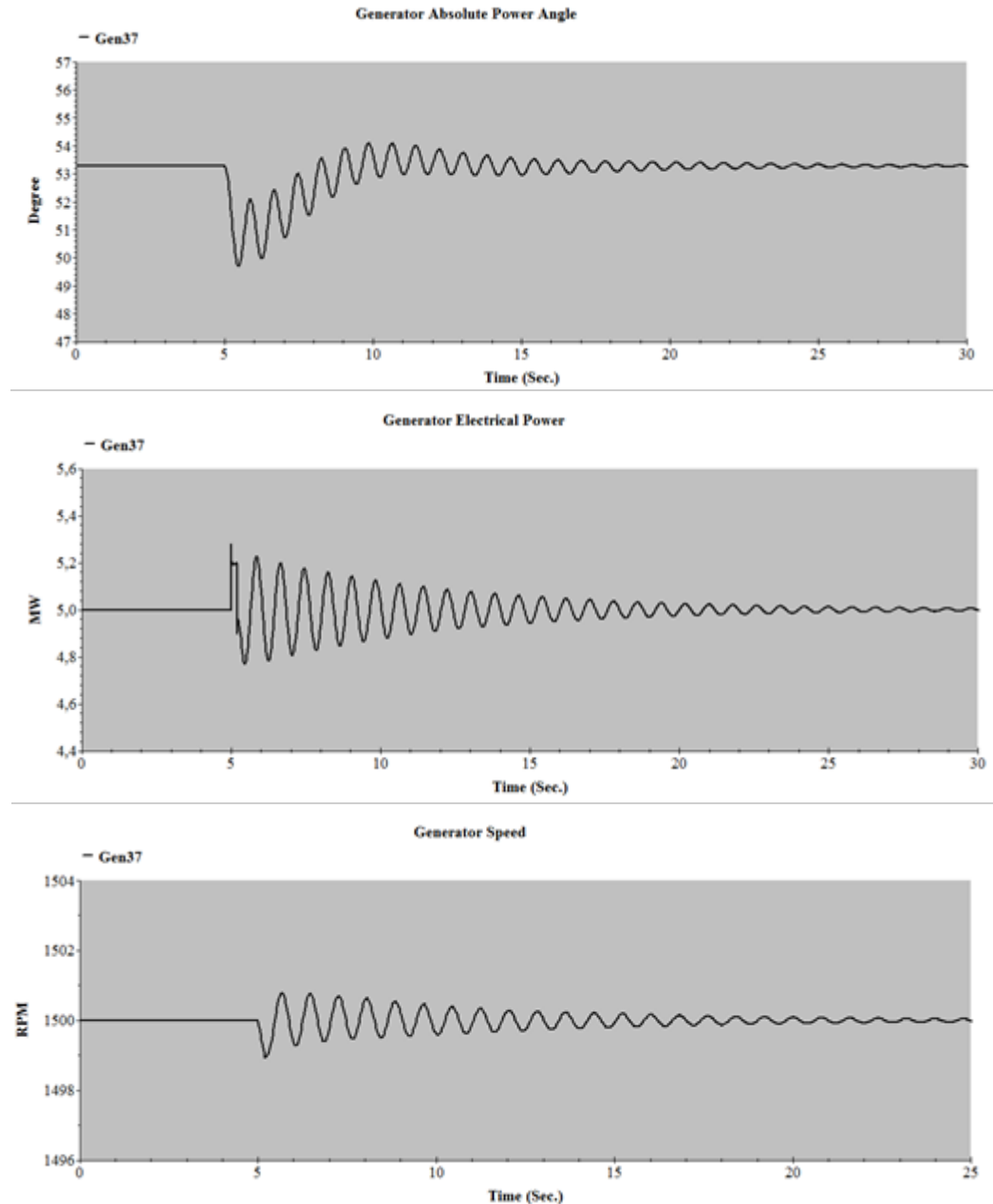
Şekil 5. Senkron Generatör, Şebeke ve FV’den Oluşan Sistem

Tek hat şeması şekil 5’te gösterilen sistemde Bus 75’te bir arıza benzetimi yapılmıştır. Bu arıza benzetimi 1 faz toprak kısa devresi olup 100 ms içinde temizlenmektedir. Şekil 5’teki sistemde Bus75 isimli şebeke barasında 5. saniyede oluşturulan bir faz-toprak arızasında senkron generatörün güç açısı, gücü ve hızında meydana gelen değişimler şekil 6’da, Bus 43’te 5. saniyede oluşturulan bir faz-toprak arızasında senkron generatörün gücü, güç açısı ve hızında meydana gelen değişimler şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 6. Bus 75 Arızasında Senkron Generatör Gücü, Güç Açısı ve Hızındaki Değişimler

Şekil 6’da generatör rotor açısı geçici hal kararlılık limitleri içerisinde kalmakla birlikte arıza temizlendikten saniyeler sonra tekrar arıza öncesi koşullara dönmektedir. Generatörde salınımlar yaşanmış ancak kararlılık sağlandığı görülmektedir. Generatör hızında değişimler frekanstaki değişimlerine bağlı olarak çok yüksek genlikte oluşmamaktadır.



Şekil 7. Bus 43 Arızasında Senkron Generatör Gücü, Güç Açısı ve Hızındaki Değişimler

Aynı arıza durumu için 3.3 kV motor gerilim barasında (Bus 43) 200 ms'lik bir faz toprak arızası meydana geldiği durumda generatör rotor açısının geçici hal kararlılık limitleri içerisinde kaldığı ve arıza temizlendikten saniyeler sonra tekrar arıza öncesi koşullara döndüğü şekil 7'den görülmektedir. Sistemde FV grubu yokken Bus 75'teki arızada generatör açısı 57°'den 44°'ye, Bus 43'teki arızada ise 52,5°'den 48,1°'ye düşmekte arıza sonrasında ise sistem kendini yaklaşık 20. saniyede toparlamaktadır. FV grubu sisteme eklendiğinde ise Bus 75'teki arızada generatör açısı 55,5°'den 48,8°'ye, Bus 43'teki arızada ise 54,1°'den 49,5°'ye düşmekte ve arıza temizlendiğinde ise sistem kendini toparlamaktadır. FV grubu eklendiğinde generatör açısındaki değişim yaklaşık 6,7° civarında iken eklenmeden önceki durumda 5,9° civarındadır. FV grubunun eklenmesiyle generatör açısında düşme ve dolayısıyla generatörün daha kararlı halde çalıştığı görülmektedir.

SONUÇLAR

Yerel santrallerin yani diğer adıyla dağıtık üretim santrallerin artmasıyla, dağıtım şebekelerinde kararlılık problemleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada yerel ve yenilenebilir santrallerin olduğu bir dağıtım şebekesi ele alınmıştır. Yenilenebilir enerji santrali olan fotovoltaiklerin sistem kararlılığı üzerinde etkisi Etap programında analiz edilip yorumlanmıştır. Fotovoltaiklerin generatöre etkisini görmek amacıyla iki farklı durum oluşturulmuştur. İlk durumda şebeke ile beraber senkron generator bulunmaktadır ve iki farklı barada (Bus 75 ve Bus 43) arıza oluşturulmuştur. Arıza sonunda sistem belli bir süre sonra kendini toparlamaktadır ve kararlı hale geçmektedir. İkinci durumda ise şebeke ve senkron generatöre ilaveten fotovoltaikler sisteme bağlanmaktadır. İkinci durumda da aynı baralarda arıza oluşturulmuş ve grafiklerde görüldüğü üzere generatördeki salınımların genliğinin arttığı, sistemin kendini toplamasının daha uzun sürdüğü fakat generatörün daha kararlı halde çalıştığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

Anderson P.M.,Found A.A. (1994). Power System Control and Stability – IEEE

Arsoy A.B., Perdahçı C. (2004) Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Dağıtılmış Üretim, ELECO.

Azmy A.M., Erlich I. (2005) Impact of Distributed Generation Penetration on the Stability of Electrical Power System-IEEE.

Dondi P.,Bayoumi D.,Haederli C., and Suter M. (2002) Network Integration of Distributed Power Generation, Journal of Power Sources,106 , pp.689-700.

Gelberi D., Yıldız M., Yılmaz A.S., Yalçın M.A.(2003). Rüzgar Türbinlerinde Dinamik Kararlılık, SAU Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt.7, Sayı.2,s.199-204.

Gelberi H., Uyaroğlu Y., Abacı K., Yalçın M.A., Pehlivan İ., Onduk A. Rüzgar Türbinlerinin Dağıtım Şebekelerine Bağlanması ve Dinamik Simulasyonu, EMO Bilimsel Dergisi, s.18-23.

Karimi M., Mokhlis H., Naidu K., Uddin S. And Bakar A.H. (2016) Photovoltaic Penetration Issues and Impact in Distribution Network, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53(364-0321), pp. 494-605.

Kempener R., Komor P.(2013) Smart Grids and Renewables, Colorado:IRENA.

P. Kundur, (1994) Power System Stability and Control, New York.

Şerefoğlu N., Erdoğan D. Enerji Sistemlerinin Kararlılığı, Nobel Akademik Yayıncılık.


Tacer M.E., Enerji Sistemlerinde Kararlılık, Ofset Yayıncılık, 1990.


Viet N.H., Yokoyama A.(2010).Impact of Fault Ride-Through Characteristics of High-Penetration Photovoltaic Generation on Transient Stability, International Conference on Power System Technology.


Waqfi R., Nour M. (2017) Impact of PV and Penetration into a Distribution Network Using Etap-IEEE.

ORCID

Zeynel BAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-4407-2458>

Ayşe İNCESU  <https://orcid.org/0000-0001-9746-1935>

Aya SABOH  <https://orcid.org/0000-0003-2596-6963>

Ahmet Serdar YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0002-5735-3857>



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 20.02.2019
Kabul Tarihi : 06.08.2019

Received Date : 20.02.2019
Accepted Date : 06.08.2019

MARAŞ DONDURMASINDA GASTROENTERİT YAPAN BAZI BAKTERİLERİN VARLIĞI

PRESENCE OF VARIOUS GASTROENTERITIS BACTERIA IN MARAS ICE CREAM

Esin DERELİOĞLU¹, Özlem TURGAY^{2*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Biyomühendislik ve Bilimleri Bölümü,

²*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Özlem TURGAY, ozlem@ksu.edu.tr

ÖZET

Maraş dondurması ülkemizde adı ile ün salmış, eşsiz bir lezzette marka olan bir gıdadır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ta üretime sunulan sade Maraş dondurması örneklerinde gastroenterit yapan bazı bakterilerin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla 60 adet dondurma örneği *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* ve *E. coli* O157:H7 yönünden incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda incelenen 60 adet dondurma örneğinde *Campylobacter* türlerine rastlanmazken, 11 örnekten (%18,3) *Aeromonas* türleri, 4 örnekten (%6,7) *E. coli*, 1 örnekten ise (%1,7) *E. coli* O157:H7 izole edilmiştir. *Aeromonas* türleri ile kontamine olduğu saptanan 11 sade dondurma örneğinin 7'si (%63,6) *Aeromonas hydrophila*, 3'ü (%27,2) *Aeromonas sobria* ve 1'i (%9,2) *Aeromonas caviae* olarak tanımlanmıştır. Kahramanmaraş'taki dondurma üreticilerinin dondurma üretiminin her aşamasında hijyen kurallarına, personel hijyenine ve sunum aşamasında meydana gelebilecek kontaminasyonlara daha fazla özen göstermesi gerekmekte ve işletmelerde HACCP ve GMP prensipleri benimsenmesi uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* O157:H7, Dondurma, Gastroenterit.

ABSTRACT

Maraş ice cream is a brand food that is famous in our country and has a unique flavor. The aim of this study was to research various gastroenteritis bacteria in Maraş ice cream in Kahramanmaraş. For this purpose, 60 ice cream samples were used to search for *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7. *Campylobacter* spp. was not detected in ice cream samples. *Aeromonas* spp. were found to be in 11 samples (18.3%). From these isolates 7 of were identified as *Aeromonas hydrophila*, 3 of were *Aeromonas sobria* and 1 of was *Aeromonas caviae*. *E. coli* and *E. coli* O157:H7 were found to be in 4 samples (6.7%) and 1 sample (1.7%), respectively. Ice-cream Manufacturers in Kahramanmaraş have to pay more attention to hygienical rules at every stage of ice cream production, personal hygiene and contaminations during sales. In addition, HACCP and GMP principles in the enterprises should be based.

Keywords: *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* O157:H7, Ice cream, Gastroenteritis.

GİRİŞ

Dondurma; süt veya uygun süt ürünleri (krema, süt tozu), şeker, çesni ve katkı maddelerinden oluşan karışımın pastörizasyon işleminden sonra soğutucu düzenlerde işlenmesiyle elde edilen bir üründür (Goff ve Hartel, 2013). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre dondurma içerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker, izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma ve renk maddeleri ve çesni maddeleri gibi bileşenleri içeren karışımın pastörizasyon sonrası, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan üründür. Maraş dondurması ise, Maraş dondurması tekniğine göre üretilen, süt, şeker, salep ve/veya izin verilen diğer katkı maddelerinden oluşan dondurmayı ifade eder (Anonim, 2005). Kahramanmaraş'ta görülen Akdeniz iklimi sayesinde, bu coğrafyaya özgü kekik, keven, sümbül ve çiğdem gibi çiçeklerle beslenen keçilerin farklı kıvam ve aromaya sahip

sütleri ve yabani orkide çiçeklerinin yumru köklerinden elde edilen salep Maraş dondurmasına olumlu lezzet, aroma ve kıvam sağlar (Toroğlu ve ark., 2011; Bars, 2012). Dondurma soğuk muhafaza edilen bir besin olmasına karşın besleyici içeriği, nötral pH'sı ve kötü depolama koşulları nedeniyle mikrobiyel gelişim için uygun ortam kaynaklarını oluşturmaktadır. Pastörizasyon sonrası dondurmaya eklenen kontamine katkı maddeleri ve uygun olmayan taşıma zinciri sonucu dondurma mikrobiyel kontaminasyona maruz kalmaktadır (Lee ve ark., 2009). *Escherichia coli* sıcakkanlı hayvanların barsak florasında yer alan bir bakteri olarak kabul edilmesinden dolayı fekal kontaminasyonun göstergesi olarak değerlendirilmektedir. *E. coli* O157:H7 salgınlarının çoğunluğu dışkı ile kontamine olmuş et ve et ürünleri, peynirler, sütler, yoğurtlar ve meyve sebze ürünlerinden kaynaklanmaktadır (Çon ve ark., 2004). *Aeromonas* türleri buzdolabı sıcaklığında üreyebilen, gıda kökenli, halk sağlığı açısından patojen kabul edilen enfeksiyon etkenleridir. *Aeromonas* kaynaklı enfeksiyonlar genellikle diyareyle ilgili olmasına karşın sepsis ve bakteriyemi gibi klinik komplikasyonlar da gözlenmektedir (Romero ve ark., 2012). *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria*, *Aeromonas jandaei*, *Aeromonas schubertii* ve *Aeromonas caviae* insan intestinal sisteminde en yaygın bulunan enfeksiyon etkenleridir (Tomas, 2012). *Campylobacter* bakteriyozu Avrupa Birliğinde neredeyse en yaygın görülen gıda kaynaklı enfeksiyondur. *Campylobacter jejuni*, dünya genelinde gastroenterit etkeni, gram negatif, hayvansal bir patojendir (Anonim, 2015). Ülkemizde dondurma üretiminin büyük bir bölümü küçük işletmelerde ve pastanelerde yapılmaktadır. Modern alet ve ekipmana ve yeterli bilgiye sahip olmayan kişi ve işletmeler ilkel şartlarda ve kalitesiz hammadde kullanarak, standart bir üretim metodu uygulamadan dondurma üretmektedirler. Bu dondurmalar çok değişik özelliklere sahip olup ve hijyenik açıdan birçok riski beraberinde getirmektedir. Çalışmada Kahramanmaraş ilindeki büyük ve küçük işletmelerden alınmış Maraş dondurması örneklerinde *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *Aeromonas* ve *Campylobacter* türlerinin varlığı bakımından incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Maraş Dondurması Örnekleri

Kahramanmaraş'taki dondurma işletmelerinden ve pastanelerden 60 adet sade Maraş dondurması örneği aseptik koşullarda, soğuk zincir altında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilmiş ve *Aeromonas* spp., *Campylobacter* spp., *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 için araştırma yapılmıştır.

Aeromonas Türlerinin İzolasyonu ve İdentifikasyonu

Sade Maraş dondurması örneklerinden 25'er gram alınıp steril örnek poşetlerine konularak üzerine 225 ml Alkali Peptonlu Su (pH 8.4-Oxoid CM 9) ilave edilmiş ve stomacher'de 2 dakika süre ile homojenize edildikten sonra 28°C'de 18-24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası zenginleştirme sıvısından bir öze dolusu alınarak, 5 mg/l Ampicillin (Oxoid SR 136) içeren *Aeromonas* Agar'a (Oxoid CM 833) çizme yöntemi ile ekim yapılmış ve plaklar 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. *Aeromonas* Agar'da inkübasyon süresi sonunda üreyen koyu yeşil merkezli yeşil opak koloniler şüpheli kabul edilmiştir. Tipik kolonilerden en az 5'i seçilerek Nutrient Agar'da (Merck) 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Nutrient Agar'da üreyen kolonilerden sırası ile Gram boyama, oksidaz testi, katalaz testi, hareketlilik testi, DNase testi, Vibriostatik ajan O/129'a (2-4-diamino-6,7-diisopropylpteridine) dirençlilik, NaCl içermeyen ve %6 NaCl içeren Nutrient Broth' da 35°C'de üreme testleri yapılmıştır. Bu testler sonucunda hareketli *Aeromonas* olduğu belirlenen kolonilere eskulin hidrolizasyonu, KCN Broth'ta üreme, karbonhidrat fermentasyon testleri, sisteinden H₂S oluşumu, Voges proskauer, metil red ve indol testleri yapılarak tür tayini yapılmıştır (Palumbo ve ark., 1992).

E. coli ve E. coli O157:H7 İzolasyon ve İdentifikasyonu

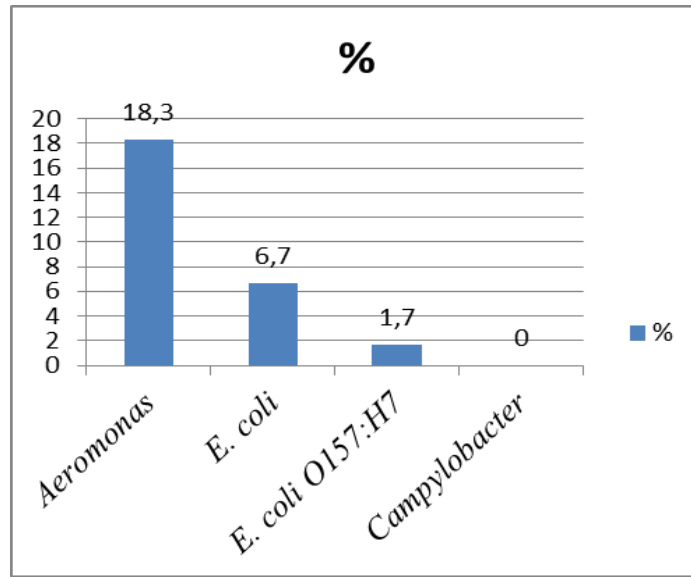
Dondurması örneklerinden 25'er gram alınıp steril numune poşetlerine konularak üzerine Laktöz broth ilave edilmiş ve çalkalanmış 35°C ± 0.5°C'de 24 ± 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası zenginleştirme sıvısından bir öze dolusu alınarak, TBX Agar'a (Merck 1.16122) çizme yöntemi ile ekim yapılmış ve plaklar önce 30°C'de 4 saat daha sonra 44°C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. TBX Agar'da inkübasyon süresi sonunda üreyen mavimsi yeşil koloniler şüpheli kabul edilmiştir. Tipik kolonilerden en az 5'i seçilerek Nutrient Agar'da (Merck 1.05450) 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Nutrient Agar'da üreyen kolonilere Gram boyama, oksidaz testi, katalaz testi, hareketlilik testi, IMVIC testleri, KCN'de üreme testi, H₂S oluşturma testi, laktöz ve mannit fermentasyon testleri, glikozdan gaz oluşturma testi, sorbitol ve latex aglutinasyon testleri yapılmıştır (Halkman, 2005; Halkman ve ark., 1994).

Campylobacter Türlerinin İzolasyonu ve İdentifikasyonu

Sade Maraş dondurması örneklerinden 50'şer gram alınarak pH'sı steril NaOH ile 7,6'ya ayarlanıp, 12000g'de 40 dakika santrifüjlendikten sonra süpernatant atılıp steril numune poşetlerine konulmuştur. Üzerine Bolton Broth Selective Supplement (Oxoid SR 183) ve at kanı (50ml/L) ilaveli Bolton Selective Enrichment Broth'tan (Merck 1.00068.0500) 100ml ilave edilip 35°C'de 24 saat süre ile mikroaerofilik koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası zenginleştirme sıvısından bir öze dolusu alınarak, Campylobacter Blood-Free Selective Supplement (Oxoid SR 155) ilaveli Campylobacter Blood Free Selective Agar'a (Oxoid CM 739) çizme yöntemi ile ekim yapıp 42°C'de 20-44 saat inkübasyona bırakılmıştır (Anonim, 2016).

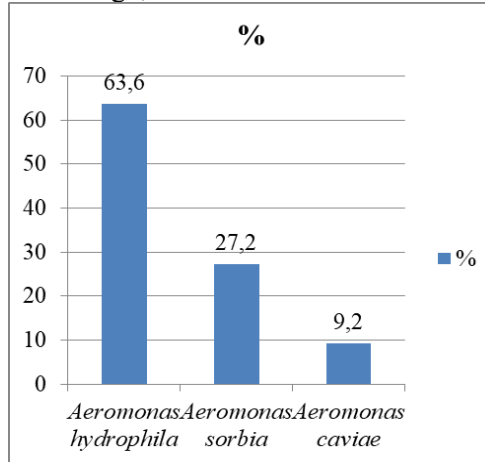
SONUÇ VE TARTIŞMA

Kahramanmaraş'ın farklı işletme ve pastanelerinden alınan 60 adet sade dondurma örneğinde *Aeromonas* türleri, *Campylobacter* türleri, *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 izolasyonu ve identifikasyonu yönünden inceleme yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda incelenen 60 adet sade dondurma örneğinde *Campylobacter* türlerine rastlanmazken, 11 örnekte (%18,3) *Aeromonas* türleri, 4 örnekte (%6,7) *E. coli* ve 1 örnekte de (%1,7) *E. coli* O157:H7 izole edilmiştir (Şekil 1).

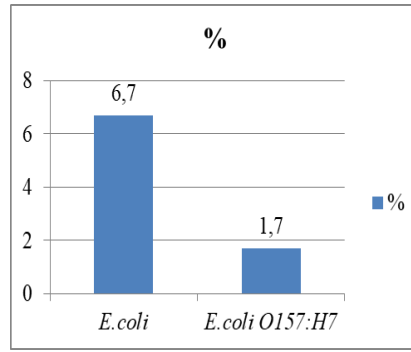


Şekil 1. Dondurma örneklerinden izole edilen patojen mikroorganizmalar.

Aeromonas türleri ile kontamine olduğu saptanan 11 sade dondurma örneğinin 7'si (%63,6) *Aeromonas hydrophila*, 3'ü (%27,2) *Aeromonas sobria* ve 1'i (%9,2) *Aeromonas caviae* olarak tanımlanmıştır. Pozitif örneklerden en çok tanımlanılan türün *A. hydrophila* olduğu, bunu *A. sobria* ve *A. caviae*'nin izlediği görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Dondurma örneklerinden tanımlanılan *Aeromonas* türleri.



Şekil 3. Dondurma örneklerinden izole ve identifiye edilmiş olan *E. coli* O157:H7 ve *E. coli*.

Erzurum'da yapılmış bir çalışmada incelenen 75 adet dondurma örneğinde *E. coli*'ye rastlanmamıştır (Çubukçu, 2016). Baraheem ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada 80 adet sade dondurma örneğindeki *E. coli* oranını %42 olarak bildirmişlerdir. Alas (2004), Ankara'da satışa sunulan 50 adet beyaz peynir ve 50 adet sade dondurma örneğini incelemiş, beyaz peynir örneklerinin %52'sinde ve sade dondurma örneklerinin %70'inde *E. coli* tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada örneklerin %8,3'ünde *E. coli* tespit edilmiştir. Aradaki bu büyük fark örneklerin alındığı işletmelerin merdiven altı olarak tabir edilen tarzda olmasından, kullanılan sütün mikrobiyel yükünün fazla olmasından, üretilen dondurmanın saklanma koşullarından ve personel ile alet-ekipman hijyenine önem verilmemesinden ileri geldiği düşünülmektedir. Van'da yapılan bir çalışmada mikrobiyolojik analiz bulgularına göre genel bir değerlendirme yapıldığında 75 adet dondurma örneğinin %8'i (6 örnek) *L. monocytogenes*, %25,3'ü (19 örnek) *K. pneumonia*, %17,3'ü (13 örnek) *Salmonella* spp., %13,3'ü (10 örnek) *E. coli* ve %13,3'ü (10 örnek) koagulaz (+) *S. aureus* yönünden kontamine bulunmuştur (Ağaoğlu ve Alemdar, 2004). Patır ve ark. (2006), Elazığ'da yaptıkları bir çalışmada inceledikleri 50 adet kaymaklı dondurma örneğinden 186 suş izole etmişler ve bu suşların 41'inin *E. coli* olduğunu bildirmişlerdir. Her iki çalışmadaki *E. coli* izolasyon oranı da çalışmamızdaki *E. coli* izolasyon oranından yüksektir. Dondurmada protein oranlarının incelendiği bir çalışmada meyveli dondurmaların protein değerleri sade dondurmalara göre daha düşük çıkmıştır (Korel ve ark., 2005). Bu çalışma sade dondurmalarda proteince daha zengin olmalarından dolayı, mikroorganizma üremesinin ve izolasyonunun daha yüksek oranda olabileceğini göstermektedir. Sade ve diğer dondurma çeşitleriyle ilgili yerli ve yabancı kaynaklı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat dondurmada *Aeromonas* ve *Campylobacter* türlerine oranla *Yersinia enterocolitica* (Erdoğrul, 2002), *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella* spp. (Ağaoğlu ve Alemdar, 2004), *E. coli* (Patır ve ark., 2006), gibi mikroorganizma izolasyon, identifikasyon ve sayımlarının yanı sıra aerobik mezofil bakteri sayısı ve koliform bakteri sayısı daha sık yapılan çalışmalar arasındadır. El-Sharef ve ark. (2006), tarafından Libya Tripoli'de yapılan bir çalışmada incelenen 160 dondurma örneğinin 10 tanesinde (%6) *E. coli* (2 tanesi *E. coli* O157:H7), 8 tanesinde (%5) *Salmonella* spp., 30 tanesinde (%19) *Aeromonas* spp., 60 tanesinde (%38) *Staphylococcus aureus* ve 7 tanesinde (%4) *Listeria monocytogenes* tespit edilmiştir. Yapılan bu araştırmada ise incelenen 60 dondurma örneğinin 5 tanesinde (%8,3) *E. coli* (1 tanesi *E. coli* O157:H7), ve 11 tanesinde (18,3) *Aeromonas* spp. tespit edilmiştir. Bulgular bu araştırma ile uyumludur. Dondurmaya nazaran *Aeromonas* türleri kırmızı ette (Namlı, 2007), tavuk etinde (Çiftçi, 2009), balıkta (Doğançay, 2006), suda (Mete ve ark., 2002) ve sütte (Alişarlı, 2003) daha fazla incelenmiştir. Aynı şekilde *Campylobacter* türleri de kırmızı ette (Bozdoğan, 2009) daha fazla çalışılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmaların çoğu dondurma üretim teknolojisi, dondurmalarda mevcut olan mikroorganizma sayısı ve dondurmaların fiziksel ve kimyasal niteliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalardır. Mikroorganizma izolasyon ve identifikasyonu yapılan çalışmalarda da hep aynı birkaç mikroorganizma incelenmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında dondurmada *E. coli* ile yapılmış çok sayıda çalışma bulunurken *Aeromonas* ve *Campylobacter* türleri ile yapılmış çalışma sayısı çok azdır. Halbuki gastroenterit vakalarında *Aeromonas* ve *Campylobacter* türleri de sıkça izole edilmektedir. Bu noktada çalışmamız literatüre katkı sağlamaktadır. Süte sağım aşamasında bulaşan *E. coli*'nin dondurmada bulunması pastörizasyon işlemlerinin yetersiz yapıldığını ya da pastörizasyon işlemi sonrası fekal bulaşmayı göstermektedir. *E. coli* akut bakteriyel ishalin dünyadaki en sık etkidir. *Aeromonas* türleri psikotrof olmaları nedeniyle buzdolabında canlılıklarını sürdürebilmektedirler ve en önemli bulaşma yolları kontamine sulardır. *Campylobacter* türlerinin ise rezervuarı hayvanlardır; enfekte hayvansal ürünler ve dışkıları ile bulaşır, ayrıca safralı ortamları sevdiği için jejunum, ileum ve kolonda invazif, eksüdatif enterokolit yaparlar (Turgay, 2017).

