



GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YAYINI

PUBLISHED BY GÜMÜŞHANE UNIVERSITY SCIENCE AND TECHNOLOGY INSTITUTE

EBSCO

ISSN 2146-538X

CİLT/VOLUME: 6

SAYI/NUMBER: 1

YIL/YEAR: 2016

Gümüşhane University Science and Technology Institute Bağlarbaşı Mahallesi 29100 Gümüşhane/TURKEY
gufbed@gumushane.edu.tr Tel: 0 456 233 12 85 Belge Geçer: 0 456 233 12 86



Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Published by Gümüşhane University Science and Technology Institute

Cilt/Volume:6 Sayı/Number:1 Yıl/Year:2016

Altı ayda bir yayınlanır/ *Published twice a year*

ISSN 2146-538X



Sahibi / Owner

Prof. Dr. İhsan GÜNAYDIN

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına

On the behalf of Gümüşhane University Science and Technology Institute

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Editor in Chief

Yrd. Doç. Dr. İbrahim TURAN

Editörler / Editorial Board

Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ

Yrd. Doç. Dr. Bülent AKAR

Yrd. Doç. Dr. Cemalettin BALTACI

Yayın Kurulu / Associate Editors

Prof. Dr. Murat KÜÇÜK

Doç. Dr. Ahmet ÇAVDAR

Doç. Dr. Ahmet GÖKDOĞAN

Doç. Dr. Selim ŞEN

Doç. Dr. Serkan ÖZTÜRK

Yrd. Doç. Dr. Bülent AKAR

Yrd. Doç. Dr. Enver AKARYALI

Yrd. Doç. Dr. Mehmet BAŞOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Hasan Tahsin BOSTANCI

Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇAVUŞOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DAŞ

Yrd. Doç. Dr. Selim KAYA

Yrd. Doç. Dr. Kemal KUVVET

Yrd. Doç. Dr. Seda NEMLİ

Yrd. Doç. Dr. Yasin OĞUZ

Yrd. Doç. Dr. Melih OKCU

Yrd. Doç. Dr. Zuhale OKCU

Yrd. Doç. Dr. Birol ŞAHİN

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Nuri URAL

Dergi Sekreteryası / Secretariat

Yrd. Doç. Dr. Enver AKARYALI

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali GÜCER

Öğr. Gör. Salih TÜRK

Arş. Gör. Ömer KARPUZ

Yayın Türü / Publication Type

Yaygın süreli ve hakemli/ Common term and refereed

Yayın Tarihi / Publication Date

31.Ocak.2016

Hakemli bir dergi olan Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi yılda iki kez online olarak yayınlanmaktadır. Akademik usullere uygun atıf yapmak suretiyle Dergide yapılan çalışmalardan yararlanılabilir. Bu dergide yayınlanan çalışmaların bütünü sorumluluğu yazarlara aittir.



Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Published by Gümüşhane University Science and Technology Institute