Dondurmanın mikrobiyal yükünün büyük bir kısmı süttten ileri gelmektedir ve Türkiye'de süt ineçliliğinin aile işletmeciliği düzeyinde olduğu, sağım hijyenine gerektiği kadar dikkat edilmediği bilinmektedir. *E. coli*, *Aeromonas* ve *Campylobacter* türleri gibi önemli gıda kaynaklı patojenlerin çiğ süt toplama tanklarından, süt sağım makinelerinden ve çiğ süttten izole edilebilmektedir. Bu sebeple dondurma üretiminde kullanılacak sütün

pastörizasyonuna çok dikkat edilmelidir. Analizler sonucunda dondurma örneklerinin aynı kalitede olmadığı, üreticiler arasında büyük farklar olduğu ve büyük işletmelerde üretilen dondurmaların pastanelerde üretilen dondurmalara oranla daha hijyenik olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle dondurma güvenilir yerlerden satın alınmalı, dondurmanın sadece ekonomik uygunluğu değil kalitesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Son kullanma tarihi geçmiş, çok sert ya da çok yumuşak dondurmalar satın alınmamalıdır. Dondurmalar satın alındıktan sonra ya hemen tüketilmeli ya da derin dondurucularda saklanmalıdır. Yüksek kalitede ürün materyali kullanılması ve üretim prosesinin gerekli şekilde uygulanması dondurmanın mikrobiyolojik açıdan güvenilirliği için tek başına yeterli olamamaktadır. Dondurma üretimi sırasında havadan, alet ve gereçlerden, personelden ve diğer kaynaklardan mikrobiyel bulaşmalar mümkün olabilmektedir. Pastörizasyon işlemindeki safhalardan sonra olan bulaşmalar ise dondurma kalitesi ve tüketici sağlığı açısından bilhassa önemlidir. Dondurma üretiminin mümkün olduğunca modern tesislerde yapılması, hammaddelerin özellikle sütün dikkatli seçilmesi, alet-ekipman ve personel hijyenine özen gösterilmesi, üretimin her aşamasında kullanılan suyun mutlaka klorlu olması, üretim ve satış aşamalarında hijyenik önlemlerin alınması, bulaşmaların engellenmesi ve dondurma karışımının pastörize edilmesi dondurmaların gıda kaynaklı zehirlenmelerde ve gastroenteritlerde potansiyel bir tehlike olmaktan çıkaracaktır. Tüm bunların yanında işletmelerde HACCP ve GMP sistemini esas alan programlar uygulanmalıdır.

Teşekkür

KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nce maddi olarak desteklenmiştir. (No: 2008/4-11 YLS).

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, S. & Alemdar, S. (2004). Van'da tüketime sunulan dondurmalarda bazı patojenlerin varlığının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 15 (1-2):59-64.

Alas, Z.T. (2004). Ankara piyasasında tüketime sunulan beyaz peynir ve sade dondurmada *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, fekal koliform ve *E. coli* varlığı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Alişarlı, M.(2003). İnek sütlerinin hareketli *Aeromonas* türleri yönünden incelenmesi. *Gıda* 28:369-372.

Anonim (2005). Türk gıda Kodeksi. Dondurma Tebliği (2004/45). Tarım ve Köy, İşleri Bakanlığı. 16 Kasım 1997 tarih ve 23172 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Anonim (2015). EFSA (European Food Safety Authority) and ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in. *EFSA Journal* 13(12): 4329.

Anonim (2016).FDA/BAM.<https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm> (Erişim Tarihi:10.02.2019)

Baraheem, O.H., El-Shamy, A.H. & Bakr, N.M., (2007). Bacteriological quality of some dairy products (kariesh, cheese and ice cream) in Alexandria. *Egypt Public Health Assoc Journal* 82:5-8.

Bars, T. (2012). Kahramanmaraş İlinde Süt ve Süt ürünleri Sanayisinin Yapısal Analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, 91s.

Bozdoğan, H. (2009). Kırmızı ette *Campylobacter* türlerinin izolasyon, identifikasyon ve antibiyotik dirençliliğinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, 41s.



Çiftçi, E. (2009). Tavuk etinde hareketli *Aeromonas* türlerinin izolasyonu, identifikasyonu ve antibiyotik dirençliliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, 71s.

Çon, A.H., Kanbakan, U. & Ayar, A. (2004). Determination of microbiological contamination sources during ice cream production in Denizli, Turkey. *Food Control* 15: 463 – 470.

Çubukçu, S. (2016). Erzurum piyasasında tüketime sunulan dondurmaların mikrobiyolojik kalitesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, Türkiye, 64s.

- Doğançay, Y. (2006). Ankara’da tüketime sunulan bazı balıklarda *Vibrio* ve *Aeromonas* cinsi mikroorganizmaların izolasyonu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Türkiye, 96s.
- El-Sharef, N., Ghengehesh, K.S., Abognah, Y.S., Gna, S.O. & Rahouma, A. (2006). Bacteriological quality of ice-cream in Tripoli-Libya. *Food Control* 17:637-641.
- Erdoğrul, Ö.T. (2002). A study on isolation, identification and potential pathogenicity of *Yersinia enterocolitica* in plain ice-cream. *Milchwissenschaft* 57(3):147-149.
- Goff, HD. & Hartel, R.W. (2013). Ice cream. 7th Edition, *Springer*, New York, US, 477p.
- Halkman, A.K. (2005). Sterilizasyon. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358s.
- Halkman, A.K., Doğan, B.H. & Rahati, N. (1994). Gıda Maddelerinde Salmonella ve *E. coli* Aranma ve Sayılma Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Gıda Teknoloji Derneği*, Yayın No: 21, Ankara.
- Korel, F., Ömeroğlu, S. & Tan, G. (2005). Manisa Piyasasında Satılan Ambalajlı ve Ambalajsız Dondurmaların Kalitelerinin Değerlendirilmesi. *Harran üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(2):11-18.
- Lee, J.W., Kim, H.J., Yoon, Y., Kim, J.H., Ham, J.S., Byun, M.W., Baek, M., Jo, C. & Shin, M.G. (2009). Manufacture of ice-cream with improved microbiological safety bu using gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry* 78:593-595.
- Mete, E., Kaleli, İ., Demir, M. & Cevahir, N. (2002). Çeşitli su örneklerinde *Aeromonas* sıklığının araştırılması. *ANKEM Dergisi* 16:430.
- Namlı, A. (2007). Kahramanmaraş ilinde tüketime sunulan kıymalarda hareketli *Aeromonas* türlerinin izalasyon ve identifikasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, 50s.
- Palumbo, S., Abeyta, C. & Stelma, G. (1992). Chapter 30: *Aeromonas hydrophila* Group. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd edition, APHA, Washington D.C., 497-515p.
- Patır, B., Ateş Öksüztepe, G. & İlhak, O.İ. (2006). Elazığ’da tüketime sunulan kaymaklı ve meyveli dondurmalarda koliform bakterilerin dağılımı. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi* 20(1):1-7.
- Romero, J., Fejjoð, C.G. & Navarrete, P. (2012). Antibiotics in aquaculture use, abuse and alternatives. Health and Environment in Aquaculture, Chile, 159p.
- Tomas, J.M. (2012). The main *Aeromonas* pathogenic factors. *ISRN Microbiology*, 256-261.
- Toroğlu, E., Karademir, N. & Tıraş, M. (2011). Kahramanmaraş’ta Dondurmacılık ve Ortaya Çıkardığı Mevsimlik Göç. Uluslararası Katılımlı Coğrafya Kongresi 7-10 Eylül, İstanbul, Türkiye, 273-289s.
- Turgay, Ö. (2017). Gıda Mikrobiyolojisi. ISBN: 978-605-5267-37-7. Sidas Medya Ltd. Şti, İzmir. 261 sayfa.

ORCID

Esin DERELİOĞLU  <http://orcid.org/0000-0002-8014-3604>
Özlem TURGAY  <http://orcid.org/000-0003-2286-833X>



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 10.05.2019
Kabul Tarihi : 05.08.2019

Received Date : 10.05.2019
Accepted Date : 05.08.2019

ÇOCUK OYUN ALANLARINDA GÜVENLİK: HATAY ANTAKYA ÖRNEĞİ

SECURITY IN CHILDREN'S PLAYGROUNDS: HATAY ANTAKYA CITY EXAMPLE

Şule KISAKÜREK ¹, Merve Birhan YILMAZ ²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Şule KISAKÜREK, skazanci@ksu.edu.tr

ÖZET

Oyun, çocuk gelişiminin en önemli parçasıdır. Çocuk oyun alanları, çocuğun fiziksel, ruhsal ve sosyal gelişimini sağlamasının yanı sıra gelişimini sağlıklı ve güvenli bir çevrede tamamlayabilmeleri açısından da önemlidir. Her birey gibi çocuklarında sağlıklı ve güvenli bir çevrede oynamaları anayasal bir haktır. Ancak çocuk oyun alanlarında son yıllarda ölümle de sonuçlanabilen çok ciddi kaza ve yaralanmalar bu haktan yararlanmada sıkıntılar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada; Antakya mahalle parkları örneğinde çocuk oyun alanlarının güvenlik kriteri açısından analiz etmek amaçlanmıştır. Bu amaçla National Program for Playgrounds Safety (Ulusal Çocuk Oyun Güvenliği Programı) (NPPS)'nda yer alan denetleme, gözetim, yaşa uygunluk, düşme yüzeyi, aletlerin bakımı gibi kriterler geliştirilerek parklardaki oyun alanlarını değerlendirmek üzere analiz formu oluşturulmuştur. Analiz formu arazi çalışmaları ile doldurulmuş, gözlemlerle desteklenmiştir. Araştırma sonucunda Antakya mahalle parklarında denetim ve gözetleme için yetersiz donatılar, yaş grupları dikkate alınmayan tasarımlar, yanlış zemin materyali seçimi ve alet bakımlarının yetersiz olması ve yola yakınlık gibi güvenlik kriterlerini olumsuz etkileyen birçok sorun tespit edilmiş ve bu sorunlara öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk oyun alanları, güvenlik, Antakya, NPPS.

ABSTRACT

The game is the most important part of the child's development. Children play grounds are as that provide physical mental social development. Children play grounds are important to complete the in development in a healthy and safe environment. It is a constitutional right forever child to play in a healthy and safe environment. However, in the last years, serious accidents and injuries that can result in death in children's playgrounds have made the safety criteria on important. From this point, it is aimed to analyze the safety criterion of children play grounds in the case of Antakya parks. For this purpose NPPS criteria have been developed and an analysis form has been developed to evaluate playgrounds in parks. The analysis form was supported by observations filled with land studies. As a result of the research, many problems that have negative effects on safety criteria such as insufficient equipment for supervision and surveillance, designs that are not taken into consideration for age groups, false selection of ground materials and inadequate tool maintenance and proximity to the road were identified and were developed suggestions for these problems.

Keywords: Playgrounds, safety, Antakya, NPPS

GİRİŞ

Bireylerin kişilik ve zihinsel yeteneklerinin gelişimi, çocukluk dönemlerinde oluşmaktadır. Bu gelişimin gerçekleştiği en önemli alan çocuk oyun alanlarıdır (Bal 2005, Ünal 2009). Çocuk oyun alanları, çocukların fiziksel ve psikolojik gelişimlerine katkı sağlayan, sosyalleştikleri önemli mekânlardır (Yücel, 2005).

Hızlı kentleşme sonucu yapılaşmanın artması, yeşil alanların azalması ile çocukların oynayacakları güvenli alanlar azalmaktadır. Bu durum çocuk oyun alanlarını daha da önemli hale getirmektedir. Toplumların geleceği olan çocukların sağlıklı gelişimleri, yaşadığı fiziksel çevrenin gereksinimlerini karşılaması, istek ve arzularına cevap

vermesi, oyun oynamalarına olanak sağlaması ve güvenli yerler haline getirilmesi oldukça önemlidir (Tandoğan, 2016).

Çocuk oyun alanlarının güvenliği için yer seçimi ve yaş gruplarına göre tasarım önemli bir unsurdur. Oyun alanlarının yaş gruplarına göre ayrılması ya da güvenlik önlemlerinin küçük yaş grupları dikkate alınarak yapılması önemlidir (Aksoy, 2011; Aksoy ve Akpınar, 2011; Kuşuluoğlu, 2013).

Çocuk oyun alanlarının güvenliğinin sağlanmasında oyun elemanları ve yardımcı öğelerin düzeni ile zemin döşemesi oldukça önemlidir (Hendricks, 2011). Oyun alanı tasarımında arazinin eğimi, drenajı, güneş ışığı alması, altyapısı ve ulaşım durumu, bitki örtüsü ve çitler gibi birtakım güvenlik kriterleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanı sıra aydınlatma, malzeme seçimi, oyun elemanı seçimi, çevre güvenliği, malzeme bakımı vd. güvenlik kriterlerini oluşturmaktadır. Alanda yapılacak olan her türlü planlama bu hususlar dikkate alınarak yapılmalıdır. (Kuşuluoğlu, 2013).

Oyun alanlarında kaza ve yaralanmalara, güvenlik kriterleri dikkate alınmadığı durumlarda sıkça rastlanmaktadır. Uygun olmayan malzeme kullanımı ve yanlış yerleşim düzeni gibi durumlar kaza riskini artırarak çocukların sağlığını tehlikeye atmaktadır.

Türkiye nüfusunun %29'unu çocuk nüfus oluşturmaktadır. 2014 yılı çocuk ölüm nedenleri arasında dışsal yaralanma ve zehirlenme nedeniyle 1-4 yaş grubunda 687, 5-14 yaş grubunda 975, 15-17 yaş grubunda 705 çocuk ölümü gerçekleşmiştir. 2015 yılında ise 4 yaş grubunda 481, 5-14 yaş grubunda 849, 5-17 yaş grubunda 579 çocuk ölümü olmuştur. 2014 yılında meydana gelen trafik kazalarında 51 bin 850 çocuk yaralanırken, 391 çocuk yaşamını yitirmiştir. Kazalarda yaşamını yitiren çocukların %46,3'ünü 0-9 yaş grubu, %24,8'ini 10-14 yaş grubu ve %28,9'unu 15-17 yaş grubu çocuklar oluşturmaktadır (TÜİK, 2016).

Geleceğin güvencesi olan çocuklarımızın sağlıklı bireyler olarak yetişmeleri için dış mekânlarda ve güvenli ortamlarda oyun oynamaları oldukça önemlidir. Çocuk psikologlarına göre kapalı alanlarda oyun oynamak çocukların fiziksel, zihinsel ve sosyal gelişmelerini olumsuz etkilemektedir. Çocukları Şiddetten Koruma Ulusal Birliği (The National Society for the Prevention of Cruelty to Children - NSPCC) hem kamu hem de oyun alanı endüstrisi için araştırma ve güvenlik eğitimine katkı sağlayarak yerel yönetimlere çocuklar için güvenli tasarlanmış oyun alanları oluşturma tavsiyesinde bulunmaktadır (Simonon, 2000).

Ulusal Çocuk Oyun Güvenliği Programı (NPPS), ülke çapındaki toplulukların oyun güvenliğini çevreleyen kritik konuları incelemek amacıyla 1995 yılının Ekim ayında oluşturulmuştur. S.A.F.E. NPPS tarafından yaratılan bir kısaltmadır. Kısaltmada **S harfi** denetimi temsil etmektedir. Oyun alanında çocuklar oynarken her zaman yetişkinler tarafından denetlenmelidir. Oyun alanı ile ilgilenen kişiler eğitilmeli, destek sağlamalı ve acil durumlarda ne yapması gerektiğini bilmelidir. Kısaltmada **A harfi** yaşa uygun tasarımı temsil etmektedir. ABD Tüketici Ürün Güvenliği Komisyonu (CPSC) ve ASTM International (ASTM), oyun alanı ekipmanlarının, 6-23 ay (yeni yürümeye başlayan çocuk, 2-5 yaş (okul öncesi), 5-12 yaş (ilkokul) ayırmıştır. NPPS yaş gruplarını, daha detaylı bir şekilde okul öncesi için 2-3 ve 4-5 yaş grubuna, okul çağı için ise 5-6,7-10 ve 11-12 yaş gruplarına ayırmayı teşvik etmektedir. Engelli Amerikalılar Yasası (ADA), engelli çocukların oyun alanının ekipmanlarına ve ekipmanlarından bazılarını gidebilmelerini ve bazı ekipmanlarda oynayabileceklerini belirten standartlara da sahiptir. Kısaltmada **F harfi** zemin yüzey kaplamayı ifade etmektedir. Çocuk oyun alanlarında zemin kaplamaları güvenlik açısından önemli bir yer tutmaktadır. Çocukların kullanması ve kazalarda yaralanmaması için uygun yüzeyler, kum, bezelye çakıl, ağaç ürünleri kauçuk ürünler gibi gevşek dolgu malzemeleridir. Kauçuk karolar, paspaslar ve benzer malzemeler ABD Tüketici Ürün Güvenliği Komisyonu ve ASTM F1292 standardının önerilerini karşıladıklarında kabul edilebilir. Oyun alanlarının düşme yüzeyleri de bu kılavuz ve standartlara uygun olmalıdır. Asfalt, çamur, beton ve çim, oyun alanı ekipmanı altında ve çevresinde kabul edilebilir yüzeyler değildir. Kısaltmada **E harfi**, ekipman bakımını temsil etmektedir. Rutin bakım, üreticinin önerilerine ve CPSC yönergelerine göre yapılmalıdır. Çocuk oyun alanlarının ve bu alanlarda kullanılan her türlü araç ve gerecin seçiminde çocuk dikkate alınarak, onun sağlığını ve yaşamını tehdit edecek düzenlemelerden kaçınılmalıdır (Anonim 2019).

Avrupa Birliği ülkeleri oyun alanlarında çocukların güvenliğini sağlamak amacı ile ön şart olarak, kullanılan oyun ekipmanlarının tasarımları, oturdukları yüzeylerin, malzemelerinin, yerleşimlerinin ve bakımlarının Avrupa Standartlar Birliği CEN tarafından hazırlanan EN 1176 standartlarına uygun olarak yapılmasını koymuştur.

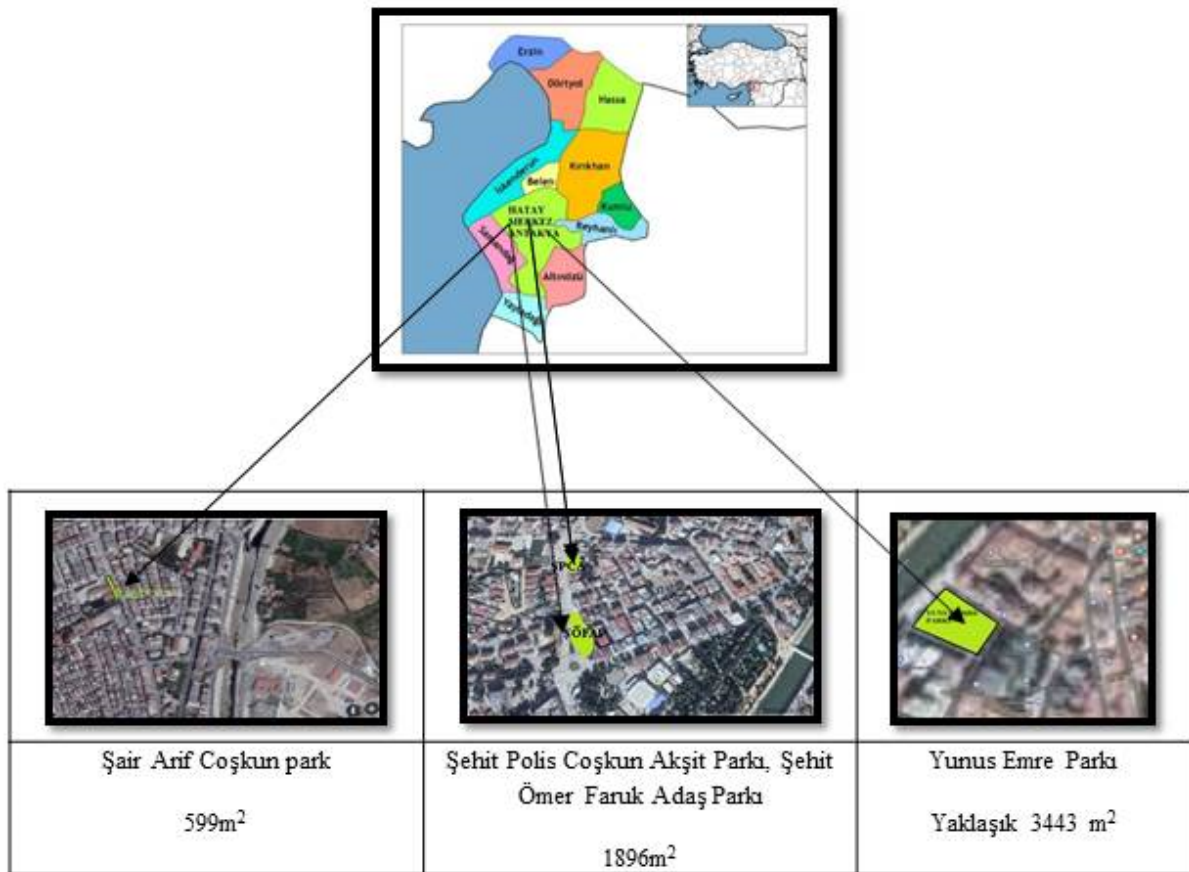
Türkiye'deki çocuk oyun alanlarının standart uygulaması Avrupa'daki standardın Türkiye'ye uyarlanması ile gerçekleşmiştir. Uluslararası yasalar ile güvence altına alınan çocukların oyun oynama hakları Türkiye tarafından da kabul edilmiştir. 20 Kasım 1989 tarihinde Birleşmiş Milletler Genel Kurulunun onayladığı Çocuk Hakları Sözleşmesi, Türkiye'de 22184 sayılı Resmî Gazetede yayınlanarak 1995 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu Sözleşme'nin 31. maddesinin birinci fıkrasında; "Taraflar devletler çocuğun dinlenme, boş zaman değerlendirme, oynama ve yaşına uygun eğlence etkinliklerinde bulunma, kültürel ve sanatsal yaşama serbestçe katılma hakkını tanırlar." ifadesi yer almaktadır. Kabul edilen yasa ve uluslararası taahhütlere göre oyun, çocuklar için temel bir haktır. Başta aileler olmak üzere, yerel yönetimler ve diğer yetkililer, çocukların bu haklarını özgürce kullanabilmeleri için gerekli ortam ve düzenlemeleri yapmakla yükümlüdür (Duman ve Koçak 2013).

Bu çalışmada Antakya kent parkları örneğinde güvenlik kriterlerine uygunluğun belirlenmesi amaçlanmıştır. Güvenlik kriterinin çocuk oyun alanlarında önemli bir planlama ve tasarım ilkesi olduğunu vurgulamak çalışmanın amaçları arasındadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın ana materyalini Hatay/Antakya İlçesi sınırları içerisinde yer alan dört adet mahalle parkı örneklemini oluşturmaktadır (Şekil 1). Kent parklarının belirlenmesinde çocuk oyun alanlarının kullanım çeşitliliği, ulaşım kolaylığı, alan büyüklüğü gibi kriterler dikkate alınmıştır. Araştırma alanı olarak seçilen parklar; Şair Arif Coşkun Parkı (ŞACP), Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı (ŞPCAP), Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı (ŞÖFAP) ve Yunus Emre Parkı (YEP)dir.



Şekil 1. Araştırma Alanı Konumu

Çalışmanın yürütülmesinde analiz formları ile yerinde yapılan inceleme ve gözlemler, fotoğraflar, haritalar, bilgisayar donanım ve programları (Office 2010, Adobe Photoshop) yardımcı materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Antakya kentinde yer alan çocuk oyun alanlarının güvenlik kriterleri açısından analiz etmek amacı ile gerçekleştirilen bu çalışma dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşamada literatür taraması gerçekleştirilerek, çocuk oyun alanları ile ilgili kavramsal çerçeve oluşturulmuştur. Ayrıca materyal olarak belirlenen Antakya kenti mahalle parklarına ilişkin veriler elde edilmiştir.

İkinci aşamada çocuk oyun alanlarının değerlendirilmesi amacı ile oyun alanları güvenlik ve standartlara uygunluk analiz formu oluşturulmuştur. Analiz formu NPPS kriterleri; denetleme ve gözetim, yaşa uygun tasarımlar, düşme yüzeyi, aletlerin bakımı ve diğer olmak üzere 5 ana başlıktan oluşmaktadır. Analiz formu bu kriterlerin geliştirilmesi ile oluşturulmuştur. Analiz formu bu başlıklar altında toplam 38 sorudan oluşmaktadır.

Üçüncü aşamada analiz formu, belirlenen mahalle parklarında arazi çalışmaları ile her bir park için ayrı ayrı doldurulmuştur. Arazi çalışmalarında analiz formundaki bilgiler fotoğraf çekimleri ile desteklenmiştir.

Dördüncü aşamada analiz formu ile elde edilen veriler değerlendirilmek üzere çizelgeler hazırlanmış, arazi gözlemleri ile desteklenerek yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda çocuk oyun alanları için öneriler geliştirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Antakya kenti örneğinde seçilen çocuk oyun alanlarında analiz formları ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi analiz formunda yer aldığı gibi beş ana başlıkta değerlendirilmiştir. Arazi Gözlem formu Çizelge 1'de yer almaktadır.

Denetim ve Gözetim

Çocuklar, özellikle küçük yaşlarda oyun alanlarında bir yetişkinle beraber bulunmalı ve yetişkin tarafından rahatlıkla görülebilir olmalıdır. Böylece yetişkin, çocuğun oyun alanındaki davranışlarını izleyebilir, tehlikeli bir durumda çocuklara destek sağlayabilir ve gerekli önlemi alabilir durumda olmalıdır. Araştırma örnekleminde yer alan 4 parkın 3'ünde her oturma elemanından oyun alanı görülebiliyorken, Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda oturma elemanı bulunmadığından aileler çocuklarını oturarak izleyememektedir. Bu nedenle parka oturma elemanları ile oturma düzeni planlanmalıdır (Şekil 2) (Çizelge 1).



Şekil 2. Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı Oturma Elemanlarının Eksikliği

Oyun alanlarında kurallar, bilgilendirme ve tanıtım amaçlı işaret veya levhaların bulunması önemlidir. Bu işaret ve bilgilendirme levhaları alan hakkındaki bilgiler ile alanın bölümlerini tanımlanabilir ve yönlendirebilir. Ancak Yunus

Emre Parkı'nda kurallar ve işaret levhaları bulunmasına rağmen alana uygun değildir. Diğer parkların hiç birinde işaret ve bilgilendirme levhaları bulunmamaktadır.

Çizelge 1. Çocuk Oyun Alanı Arazi Gözlem Formu(NPPS 2004'den yararlanılarak) (Anonim 2019)

ÇOCUK OYUN ALANI ADI:	ŞACP		ŞPCAP		ŞÖFAP		YEP	
	E	H	E	H	E	H	E	H
DENETLEME VE GÖZETİM								
Çocuklar oyun sırasında aileleri tarafından rahatlıkla görülebiliyor mu?	+			+	+		+	
Çocuklar oynarken aileler yanlarında bulunuyor mu?	+		+		+		+	
Kurallar ve işaret levhaları var mı?		+		+		+	+	
YAŞA UYGUN TASARIM-LAR								
Çocuk oyun alanı yaş gruplarına göre ayrılmış mı?		+		+		+		+
Oyun platformları parmaklıklarla çevrilmiş mi?	+		+		+		+	
Çeşitli yaş grupları için işaretler var mı?		+		+		+		+
Aletlerin tasarımı dışından tırmanmak için uygun mu?		+		+		+		+
Oyun elemanları standartlara uygun mu?	+		+		+		+	
Oyun alanı çocukların yaşlarına uygun mu?		+		+		+		+
DÜŞME YÜZEYİ								
Yüzey materyali uygun	+			+	+			+
Bütün aletlerin Yüksekliği 2.4m veya düşük	+		+		+		+	
Yüzey malzemesi elemanlarının altını kaplıyor.	+		+		+		+	
Temel betonu görünmüyor.	+			+	+		+	
Yüzeyde yabancı madde yok	+		+		+		+	
ALETLERİN BAKIMI								
Aletlerde göze batan eksiklikler yok	+		+			+	+	
Kafanın girebileceği boşluklar yok	+		+		+			+
Kırık yerleri yok	+		+			+	+	
Dışına çıkmış civata, vida yok	+		+		+		+	
Paslanmış yerleri yok	+		+			+	+	
Kıymık batacık yerleri yok	+		+		+		+	
Çatlak yarık yerleri yok	+		+		+		+	
Açık kablo var		+		+		+		+
Kullanılan malzemeler iklim ve atmosfer şartlarına dayanıklı	+			+		+	+	
Donatı elemanlarının bakımları düzenli	+		+			+	+	
Donatı elemanlarını bakımı yetersiz		+		+	+			+
DİĞER								
Parkta çocukların gelişimi için sakıncalı tesis var mı?	+			+		+		+
Oyun alanlarında yeterli donatı var mı?		+		+		+		+
Oyun alanı teknolojiye uygun mu?		+		+		+		+
Oyun alanında yeterli Wc, çeşme vb.) bulunuyor mu?		+		+	+			+
Aydınlatma yeterli mi?	+		+		+		+	
Konum Yola yakın mı?	+		+		+		+	
Çocuk oyun alanına uygun bitkilendirme yapılmış mı?	+			+	+		+	
Engelli çocuklar için uygun oyun elemanları var mı?		+		+		+		+
Alt yapı hizmetleri yeterli mi?	+			+	+		+	
Oyun parklarının drenajı iyi mi?		+		+	+			+
Gaz, su, kan., enerji ve tel. hatları vb. belli bir mesafe uzaktadır.	+		+		+		+	
Oyun alanı ve ekipmanlarına ulaşım kolaydır.	+		+		+		+	
Çocukların kolaylıkla ulaşabilecekleri ve tehlikeli yollardan, gürültü ve kalabalıktan uzaktır.		+		+		+		+

Yaş Uygun Tasarımlar

Çocukların oyun tercihi buldukları yaş gruplarına göre farklılaşırken, çocukların hareket kapasitesi, fiziksel güç ve objelere olan ilgisi, çocuğun yaşı ve cinsiyetiyle şekillenmektedir. Bu bağlamda yaş gruplarının oyun alanlarının planlanmasında dikkate alınması, çocukluğun belirli dönemlerindeki gereksinimlerine göre eğlenmesi, dinlenmesi ve temel eğitimi için en uygun koşulların sağlanması açısından önemli ve gereklidir. Bunun yanı sıra oyun alanlarında farklı yaş grupları ve farklı cinsiyetteki çocukların ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte mekânsal planlamanın gerçekleştirilmesi önemlidir (Ünal, 2009; Ayan ve Ulaş, 2015).

Hem ailelerin rahatlığı, hem de çocukların güvenliği için çocuk oyun alanları yaş grupları dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Araştırma örnekleminde yer alan parkların tamamında 1-3 yaş grubu çocuklar için oyun materyali

bulunmamaktadır. Bu parklarda 1-3 yaş arası çocukların kullanabileceği boyutlarda salıncak, kayacak ve kum havuzlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 3)(Çizelge 1).

Ailelerin oyun esnasında ve oyun elemanlarını kullanırken çocukların yanlarında buldukları ve yardımcı oldukları gözlenmiştir. Ancak burada asıl önemli olan çocuğun oyun aletleri ile becerilerini geliştirmeleri hedeflendiğinden mevcut parklar bu yeterliliği sağlayamamaktadır.

İncelenen parklarda oyun alanları yaş gruplarına göre ayrılmamıştır. Oyun elemanları farklı yaş grubundaki çocuklara hitap etmemektedir. Oyun alanlarında yapılan gözlemlerde oyun alanlarından yararlanan çocukların 4-12 yaş aralığında olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Şair Arif Coşkun Parkı

Parkların tamamında platformlar ilave aletlerin takılıp çıkarılmasına izin vermektedir. Yunus Emre parkında oyun platformları parmaklıklarla çevrilmemiştir. İncelenen tüm parklarda farklı yaş grupları için doğru kullanıma yönelik bilgilendirme levhaları bulunmamaktadır. Araştırma alanında oyun elemanlarının tasarımı dışından tırmanmak için uygun değildir ve tırmanmayı engelleyici olarak desteklenmemiştir. Bu durum bazı çocukların uygun olmamasına rağmen dışarıdan tırmanmaya çalışmasına neden olmaktadır.

Çocuk oyun elemanlarında merdiven derinliği, genişliği belli bir standarttır. Ancak oyun alanı 4-12 yaş grubuna uygun oyun elemanlarından oluşmaktadır, diğer yaş gruplarına uygun oyun elemanı bulunmamaktadır (Şekil 4).

Düşme Yüzeyi

Çocuklar yüksek yerlere tırmanmayı ve yüksekliklere ulaşmayı isterler ve çocukların bu isteği çevrelerine ilişkin yeni bir perspektif, hareket kazandırmaktadır. Ancak, bu durumda güvenlik çok önemlidir. Oyun alanlarındaki çocuk kazalarının %70'i düşmeden kaynaklanmaktadır (Tekkaya, 2001). Bu nedenle oyun elemanlarının yüksekliği ve zemin döşemesi önemlidir. Oyun elemanları altındaki yüzey düşmeye karşı güvenli, oyun elemanları ve alan ile uyumlu ve kullanılabilir olmalıdır. Ayrıca zemin döşeme malzemesi temini kolay, dayanıklı, maliyeti uygun, ısı yalıtımlı, renk ve doku uygun, bakımı kolay ve güvenilir olmalıdır. Kullanılacak zemin döşemeleri, çocukların düşmelerinden dolayı olabilecek yaralanmalar engellemelidir. Son yıllarda bu nedenle en çok tercih edilen zemin malzemesi kauçuktur. Kauçuk esnek, dayanıklı, su geçirmez aynı zamanda hijyenik bir üründür. Bu kaplamalar parklarda ve çocuk oyun alanlarında tercih edilmektedir. Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı hariç diğer mahalle parklarında zemin döşemesi olarak kauçuk kullanılmıştır. Oyun elemanları zemin malzemesi üzerine yerleştirilmiş durumda temel beton görünmemekte ve yüzeyde yabancı madde bulunmamaktadır. Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda toprak zemin kullanılmıştır (Çizelge 1). Toprak zemin çocukların güvenliği açısından uygun bir materyal değildir (Mott ve ark., 1996). Oyun alanlarında oluşabilecek kazaların önlenmesi için, zeminin iyi düzenlenmesi ve oyun materyallerinin bakımlı olması gereklidir. Parklarda yer alan donatılar TSE EN-1176 standartlarına göre tasarlanmalıdır.



Şekil 4. Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı

Aletlerin Bakımı

Araştırılan parkların tamamında donatılarda göze batan eksiklik görülmemektedir. Şehit Ömer Faruk Adaş Parkında donatı elemanlarında kırık ve paslanmış yerler bulunmaktadır (Çizelge 1). Diğer parklarda ise kafanın girebileceği boşluklar, kırık yerler ve dışına çıkmış civata, vida yoktur. Parkların tamamında açıkta kablo bulunmamaktadır. Yunus Emre Parkı, Şair Arif Coşkun parklarında kullanılan malzemeler iklim ve atmosfer şartlarına dayanıklıyken, Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı ve Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda kullanılan malzemeler iklim ve atmosfer şartlarına dayanıklı değildir.

Şair Arif Coşkun Parkı, Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı, Yunus Emre Parkı, donatı elemanlarının bakımları düzenli periyotlarda yapılmaktadır. Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı'nda donatı elemanlarının bakımları düzenli değildir. Bu parkta donatıların çoğu paslanmış, boya soyulmuştur (Şekil 5) .

-Diğer

Şair Arif Coşkun Parkı alanının içerisinde büfe bulunmaktadır. İnceleme yapılan Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı hariç hiçbir parkta çocukların özel gereksinimleri karşılayacak ellerini, yüzlerini yıkamaları ve su içmeleri için çeşme bulunmamaktadır. Çocukların ihtiyaç giderecekleri WC hiçbir parkta bulunmamaktadır. Oyun alanları teknolojiye uygun değildir (Çizelge 1).



Şekil 5. Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı Aletlerde Güvenlik ve Bakım Eksikliği

Çocuk oyun alanının yer seçiminde ev ve okul gibi bütün yaşam birimlerinden, araçla veya yaya olarak kısa sürede, kolay ve tehlikesizce ulaşılabilir olmasına dikkat edilmelidir. Tüm parklar rahatlıkla ulaşılabilir mesafededir. Ancak yola yakın, gürültülü, tehlikeli ve kalabalık olmasından dolayı tüm parklar yanlış yer seçimlerinden ötürü güvenlik ve kazalar gibi birçok riski bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 6) (Çizelge 1).



Şekil 6. Şehit Ömer Faruk Adaş Parkı Yola Yakın Parka Örnek

Çocuk oyun alanlarında genellikle yüksek ve spot ışıklar daha fonksiyonel olduğu için kullanılmaktadır. Oyun alanlarının aydınlatması henüz tasarım aşamasında iken bitki, sulama sistemi, oyun elemanları ile birlikte ele alınmalı; uygun bir teknik, estetik ve fonksiyonel olarak çözümlenmelidir. Oyun alanlarında ışık miktarı çocukların rahatça oynayacağı düzeyde ve oyun aktivitesine göre yapılmalıdır. Işığın çocuğun gözüne direkt gelmesi engellenerek olası kazalar önlenmelidir. İnceleme yapılan tüm parklarda aydınlatmanın yeterli olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

Oyun alanları, çocukların doğayı tanımalarına ve öğrenmelerine olanak sağlayan en uygun yerlerden biridir. Oyun alanlarında bitkisel düzenlemeler çocukların gözlemlerine, bakımlarıyla ilgilenmelerine imkân sağlayarak doğa sevgisinin oluşmasına, sağlıklı bir çevrede yetişmesine ve kendini geliştirmesine neden olacaktır. İncelenen parklarda çocukların güvenliğini tehdit edecek hiçbir bitki bulunmamaktadır. Ancak Şehit Polis Coşkun Akşit Parkında bitkilendirme yapılmamıştır (Şekil 7)(Çizelge 1).



Şekil 7. Şehit Polis Coşkun Akşit Parkına Ait Bitkisel Düzenleme

Parklarının hiçbirinde engelli çocuklar için uygun oyun elemanları bulunmamaktadır. Çocuk oyun alanları engelsiz bir tasarım ile normal gelişenle farklı gelişenin entegrasyonunu sağlayabilmelidir. Mevcut oyun alanlarında engelli ve hareket kısıtlılığı olan çocuklar için gerekli olan rampa, kılavuz iz gibi düzenlemeler yapılmalı ve donatılar engelli çocukların kullanımına da uygun hale getirilmelidir.

Zeminde su birikintilerin olması çocuklar için tehlike oluşturacağından zemin drenajının iyi olması gerekir. Oyun parklarında yağmur ve kar sonrası çocukların oyun parkını kullanabilmesi için biriken suyun arazinin dışına taşınması çok önemlidir (Erkan 2011). Drenaj, çocuk oyun alanlarının güvenli ve sağlıklı bir ortam olması için en önemli etkidir. Araştırma alanı olarak seçilen dört parkın üçünde zemin drenajı iyi olmasına rağmen Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı drenaj uygun değildir (Şekil 8). Bu durum çocukların düşmelerine ve yaralanmalarına sebep olabilir.



Şekil 8. Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı Kötü Zemin Drenajına Bir Örnek

Araştırma yapılan parklarda gaz, su, kanalizasyon, enerji ve telefon hatları ile benzeri kaynaklar çocuk oyun alanlarından uzaktadır (Çizelge 1).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; Antakya/Hatay ili örneğinde seçilen parklarda yer alan çocuk oyun alanlarının güvenlik kriterine göre değerlendirmek, çocukların güvenli bir ortamda oynamaları için öneriler geliştirerek planlama ve tasarımda güvenlik kriterinin önemini vurgulamak amaçlanmıştır. Bu amaçla NPPS kriterleri geliştirilerek çocuk oyun alanları güvenlik kriteri açısından değerlendirilmiştir.

Çocuk oyun alanlarını güvenlik açısından değerlendiren farklı illerde yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Özgüner ve Şahin 2009; Duman ve Koçak, 2013; Akkaya, 2017; Samur ve Kızıltepe, 2018). Bu çalışma ile çocuk oyun alanlarında yürütülen diğer çalışmalar arasında izlenen yöntem açısından benzerlikler bulunmaktadır. Bu çalışma ile (Akkaya, 2017) arazi gözlemlerinden yararlanırken, (Duman ve Koçak, 2013) ve (Samur ve Kızıltepe, 2018) arazi gözlemlerinin yanı sıra anket yönteminden de yararlanmıştır. Çocuk oyun alanlarında yapılan diğer çalışmalar NPPS kriterlerini ifade etmemelerine rağmen oyun alanlarının güvenliğini; düşme yüzeyi; (Duman ve Koçak, 2013) yaş grubu ve bakım kriterlerini (Duman ve Koçak 2013; Samur ve Kızıltepe 2018), yola yakınlık, donatıların yeterliliği, donatı bakımı kriterlerini (Akkaya, 2017), donatı yeterliliği, bitkilendirmenin uygunluğu (Duman ve Koçak 2013; Özgüner ve Şahin 2009) kriterlerine göre değerlendirmişler benzer kriterleri kullanmışlardır.

Bu çalışma sonucunda güvenlik açısından tespit edilen sorunlar benzer çalışmalarda da görülmüştür. Yapılan araştırmalarda; çocuk oyun alanlarının nitelik açısından incelemelerde, zemin malzemesinin çoğu parkta kauçuk, sadece %12'sinde toprak olduğu (Samur ve Kızıltepe 2018), oyun aletlerinin engellilere uygun olmadığı ve engelli çocuklar için gerekli rampa, kılavuz iz gibi düzenlemelerin yetersiz olduğu, oyun alanında bulunan oyun araçlarının, demir ve plastikten olduğu ve çok azının ağaçtan olduğu, WC ile çeşmenin bulunmadığını, aletlerin ve alanın bakımsız, yola ve sokağa sınırı olan oyun alanlarının çitlerinin yetersiz (Akkaya 2017; Samur ve Kızıltepe, 2018) oyun alanlarının araç trafiğine yakın yerlerde olduğu (Özgüner ve Şahin 2009) belirlenmiştir.

Araştırmada güvenlik 4 ana başlık altında oluşturulan sorularla analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda Antakya parklarını güvenlik kriteri açısından ciddi problemleri olduğu görülmektedir. Antakya parklarında yetersiz denetim ve gözetleme, yaş gruplarına göre uygun olmayan tasarımlar, yanlış yüzey materyali kullanımı ve oyun elamanları bakımlarının yetersiz olması gibi güvenlik kriterlerini olumsuz etkileyen birçok sorun tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda Antakya kent parkları örneğinde çocuk oyun alanlarında güvenlik kriterini sağlamaya yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir.

Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda oturma elemanları eklenmeli ve denetim için uygun fiziki koşullar sağlanmalıdır. Çocuk oyun alanlarının tanıtım, bilgilendirme ve işaret levhaları herkes tarafından kolaylıkla görülebilecek yerlere yerleştirilmelidir.

Çocuk oyun alanları farklı yaş gruplarına göre ayrılmalı ve parkların tamamında yaş gruplarına uygun oyun elemanlarına yer verilmelidir. Tırmanmayı önleyici düzenlemeler gerçekleştirilmelidir.

Çocuk oyun alanlarında kullanılan zemin malzemesi alan ve oyun aletleri ile uyumlu olmalıdır. Alanın hitap ettiği yaş grubuna göre uygun zemin materyali seçilmelidir. Çocukların oyundaki düşmelerine, yaralanmalarına karşı güvenli ve estetik olmalıdır. Donatı elemanlarının altında ve etrafındaki oyun yüzeyleri esnek, hava koşullarına dayanıklı, basınç ve aşınmalara karşı dirençli yüzeyler olmalıdır.

Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda toprak zemin yerine kauçuk tartan zemin kullanılmalı, zemin iklim ve atmosfer şartlarına dayanıklı hale getirilmeli ve düzenli bakımı yapılmalıdır. Oyun alanlarında kullanılan ekipmanların tasarlanması kadar bakım ve denetiminin de düzenli olarak yapılması meydana gelebilecek kazaları önleyecektir. Yapılan denetimlerde uygun görülmeyen kaydırak salıncak ve diğer donatı elemanları modernize edilmelidir. Bunlar TSEEN-1176 standartlarına göre yeniden tasarlanmalıdır.

Şair Arif Coşkun Parkı içerisinde büfe bulunmaktadır. Parkın içerisinde bulunan büfe ile oyun alanı arasına sınırlamalar getirilmelidir. Büfede satılan ürünlerin çocuklara uygun ürünler olmasına azami dikkat gösterilmelidir.

Antakya Hatay ilinde son yıllarda yerel yönetimlerce çocuk oyun alanlarının planlanması ve yapılmasına önem verildiği görülse de; çocuk oyun alanlarının salıncak, kaydırak, tahterevallı ve tırmanma merdiveninden oluşan sınırlı sayıda oyun materyalinin yerleştirilerek oluşturulduğu; oyun elemanlarının da kompleks ve birbirine benzer, tek düze olduğu gözlemlenmiştir. Mevcut donatıların artırılarak yaş gruplarına göre düzenlenmesi sağlanmalıdır.

Parklar çocukların ihtiyacını karşılayacak WC, çeşme vb. yeterli donatılara da sahip olmalıdır.

Yola yakın konumda yer alan parklar birçok kaza yaşanmasına neden olmaktadır. Parkların konum olarak konutlara ve okula yakın bir mesafede olması iyi bir özellik olmasına rağmen yeterli güvenlik tedbirleri alınması gereklidir. Yol ile aralarında çocukların kaçmasını önleyecek sınırlandırma elemanları ya da sınırlayıcı bitkisel çit kullanılmalı ya da güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

Oyun alanları normal veya engelli tüm çocukların ihtiyaçlarına ve yaş-gelişim özelliklerine göre düzenlenmelidir. Mevcut oyun alanlarında engelli ve hareket kısıtlılığı olan çocuklar için erişim kolaylığı sağlayan rampa, kılavuz iz gibi düzenlemeler yapılmalı ve donatılar engelli çocukların kullanımına da uygun hale getirilmelidir.

Şehit Polis Coşkun Akşit Parkı'nda toprak zemin kullanılmıştır. Bu parkta drenaj probleminin olması çocukların düşme ve yaralanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle zeminin uygun malzeme ile kaplanması yanı sıra, yüzeydeki suyun uygun drenaj sistemine yönlendirilmesi suyun akış miktarları dikkate alınarak peyzaj tasarımları gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

Akkaya, Ö.A. (2017). Artvin kent merkezi açık-yeşil alan sisteminin irdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, ss;61, Isparta

Aksoy, Y. (2011). Çocuk Oyun Alanları Üzerine Bir Araştırma İstanbul, Isparta, Eskişehir, Erzurum, Kayseri, Ankara, Zonguldak Ve Trabzon İlleri Örneği, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 3(11) 82-106

Aksoy, Y ve Akpınar A. (2011). Yeşil alan kullanımı ve yeşil alan gereksinimi üzerine bir araştırma İstanbul ili Fatih ilçesi örneği, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10 (20) 81-96

Anonim 2019. National Program for Playground Safety. <https://www.pgpedia.com/n/national-program-playground-safety/> Accessed. 14.03.2019

Ayan S., Ulaş M. (2015). The examination of play ground equipments which are used in Turkey according to the models in developed countries. *Route Educational and Social Science Journal* 2(3):130-145.

Bal, A. (2005). Zonguldak kenti yeşil alan sistemindeki çocuk oyun alanlarının durumunun peyzaj mimarlığı ilkeleri açısından irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zonguldak.

Duman, G. ve Koçak, N. (2013). Çocuk Oyun Alanlarının Biçimsel Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi (Konya İli Örneği). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 64-81

Erkan Ö. (2011). Çocuk Oyun Parklarında Modül Tasarımında Ahşap-Plastik Kompozit Malzemenin Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 102s, İstanbul

Hendricks, B.E. (2011). "Designing for play". Ashgate Publishing, Ltd.

Kuşuluoğlu, D. D. (2013). İstanbul Kadıköy İlçesindeki Çocuk Oyun Alanlarının Nitel ve Nicel Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 144s, İstanbul.

Mott, A., Rolte, K., James, R., Evans., Kemp, A., Dunstan, F, Kemp K., & Sibert, J. (1996). Safety of surfaces and equipment for children in playgrounds. *The Lancet*, 349 (9069):1874-1876. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)10343-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)10343-3).

Özgüner, H. ve Şahin, C. (2009). Isparta kent merkezindeki çocuk oyun alanlarının mevcut durumu ve çocukların bu alanlara karşı davranış biçimleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Dergisi, 1, 129-143.

Samur, A. Ö. ve Kızıltepe G. İ. (2018). *Social Sciences Research Journal*, Volume 7, Issue 1

Simonon, L. (2000). "Permaculture Playgrounds", 8(21).

Tandoğan O. (2016). Kentte Çocuğun Güvenliği. 4.Uluslararası Kentsel ve Çevresel Sorunlar ve Politikalar Kongresi, 111-123, İstanbul

Tekkaya E. (2001). Tasarlanmış Çocuk Hakları: Ankara Çocuk Oyun Alanları, *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı: 151, Ankara.


TÜİK (2016). İstatistiklerle Çocuk. Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni. Sayı: 21521. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21521>.

Ünal M. (2009). Çocuk gelişiminde oyun alanlarının yeri ve önemi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 10(2):95-109

Yücel GF. (2005). Çocuk oyun alanları tasarımı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 55(2):99-110

ORCID

Şule KISAKÜREK  <https://orcid.org/0000-0002-5005-8476>

Merve Birhan YILMAZ  <https://orcid.org/0000-0001-5166->



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 14.05.2019
Kabul Tarihi : 21.08.2019

Received Date : 14.05.2019
Accepted Date : 21.08.2019

PEYNİR ALTI SUYUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM OLANAKLARI

VARIOUS PROPERTIES OF WHEY AND POSSIBILITIES OF ITS UTILISATION

Arzu KAVAZ YÜKSEL¹, Mehmet YÜKSEL^{2}, Hilal ÜRÜŞAN³*

¹ Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Hınıs Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Hınıs, Erzurum, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet YÜKSEL, mehmet.yuksel@atauni.edu.tr

ÖZET

Peynir altı suyu (PAS), genel olarak peynir üretimi sırasında teleminin ayrılmasından sonra elde edilen yeşilimsi sarı renkli bir sıvıdır ve süt teknolojisinin en önemli yan ürünlerinden biridir. Bileşimi ve özellikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretilen peynirin çeşidine göre değişiklik göstermektedir. PAS'nun sahip olduğu zengin kuru madde içeriği insan sağlığı üzerinde son derece önemli biyolojik fonksiyonlara sahiptir. PAS'nun değerlendirilmesi veya atılması süt endüstrisinin en önemli problemlerinden birisidir. Herhangi bir işlem görmeden çevreye atılan PAS, çok yüksek oranlarda organik madde içeriği nedeniyle çevre kirliliğine neden olduğu gibi, içerdiği yüksek değerli besin unsurlarının da kaybı söz konusu olmaktadır. Eskiden sadece sıvı halde hayvan yemi veya gübre olarak değerlendirilen PAS, günümüzde çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilir. PAS genel olarak kurutularak veya konsantre edilerek kullanılmaktadır. Bu ürünler ise, gıda sanayinde, şekerlemeler, unlu mamuller, et ürünleri, çorbalar, soslar, içecekler gibi birçok üründe kullanılmaktadır. Ayrıca, hayvan beslenmesinde ucuz ve yüksek kaliteli protein kaynağı olmasıyla beraber karbonhidrat kaynağı olarak da tercih edilmektedir. Bu derlemede PAS'nun, sahip olduğu birtakım özellikler ve kullanım alanları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Peynir Altı Suyu, Beslenme, Kullanım Olanakları

ABSTRACT

Whey (PAS) is a greenish yellow liquid obtained in general after the removal of clot during cheese production and is one of the most important by-products of milk technology. Compositions and properties of cheese show variation depending on the quality of used milk and the produced cheese type. The rich dry matter content of PAS has very important biological functions on human health. Evaluating or disposing of PAS is one of the most important problems of the dairy industry. PAS, which is thrown into the environment without any treatment, causes environmental pollution due to its high organic matter content and the high-value nutrients that it contains are also lost. While, PAS was used as only animal feed and fertilizer in the liquid form in the past, nowadays it can be used for various purposes. PAS is generally used by drying or concentrating. These products are used in the food industry in many products such as confectionery, bakery and meat products, soups, sauces and beverages. In addition to being a cheap and high quality protein source in animal nutrition, It is also preferred as a carbohydrate source. In this review, given an information about some features and usage areas of PAS.