Cilt/Volume:6 Sayı/Number:1 Yıl/Year:2016

Altı ayda bir yayınlanır/ *Published twice a year*

ISSN 2146-538X



Danışma Kurulu/Advisory Board

- | | |
|---|---|
| <i>Emel ABDİOĞLU-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Zülfü GÜROCAK-Fırat Üniversitesi</i> |
| <i>Bülent AKAR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Abdullah KAYGUSUZ-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Enver AKARYALI-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Özgül KALKIŞIM-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Vecihi AKSAKAL-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Musa KARAALP-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Eda Feyza AKYÜREK-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>S. Mustafa KARABIDAK-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Kadri Cemal AKYÜZ-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Orhan KARPUZ-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Selahattin ALBAYRAK-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Hakan KARSLI-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Selçuk ALEMDAĞ-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Afşin KAYA-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Mehmet ALKAN-Yıldız Teknik Üniversitesi</i> | <i>Elif ÇELENK KAYA-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Gökhan APAYDIN-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Selami KESLER-Pamukkale Üniversitesi</i> |
| <i>Fetullah ARIK-Selçuk Üniversitesi</i> | <i>Kemal KUVVET-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Mehmet ARSLAN-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Murat KÜÇÜK-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Yusuf AŞIK-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Nurçin KÜÇÜK KENT-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Mustafa ATASOY-Aksaray Üniversitesi</i> | <i>Abdurrahman LERMİ-Niğde Üniversitesi</i> |
| <i>Zekeriya AYDIN-Namık Kemal Üniversitesi</i> | <i>Nafiz MADEN-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Hamit AYDIN-Zonguldak Karaelmas Üniversitesi</i> | <i>Halim MUTLU-Ankara Üniversitesi</i> |
| <i>Emre AYDINÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Salim Serkan NAS-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Bilge BAHAR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Melih OKCU-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Cemalettin BALTAÇI-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Zuhal OKCU-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Hasan BALTAŞ-Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</i> | <i>Korhan ÖZGAN-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Hacı Alim BARAN-Batman Üniversitesi</i> | <i>Müdahir ÖZGÜL-Atatürk Üniversitesi</i> |
| <i>Turan BATAR-Dokuz Eylül Üniversitesi</i> | <i>Emre ÖZKOP-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Bahri BAYRAM-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Serkan ÖZTÜRK-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Hakan BOLAT-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Sultan ÖZTÜRK-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Hasan Tahsin BOSTANCI-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Selçuk REİS-Aksaray Üniversitesi</i> |
| <i>Fikri BULUT-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Sevim Beyza ÖZTÜRK SARIKAYA-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Oğuz BURNAZ-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>İsmet SEZER-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Kamil COŞKUNÇELEBİ-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Ferkan SİPAHİ-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Günay ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Birol ŞAHİN-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Tufan ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Selim ŞEN-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Zafer ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Uğur ŞİMŞEK-Iğdır Üniversitesi</i> |
| <i>Ahmet ÇAVDAR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Emine TANIR-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Özlem ÇAVDAR-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Kamil TEKE-Hacettepe Üniversitesi</i> |
| <i>Kemal ÇELİK-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Yener TOP-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Necati ÇELİK-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Ayhan TOZLUOĞLU-Düzce Üniversitesi</i> |
| <i>Mustafa ÇULLU-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>İbrahim TURAN-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Serhat DAĞ-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Ahmet TUTUŞ-Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi</i> |
| <i>Adem DOĞANGÜN-Uludağ Üniversitesi</i> | <i>Osman ÜÇÜNCÜ-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Abdurrahman DOKUZ-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Birgül VANİZÖR KURAL-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Fatih DÖNER-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Alaaddin VURAL-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>İbrahim DÜZGÜN-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Ali YALÇIN-Aksaray Üniversitesi</i> |
| <i>Çiğdem SAYDAM EKER-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Mualla YALÇINKAYA-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Murat EKİNCİ-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Şükrü YETGİN-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Saffet ERDOĞAN-Afyon Kocatepe Üniversitesi</i> | <i>Faruk YILDIRIM- Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Yener EYÜBOĞLU-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Mustafa YILDIRIM-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Ertan GÖKALP-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Volkan YILDIRIM-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Candan GÖKÇEOĞLU-Hacettepe Üniversitesi</i> | <i>Hilal YILDIZ-Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi</i> |
| <i>Ahmet GÖKDOĞAN-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Ali Osman YILMAZ-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Mehmet Ali GÜCER-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Özcan YİĞİT-Çanakkale 18Mart Üniversitesi</i> |
| <i>Levent GÜMÜŞEL-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | <i>Halil YOLCU-Gümüşhane Üniversitesi</i> |
| <i>Ali GÜNDOĞDU-Gümüşhane Üniversitesi</i> | <i>Tahsin YOMRALIOĞLU-İstanbul Teknik Üniversitesi</i> |
| <i>Oğuz GÜNGÖR-Karadeniz Teknik Üniversitesi</i> | |

İçindekiler/Contents

OKCU M.; Gümüşhane Florasında Yabani Olarak Yetişen Rezene (<i>Foeniculum spp.</i>)'lerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi.....	1-12
KAYA A., KARABIDAK S M., KAYA S.; Gümüşhane Merkez ve Merkeze Bağlı Bahçecik Köyü Su Kaynaklarının Radyoaktivitesinin Tayini.....	13-22
ALTINOK M., KALE B., YAŞAR M., YAŞAR Ş Ş., ALKAN E., FİDAN M S.; Saunaların Yapım Teknikleri ve Tek Kişilik Konut Tipi Sauna Örneği.....	23-32
AŞIK Y.; Barajların Kontrolü ve Denetiminin Önemi.....	33-40
USLU H., ATİLA G., ERSAN Y., ÖZDEN Z.; İsrail Sazanı (<i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782) Balıklarına Uygulanan Cypermethrin'in Oksidatif Stres Parametreleri Üzerine Etkileri.....	41-46
KARABIDAK S M., BİNGÖL Ö., KAYA A., KAYA S.; X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi İçin Bir Program.....	47-60