Keywords: Whey, nutrition, using Possibilities

GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğine göre peynir altı suyu (PAS); pıhtı kesimi sonrasında pıhtıdan ayrılan ve teleme dışında kalan yeşilimsi sarı renkteki sıvı olarak tanımlanmaktadır (Evren ve ark., 2011). Peynir üretiminde kullanılan sütün yaklaşık %85 kadarı PAS olarak ayrılmaktadır (Mete, 2012). PAS, farklı düzeylerde laktoz, serum proteinleri (albümin, globülin), vitaminler, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko vs.), P₂O₅ ve K₂O ihtiva etmektedir

(Kurt, 1990). Ayrıca, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi minör bileşenler ile bir miktar süt yağı da PAS'nun bileşiminde mevcuttur. PAS, yüksek oranda dallı zincirli amino asit (lösin, izolösin ve valin) içeriğine sahiptir ve bu da PAS'nun insan sağlığı üzerinde son derece faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır. PAS'da bulunan bileşiklerin, özellikle PAS proteinlerinin birçok sağlık problemine karşı faydalı olduğu bildirilmiştir. Özellikle, astım, kolit, bazı kanser tipleri, yüksek tansiyon, bağışıklık sistemi zayıflığı, kas zayıflığı, kan şekeri seviyesi, yaraların iyileşmemesi, hepatit ve kron hastalığı gibi sağlık problemleri üzerinde son derece etkin olduğu tespit edilmiştir (Yerlikaya ve ark., 2010). PAS proteinleri, biyolojik değeri yüksek proteinlerdir ve esansiyel amino asitler bakımından zengin bir kaynaktır. Serum proteinleri bakımından zengin olan PAS proteini, antioksidan, antibakteriyel, antihipertansif, antitümör, antiviral ve hipolipidemik bir ajan iş özelliğindedir (Rezende ve ark., 2014; Bilal and Altiner, 2017).

PAS, değerlendirilmediği takdirde önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Mevcut toplam PAS üretiminin dünyada yaklaşık olarak 180 ile 190 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Rivas ve ark., 2011; Mollea ve ark., 2013; Yadav ve ark., 2015). Hiçbir işleme tabi tutulmadan çevreye atılan PAS'daki organik maddeler fermantasyona uğrayarak önemli düzeyde çevresel kirlenmelere yol açmakta ve atıkların döküldüğü sulardaki canlılar ciddi bir tehdit altında kalmaktadır (Kurt, 1990). PAS, biyolojik oksijen (B.O.G) ve kimyasal oksijen (K.O.G) gereksinimi yüksek bir atıktır (Guimaraes ve ark., 2010; Dragone ve ark., 2011; Yadav ve ark., 2015). B.O.G değeri, kirli sulardaki organik maddeleri parçalamak için mikroorganizmalar tarafından kullanılan oksijen miktarını göstermektedir. Bu değer PAS için 40 g L^{-1} olduğu saptanmıştır (Metin, 1983). Bu nedenle birçok ülkede PAS'nun hiçbir işleme tabi tutulmadan kanalizasyona veya çevreye bırakılması yasaklanmıştır. Genel olarak, 1 litre PAS'nun doğrudan atık sulara karışmasıyla oluşan kirlilik miktarı, yaklaşık 1 kişinin bir günde ürettiği kirliliğe eşdeğerdir. Örneğin; günde 10 ton sütü peynire işleyen ve arta kalan yaklaşık 8 ton PAS'nu değerlendirmeden çevreye döken bir işletme, 8000 nüfuslu bir kentin yol açtığı düzeyde çevre kirlenmesine neden olabilmektedir. Dünya çapında her yıl üretilen PAS miktarı göz önüne alındığında, meydana gelen kirlilik riskinin ne kadar fazla olduğu daha iyi anlaşılmaktadır. PAS'nu kullanmanın veya bertaraf etmenin çeşitli yöntemleri vardır. Arazi alanının yeterince büyük olması ve toprakların mineral elementlerin ve organik maddenin emilimine izin vermesi koşuluyla, üretim sahasına boşaltılabilmektedir. PAS'nun temel bileşenleri ya çöktürme yöntemi ile ya da bir ultrafiltrasyon yöntemiyle ayrılabilir. Elde edilen proteinler, belirli tip peynirlerin üretimi için kullanılabilir; ham veya konsantre ürünün kristalleşmesiyle elde edilen laktoz, insan gıdası veya farmasötik endüstrisi için değerlendirilebilir. PAS, mayaların çoğaltılabilmesi için mükemmel kaynaktır. Bu nedenle mayalar kullanılarak PAS'dan büyük miktarlarda protein, laktik asit, etil alkol ve vitamin gibi maddeler elde edilebilmektedir (Üçüncü, 2004).

Peynir Suyunun Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri

PAS'nun bileşimi peynir yapımında kullanılan sütün bileşimine, peynir yapım tekniğine, pıhtılaştırmanın asit veya maya ile yapıp yapılmadığına, pıhtılaştırma sıcaklığına, süresine, pıhtının parçalanma biçimine ve diğer birtakım faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Jeličić ve ark., 2008). Enzim kullanılarak pıhtılaştırılan kazeinin ayrılmasıyla elde edilen PAS (min pH 6.3) tatlı olarak adlandırılırken; asit kullanılarak elde edilen PAS (pH 4.6) ekşi olarak tanımlanmaktadır (Westergaard, 2004). PAS'nun bileşimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Peynir altı suyunun bileşimi

Bileşenler (Composition)	%
Su	93.3
Kuru madde	6.7
Yağ	0.9
Protein	0.9
Süt şekeri	4.4
Kül	0.5

PAS proteinleri, teknolojik olarak PAS içinde yer alan en önemli fraksiyondur. Bu proteinler, asidik / bazik ve hidrofobik/hidrofilik amino aminoasitlerden oluşan globüler proteinlerdir. PAS'daki esas fraksiyon β -laktoglobulindir (β -Lg), ve bunu sırasıyla α -laktalbumin (α -La), immunoglobulinler (Ig), sığır serum albumini (BSA), laktoferrin (LF) ve laktoperoksidaz (LP) takip etmektedir ve PAS'da sırasıyla ortalama olarak %50, %20, %10, %10, %3, ve %0.3 gibi oranlarda bulunmaktadır. β -Laktoglobulin (β -Lg), PAS proteinleri içerisinde en yüksek orana (%58) sahip olan proteindir. β -Lg yeni doğanlarda pasif bağışıklığın oluşumunda ve meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Farrell ve ark., 1987). Bu proteinin, aminoasit diziliminde sistein aminoasidinin bulunmakta ve bu da kas gelişiminin yanı sıra, glutatyon (GSH) sentezi için oldukça

büyük bir önem taşımakta ve ayrıca, yağ asidi ve lipit bağlayıcı bir protein olarak da görev almaktadır (Perez and Calvo 1995; de Wit 1998).

α -Laktalbumin (α -La) , süt proteinlerinin yaklaşık %2-5'ini oluştururken; PAS proteinleri içerisinde miktar olarak en fazla (%20) bulunan ikinci proteindir. Meme bezinde sentezlenmektedir ve α -La'nin A, B ve C olmak üzere 3 genetik varyansı bulunmaktadır. Yeni doğanlar için önemli bir enerji kaynağıdır ve laktozun biyosentezi için bir koenzim olarak vazife görmektedir. Anne sütündeki temel proteine yapı ve kompozisyon açısından benzediği için bebek mamaların yapımında saf α -laktalbumin kullanılmaktadır (Fox, 1989). Sığır serum albumini (BSA), meme hücrelerinde sentezlenmemektedir; ancak kan akışı yoluyla süte geçmektedir. Bu protein, serbest yağ asitlerini ve lipitleri bağlayabilme özelliği göstermektedir (De Wit, 1998).

İmmunoglobulinler (Ig), PAS'da ve kolostrumda bulunan süt proteinlerinin en küçük fraksiyonudur. Çoğu zaman minör bileşenler olarak adlandırılan PAS proteinlerinin bu grubu, bebekler için pasif bağışıklığı sağlamakta iken yetişkinlerde bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. İmmünoglobulinlerin, IgG₁, IgG₂, IgA ve IgM gibi çeşitleri bulunmaktadır ve kolostrumdaki miktarı normal süttten daha fazladır (Walzem ve ark., 2002, Metin 2005).

Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Biyolojik Özellikleri

Yeni işleme teknolojilerinin ve daha karmaşık analitik yöntemlerin geliştirilmesi, PAS ve PAS'dan elde edilen proteinlerinin besinsel ve biyolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve bu ürünlerin insan sağlığının korunması ve hastalıkların iyileştirilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. PAS proteinleri, sindirimi kolaylaştırmak, emilen besin maddelerinin metabolik tepkilerini artırmak, spesifik organların gelişimini sağlamak ve hastalığa karşı direnci artırmak gibi bir dizi biyolojik aktiviteye sahiptir. PAS proteinleri (albüminler ve globulinler) mükemmel kalitedeki proteinlerdir ve esansiyel amino asit içerikleri yumurta veya kazein proteinlerinininkinden daha üstün bir özelliktedir. PAS proteini oldukça yüksek bir biyolojik değere sahiptir. Lisin ve lösin aminoasitleri açısından oldukça zengin olan ve önemli miktarda metionin ve sistin aminoasitlerini içeren kıymetli bir protein özelliğindedir. Metionin ve sistin vücutta, hücrel bir antioksidan fonksiyonlarda önemli bir rol oynamakta ve glutathionun ön maddesi olarak görev yapmaktadır (Shoveller ve ark., 2005). PAS proteini, sahip olduğu mükemmel besin değerine ilave olarak, bağışıklığı güçlendirme, gastrointestinal hormon salgılanmasını uyarma, antimikrobiyal ve antiviral aktivite, tokluk tepkisi ve kas anabolizmi gibi diğer metabolik fonksiyonlar açısından da sağlık üzerinde önemli etkilere sahiptir. PAS proteinlerinin ve bunların hidrolizi sonucu açığa çıkan biyoaktif peptitlerin sahip oldukları biyoaktif özellikler; antihipertansif, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, immünomodülatör, antikarsinojenik veya mineral madde bağlama özellikleridir (Madureira ve ark., 2007). PAS proteinlerinin temel biyolojik aktiviteleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Peynir altı suyu proteinlerinin biyolojik aktiviteleri ve peynir altı suyu proteini tüketiminin potansiyel faydaları (Ramos ve ark., 2016)

Protein	Biyolojik aktivite (Biological activity)
Tam peynir altı suyu proteini	Kanserin önlenmesi (ör., Meme ve bağırsak kanseri) glutathion düzeyinin artırılması, tümör hücrelerinde zayıflama, HIV tedavisi, antimikrobiyal aktivite, doyumluk cevabının artması, plazma amino asitlerinde artış, kolesistokinin ve glukagon benzeri peptit miktarında artış
β -laktoglobulin	Retinol, palmitat, D vitamini, kolesterol, yağ asitleri ve trigliseritlerin taşıyıcısı, mideden geçiş sırasında dayanıklılık göstermesi, pasif bağışıklık gelişimi ve transferi, meme bezi metabolizmasının düzenlenmesi, antikanserojenik ve immünomodülatör aktivite
α -laktalbumin	Antikanserojenik aktivite, laktoz sentezi, kronik stres kaynaklı hastalıkların tedavisi
Sığır serum albumini	Lipitlerin sentezi, antimitojenik aktivite, antioksidan aktivite, antikanserojenik aktivite
İmmünoglobulinler	İmmünomodülatör aktivite, büyüme ve gelişme, pasif bağışıklık yoluyla hastalıklardan korunma, antibakteriyel aktivite, antifungal aktivite, opioid etkinliği, HIV tedavisi
Laktoferrin	Antimikrobiyal etkinlik, antifungal aktivite, antiviral aktivite, antitrombotik aktivite, immünomodülatör aktivite, antiproliferatif aktivite
Laktoperoksidaz	Antimikrobiyal aktivite, antifungal aktivite, immünomodülatör aktivite

PAS'da bulunan diğer bileşenler laktoz, suda çözünen vitaminler ve mineral maddelerdir. Laktoz, PAS'da kuru maddenin yaklaşık %70'ni meydana getirmektedir. Laktoz'un sindirimi sonucu oluşan laktik asit vücutta son derece önemli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bağırsakta patojenlerin gelişimini engelleyerek hafif asit reaksiyonun oluşumunu sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, kalsiyum, magnezyum, süt yağı ve diğer besin maddelerinin emilimini de kolaylaştırmaktadır. Sütte bulunan ve suda çözünen vitaminler, PAS'a geçmektedir. Riboflavin (B₂), folik asit ve siyanokobalamin (B₁₂), PAS'da önemli miktarlarda bulunan vitaminlerdir. PAS süttten daha yüksek miktarda riboflavin içermektedir. Bundan dolayı, PAS karakteristik yeşilimsi sarı renge sahiptir (Metin 2005, Jeličić ve ark., 2008).

PAS'daki mineral madde miktarı asit veya maya peynir altı suyu olmasına göre farklılık göstermektedir. PAS, hemen hemen sütte bulunan tüm makro ve mikro elementleri içermektedir; ancak peynir yapım aşamalarında tuz eklendiği durumlarda bileşimde farklılıklar meydana gelebilmektedir. PAS, ayrıca kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum ve klor bakımından da oldukça zengindir. PAS içindeki bu son üç elementin konsantrasyonu, ürünün kökeni ne olursa olsun sabittir ancak; ekşi PAS'da, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonları, tatlı PAS'a göre daha fazladır (Jeličić ve ark., 2008).

Peynir Altı Suyunun Sindirimi ve Emilimi

Serum proteinleri midenin asit ortamında pıhtılaşmazlar ve midedeki kimozi enziminin etkisine karşı direnç göstererek hızla jejenum'a ulaşırlar ve sindirilerek plazma amino asit konsantrasyonunu artırır (Pal ve ark., 2010). Bu proteinler, mideden hızlıca boşaltılabilir ve ince bağırsaklarda yüksek emilebilirlik özelliğine sahiptirler. Bu nedenle sindirim problemi olan insanlar tarafından rahatlıkla tüketilebilirler (Tranberg ve ark., 2013).

Peynir Altı Suyunun Değerlendirilmesi

Ülkemizde üretilen PAS'nun büyük bir kısmı ve hatta neredeyse tamamı dışarıya atılmaktadır. PAS'nun bileşimi göz önüne alınarak yapılan bir hesaplamada, PAS ile birlikte, yılda yaklaşık 60330 ton laktoz, 12340 ton protein, 12340 ton yağ ve 6856 ton mineral maddenin değerlendirilmeden atıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan peynir suyunun çeşitli şekillerde değerlendirilmesi ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır (Schuck, 2002; Özen ve Kılıç, 2007; Evren ve ark., 2011). PAS; hayvan besleme, yoğurt, dondurma, alkolsüz içecekler, şekerleme ürünleri, fırıncılık ürünleri, çikolata, mayonez, sosis türü et ürünleri, salata sosları, yenilebilir film kaplamalı ambalaj malzemelerinin üretimi gibi alanlarda kullanılabilir. (Kırđar, 2009; Evren ve ark., 2011).

Fazla miktardaki PAS, depolamayı, taşımayı ve muhafazayı kolaylaştırmak için kurutularak PAS tozu üretilmektedir. Çünkü; PAS'dan elde edilen PAS tozunda, laktoz ve diğer besin maddeleri daha yüksek düzeyde bulunmaktadır (Küçüköner, 2011, Kargı ve ark., 2012).

PAS tozu, PAS'daki nemin %50'sinin vakumla uzaklaştırılmasının ardından, koyulaştırılmış PAS'nun kurumadde oranının vals ya da püskürtme yöntemiyle %95'e ulaştırılmasıyla elde edilen bir üründür. Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğine göre ise PAS tozu; pıhtıdan ayrılan PAS'dan suyun uzaklaştırılmasıyla elde edilen ve son üründeki nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu toz ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2014). Çoğunlukla PAS tozu, melas ve soya unu gibi yemlerle karıştırılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, gıda sektöründe, yoğurtlar, dondurmalar, kekler, bebek mamaları, şekerlemeler, çeşitli içecekler, et ürünleri, çorbalar, soslar ve fırıncılık ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Andıç ve ark., 2010; Küçüköner, 2011; Mete, 2012).

Peynir Altı Suyunun Kullanım Olanakları

PAS, eskiden sadece sıvı halde kullanılmakta veya küçük aile işletmelerinde geleneksel yöntemlerle değerlendirilmekte iken, gelişen teknolojiyle birlikte ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, ters osmoz, iyon değişimi, kurutma veya konsantre etme gibi işlemlerle PAS bileşenlerinin her birinin tek tek izole edilmesi gibi farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler kullanılarak PAS protein konsantreleri, PAS protein izolatları, laktoz oranı düşük PAS, demineralize PAS ve hidrolize PAS gibi ticari ürünler üretilmeye ve kullanılmaya başlamıştır (Patel ve ark., 1991, Marshall, 2004). PAS proteini yüksek kalitede protein, kalsiyum ve vitaminler içerdiğinden dolayı hem sıvı ve hem de kurutulmuş olarak insan ve hayvan beslenmesinde, çeşitli PAS içeceklerinin yapımında, ve protein barları gibi diğer bir takım ürünlerin üretiminde kullanılabilir (Güler ve ark., 2006; Sousa ve ark., 2012).

Hayvan beslenmesinde kullanımı

PAS'nun yüksek laktoz içeriği nedeni ile direkt olarak insan beslenmesinde değerlendirilme olanakları sınırlıdır ve bu nedenle daha çok hayvan beslemede kullanılmaktadır. Batı ülkelerinde açığa çıkan PAS'nun önemli bir kısmı hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. PAS, hayvan beslemede ya hayvana doğrudan içirilmek veya kaba yemlerine katılmak suretiyle kullanılmaktadır. PAS'nun kuru maddesi düşük olduğundan dolayı bir süt ineği günde yaklaşık 35-40 litre (en fazla 50-70 kg) PAS içebilir. PAS, genellikle tahıllarla katılarak ve özellikle de kepek ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca, B gurubu vitaminler bakımından zengin olduğundan dolayı civcivlerin beslenmesinde tercih edilmektedir. Yeni Zelanda'daki 2.67 milyon ton peynir altı suyu üretiminin yaklaşık% 16'sı ve Avustralya'daki 1.65 milyon ton PAS üretiminin %28'i domuz yemlerinin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Zadow, 1992). Avustralya'da toplam PAS üretiminin %5'i dana süt ikame maddesi olarak kullanılmakta iken, Hollanda'daki süt endüstrisinin ürettiği yaklaşık 15.000 ton sıvı PAS, 120000 ton laktozdan arındırılmış PAS tozu, süt buzağularının beslenmesinde süt ikame maddesi olarak değerlendirilmektedir (Hoogstraten, 1987).

Kaba yem sığır diyetinin temel bileşenlerinden biridir ve bu nedenle üretim maliyetini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Besi sığırları için kullanılan geleneksel diyetler, ağırlıklı olarak yem bazlı olup, kullanılan seviyeler performansı etkilemektedir (Tellier ve ark., 2004). Tarım ve sanayi yan ürünleri gibi daha az geleneksel yemlerin, kaba yem kaynaklarıyla bir araya getirilmesi ve çeşitli yemleme seçenekleri sığır besicileri için bir alternatif olarak değerlendirilebilmektedir. PAS, hayvan beslemede ya hayvana doğrudan içirilmekte veya kaba yeme katılarak hayvana verilmektedir. Mevcut araştırmalar, PAS'nun, kalıntı yemlerle (yani, küçük taneli saman veya düşük kaliteli saman ve buğday kepeği) karıştırıldığında, daha lezzetli ve besleyici olabileceğini göstermiştir (Zobell and Burrell, 2002).

Daha çok geviş getiren hayvanlarla yürütülen çalışmalarda, kuru otun su yerine PAS kullanılarak yumuşatılıp hayvanlara verilmesi durumunda, yemdeki kuru maddenin sindirilebilirliğinin belirgin ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Fermente edilmiş ve amonyak eklenmiş PAS, küçükbaş hayvanların beslenmesinde sıvı protein kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Küçükbaş hayvanların dışındaki diğer hayvanların rasyonlarında az miktarlarda kurutulmuş PAS'nun veya kısmen laktozu uzaklaştırılmış PAS'nun ilavesinin, kilo kazanımını, protein ve yağ sindirimi ile mineral emilimini artırdığı tespit edilmiştir. Ot ve baklagillerden üretilen silajlara PAS eklenmesi, silaj kalitesini ve sindirilebilirliğini artırmaktadır. Buzağuların %89'a kadar kurutulmuş PAS içeren süt ikame yemi ile beslenmelerinin büyüme hızları açısından elverişli olduğu ortaya konulmuştur. Fakat PAS hayvana verilirken son derece dikkatli olunmalıdır; çünkü laktoz, rumende bakteriler ve protozoalar tarafından oldukça hızlı bir şekilde parçalanmakta ve laktik aside dönüştürülmektedir, Bunun neticesinde esas olarak bütirik asit ve diğer uçucu yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Normal beslenme koşulları altında, çok az laktik asit emilir, ancak rumen mikrobiyal popülasyonu uygun hale getirilmeden önce hayvana büyük miktarlarda laktoz verilirse, bünyede ciddi fermantasyon sorunları ortaya çıkabilir. Aç olan sığıra kısa süre içinde fazla miktarda PAS verilmesi durumunda asidozis, şişkinlik gibi bir takım metabolik bozukluklar ortaya çıkabilmekte ve hatta hayvanın ölümü gerçekleşebilmektedir. Süt sığırlarını PAS tüketimine alıştırmak için geçici olarak 5-10 saat süreyle su tüketimleri sınırlandırılabilir. Besi sığırlarının beslenmesinde de PAS'dan yararlanılabilir. Yapılan çalışmalarda, kuru otun su yerine PAS kullanılarak yumuşatılıp besi hayvanlarına verilmesi durumunda, yemdeki kurumaddenin sindirilebilirliğinin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Sousa ve ark., 2012).

PAS oldukça ucuz ve bol olduğu için, büyüme periyodundaki kuzu ve buzağuların beslenmesinde de besin kaynağı olarak kullanılabilir (Kushibiki ve ark., 2001). PAS protein konsantrasyonu, yavru domuzların diyetlerinde en çok kullanılan hayvansal protein kaynaklarından birisidir. PAS'nun yüksek amino asit içeriği ve sindirilebilirliğinden dolayı, yavru domuzlarda anne sütünden katı gıdaya geçişi kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2014).

Günümüzde kullanılan buzağı besleme yöntemlerinde genellikle, tam yağlı süt, yağsız süt, artan kolostrum ve süt ikame maddeleri gibi sıvı yemler kullanılmaktadır. Süt ikame maddesi olarak genellikle yağlı süt tozu, yağsız süt tozu, PAS tozu, bitkisel protein kaynakları (gluten, soya proteini), lesitin, bitkisel yağlar ve laktoz, gibi çeşitli hammaddelerden yararlanılmaktadır. Bunlardan özellikle PAS tozu kullanımının, besleme maliyetini önemli düzeyde düşürdüğü saptanmıştır (Kılıç, 1986).

Süt, PAS ve ayran gibi bazı sıvı maddeler buğday küspesi veya kepek gibi kuru yemlerle karıştırılarak kümes hayvanlarının ve yumurtacı tavukların beslenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ancak, kümes

hayvanlarının sindirim sisteminde laktaz enzimi bulunmadığından dolayı hayvanın diyetine PAS ilavesi, ishale neden olmakta ve broyler performansı ile ilgili problemlere neden olabilmektedir. PAS'da fazla miktarda bulunan laktoz ve sodyum kümes hayvanı yetiştiriciliğinin en büyük engellerinden birisidir. Ancak, PAS'nun kullanılma oranı dikkatli olarak ayarlandığı sürece bu gibi problemlerin de oluşumu engellenmiş olacaktır (Tadtiyanant ve ark., 1991).

PAS protein konsantratları kuşkusuz genç kuşlar ve diğer hızlı büyüyen mono gastrik hayvanlar için mükemmel bir amino asit kaynağıdır. Ancak, kümes hayvanı yemlerinde PAS'nun kullanımını potansiyel olarak sınırlayan temel faktör laktoz varlığıdır. Kuşlar ve kanatlı hayvanlar, memelilerden farklı olarak bu disakkariti verimli bir şekilde sindiremezler ve vücuda alınan laktozun yaklaşık yarısı, alt bağırsak yoluna geçer. Bu nedenle, PAS protein konsantratları kümes hayvanları diyetlerinde, temel protein sağlayan bir yem kaynağı olarak değil, sağladığı fizyolojik yararlar nedeniyle küçük miktarlarda kullanılabilir. Yapılan bazı çalışmalar, tavuk bağırsağındaki anaerobik floranın laktozu kısa zincirli organik asitlere, özellikle laktat ve propiyonata dönüştürdüğünü ortaya koymuştur (Rehman ve ark., 2009).

Proteinli gıdalara, kümes hayvanlarının beslenmesinde, biyolojik olarak aktif bileşiklerin sentezinde önemli bir bileşen olarak görev almaları nedeniyle büyük önem verilmektedir. Broylerlerin yüksek protein ihtiyacı vardır, bu nedenle broyler diyetinde hayvanın gelişimini sağlamak için optimum protein konsantrasyonunun ayarlanması gerekmektedir. Diyetle anti-besinsel faktörlerin (ANFs) konsantrasyonunun minimuma indirilmesi ve diyetin immünolojik olarak aktif bileşiklerle takviye edilmesi, sağlığı teşvik eden broyler diyetlerinin ana odak noktasıdır (Beski ve ark., 2015). PAS takviyesinin hem seviyesi hem de biçimi broyler performansını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu hayvanların diyetine PAS takviyesinin yapılması, broylerde vücut ağırlığı artışına ve azot retansiyonunda lineer artışa, protein ve yağın sindirilebilirliğinin önemli ölçüde iyileşmesine, Ca, P, Cu, Fe ve Mg gibi minerallerin emiliminin artışına neden olabilmektedir (Cheeke, 2005; Kermanshahi and Rostami, 2006).

Tarımda kullanımı

PAS, bazı tarım uygulamalarında kullanılma potansiyeline sahip olan bir yan üründür. PAS proteinlerinin antimikrobiyal, antiviral ve antioksidan özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar ise PAS'nun bazı bitki virüslerine karşı inhibitör etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu antiviral etkinin PAS proteinleri ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Tarım uygulamalarında, PAS'nun insektisit olarak kullanımına ilişkin önemli örnekler ve çalışmalar da bulunmaktadır (Küçüköner, 2011, Macwan ve ark., 2016).

PAS'dan amonyum laktat üretimi

PAS permeatı ve laktoz üretiminden açığa çıkan melas, *Lactobacillus bulgaricus* ile kontrollü koşullarda fermentasyona tabi tutulmakta ve oluşan laktik asidin, amonyak ile sürekli nötralize edilerek amonyum laktata dönüşümü sağlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, *L. bulgaricus* kullanılarak pH 5.5 ve 44°C'de gerçekleştirilen fermentasyonda, 27 saat sonunda laktat konsantrasyonunun 58.7 gram/litreye düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir. Normal koşullarda 6 ay dayanıklılık gösteren bu ürünün protein oranı yaklaşık olarak %44'tür ve ABD'de 1978 yılından beri geniş getiren hayvanların beslenmelerinde protein ve enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Tekinşen and Tekinşen, 2005; Gürel, 2007).

Gübre olarak değerlendirilmesi

Son zamanlarda, akarsu veya göllere bırakıldığında, çevreyi kirleten ve sudaki biyolojik oksijeni tüketerek mevcut bitkisel ve hayvansal yaşamı olumsuz yönde etkileyen bu yan ürünün tarla ve merada gübre olarak değerlendirilebilme imkânları üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Ancak; PAS toprağa verilirken son derece dikkatli olunmalı yalnızca uygun mevsimlerin seçimine dikkat edilmelidir. PAS toprağa kontrollü bir şekilde verilmediği takdirde, toprak PAS'dan gelen mineral tuzlarıyla doymaktadır. Bu durum ise, tahıl ya da çayır otlarının zayıf ve cılız kalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, PAS'nun tarlalara veya çayırılara, yağışların bol olduğu ilkbahar mevsiminde verilmesi daha uygun olacaktır (Konar, 1981; Kosikowski, 1982).

Gıdalarda katkı maddesi olarak değerlendirilmesi

PAS ve ürünleri gıda endüstrisinde çok çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte, en yaygın kullanımı gıdalara tat ve aroma vermek için kullanımınıdır. PAS tozunun sahip olduğu bu özellikten dolayı çerez kaplamaları başta olmak üzere

çerezlerde, tuzlu bisküvilerde, peynir esaslı soslarda, çorbalarda, patates cipslerinde ve diğer pek çok gıdada katkı maddesi olarak kullanılabilir (Küçüköner, 2011).

Süt ve süt ürünlerinde kullanımı

PAS protein konsantratları veya PAS tozu %1-2 oranında, yoğurdun kuru maddesini artırmak amacıyla, yağsız süttozu ile birlikte kullanılabilir. Dondurma üretiminde ise, dondurma miksine yağsız süt kuru maddesinin %25'i kadar katılabilir (Tamime and Deeth 1980, Oysun, 1983).

Akal ve ark. (2016) kefir üretiminde değişik oranlarda (%10, %20 ve %30) peyniraltı suyu (PAS) ilave edilmiş sütlerden üretilen kefirlerin niteliklerini araştırmışlardır. Elde edilen kefir örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde kimyasal (pH değeri, titrasyon asitliği, toplam kuru madde, protein ve yağ içeriği), fiziksel (viskozite ve serum ayrılması) ve duyuşal (görünüş, yapı, lezzet) özellikleri incelenmiştir. Araştırmacılar elde edilen bulgular, PAS katkılı sütlerden üretilen kefir örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğunu ve kontrol örneğine göre özellikle serum ayrılması ve lezzet özellikleri açısından daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Esen ve Güzeller (2019) tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda yağsız süttozu ve demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları 21 gün boyunca 4±1°C'de depolanmıştır. Farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanımının depolama süresince kefir yoğurtlarında kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresi kefir yoğurtlarının pH, asetaldehit, serum ayrılması, viskozite, penetrometre, L* değerini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemiştir. Duyuşal özelliklere göre en çok beğenilen kefir yoğurdu %1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve %2 süttozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu olarak saptanmıştır.

Fırın ürünlerinde kullanımı

PAS ve tozu ekmek ve fırın ürünlerinde besin değerini artırıcı bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Ancak elde edildiği şekilde ve fazla miktarda kullanıldığında, yüksek miktarda laktoz içeriği ve mineral madde varlığı nedeniyle maya aktivitesini olumsuz yönde etkileyerek daha düşük hacimli ve tekstürel özellikleri zayıf bir ekmek elde edilmesine neden olmaktadır. Hamur yapımı sırasında, laktozun oluşturduğu yüksek ozmotik basınç nedeniyle maya aktivitesi inhibe olabilmekte ve PAS'nun önemli bileşenlerinden biri olan proteoz-pepton hamuru yumuşatmakta ve ekmek hacmini düşürmektedir. Bu nedenle PAS tozunun %1-7 oranında kullanılması önerilirken; PAS protein konsantratı kullanımının ise %2 civarında olması önerilmektedir (Królczyk ve ark., 2016). Yapılan çalışmalarda, PAS'nun %2 oranında ekmek üretiminde kullanımının, ekmeğin besin değerini artırdığı ve kalitatif özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Mete, 2012).

Et ve et ürünlerinde kullanımı

Demineralize PAS tozu ve denatüre laktalbumin et ve emülsiyon tipi et ürünlerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda PAS'nun et ve et ürünlerinde %5.5 civarında kullanılabileceği bildirilmektedir (Zorba ve ark., 1998). PAS proteini kısmen et proteininin yerini alabilmekte ve soya proteini ve diğer bağlayıcı maddeler, lifler, modifiye nişasta ve hidrokolloidlerin yerine ikame maddesi olarak değerlendirilmektedir (Prabhu, 2006; Youssef and Barbut, 2011). Özellikle, kesimhane ürünlerinin örneğin; sosis, salam, mortadella, öğle yemeği etleri ve surimi gibi üretiminde de önemli bir katkı maddesi olarak kullanılabilir (De Wit, 2001).

İçecek üretiminde kullanımı

PAS, çeşitli aromatik maddelerle tatlandırılarak uzun süre dayanabilen çeşitli alkolsüz içeceklere dönüştürülebilmektedir. Bu amaç için, genel olarak rennet PAS tercih edilmektedir. PAS'dan alkole dayalı şarap türünde içkiler, meyve suları ve aromatik maddeler ile aromatize edilmiş çeşitli içecekler de yapılabilmektedir. PAS'dan alkollü içki üretimi gerçekleştirilmeden önce laktozun enzimatik hidrolizinin yapılması elde edilen ürünün kalitesi açısından önem taşımaktadır. PAS'nun fermantasyonu genellikle *Saccharomyces cerevisiae* kullanılarak yapılmaktadır (Bakırcı ve Kavaz, 2006).

Peyniraltı suyu proteinlerinin (PAP); kıvam arttırma, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, serum ayrılmasını önleme gibi fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu sebeplerden ötürü, PAP veya doğrudan PAS birçok gıdanın besleyici özelliğine katkının yanısıra dayanıklılığının artırılmasında, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Özcan and Delikanlı, 2011). Belirtilen bu özellikler

göz önüne alınarak Yaşar ve Bozdoğan (2018) tarafından yapılan bir çalışmada fonksiyonel sahlep tozundan üretilen içeceğin bazı özelliklerinin zenginleştirilmesi için (PAP) kullanım olanağı ve etkileri incelenmiştir. Sahlep içeceğinin besinsel, renk, tat ve koku, yapı gibi birçok karakteristiğinin iyileştirilmesinde %35 oranında PAP konsantrisinin ilavesinin en uygun olduğu bildirilmiştir.

Saçkesen ve Ocak (2019) farklı miktarlarda PAS ilave edilerek üretilen fermente süt içeceklerinin depolama süresi boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından bildirildiğine göre; yurt dışında peyniraltı suyundan üretilen birçok içecek mevcut iken ülkemizde üretilen peyniraltı suyu bir atık olarak görülmektedir. Yaptıkları çalışmanın esas amacının da atık olarak zengin besin içeriğine sahip bir üründen olabildiğince ekonomik şekilde faydalanmak olduğu belirtilmiştir. Yütütülen çalışma ile Türkiye’de üretilebilecek yeni fermente süt içeceklerine ışık tutulmuş olmakta, peyniraltı suyu gibi kıymetli bir ürünün herhangi ek bir masrafa gerek kalmadan direkt olarak bu sanayinin gelişiminde rahatlıkla kullanılabilceği ön görülmüştür.

Güven ve ark. (2019) siyah havuç suyu konsantrisi ve PAS kullanarak şalgam suyu üretiminde tuz (NaCl) düzeyini azaltma imkânları araştırdıkları çalışmada PAS kullanılarak daha düşük tuz içeriğine sahip ve daha besleyici şalgam sularının üretilebileceği bildirilmiştir.

Farklı alanlarda kullanımı

PAS ve ürünleri margarin yapımında, maya ve sirke üretiminde, limon asidi, vitamin B12 elde edilmesinde, laktoz, etil alkol ve biyogaz üretiminde, poliüretan köpük yapımında, tek hücre proteini ve tarımsal ilaçların üretiminde, boyalar ve çeşitli kimyasalların yapımında, sentetik deterjanlar, temizleme ajanlarının üretimi ve kozmetik sanayiinde kullanılabilir (Şengül, 1991).

SONUÇ

PAS, herhangi bir işleme tabi tutulmadan kullanılabilceği gibi, kurutma konsantre etme veya fermentasyon yoluyla ya da daha ileri teknolojilerden yararlanmak suretiyle birçok alanda ve çok çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılabilcek süt endüstrisinin kıymetli bir yan ürünüdür. Herhangi bir işleme tabi tutulmadan çevreye atılması halinde ise gerek çevre kirliliği açısından gerekse içerdiği yüksek değerli proteinler ve diğer bileşenler bakımından önemli bir ekonomik kayba yol açacak ve her bakımdan önemli bir sorunun kaynağı olmaya devam edecektir. Bu nedenle PAS’ın değerlendirilmesi ekonomik açıdan, kullanım alanlarının genişliği bakımından çok büyük bir önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Andıç, S., Zorba, Ö., ve Tunçtürk, Y., (2010). Effect of Whey Powder, Skim Milk Powder and Their Combination on Yield and Textural Properties of Meat Patties, *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(6), 871-876.

Anonim (2014). Türk Gıda Kodeksi, Peynir Tebliği Taslağı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, http://www.denib.gov.tr/files/downloads/sirku_ekleri/2014-16-ek1-1.pdf, Erişim tarihi: 04.02.2015.

Akal, C., Türkmen, N., Koçak, C. (2016). Kefir üretiminde peyniraltı suyu kullanımı. *GIDA*, 41(5), 351-358.

Bakırcı, İ., ve Kavaz, A. (2006). Peyniraltı suyunun değerlendirilme olanakları. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Beski, S. S. M., Swick, R. A., ve Iji, P. A. (2015). Specialized Protein Products İn Broiler Chicken Nutrition: A Review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47-53.

Bilal, T., ve Altın, A. (2017). Peynir Altı Suyunun İnsan ve Hayvanlarda Metabolizma Üzerindeki Etkileri. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 6(1), 29-42.

Cheeke, P. R. (2005). Applied animal nutrition: feeds and feeding. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

De Wit, J. N. (1998). Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. *Journal of Dairy Science*, 81, 597-602.

- De Wit, J. N. (2001). Lecturer's handbook on whey and whey products. European whey products association, Brussels.
- Dragone, G., Mussatto, S. I., Almeida e Silva, J. B., ve Teixeira, J. A. (2011). Optimal Fermentation Conditions for Maximizing the Ethanol Production by *Kluyveromyces fragilis* from Cheese Whey Powder. *Biomass & Bioenergy*, 35, 1977-1982.
- Esen, M. K., ve Güzeler, N. (2019). Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(1), 17-26.
- Evren, M., Apan, M., Tutkun Şıvgın, E. ve Öztürk, R. (2011). Usage of the Whey in the Fermentation Technology, *4th International Congress on Food and Nutrition together with 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety*, 12-14 October Istanbul.
- Farrell, H. M. Jr., Behe, M. J., ve Enyeart, J. A. (1987). Binding of p-Nitrophenyl Phosphate and Other Aromatic Compounds by Beta-Lactoglobulin. *Journal of Dairy Science*, 70(2), 252-258.
- Fox, P. F. (1989). The Milk Protein System. In Developments in Dairy Chemistry. In P.F. Fox (Ed.). Functional Milk Proteins, Volume 4, London: Applied Science.
- Givens, D. I., Clark, P., Jacklin, D., Moss, A. R., ve Savery, C. R. (1993). Nutritional Aspects of Cereals, Cereal Grain By-products and Cereal Straw for Ruminants. *HGCA Research Review*, 24(1), 180 HomeGrown Cereals Authority, London, UK.
- Guimarães, P. M., Teixeira, J. A., ve Domingues, L. (2010). Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology advances*, 28(3), 375-384.
- Guler, T., Çiftçi, M., Ertas, O. N., Çerçi, İ. H., ve Dalkilic, B. (2006). The investigation of possible use of unmarketable cracked eggs in lamb milk replacer. *Revue de médecine vétérinaire*, 157(5), 273.
- Gürel, A. (2007). Süt Esaslı ürünler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1154, Ankara.
- Güven, N., Yetim, H., Cankurt, H. (2019). Siyah Havuç Suyu Konsantresi ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Tuzu Azaltılmış Şalgam Suyu Üretim İmkanlarının Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 599-610.
- Hoogstraten, J. J. (1987). Trends in whey utilization. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 17, 212-215.
- Jeličić, I., Božanić, R., ve Tratnik, L. (2008). Whey based beverages-new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257-274.
- Kargi, F., Eren, N. S., ve Ozmihci, S. (2012). Bio-hydrogen production from cheese whey powder (CWP) solution: comparison of thermophilic and mesophilic dark fermentations. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(10), 8338-8342.
- Kermanshahi, H., ve Rostami, H. (2006). Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora. *International Journal of Poultry Science*, 5(6), 538-543.
- Kılıç, A. (1986). Buzağı Yetiştirilmesi ve Beslenmesi, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 464, İzmir.
- Kirdar, S. S. (2009). Peyniraltı Suyundan Üretilen Geleneksel Peynirlerimiz, II. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 27-29 Mayıs, Van, s.739-742.
- Konar, A. 1981. Sütçülük Artıklarının Değerlendirilmesi. *Türkiye 4.Sütçülük Kongresi*, 9-10 Aralık. Ankara. 1-23s,
- Kosikowski, F. V. 1982. Whey and Whey Foods. In Cheese and Fermented Milk Foods., pp.446-469, Edwards Brothers Inc., Brooktondale, New York.

- Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., ve Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry-A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157-165.
- Kurt, A. (1990). Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 573, 398 sayfa. Erzurum.
- Kushibiki, S., Hodate, K., Kurisaki, J., Shingu, H., Ueda, Y., Watanabe, A., ve Shinoda, M. J. (2001). Effect of β -lactoglobulin on plasma retinol and triglyceride concentrations, and fatty acid composition in calves. *Journal of dairy research*, 68(4), 579-586.
- Küçüköner, E. (2011). Peynir Tozu ve Peyniraltı Suyu Tozu Üretimi, *1.Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*, 19-20 Kasım, Ankara, 80-85s.
- Macwan, S. R., Dabhi, B. K., Parmar, S. C., ve Aparnathi, K. D. (2016). Whey and its utilization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(8), 134-155.
- Madureira, A. R., Pereira, C. I., Gomes, A. M., Pintado, M. E., ve Malcata, F. X. (2007). Bovine whey proteins—overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40(10), 1197-1211.
- Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative medicine review*, 9(2), 136-157.
- Mete, H. (2012). Peynir Altı Suyu'nun Ekmekçilikte Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. *Tekirdağ S.M.M.M. Odası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 1-10.
- Metin, M. (1983). Süt sanayiinde peynir suyunun değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi*, 1(1), 151-169.
- Metin, M. (2005). Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 802s.
- Mollea, C., Marmo, L., ve Bosco, F. (2013). Valorization of cheese whey; a by-product from the dairy industry. In *Food industry*, Chapter: 24, Publisher: InTECH, Editors: Innocenzo Mazzalupo, pp.549-588.
- Oysun, G. (1983). Peyniraltı Suyunu Degerlendirme Olanakları. *Gıda*, 8(6), 313-316.
- Özcan, T., ve Delikanlı, B. (2011). The Functional Effects Of Whey Protein Additives For Improvement Of Textural Properties Of Foods. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25(2), 77-88.
- Özen, A. E. ve Kılıç, M., (2007). Peyniraltı Suyundan Elde Edilen Serum Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 45-49.
- Pal, S., Ellis, V., ve Ho, S. (2010). Acute effects of whey protein isolate on cardiovascular risk factors in overweight, post-menopausal women. *Atherosclerosis*, 212(1), 339-344.
- Patel, R. S., Jayaprakasha, H. M., ve Singh, S. (1991). Recent advances in concent ration and drying of whey. *Indian-Dairyman*, 4(39), 417-421.
- Pérez, M. D., ve Calvo, M. (1995). Interaction of β -lactoglobulin with retinol and fatty acids and its role as a possible biological function for this protein: a review. *Journal of dairy science*, 78(5), 978-988.
- Prabhu, G. (2006). US Whey Proteins in Processed Meats. Application monograph processed meats, *US Dairy Export Council*, e-3-6-1-e-3-6-12.
- Ramos O. L., Pereira, R. N., Rodrigues, R. M., Teixeira, J. A., Vicente, A.A. ve Malcata F. X. (2016). Whey and Whey Powders: Production and Uses. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.) *The Encyclopedia of Food and Health* vol. 5, pp. 498-505. Oxford: Academic Press.

- Rehman, H., Vahjen, W., Kohl-Parisini, A., Ijaz, A., ve Zentek, J. (2009). Influence of fermentable carbohydrates on the intestinal bacteria and enteropathogens in broilers. *World's poultry science journal*, 65(1), 75-90.
- Rezende, A. V., Rabelo, C. H., Veiga, R. M., Andrade, L. P., Härter, C. J., Rabelo, F. H., ... ve Reis, R. A. (2014). Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 213-221.
- Rivas, J., Prazeres, A. R., & Carvalho, F. (2011). Aerobic biodegradation of precoagulated cheese whey wastewater. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(6), 2511-2517.
- Saçkesen, D. Ş., ve Ocak, E. (2019). Peyniraltı Suyuyla Zenginleştirilmiş Fermente Süt İçeceği Üretimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 309-317.
- Schuck, P. (2002). Spray drying of dairy products: state of the art. *Le Lait*, 82(4), 375-382.
- Shoveller, A. K., Stoll, B., Ball, R. O., ve Burrin, D. G. (2005). Nutritional and functional importance of intestinal sulfur amino acid metabolism. *The Journal of nutrition*, 135(7), 1609-1612.
- Sousa, G. T., Lira, F. S., Rosa, J. C., de Oliveira, E. P., Oyama, L. M., Santos, R. V., ve Pimentel, G. D. (2012). Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. *Lipids in health and disease*, 11(1), 67.
- Şengül, F. (1991). Endüstriyel atıksuların özellikleri ve artırılması. DEÜ. İzmir.
- Tadtiyanant, C., Lyons, J. J., ve Vandepopuliere, J. M. (1991). Influence of wet and dry feed on laying hens under heat stress. *Poultry Science*, 70(1), 44-52.
- Tamime, A. Y., ve Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of food protection*, 43(12), 939-977.
- Tekinşen, O. C. ve Tekinşen, K. K. (2005). Süt ve Süt Ürünleri, İkinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tellier, R. C., Mathison, G. W., Okine, E. K., McCartney, D., ve Soofi-Siawash, R. (2004). Frequency of concentrate supplementation for cattle fed barley straw. 1. Effect on voluntary intake, ruminal straw disappearance, apparent digestibility and heat production. *Canadian journal of animal science*, 84(3), 455-465.
- Tranberg, B., Hellgren, L. I., Lykkesfeldt, J., Sejrsen, K., Jeamet, A., Rune, I., Ellekilde, M., Nielsen, D. S., ve Hansen, A. K. (2013). Whey protein reduces early life weight gain in mice fed a high-fat diet. *PLoS One*, 6, e71439.
- Üçüncü, M. (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt-II). Meta Basım Matbaacılık İşleri, İzmir.
- Walzem, R. L., Dillard, C. J., ve German, J. B. (2002). Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(4), 353-375.
- Westergaard, V. (2004). Milk Powder Technology Evaporation and Spray Drying, Niro A/S, 5th Edit, Copenhagen, Denmark.
- Yadav, J. S. S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R. D., ve Surampalli, R. Y. (2015). Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 33(6), 756-774.
- Yaşar, K., ve Bozdoğan, A. (2018). Effect of The Use of Different Whey Proteins on Some Properties of Sahlep Beverage Prepared from Functional Sahlep Powder. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(5), 520-523.

Yerlikaya, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N. (2010). Peyniraltı Suyunun Fonksiyonel Özellikleri ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Üretilen Yeni Nesil Süt Ürünleri. *Gıda*, 35(4), 289-296.

Youssef, M. K., ve Barbut, S. (2011). Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels. *Meat science*, 87(1), 54-60.


Zadow, J. G. (1992). Lactose hydrolysis. in: J.G. Zadow (Ed.) *Whey and Lactose Processing*. Elsevier Appl. Sci., London, England.


Zhao, Y., Weaver, A. C., Fellner, V., Payne, R. L., ve Kim, S. W. (2014). Amino acid fortified diets for weanling pigs replacing fish meal and whey protein concentrate: Effects on growth, immune status, and gut health. *Journal of animal science and biotechnology*, 5(1), 57.


Zobell, D. R., ve Burrell, W. C. (2002). Producing Whey Silage for Growing and Finishing Cattle. Utah State University Digital Commons@USU, https://digitalcommons.usu.edu/extension_histall/33.

Zorba, O., Özdemir, S., ve Gokalp, H. Y. (1998). Stability of model emulsions prepared using whey and muscle proteins. *Food/Nahrung*, 42(01), 16-18.

ORCID

Arzu KAVAZ YÜKSEL  <http://orcid.org/0000-0001-8292-9259>

Mehmet YÜKSEL  <http://orcid.org/0000-0001-6566-1385>

Hilal ÜRÜŞAN  <http://orcid.org/0000-0001-9634-4809>



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 14.06.2019
Kabul Tarihi : 09.09.2019

Received Date : 14.06.2019
Accepted Date : 09.09.2019

INVESTIGATION of HIGH TEMPERATURE BEHAVIORS of DIFFERENT CURE APPLIED CONCRETES

FARKLI KÜR UYGULANMIŞ BETONLARIN YÜKSEK SICAKLIK DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

Kadir GÜÇLÜER

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO İnşaat Bölümü, Adıyaman, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Kadir GÜÇLÜER, kgueluer@adiyaman.edu.tr

ABSTRACT

Concrete is produced cement-bonded system, which is a composite material formed by the combination of different components. The hydration process of the cement and the hydration products affect the mechanical and technological properties of the concrete. In this sense, the curing process is needed to achieve the targeted mechanical properties. In this study, concrete samples were produced by using additives with different origins called mineral additives. The samples were subjected to pressurized steam curing with the help of autoclave at different temperature and pressure values. After the curing process, the compressive strength of the test samples were investigated. In addition, the cured samples were kept in high temperature furnaces at 450 and 900 °C for 6 hours and the compressive strength of the samples were examined. As a result of the study, it was found that the autoclave cure caused an increase in the compressive strength of the concrete at 400 °C. The best high temperature resistance values were determined in the blast furnace slag addition series.

Keywords: Concrete, cure, high temperature, mineral additive.

ÖZET

Beton çimento esaslı sistemde farklı bileşenlerin bir araya gelmesi ile oluşan kompozit malzemedir. Çimentonun hidrasyon süreci ve hidrasyon ürünleri betonun mekanik ve teknolojik özelliklerini etkilemektedir. Bu anlamda hedeflenen mekanik özelliklere ulaşabilmek amacıyla başarılı bir kür işlemine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada farklı orijinlerde olan mineral katkıları kullanılarak beton örnekleri üretilmiştir. Örnekler otoklav aracılığıyla farklı sıcaklık ve basınç değerlerinde otoklav kürü uygulanmıştır. Kür işleminin ardından deney örnekleri üzerinde basınç dayanımı deneyi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kür işlemi uygulanan numuneler yüksek sıcaklık fırınlarında 450 ve 900 °C yüksek sıcaklığa maruz bırakıldıktan sonra basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuşlardır. Çalışma sonucunda otoklav kürü uygulanmış numunelerin 400 °C sıcaklıkta basınç dayanımlarında artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. En yüksek basınç dayanımı değerleri de yüksek fırın çürüfu katkılı serilerde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Beton, kür, yüksek sıcaklık, mineral katkı.

INTRODUCTION

There is a global concern on saving energy and reducing carbon dioxide rate by improving the quality of materials and using resources to their maximum limit (Abdullah et al., 2018). Therefore, the recycling of industrial waste products and environmentalist production are very important. Concrete is the most widely using composite construction materials. Concrete production can be made by using industrial waste materials such as fly ash, silica fume and blast furnace slag mineral additives (Duan et al., 2013, Gruyaert et al., 2013, Jiang et al., 2014, Iasaia et al., 2003). Different additives are used to control technological properties of concrete mixes as well as physical and mechanical properties of hardened concrete. It is important to investigate the effect of these additives on the physical

and mechanical properties of concrete in order to achieve the effective performance of concrete and the required properties and durability of hardened concrete (Nagrockiene et al., 2017). Industrial by-products and solid wastes such as mineral additives could be used in concrete as a replacement material to reduce harmful effects of concrete industry on the environment. Therefore strength and durability characteristics of concrete containing mineral additives as partial replacement of cement should be investigated (Uysal&Tanyıldızı, 2012).

Concrete may be exposed to high temperatures in cases such as the occurrence of fire in concrete structures, in the explosion of jet engines, in factories in the extraction and melting of metals, in some chemical plants where concrete is close to the furnace, and related- nuclear activities (Abaeian et al., 2018). Concrete damage due to high temperature includes weight loss, reductions in strength and modulus of elasticity, and formation of cracks and large pores (Janotka&Mojumdar, 2005). Most researchers believe that the concrete compressive strength increases at around 200 °C; at about 400 °C, it begins to decay and 400~800 °C temperature ranges is the major loss of strength which is 400~600 °C strength decreases fastest segment (Poon&Shoui, 2004). Esen and Kurt (2017) they stated that they did not observe any change in compressive strength in series up to 400 °C in their experimental study (Esen&Kurt, 2017). Similarly, in their study in Morsy et al. (2008), they determined that the compressive strength in the temperature regime up to 200 degrees increased and then decreased (Morsy et al., 2008).

Curing processes applied in concrete technology can be listed as normal curing, low pressure steam curing, high pressure steam curing and membrane winding (Liu et al., 2005). Curing promotes hydration, prevents water loss in concrete, and keep the material saturated or nearly saturated as long as possible or for sufficient time (Mehta&Paulo, 2006). The autoclave is a special steam curing machine with cylindrical shape and steel walls (Mindess et al., 1981). Autoclave curing is often used to accelerate cement hydration and increase the strength development of concrete (Wang&Shie, 2009). However, changes in the application of temperature and pressure in the autoclave cure regime may affect the mechanical properties differently. Chen et al. (2018) found that compressive strength values tend to decrease after increasing autoclave pressure and duration (Chen et al., 2018). Palaou et al. (2012) found that the pressure strength values of concrete test samples decreased with the increase of temperature and pressure values in the autoclave (Palaou et al., 2012). In this study, fly ash, silica fume and blast furnace slag additives were replaced with cement by 15% and concrete samples were produced. The test samples were subjected to a steam pressure of 1,2 and 4 bar for 8 hours in the autoclave. The samples were then exposed to high temperatures at 450 and 900 °C for 4 hours after the desired temperature was reached to determine the effect of high temperature and curing regime in autoclave.

MATERIAL and METHOD

In the study, Portland cement according to TS EN 197-1 was used as binder. The physical properties of the cement are given in Table 1. Fly ash (FA) was obtained from Çayırhan thermal power plant in Turkey. The chemical properties of fly ash, silica fume (SF), blast furnace slag (BFS) and cement are given Table 2. Total SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ ratio of fly ash is 73.16% and it is compatible with ASTM C 618. No harmful component was found for concrete production in the chemical composition of fly ash, silica fume and blast furnace slag.

Table 1. The Physical Properties of Cement.

Physical Properties		Results
Specific gravity (g/cm³)		3.09
Settlement	First (min.)	125
Time	Last (min.)	190
Fineness	Specific surface (cm ² /gr)	3420

Table 2. Chemical Components Of Cement And Mineral Additives.

Oxide	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	LOI
Cement	62,63	19,29	4,25	3,88	3,42	2,58	0,34	2,86
FA	10,79	50,43	9,56	13,17	3,74	3,45	1,88	0,86
SF	0,74	94,36	0,70	0,81	1,18	0,20	0,86	0,74
BFS	39,69	40,10	0,92	7,83	4,26	2,11	1,24	0,63

As it is known from the literature, the mineralogical origin of silica fume and blast furnace slag is amorphous (Tokyay, 2016). In the mineralogical structure of fly ash, quartz mineral was observed predominantly. The presence of the anhydrite structure is also remarkable. The concrete mixture values are given in Table 3. The mixing ratios of the test samples to be produced were carried out in accordance with the reference conditions specified in TS 802 (TS 802, 2009). Mineral additives were used by replacing 15% by weight of cement.

Table 3. Mixture Ratios (kg/m³)

Series Name	*Fine Aggregate (0-5 mm)	*Coarse Aggregate (5-12 mm)	*Coarse Aggregate (12-22 mm)	Cement	Fly Ash	Silica Fume	Blast Furnace Slag	Water	Air (%)
WT	668	618	444	371	-	-	-	204	2
SF	668	618	444	315,35	-	55,65	-	204	2
FA	668	618	444	315,35	55,65	-	-	204	2
BFS	668	618	444	315,35	-	-	55,65	204	2

*0-5mm, 5-12 mm and 12-22 mm aggregate specific gravity was found respectively 2,52 - 2,52 – 2,50 g/cm³

Maximum aggregate grain size was chosen as 22mm. The granulation of the mixture prepared according to the maximum aggregate grain size is formed between the reference curves (Fig. 1).

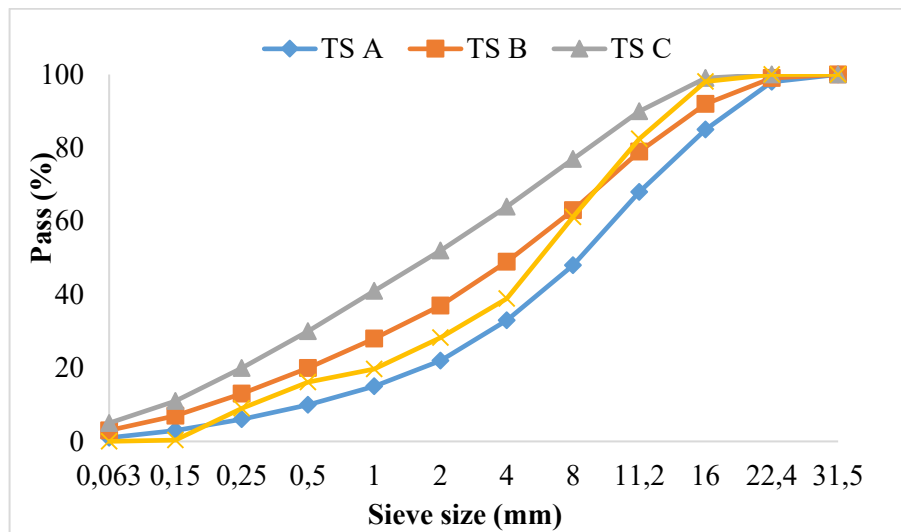


Figure 1. Mixture Granulometry.

The test specimens were cured in an autoclave for 8 hours at 3 different vapor pressures and temperature between 105 - 123 - 145 °C and 1 - 2 - 4 bar. They were kept in autoclave for 45 minutes at the end of the curing period and 45 minutes heating time until the desired temperature. The applied cure regime is shown in Figure 2. Mineral added test samples were kept in water tank for 7 and 28 days except autoclave cure and standard curing application was performed. The samples were exposed to 450 and 900 °C in high temperature furnaces (Figure 3). High temperature application was carried out for 4 hours after the desired temperature was reached. The mechanical properties of the samples were compared as a result of different curing processes and high temperature applications.

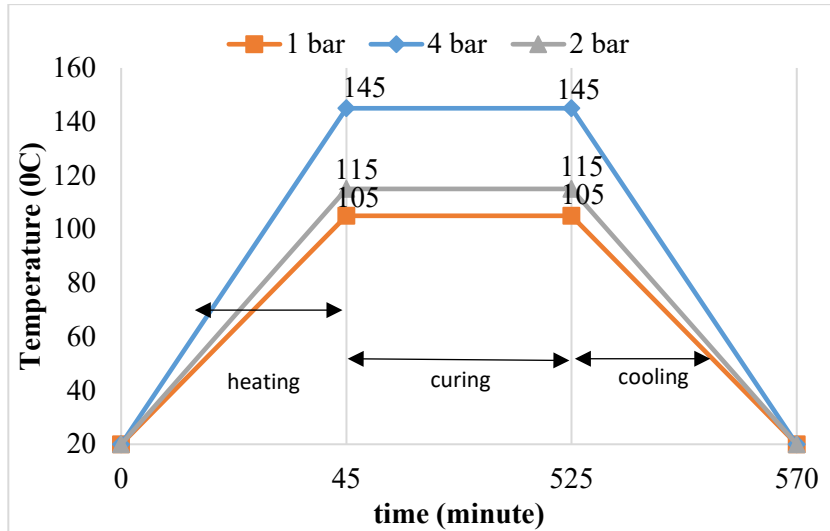


Figure 2. Autoclave Cure Regime.

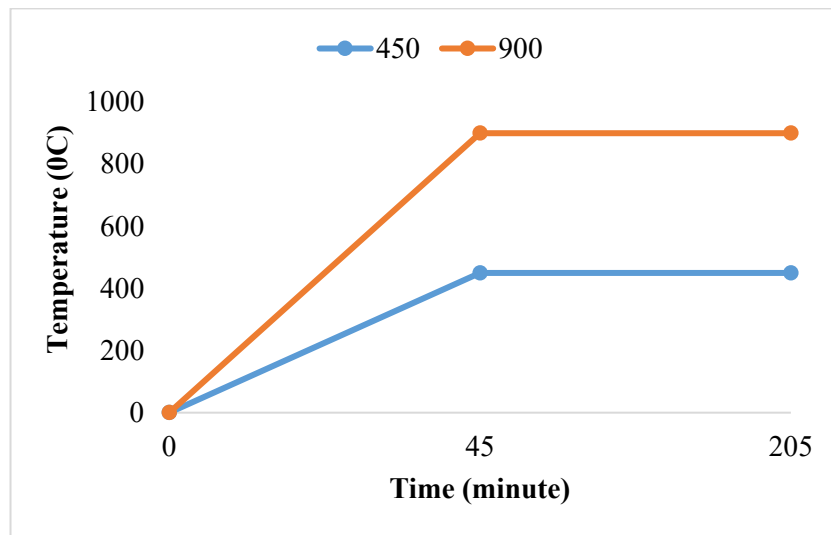


Figure 3. High Temperature Furnace Regime.

In order to determine the mechanical properties, compressive strength tests on autoclave cure and standard curing samples were carried out with reference to TS EN 12390-3 (TS EN 12390-3, 2003). The compressive strength values were calculated with the help of formula (1).

$$f_{ck} = P/A_0 \quad (1)$$

In the equation; f_{ck} , characteristic compressive strength, (N/mm^2), P applied force (N) and A_0 surface area (mm^2).

RESULTS and DISCUSSION

The compressive strength findings of the samples produced by silica fume are given in Figure 4. The highest compressive strength values were obtained after 28 days of curing in silica fume additive series. It was determined that the compressive strength values of the samples cured in the autoclave were lower than the standard cured samples. In addition, it was observed that the increase in the pressure value in the autoclave caused a decrease in the compressive strength.

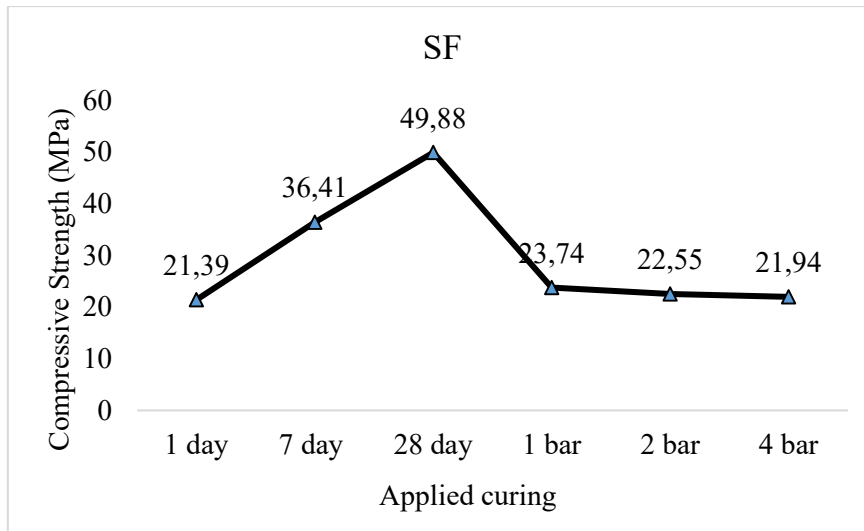


Figure 4. Findings of Compressive Strength of SF Additive Samples.

The compressive strength findings of fly ash added samples are given in Fig. 5. Similar to the silica fume addition series, the highest compressive strength findings in the fly ash additive series were determined in the 28 days standard curing applications. It was determined that the compressive strength of the fly ash additive series decreased with the increase of the pressure value in the autoclave.

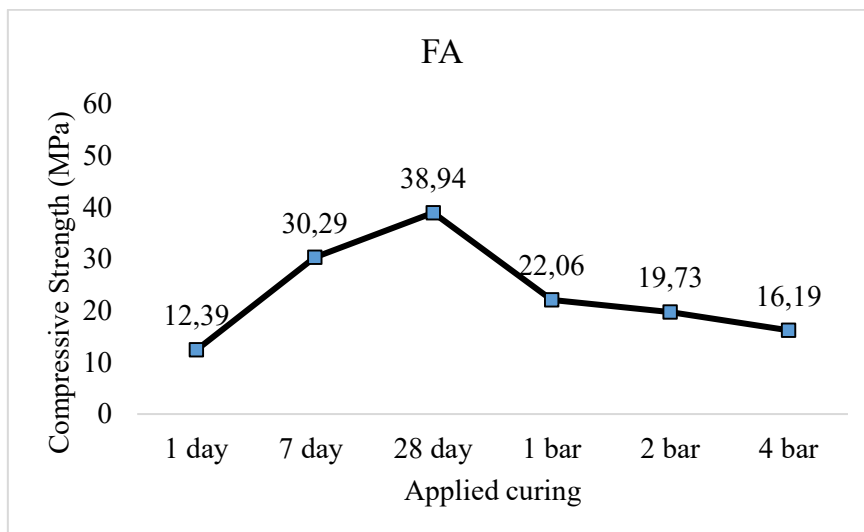


Figure 5. Findings of Compressive Strength of FA Additive Samples

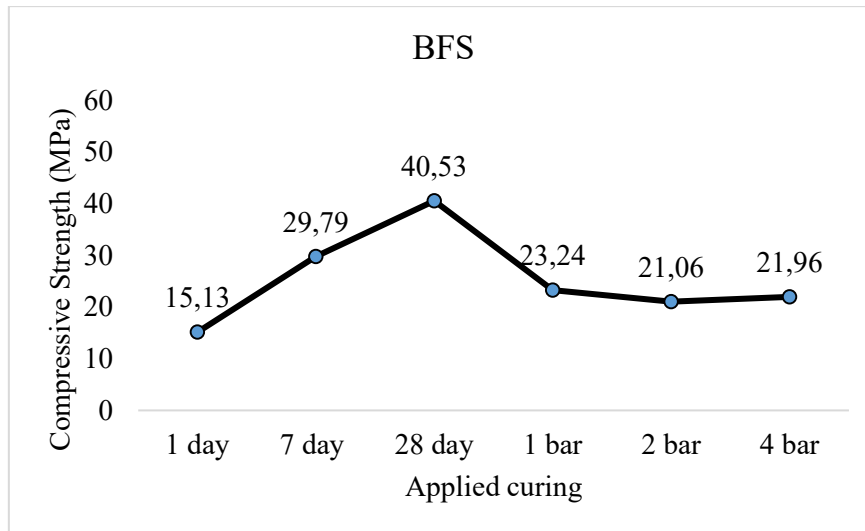


Figure 6. Findings of Compressive Strength of BFS Additive Samples

The findings of the compressive strength of the blast furnace slag added series are given in Figure 6. It was determined that the compressive strength of blast furnace slag addition series decreased with the increase of autoclave pressure value. When the 28-day compressive strength values of the additive samples were compared, the highest value was determined 49.88 MPa in silica fume additive series. This value is determined as 40,53 MPa in BFS series and 38,94 MPa in FA series. The autoclave cure results in an increase in strength compared to the early strength values of the samples. However, increased temperature and pressure in the autoclave cause a decrease in compressive strength. Amorphous mineralogical structure of silica fume and high silica content can be shown as an increase in compressive strength of early and progressive hydration periods. In this sense, it can be said that silica fume has a stronger pozzolanic property than BFS. The anhydrous structure in the mineralogical composition of fly ash can be shown as a cause of decrease in the strength values. As a result of the application of autoclave cure in all series, the compressive strength values were determined lower than 28 day standard curing. Even under high temperature conditions, the reaction between calcium hydroxide and silicate continues, but the rise in temperature will prevent sufficient moisture from being met. The loss of moisture will cause cracks and low strength in the structure (Friedlaender&Camarda, 1972, Shi&Hu, 2003). This can be illustrated as leading to decreased strength in the autoclave cure application.

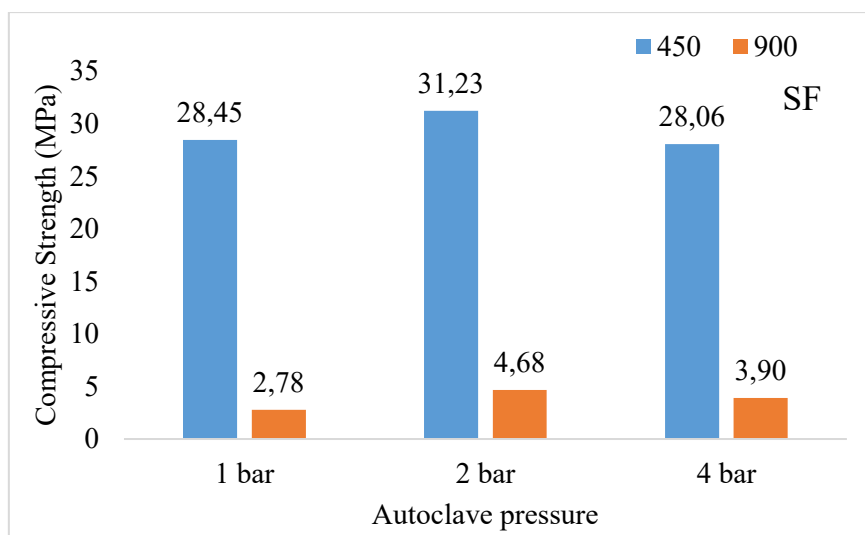


Figure 7. Strength Findings of High Temperature Applied Samples with SF.

The compressive strength data of the samples cured in autoclave with high temperature applied silica fume is given in Figure 7. The compressive strength values of the SF series increase at 450 degrees. After the application of 900 °C temperature, it has been determined that there is a significant decrease in the compressive strength.

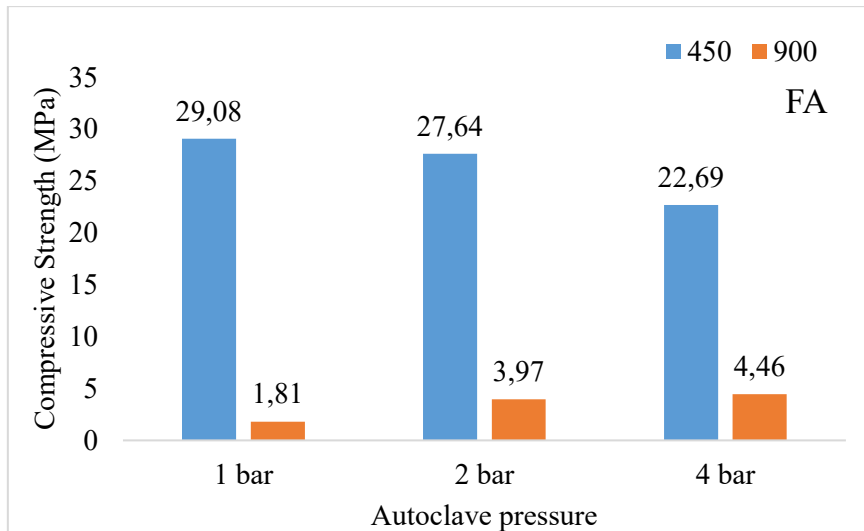


Figure 8. Strength Findings of High Temperature Applied Samples with FA.

Figure 8 shows the measured compressive strength of the samples produced by fly ash after high temperature application. It was determined that the compressive strength of the samples increased after 450 °C temperature application. After the application of 900 °C temperature, a significant decrease was observed in the compressive strength. Figure 9 shows the compressive strength results obtained after high temperature application of the BFS series.

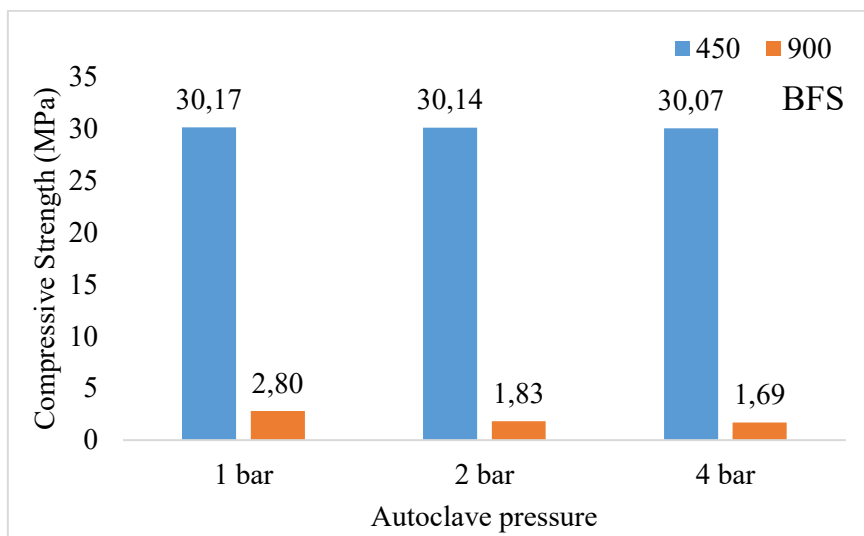


Figure 9. Strength Findings of High Temperature Applied Samples with BFS.

Similar to the series of silica fume and fly ash additions, an increase in strengths of 450 °C was found in the series with BFS additives. Significant decreases in compressive strengths were determined at 900 °C. In all series, it was determined that autoclave cure positively influenced the high temperature compressive strength of 450 °C and an increase in compressive strength values.

Obviously, the blended cement mortars of mixes showed an increase in compressive strength at 400 °C. This increase may be due to the hydration of unhydrated BFS, FA and SF particles which were activated as a result of temperature rise. This increase may be due to further hydration of unhydrated cement grains as a result of steam effect under the condition of the so-called internal autoclaving formed in cement paste (Nimityongskul&Daladar, 1995). In addition, at 400 °C, autoclave cured samples may have more intense CSH structure. This condensation is caused by the

expansion of the structure by increasing the temperature, the partial removal of the water from the medium, and thus the strengthening of the secondary cohesive bonds (Uysal, 2004).

CONCLUSION

As a result of the experimental study;


- It has been determined that autoclave cure improves early compressive strength of concrete.
- Pozzolanic activity capacity of silica fume was higher than blast furnace slag and fly ash.
- Chemical structure of fly ash, degree of combustion and physical properties directly affect the concrete compressive strength.
- The autoclave cure positively affected the compressive strength of the concretes subjected to high temperature application of 400 °C.
- The highest compressive strength loss occurred after 900 °C high temperature application.
- If the resistance of mineral additives to high temperature is listed; best resistance to blast furnace slag followed by silica fume and finally fly ash.

REFERENCES

- Abacian, R., Behbahani, H.P., Moslem, J.S. (2018). Effects of high temperatures on mechanical behavior of high strength concrete reinforced with high performance synthetic macro polypropylene (HPP) fibres. *Construction and Building Materials*, 165, 631–638.
- Abdullah, W., Abdulkadir M., Muhammed M. (2018). Effect of high temperature on mechanical properties of rubberized concrete using recycled tire rubber as fine aggregate replacement. *Engineering and Technology Journal*, Vol. 36, Part A, No. 8.
- Chen, T., Gao, X., Ren, M. (2018). Effects of autoclave curing and fly ash on mechanical properties of ultra-high performance concrete. *Construction and Building Materials*, 158, 864–872.
- Duan, P., Shui, Z., Chen, W., Shen, C. (2013). Effects of metakaolin, silica fume and slag on pore structure, interfacial transition zone and compressive strength of concrete. *Construction and Building Materials*, 44, 1-6.
- Esen, Y., Kurt, A. (2017). Effect of high temperature in concrete for different mineral additives and rates. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(4), 1288-1294.
- Friedlaender, W.V., Camarda, F.V. (1972). Influence of superheated steam on the autoclave-cure strengths of cement and concrete compositions. *American Concrete Institute Publishing*, Volume 32, 99-116.
- Gruyaert, E., Maes, M., De Belie, N. (2013). Performance of BFS concrete: k-value concept versus equivalent performance concept. *Construction and Building Materials*, 47, 441-455.
- Isaia, G.C., Gastaldini, A.L.G., Moraes, R. (2003). Physical and pozzolanic action of mineral additions on the mechanical strength of high-performance concrete. *Cement and Concrete Composites*, 25, 69-76.
- Janotka I, Mojumdar S.C. (2005). Thermal analysis at the evaluation of concrete damage by high temperatures. *J. Therm. Anal Calorim*, 81, 197–203.
- Jiang, C., Yang, Y., Wang, Y., Zhou, Y., Ma, C. (2014). Autogenous shrinkage of high-performance concrete containing mineral admixtures under different curing conditions. *Construction and Building Materials*, 61, 260-269.
- Ka, M. Mehta, J., Paulo, M. (2006). *Concrete Microstructure, Properties, and Materials*. Mc Graw Hill Education.
- Liu, B., Xie, Y., Li, J. (2005). Influence of steam curing on the compressive strength of concrete containing supplementary cementing materials. *Cement and Concrete Research*, 35(5), 994–998.
- Mindess, S., Young, J.F., Darwin, D. (1981). *Concrete*. Prentice Hall, New Jersey.
- Morsy, M.S., Rashad, A.M., Shebl, S.S. (2008). Effect of elevated temperature on compressive strength of blended cement mortar. *Building Research Journal*, Volume 56, 2-3.

- Nagrockiene, D., Girskas, G., Skripkuanas, G. (2017). Properties of concrete modified with mineral additives. *Construction and Building Materials*, 135, 37–42.
- Nimityongskul, P. and Daladar, T. U. (1995). Coconut husk ash corn cob ash and peanut shell ash as cement replacement. *Journal Of Ferrocement*, Vol. 25, No. 1, 35-44.
- Palou, M., Zivica, V., Bagel, L., Ifka, T. (2012). Influence of hydrothermal curing on g-oil well cement properties. *Building Research Journal*, 60, 223-230.
- Poon C.S, Shui Z.H, Lam L. (2004). Compressive behaviour of fiber reinforced high-performance concrete subjected to elevated temperatures. *Cement Concrete Research*, 34, 2215-22.
- Shi, C., Hu, S. (2003). Cementitious properties of ladle slag fines under autoclave curing conditions. *Cement and Concrete Research*, 33(11), 1851–1856.
- TS 802, Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2009.
- TS EN 12390-3 (2003). Beton-Sertleşmiş Beton Deneylemleri-Bölüm 3: Deneç Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tokay, M. (2016). *Cement and Concrete Mineral Admixtures*. CRC Press, New York.
- Uysal, A. (2004). Yüksek sıcaklığın beton üzerindeki etkileri. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Uysal, M., Tanyildizi, H. (2012). Estimation of compressive strength of self compacting concrete containing polypropylene fiber and mineral additives exposed to high temperature using artificial neural network. *Construction and Building Materials*, 27, 404–414.
- Wang, H., Shie, J. (2009). Effect of autoclave curing on the compressive strength and elastic modulus of lightweight aggregate concrete. *Journal of ASTM International*, Vol. 6, No. 6: 1-4.

ORCID

Kadir GÜÇLÜER  <http://orcid.org/0000-0001-7617-198X>



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 22.06.2019
Kabul Tarihi : 19.07.2019

Received Date : 22.06.2019
Accepted Date : 19.07.2019

DETERMINATION AND MODELLING OF EMISSIONS FROM AIRCRAFT AT KAHRAMANMARAS AIRPORT, TURKEY

UÇAKLARDAN KAYNAKLANAN EMİSYONLARIN BELİRLENMESİ VE MODELLENMESİ: KAHRAMANMARAŞ HAVALİMANI ÖRNEĞİ

Kıymet ÖZGÜNOĞLU¹, Nihan UYGUR^{1,}*

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nihan UYGUR, nuygur@ksu.edu.tr

ÖZET

Havaalanları önemli hava kirletici kaynaklarından biridir. Sera gazları (CO₂, CH₄, N₂O, H₂O, O₃) ve partikül maddeler (PM) en çok bilinen havalimanı kaynaklı hava kirleticileridir. Sera gazı karakterli antropojenik kaynaklı diğer kirleticiler ve insan aktiviteleri de bu hava kirleticilerinin bir bölümünü oluşturur. Sera gazlarının (Karbon dioksit, metan ve azot oksit) konsantrasyonları insan aktiviteleriyle artış göstermektedir.

Bu çalışmada Tier 1 ve 2 yaklaşımları aracılığıyla IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) metodolojilerini kullanarak hava kirletici emisyonlarının (CO, NO_x, SO₂, NMVOC) ve özellikle beş doğal sera gazından başlıca üç tanesinin (CO₂, CH₄, N₂O) konsantrasyonlarının, LTO (iniş / kalkış) sırasındaki uçaklardan ve Kahramanmaraş Havaalanındaki diğer kaynaklardan oluşum miktarları 2015 ve 2016 yılları için tahmin edildi. Buna göre LTO sayısı 2015 yılı için 2330; 2016 yılı için 2693 olarak belirlendi. Buna ek olarak, LTO fazları sırasında ortaya çıkan SO₂ emisyonları, Kahramanmaraş Havalimanı'nın hava kalitesi üzerine etkisi MATLAB SIMULINK kullanılarak modellenmiştir. Elde edilen sonuçlar, SO₂ emisyonunun konsantrasyon değişikliklerine katkısının Kahramanmaraş şehir modelinde nispeten daha düşük ve daha yavaş değiştiği gösterirken, konsantrasyon değişikliklerine SO₂ emisyon katkısının Kahramanmaraş Havaalanı modeline göre daha hızlı ve daha fazla gözlendiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: İniş ve kalkış, uçak emisyonları, kutu modeli, SO₂

ABSTRACT

Airports are one of the significant sources of air pollutants. Greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O, H₂O, O₃) and particulate matter are most known airport originated air pollutant. Human activity has provided additional sources for these and other gases that have greenhouse-gas characteristics. Carbon dioxide, methane, and nitrous oxide concentration have increased line due to the human activity.

Values of air pollutants emissions (CO, NO_x, SO₂, NMVOC) and specifically three of five natural greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O) were estimated from aircraft during the LTO (landing / take off) and other sources at Kahramanmaraş Airport for 2015 and 2016 using methodologies of IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) by means of Tier 1 and 2 approaches in this study. According to these data number of LTO were determined 2330 for 2015 year and 2693 for 2016 year respectively. In addition to this SO₂ emissions which occurred during LTO phases were modeled using by MATLAB SIMULINK on air quality of Kahramanmaraş Airport. The results indicated that the SO₂ emission contribution to changes of concentration was been observed relatively lower and more slowly on Kahramanmaraş city model, while SO₂ emission contribution to changes of concentration was been observed more quickly and more based on Kahramanmaraş Airport model.

Keywords: Landing and take-off, aircraft emissions, box model, SO₂

GİRİŞ

Civil aviation is a sector that has grown strongly in the last decade through economic development. The growth of civil aviation depends on the safety and speed of air transport. Although road, rail and maritime transport is an important source of greenhouse gas and air pollutant emissions in the atmosphere, air traffic is also an important source of emissions and has a significant impact on atmosphere and climate change (Song and Shon, 2012). Accordingly (Lee et al., 2009), the calculated annual average passenger traffic growth rate was 5.3% between 2000-2007, while passenger traffic increased by 38% (Song & all., 2015) Similar situation has been reported in our country. the situation has been determined from 34 million to 166 million in the last 9 years at 317% (Yılmaz, 2017). Air traffic activities are therefore an important issue in the environmental impact assessment of civil aviation. Air transportation generated emissions are different from other emission sources. Emissions from aircraft are caused by fuel burned in aircraft engines and have significant air pollutant rates in traffic. Up to now, studies on this issue have tried to determine the damage levels of air transport emissions. Most studies emphasize that air emissions have negative effects on the atmosphere and may cause deterioration of air quality at airports (Pecorari et al., 2016; Song et al., 2015). It also has direct or indirect harmful effects on human health, ecosystems and cultural heritage (Yılmaz, 2017).

The values of these emissions varying depend on the airport intensity and size. Namely, the amount of emissions is much higher in very intense and large airports which located at the crossroads of national and international airway. Moreover, aircraft type, frequency of aircraft flights are other factors on this situation. Civil IFR (Instrumental Flight Rules) flights; Civil VFR (Visual Flight Rules) flights, also called general aviation; Civil Helicopters, and Operational Military flights are main component of air traffic (EEA, 2000). In assessing the potential of aircraft emissions to affect the lower atmosphere, Civil IFR (Instrumental Flight Rules) flights stands out as a unique category since the it covers largest fraction of scheduled flights of aircrafts. (Fig. 1)

In general, the exhaust emissions of aircraft are CO₂ (Carbon Dioxide), H₂O (water vapor), NO_x (nitrogen oxides), SO_x (sulfur oxides), CO (carbon monoxide), HC (hydrocarbons), VOC (volatile organic carbons) other gases and particulates during flight (Kesgin, 2006). In the 1970s, the effects of NO_x (NO + NO₂) emissions from Concorde civilian supersonic aircrafts on stratospheric ozone depletion were investigated. At the end of the 1980s, studies on the effects of subsonic aircraft emissions on tropospheric ozone and climate change and contrail have been carried out.

Moreover, these emissions contribute to positive radiative forcing (RF) of climate, the early of 1990s and in the 2000s, effects of aviation emissions (CO₂, NO_x, particulates, etc.) on climatic RF (radioactive force) were investigated. According to these studies, total RF from aviation occur 3.5% of anthropogenic RF with 55 Wm⁻² (Song&all., 2012).

Generally these exhaust are the products of the combustion of kerosene which a fossil-based fuel (Unger & all., 2012). While Carbon monoxide, hydrocarbons and particulate matter (PM) are composed from the incomplete combustion of hydrocarbon fuels; carbon dioxide and water vapor, which they occur combining carbon and hydrogen in fuel with oxygen in the air, are composed from the complete combustion of hydrocarbon fuels like kerosene, gasoline, and diesel. Nitrogen oxides emissions are composed when fossil-based fuel is burned at high temperatures, as in the combustion process. One of the exhaust emissions of aircraft is sulphur oxides that produced from gasoline, coal etc. Sulphur contained fuels. (Yılmaz, 2017) In this point, it is important consideration in the environmental impact of aircraft emissions with regard to fuel type.

Service buses, support equipment, auxiliary power units (APUs), fixed airport power supplies (FAA, 2015) tyre, brake and asphalt wear are other emission sources at the airports. Additional sources may also be present at airports, including maintenance work, heating facilities, fugitive vapors from refueling operations, kitchens and restaurants for passengers and operators, etc. Especially large fractions of total particulate matter mass originate from the turbulence which occur during aircraft movements (e.g., British Airports Authority, 2006). Aircraft emissions at airport have been investigated in only a few studies.

In the recent years because of the strong aviation passenger transport volume increases in these emissions has continued and contributed to air pollution at the local scale. The emissions from aircraft have been evaluated according to their potential environmental impacts and they investigated also two different way as LTO, which includes all activities near the airport that take place below the altitude of 3000 feet (1000 m). (take-off and landing

phases of aviation) and non-LTO cycle (above 1000 m and at cruise level). The aim of this study to determine the characteristics of pollutant emission from aircraft, the impacts upon micro and macro scale air quality by using LTO cycle and MATLAB SIMULINK Model Structure

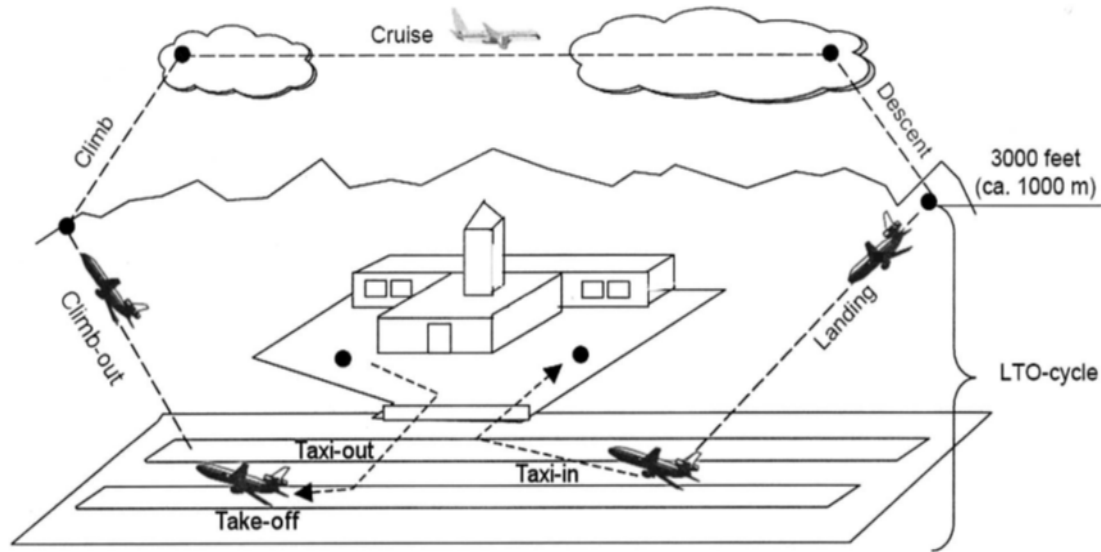


Fig. 1. LTO Cycle (Adapted From IPCC, 1997)

It is possible to see examples of this situation in the world and in our country related to studies conducted. At Turkish airports, aircraft emissions estimations were investigated by limited number studies, there is not comprehensively research article until now. The estimating of aircraft emissions during the LTO cycle around a local airport in Turkey was studied by (Kesgin, 2006) using flight data recorded by the State Airports Authority.

Similarly, emission estimation was carried out at Adnan Menderes Airport, Turkey (Elbir, 2008). In that study, emissions of aircrafts with gas turbine engines investigated during LTO cycle. Estimation of aircraft LTO pollutant gas emissions during LTO cycle at Kayseri Airport was carried out using flight data recorded by the State Airports Authority. According to the ICAO - Engine emission data bank calculations were determined. Author estimated the effect of taxiing time on the aircraft emissions. (Yılmaz,2017) Aircraft emissions during LTO cycle and their chemical and physical characteristics, their modeling have been investigated in different studies all over the world.

(Unal & all., 2005) assessed the impact of airport-based $PM_{2.5}$ and ozone on local air quality by using the EDMS (Emission Dispersion Model System) at Hartsfield-Jackson International Atlanta Airport.

(Carslaw & all., 2006) measured the NO_x concentration by using two variable polar graphic and data filtration techniques at seven geographical sites around the airport to determine the emission effects from airplane activities at London Heathrow Airport.

(Schürmann & all., 2007) compared to emission indices of the aircraft at idle with the emission indices published by the ICAO (International Civil Aviation Organization) by measuring the emission indices of the aircraft at the Zurich Airport by using the open path device to determine NO , NO_2 , CO and CO_2 emissions. It has been determined that the concentration of CO near the terminal is largely dependent on the movement of the aircraft while the concentration of NO is derived from the ground support vehicles and the emission indices measured for the aircraft are largely dependent on the engine type.

(Westerdahl & all., 2008) In order to measure UFP (Ultra Fine Particle), size distribution, particle length, Black Carbon, NO_x and polycyclic aromatic hydrocarbons (PM-PAH) in the vicinity of Los Angeles International Airport (LAX) moving air monitor is used. Emission measurements were made in two directions, upwind and downwind. As a result of, it was observed that the particle size distributions for two cases were quite different from each other.

(Lee & all., 2009) calculated radioactive forces based on IPCC SRES A1 and B2 estimation scenarios and provided technological strategies to reduce emissions in order to assess the impacts of aviation emissions on global climate change between 2005 and 2050.

(Arunanachalam & all., 2011), Hartsfield-Jackson, Chicago's O Hare and Providences T.F. Green located in the US at three airports has been analyzed by using the Community Multiscale Air Quality Model (CMAQ) to determine the effect of PM_{2,5} pollutants occurred during the LTO (landing / takeoff) of aircrafts.

(Ellermann & all., 2011) Long-term air quality measurements of PM_{2,5} and NO_x were made at UFP's screening measurements and Apron and background measurement sites to determine air quality at Copenhagen Airport.

(Zhu&all., 2011) In Los Angeles Airport, five different sampling regions were selected in the departure position of the aircraft and measurements were made in the downwind. Size distribution and concentration of UFP (Ultrafine particle) with a diameter of less than 100 nm; PM_{2,5} mass and chemical species.

(Hauglustaine & Koffi, 2012) investigated the effects of NO_x emissions from aircraft exhaust in Europe and the United States on the ozone layer and have shown that, based on various projections, NO_x emissions from aircrafts in 2050 could cause an increase in ozone concentrations of 30-40%.

(Hsu & all., 2012) Worwick T.F. At Green Airport, measurements were made by using high resolution monitor and aircraft activity data around 4 sites to determine the effect of UFP (Ultrafine particle) concentrations resulting from aircraft landing and takeoff (LTO) activities. (Barret & all., 2013) empirically explained the relationship between aircraft engine type and NO_x concentration by using the aircraft smoke dispersion method at London Heathrow Airport.

(Gettelman & Chen, 2013) estimated climatic effects of Black Carbon and Sulphate (SO₄) aerosols from the aviation sector by using the Global Cycle Model (GCM / General Circulation Model). They observed that when black carbon was nucleating enough, it had no significant effect on the radioactive force and that sulfate emissions changed the water vapor (H₂O) in the clouds at low altitudes (~200 hPa) and that the aerosol forces from aviation should be considered together to assess the global effects on the climate has been achieved.

(Song & all., 2015) investigated the effect of air pollutants radiated in the boundary layer (BL) on Ozone concentration in summer with the help of the CMAQ model at three international airports in South Korea (Incheon, RKSI, Gimpo, RKSS, Jeju, RKPC).

(Pecorari & all., 2016) analyzed the spatial and temporal aircraft exhaust distribution for the LTO (landing / takeoff) cycles, which evaluated the distribution and deposition of the main aircraft exhaust emissions (NO_x, HC and CO) by using the Lagrangian particle model.

In our country, the number of studies about pollutant emissions at the airport is limited, mainly these are;

(Unal & all., 2014) calculated the greenhouse gas emissions from Nevsehir Cappadocia Airport according to the Tier 1 and Tier 2 approaches determined by the IPCC methodology and compared them with the limit values in the legislation.

(Ekici & all., 2013) in 2012. Ataturk Airport (Istanbul), Antalya Airport (Antalya), the Esenboga Airport (Ankara) in Turkey (HC, CO, NO_x) emissions during landing/takeoff from aircraft were examined.

(Elbir, 2008) calculated HC, CO and NO_x emissions for aircraft LTO (landing, take off, climb and approach) phases with the help of a Flight Data Recorder (FDR) at Adnan Menderes Airport.

The latest study (Yılmaz, 2017) examine destination of pollutant gas emissions including nitrogen oxides (NO_x), hydro- carbons (HC), and carbon monoxide (CO), from aircraft during landing and take-off (LTO) cycles for the year 2010 at Kayseri Airport in Turkey.

In this study, air pollutants (CO, NO_x, SO₂, NMVOC) estimated according to Tier approaches proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in the Kahramanmaras Airport during the LTO (landing/ take

off). In addition to, this study attempted to model the SO₂ emissions occurred by aircraft during LTO by means of box modeling. Modeling Flight data and meteorological data were simulated by using MATLAB SIMULINK.

MATERIAL AND METHOD

Study Area

Kahramanmaraş city is the 18th largest city of Turkey with a population of 1.2 million and It is the 11th largest city of Turkey with an area of 14,346 km². It is located between 37-38 northern parallels and 36-37 eastern meridians. Kahramanmaraş city is located to the east of the Mediterranean Region and is located in an important position connecting the roads from the south and the Mediterranean to the east and north in both road and rail transportation. Kahramanmaraş Airport, which provides air transportation of Kahramanmaraş, was opened to service by State Airports Authority Directorate General (SAADG) in 1996. According to the main status of State Airports Authority Directorate General (SAADG) which it is affiliated with, it operates as a State- owned Enterprise and operates as a Civil Airport.

Kahramanmaraş Airport is 5 km away from the city center on the Gaziantep-Pazarcik beltway in south-east of Kahramanmaraş. It is located in the distance 19 km to Turkoglu district and 31 km to Pazarcik district (Fig. 2). The residential area where the airport is located is 1,100,000 m². 07 * 25 runway has composite coating of 2300 * 45 size. The open areas of the passenger are 540 m² and the parking capacity of the car is 40 '. Geographical Coordinates 37 ° 32 '18 "N, 36 ° 57' 7"E (SAADG, 2017).



Fig. 2. Location of Kahramanmaraş Airport and Map of Kahramanmaraş

Determination of Emissions

Emissions calculations have been assessed according to the Tier 1 and Tier 2 approaches identified by IPCC methodologies.

Tier 1 method is calculated by multiplying the amount of fuel consumed in LTO (landing / take-off) and cruise operations by average emission factors, as shown in eq. (1).

$$Emission = Emission\ Factor \times Fuel\ Consumption \quad (1)$$

Less than 1% of the fuel used in aviation originates from aircraft gasoline. Therefore, calculations generally are made according to aircrafts using jet fuel.

Tier 2 method is used only for jet engine aircraft using jet fuel. In the Tier 2 method, aircraft operations are divided into two phases as LTO and cruise phases. In order to apply the Tier 2 method, it is necessary to know the number of LTOs and the types of aircraft. The number of LTOs belonging to aircraft types and aircraft type for the 2016 year was taken from Kahramanmaraş Airport and the emission amounts according to eq. (2) were calculated by multiplying with the emission factors and amount of fuel consumption as shown (Table 1) in Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006 (IPCC, 2006)

$$LTO\ Emissions = LTO\ Number \times LTO\ Emission\ Factor \quad (2)$$

Table 1. IPCC Emission Factors for Some Aircraft Types for LTO Cycle

Aircraft Type	CO ₂ (kg/LTO)	CH ₄ (kg/LTO)	N ₂ O (kg/LTO)	NO _x (kg/LTO)	CO (kg/LTO)	NMVOC (kg/LTO)	SO ₂ (kg/LTO)	Fuel Cons. (kg/LTO)
A319	2310	0.06	0.1	8.73	6.35	0.54	0.73	730
A320	2440	0.06	0.1	9.01	6.19	0.51	0.77	770
A321	3020	0.14	0.1	16.72	7.55	1.27	0.96	960
B738	2780	0.07	0.1	12.30	7.07	0.65	0.88	880
GLF4	2160	0.14	0.1	5.63	8.88	1.23	0.68	680

The Box Model

The simple method to model air pollutants is box model. Air flow assumed defined volume of air (box). The box model based on conservation of mass. It can calculate dispersions, chemical and physical reactions of air pollutants in the box, when atmosphere thought of as a box. In addition, meteorological events and effects of their distribution on pollutants can be easily calculated with box modeling. Gases and uncertain pollutants in the box are uniformly distributed and homogeneously mixed. Advantages of box model are that the particle and gas pollutants in the box give better results than the model made entirely in the atmosphere and simplification of atmospheric events. Formation of pollutants can be simulated regardless their local movements. According to this result box model provide an idea movement of pollutants irrespective of the meteorological conditions that may vary depending on the region. Box model; simple, diffuse and multi-cell model. The simple box model is based on the conservation of contaminant mass in an Eulerian box representing the urban area (Zeydan, 2017). In this model, the city is assumed to be rectangular and a side of the city should be parallel to the wind direction (Fig.3).

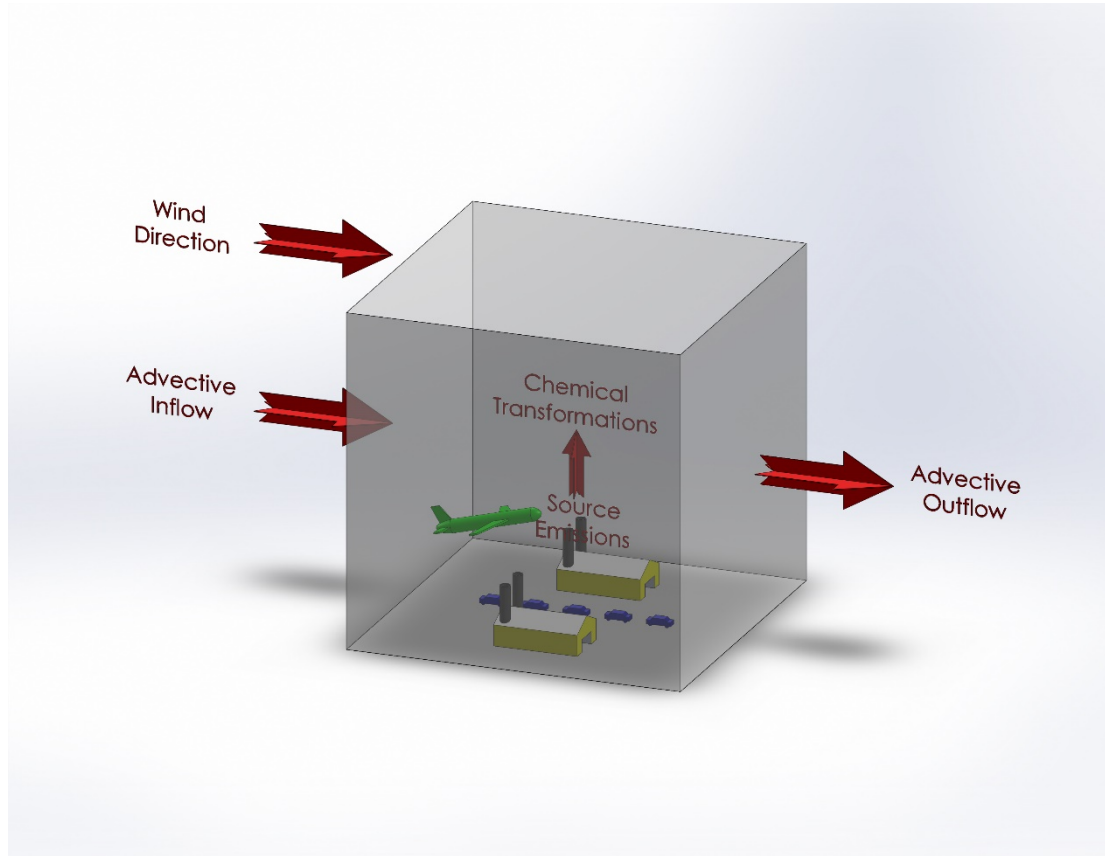


Fig.3. Processing the Box Model (Adapted by Finlayson-Pitts B.&J., Pitts J. N.,2000)

The simple box model aims to calculate the concentrations of air pollutants in the city based on the general substance balance equation (equation 3).

$$\text{Pollutants Entering The Box} - \text{Pollutants Released From The Box} = 0 \quad (3)$$

$$uWHb + qWL = uWHc$$

$uWHb$: Flow rates in

$Q = qWL$: Emissions are emitted to the atmosphere by a variety of sources.

$uWHc$: All flow rates out

$$c = \frac{qL}{uH}$$

c : c is the concentration in the entire box it is uniform in the whole volume of air over the city ($\frac{\mu g}{m^3}$)

b : background concentration (upwind), the concentration of pollutant in the air entering the city is constant and is equal ($\frac{\mu g}{m^3}$); without flowrate in $b=0$

Q : The air pollutant emission rate of the city ($\frac{g}{s}$)

q : The emission rate per unit area is $q = \frac{Q}{A} \text{ g/s} \cdot m^2$

A : Area (m^2)= WL

W, L : Dimensions, with one side parallel to the wind direction

u : Wind velocity in the x direction

$$Q = qA$$

RESULT AND DISCUSSION

(SAADG) Kahramanmaras Airport reports that aircraft LTO number at Kahramanmaras Airport strengthened to 2393 in 2016, up from 2330 in 2015. There is a 2.7% increase in the number of LTOs between 2015 and 2016 according to these data. While Boeing 737-800 (738) series were the aircraft that made the most landing /take off to Kahramanmaras Airport with 684 LTO number in 2015 (Fig. 4), Airbus 320 type aircraft became the most

landing/take off aircraft to Kahramanmaraş Airport with 951 LTO number (Fig. 5) in 2016 when LTO number investigated up to aircraft types.

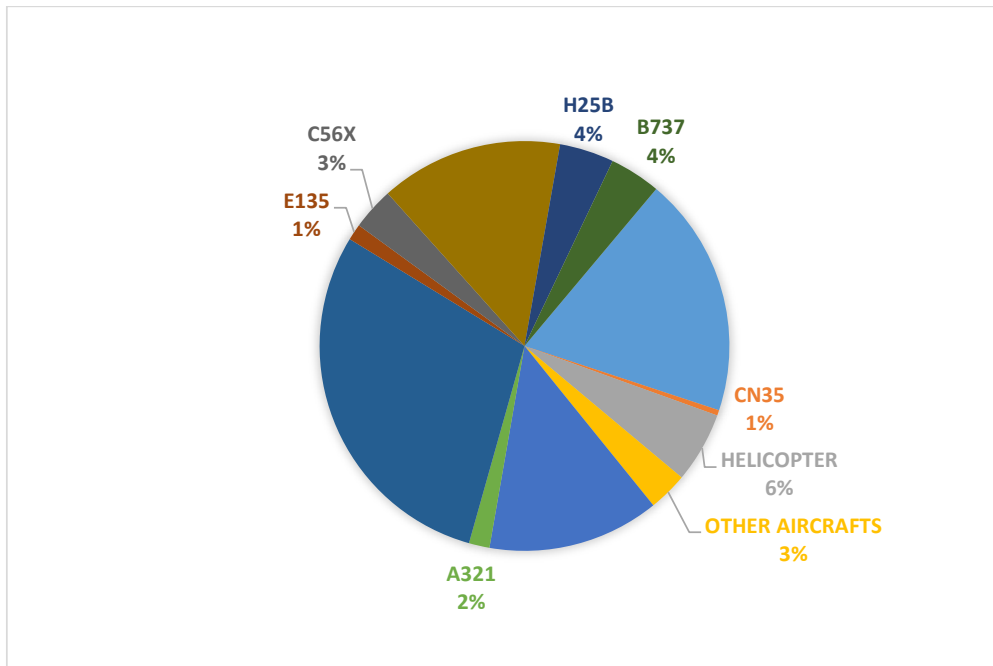


Fig.4. Distribution of Aircraft Types According to LTO Numbers at Kahramanmaraş Airport In 2015

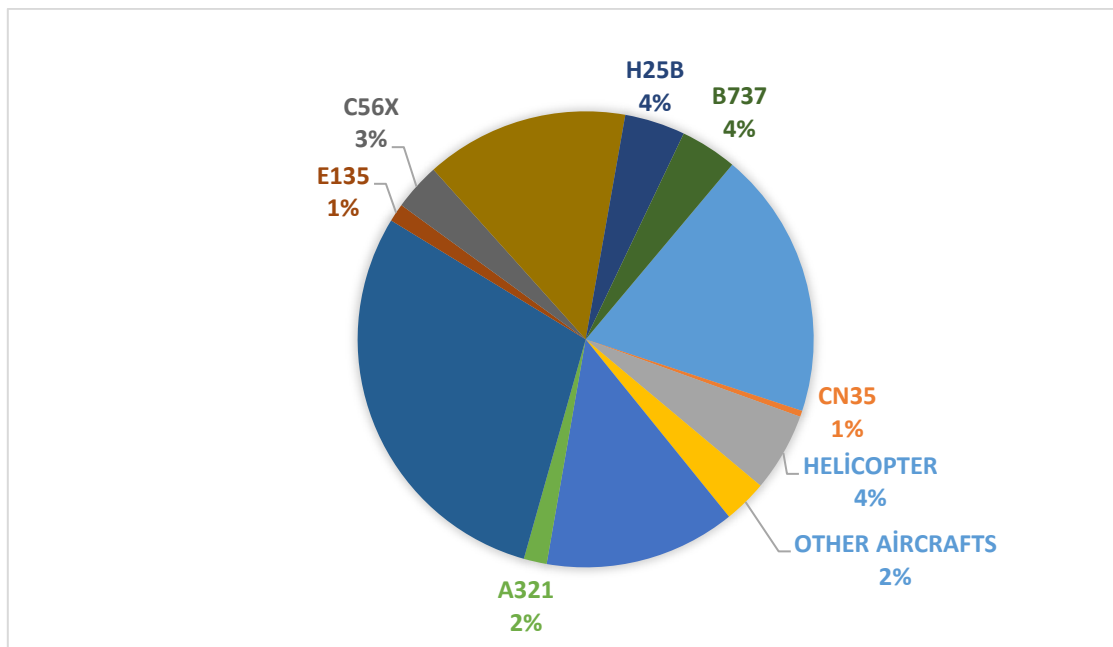


Fig.5. Distribution of Aircraft Types According to LTO Numbers at Kahramanmaraş Airport In 2016

As seen in Figure 6, there is a decrease in LTO numbers of aircraft wintertime compared to other months for the period of 2015-2016. It can be said that this decrease in LTO counts in winter is dependent on meteorological conditions. Especially in 2015, the number of LTOs showed more tendency to decrease due to the more severe meteorological conditions of winter months of this year.

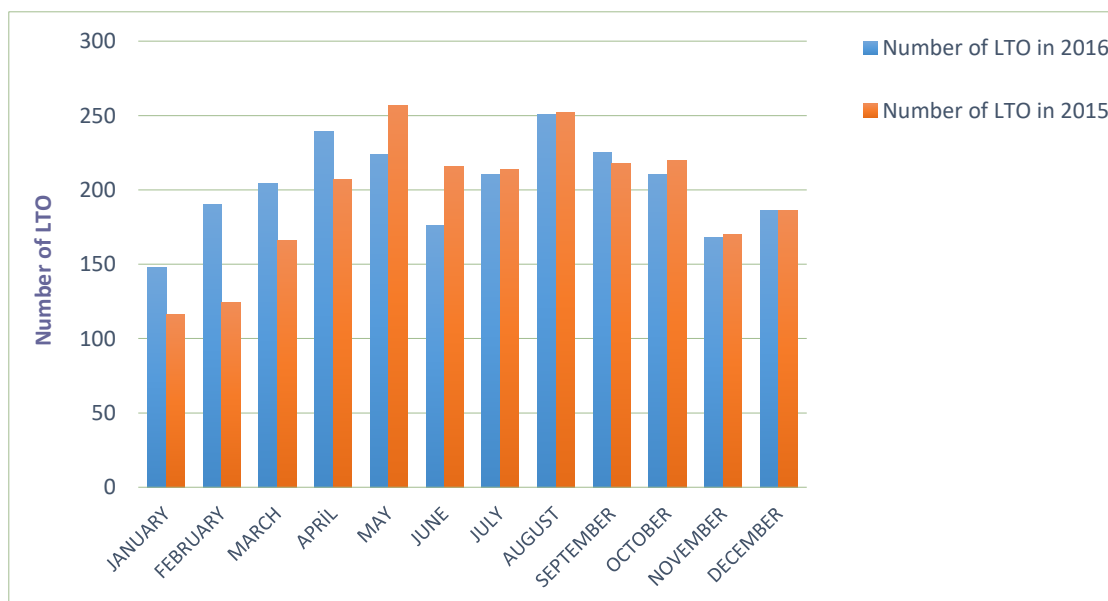


Fig.6. Comparison of LTO Numbers by Months In 2015 and 2016

In this study, the greenhouse gas emissions (CO_2 , CH_4 , N_2O) and air pollutants (CO , NO_x , SO_2 , NMVOC) for LTO modes (including take-off, climb-out, taxi, and approach) of aircraft in Kahramanmaraş Airport in 2016 were estimated according to Tier 2 approach determined by the methodologies of IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In 2016, a very small percentage (4%) of the aircraft landing / take off to Kahramanmaraş Airport constitutes helicopters using gasoline as fuel. Therefore, calculations are made according to aircraft using jet fuel. The emission factors and fuel consumption used in the calculations are taken from the IPCC 2006 guidelines (Table 1). Amount of emission were calculated according to equation number 2 by using the data of LTO numbers taken from Kahramanmaraş Airport. As a result of the calculations, the emission amounts shown in Table 2 were obtained.

As a result of the calculations made, it is concluded that aircraft type generating most emission was Airbus 320 (A320). Even though the Boeing 737-800 (738) and Airbus 321 (A321) aircraft types are lower than the A320 type aircraft emission factor (Table 1), the LTO number is higher than the other aircrafts. Therefore, A320 aircraft type has maximum emission.

Amount of emission differ according to aircraft types, but emissions of CO_2 , NO_x , CO and SO_2 always are higher than those of N_2O , CH_4 and NMVOC emissions (Fig. 7).

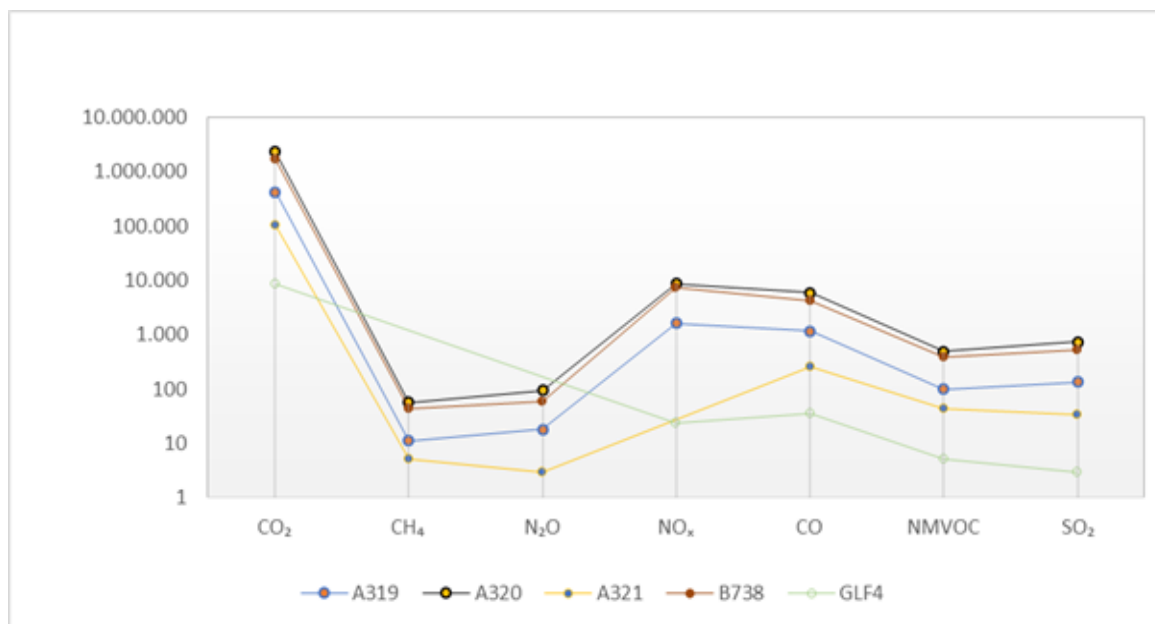


Fig.7. Emission Amounts According to Aircraft Type

Table 2. LTO Number, Emission Values and Fuel Consumption During LTO For Year 2016

Aircraft type	LTO Number	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂	Fuel Consumption (kg)
A319	184	425.040	11	18	1.606	1.168	99	134	134.320
A320	951	2.320.440	57	95	8.568	5.886	485	732	732.270
A321	34	102.680	5	3	568.48	257	43	33	32.640
B738	604	1.679.120	43	60	7.429	4.270	393	532	531.520
GLF4	4	8.640	0	0	23	36	5	3	2720

Determining of SO₂ Emissions from aircrafts with Simple Box Model

In this study, we were applied box model in order to determine the effect of concentrations of SO₂. This was done using two large (W=14000 m, L= 20000 m) (Fig.8) and small (W=2000 m, L=600 m) (Fig.9) imaginary boxes over the Kahramanmaras city and Kahramanmaras Airport respectively. Eq.3. was used to calculations. W and L lengths are calculated on the map assuming that Kahramanmaras city and Kahramanmaras airport are rectangular. The average value (16 µg/m³) shown in the national air quality monitoring network was used for the background concentration calculation of SO₂ emissions. The height of the aircraft during the LTO cycle for (H=1000m), the total SO₂ concentration / total LTO number that calculated by Tier 2 method for the Q account; ICAO data (Take-



Fig.9. Imaginary Small Box Over the Kahramanmaraş Airport (Comparison Volume)

These all data were simulated using MATLAB SIMULINK. First, variables are defined, and calculations are made with these variables and integrator. This simulation determined separately for imaginary big box (Fig.8) and small box (Fig.9) defined on Kahramanmaraş and Kahramanmaraş Airport. These imaginary boxes were created based on the direction of the dominant wind in Kahramanmaraş city. L dimensions of each boxes chosen in the north-westerly direction which is the direction of the dominant wind in this region. In addition, the initial conditions of the integrator were entered by calculating the background concentration for each case. The calculation is started by multiplying the volume ($W \times H \times L$) and b value. Matlab Simulink diagram of imaginary big and small box over the Kahramanmaraş City is shown (Fig. 10) and (Fig. 11) respectively.

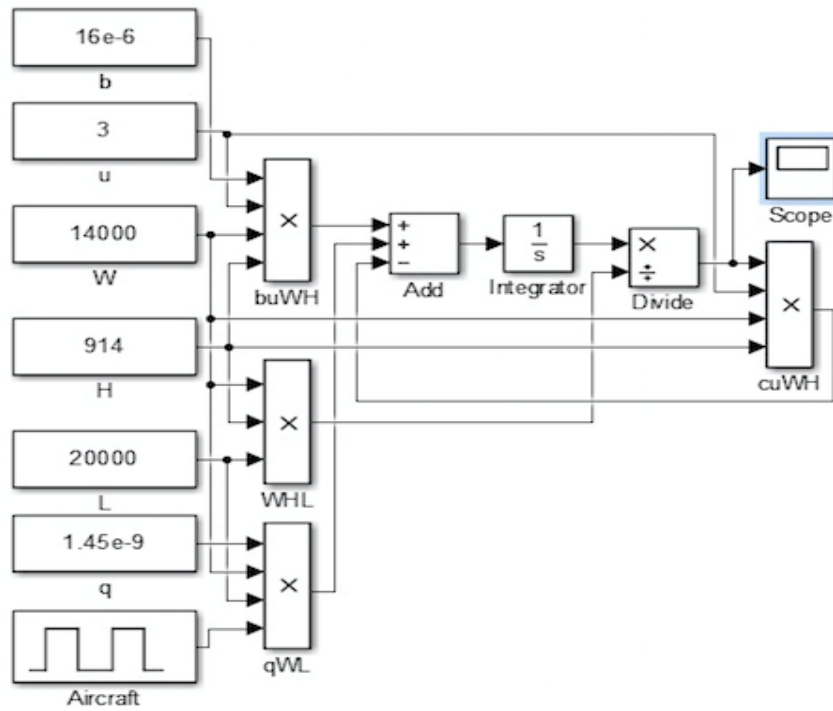


Fig.10. Matlab Simulink Diagram of Imaginary Big Box Over the Kahramanmaras City

The graphical outputs of the results in this study are obtained and given in (Fig.12), (Fig.13). Two different boxes model were performed according to these results; i) big box simulation ii) small box simulation. In the big box simulation, SO_2 concentrations less varied and decreased, the effects of emissions from airplanes have remained constant. Whereas, in the small box simulation, SO_2 concentrations more varied and decreased, the effects of emissions from airplanes have lost their effects up to speed and direction of wind. However, despite this short and rapid change, instant SO_2 concentration values in small box were observed higher than big box. These findings suggest that Box Model is performed and shaped normally, when consider logical structure of Box Model.

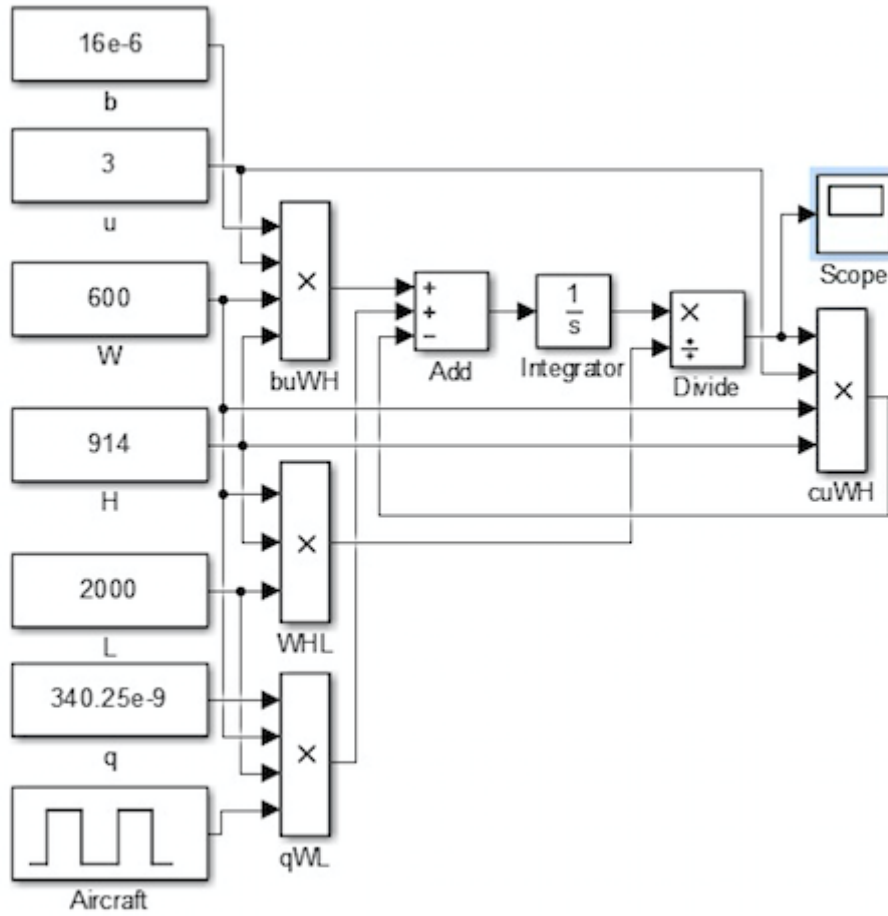


Fig.11. Matlab Simulink Diagram of Imaginary Small Box Over the Kahramanmaras Airport

Max and min concentration of SO₂ in the big box were observed 16.003 ug/m³ and 16.001 ug/m³. When based the small box, max and min values of SO₂ were observed 16.23 ug/m³ and 16.000 ug/m³ respectively. When consider big and small box model, the contribution and effect of the emissions comes from Kahramanmaras airport to the city atmosphere and near the Kahramanmaras Airport atmosphere were 0.018% and %1,43 approximately. The results show that the contribution of airport emissions to Kahramanmaras city atmosphere emissions values (big box) was less effective than to small box. They have created partial impact near the Kahramanmaras Airport.

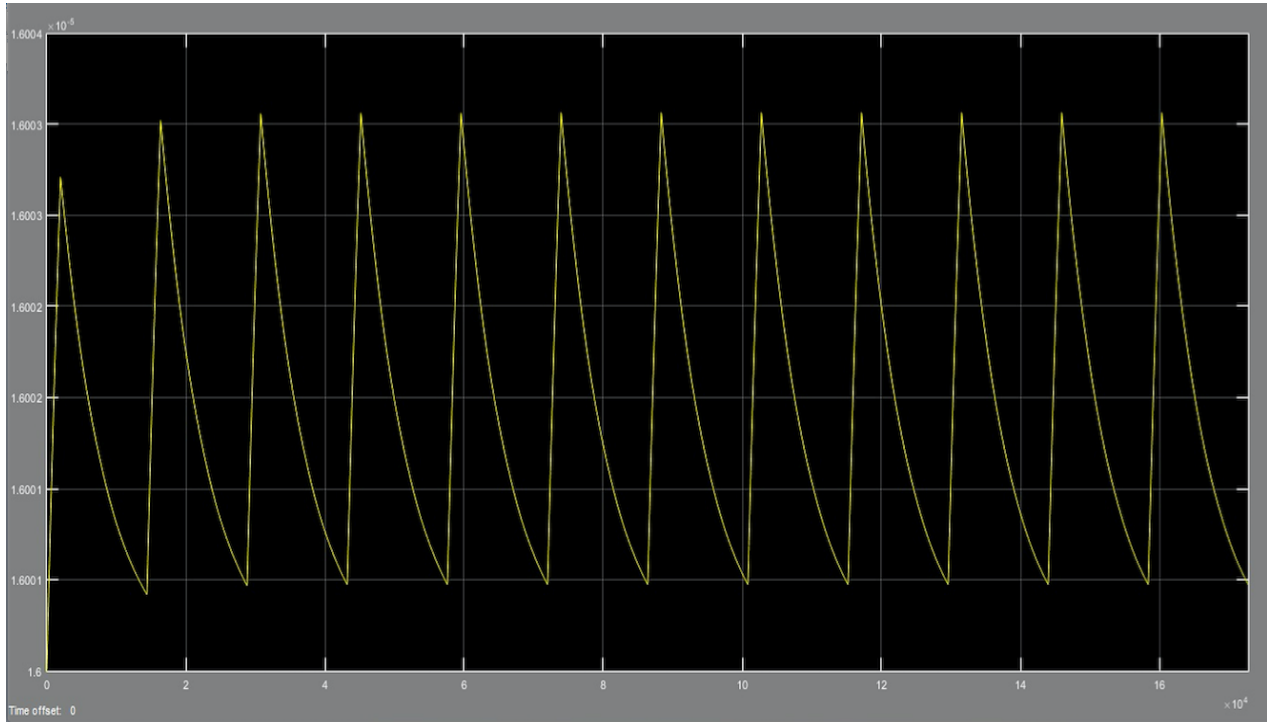


Fig.12. Graphic of SO₂ Concentration Variation in The Imaginary Big Box Over the Kahramanmaraş City Atmosphere

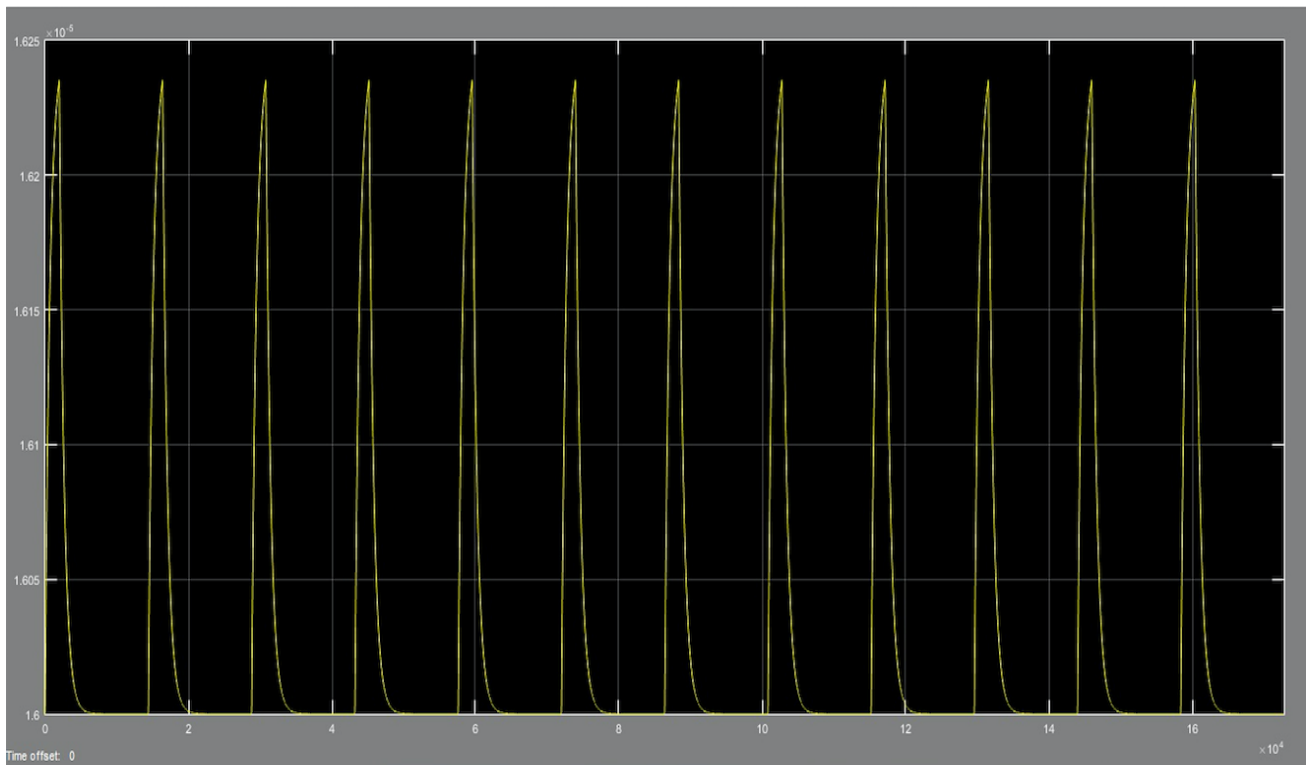


Fig.13. Graphic of SO₂ Concentration Variation in The Imaginary Small Box Over the Kahramanmaraş Airport Atmosphere

CONCLUSION

Emissions from aircraft are generally classified as carbondioxide (CO₂), methane (CH₄), water vapor (H₂O), nitrogen oxides (NO_x), various sulfur oxides (SO_x), carbon monoxide (CO), various nonmethane hydrocarbons gasses and particles. Emissions from aircraft motors are effective on stratosphere and troposphere layers of atmosphere. It is critical to think air quality and climate change in relation to adverse effects of aircraft emissions. The negative effects of aircraft emissions exist not only at environment but health also. For that reason, it has recently become important to know the amount of emissions besides the emissions.

It is aimed to calculate amount of emissions from aircraft according to Tier approaches of IPCC Methodologies for the year 2016 at Kahramanmaras Airport. These calculations were carried out using flight datas, which are contain monthly and yearly LTO number of aircraft into Kahramanmaras Airport in 2016 and 2015, recorded by the State Airports Authority and International Civil Aviation Organization (ICAO). Engine Emission Data Bank (EEDB) used for calculations.

When we see that aircraft, movements are higher in the summertime than in the wintertime. It is determined for the most intense month of the flights is August, the least frequent month is January. As seen in the results, there was a continuous increase in the aircraft traffic for period 2015-2016 at Kahramanmaras Airport. It is expected, emissions from aircraft have increase with the development of aircraft traffic. Examination of aircraft types, Airbus 320 determined that was the most frequent aircraft type at Kahramanmaras Airport in 2016. It is reported IPCC Guidelines that the Airbus 320 type has a low fuel emission factor for LTO cycles when compare with Boeing 700-800 series, thus they are giving less emissions to the atmosphere. For this reason, it can be said that the 320 aircraft type is more environmentally friendly than the other aircraft types. The biggest emission type was found to be CO₂. The annual total most important greenhouse gases CO₂ emissions for Airbus 320 during the LTO cycle were estimated to be 2,320,440 kg/y at Kahramanmaras Airport, Turkey. Box model shows that the SO₂ emissions comes from the aircraft during the LTO at Kahramanmaras Airport have an effect of 0,018% on the air quality of Kahramanmaras city atmosphere and 1,43% on the effect of Kahramanmaras Airport atmosphere respectively. According to this result, the SO₂ emissions originate from aircrafts for Kahramanmaras city partially affected around the airport, although they do not have much effect over the city. This situation is also related to the fact that Kahramanmaras Airport is not a very active and busy airport. It is obvious that the results will be different if we consider that a similar study is made for large-capitated airports in metropolises that have more parameters such as number of airplanes, number of landings-departures, number of passengers. For this reason, it can be estimated that urban atmosphere contributions will be higher than aircraft emissions contributions.

Emissions from aircrafts are increasing every year due to the increase in demand for air transportation. In the next years, the development of technological strategies to reduce the adverse effects of emissions on air quality depends on the accurate detection of emission quantities and up-to-date inventory data. The lack of emission factors and the aircraft types contained in the IPCC guidelines make it difficult to reach a definitive result in calculations. For this reason, conducting empirical studies will allow a more accurate calculation of emission quantities.

REFERENCES

- Arunachalam, S., Wang, B., Davis, N., Baek, B. H., Levy, J. I. 2011. Effect of chemistry-transport model scale and resolution on population exposure to PM_{2.5} from aircraft emissions during landing and takeoff. *Atmos. Environ.* 45(19), 3294-3300. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.03.029>.
- Barrett, S.R.H., Britter, R.E., Waitz, I.A., 2013. Impact of aircraft plume dynamics on airport local air quality. *Atmos. Environ.* 74, 247–258.
- British Airports Authority, 2006. Gatwick 2010 Baseline Emission Inventory. Available at: http://83.98.24.64/Documents/business_and_community/Publications/2006/2010_baseline_emissions_inventory.pdf (last accessed September, 2013).
- Carslaw, D.C., Beevers, S.D., Ropkins, K., Bell, M.C., 2006. Detecting and quantifying aircraft and other on airport contributions to ambient nitrogen oxides in the vicinity of a large international airport. *Atmos. Environ.* 40, 5424–5434.

- Ekici, S., Yalın, G., Altuntaş, O., Karakoç, T.H., 2013. Calculation of HC, CO and NOx from civil aviation in Turkey in 2012. *Int. J. of Environ. Pollut.* 53, 232–244.
- Elbir, T., 2008. Estimation of engine emissions from commercial aircraft at a midsized Turkish airport. *J. Environ. Eng.* 134, 210-215.
- Ellermann, T., Massling, A., Lofstrom, P., Winther, M., Nojgaard, J.K., Ketzel, M., 2011. Investigation of air pollution at the apron at Copenhagen Airport in relation to Working Environment (Danish with English Summary). DCE- Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University, p.148. DCE report no.5.
- FAA., 2015. Aviation Emissions, Impacts ve Mitigation: A Primer. Office of Environment and Energy.
- Finlayson-Pitts B. J., Pitts J. N., 2000. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere Theory, Experiments, and Applications, Academic Pres, U.S.A.
- Gettelman, A., Chen, C., 2013. The climate impact of aviation aerosols. *Geophys. Res.* 40, 2785-2789. <https://doi.org/10.1002/grl.50520>.
- Hauglustaine, D.A., Koffi, B., 2012. Boundary layer ozone pollution caused by future aircraft emissions. *Geophys Res. Vol.39, L130808.* <https://doi.org/10.1029/2012GL052008>.
- Hsu, H.H., Adamkiewicz, G., Houseman, E.A., Vallarino, J., Melly S.J., Wayson, R.L., Spengler, J.D., Levy, J.I., 2012. The relationship between aviation activities and ultrafine particulate matter concentrations near a mid-sized airport. *Atmos. Environ.* 50, 328–337.
- International Civil Aviation Organization (ICAO), 1993. Environmental protection: Annex, 16, Vol.II, Aircraft Engine Emissions.
- IPCC., 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC.
- IPCC/UNEP/OECD/IEA, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume II: Workbook, Chapter 1pp 3-23.
- Kesgin, U., 2006. Aircraft Emissions at Turkish Airports. *Energy.* 31, 372–384.
- Lee, D.S., Fahey, D.W., Forster, P.M., Newton, P.J., Wit, R.C.N., Lim, L.L., Owen, B., Sausen, R. 2009. Aviation and global climate change in the 21st century. *Atmos. Environ.* 43, 3520–3537.
- Pecorari, E., Mantovani, A., Franceschini, C., Bassano, D., Palmeri, L., Rampazzo, G., 2016. Analysis of the effects of the meteorology on aircraft exhaust dispersion and deposition using a Lagrangian particle model. *Sci. Total Environ.* 541, 839-856.
- Schüermann, G., Schafer, K., Jahn, C., Hoffmann, H., Bauerfeind, M., Fleuti, E., Rappengluck, B., 2007. The impact of NOx, CO and VOC emissions on the air quality of Zurich Airport. *Atmos. Environ.* 41, 103-118.
- Song, S.K., Shon, Z.H., Kong, Y.H., 2015. Comparison of impacts aircraft emissions within the boundary layer on the regional ozone in South Korea. *Atmos. Environ.* 117, 169- 179.
- Song, S-H., Shon Z-H., 2012. Emissions of greenhouse gases and air pollutants from commercial aircraft at international airports in Korea. *Atmos. Environ.* 61, 48-58.
- Unal, A., Hu, Y., Chang, M., Odman, M., Russell, A., 2005. Airport related emissions and impacts on air quality: Application to the Atlanta International Airport. *Atmos. Environ.* 39, 5787–5798.
- Ünal, İ., Türkoğlu, F. ve Doğan, B., 2014. Research on Nevşehir Kapadokya airport in point of emission and noise. *Journal of Engineering and Machine* 55, (854). 24-29.


Westerdahl, D., Fruin, S.A., Fine, P.L., Sioutas, C., 2008. Los Angeles International Airport as a source of ultrafine particles and other pollutants to nearby communities. *Atmos. Environ.* 42, 3143-3155.


Yılmaz, İ., 2017. Emissions from passenger aircraft at Kayseri Airport, Turkey. *J. Air Transp.* 58, 176-182. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.11.001>.

Zeydan, Ö., 2017. Air Pollution Modelling. <http://cevre.beun.edu.tr/zeydan>

Johnson, G.R., Mazaheri, M., Ristovski, Z.D., Morawska, L., 2008. A plume capture technique for the remote characterization of aircraft engine emissions. *Environ.Sci.Technol.* 42 (13), 4850–4856.

ORCID

Nihan UYGUR  <https://orcid.org/0000-0003-3356-9407>

Kıymet ÖZGÜNOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-3122-2362>