Gümüşhane Florasında Yabani Olarak Yetişen Rezene (*Foeniculum spp.*)'lerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi

Melih OKCU*

Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü, TR-29100, Gümüşhane, Türkiye

Geliş tarihi/Received 08.06.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 27.12.2015

Kabul tarihi/Accepted 05.01.2016

Özet

Tıbbi ve aromatik bitkiler tıbbi özellikleri, baharat olarak kullanılması, ihracat ürünü olması nedeniyle ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Bu araştırma Gümüşhane ve çevresinde yayılış gösteren *Foeniculum spp* (Rezene) üzerinde karakterizasyon ve kültüre alma çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. Çalışma materyali olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Gümüşhane ilinin merkez ve ilçelerinde doğal olarak bulunan rezenelere ait bitkiler, tohumlar ve bitki vejetatif üreme organları çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Çalışmada doğadan toplama ve herbaryum oluşturma, morfolojik karakterizasyon, agronomik gözlemler (bitki boyu, sap kalınlığı, dal sayısı, şemsiye sayısı, şemsiyecik sayısı, bin tane ağırlığı) ve kimyasal analizler (uçucu yağ oranı, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği) gibi metodolojiler takip edilmiş elde edilen veriler istatistik programında tanımlayıcı istatistikler ile değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde Köse dağı lokasyonundan toplanan rezenelerin sahip olduğu bitkisel ve kimyasal özellikler en yüksek çıkmıştır. Bitki boyu 61.88cm, sap kalınlığı 4.66mm, dal sayısı 6.25 adet, şemsiye sayısı 2.71 adet, şemsiyecik sayısı 12.41 adet, bin tane ağırlığı 5.98g, Uçucu yağ oranı %3.09 değerleri ile en yüksek rezenelerin bu lokasyondan elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda rezenelerin rahatlıkla kültürünün yapılabilmesi ve agronomik pratiklere çok uygun bir bitki olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitki, rezene, karakterizasyon

Determination of Some Properties of Wild Fennels (*Foeniculum spp.*) in Gumushane Flora

Abstract

Medical and aromatic plants are important financially as they have medical features, can be used as spice and are export products. This investigation is carried out on the characterization and cultivation of fennel (*Foeniculum spp.*) which are species that is seen at Gümüşhane. As a material the plants fennel (*Foeniculum spp.*) which are seen at Gümüşhane which is a city in Eastern Blacksea Region, their seeds and their vegetative reproduction organs are used. The methodology of the study as follows collection of plants and formation of herbarium, morphologic characterization, argonomic observations (plant length, stalk thickness, offshoot number, umbel number, seed weight) and chemical analysis (volatile lipid proportion, antioxidant capacity, total phenolic content) and data collected are evaluated by defining statistics in the statistic programmes. As the result of the study, the highest vegetal and chemical properties belong to fennel that was collected at the location Köse Mountain. The highest values for different parameters as follows for fennel: Planth length 61.88cm, stalk thickness 4.66mm, offshoot number 6.25, umbel number 2.71, umbellate number 12.41, seed weight 5.98g, volatile lipid proportion %3.09. As a

*Melih OKCU, melihokcu@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 233 73 20

result of this study, it is determined that fennels (*Foeniculum spp.*) can easily be cultured and it is also determined that this species is suitable for argonomic practices.

Keywords: Medicinal and aromatic plant, fennel, characterization

1.Giriş

Ekonomik açıdan oldukça önemli, ihracat ürünü olması ve alternatif ürün olarak yetiştirilebilmesi sebebiyle tıbbi ve aromatik bitkiler tarım sektöründe önemli bir konuma gelmiştir.

Genel anlamda tıbbi bitkiler sekonder ürün olarak alkaloidler ve izoprenoid bileşikler (steroidler, karatenoidler, eterik yağlar, reçineler, kauçuk ve gibberelinler) içermektedir (Ceylan,1995). Teknoloji de ve kimyadaki gelişmelere bağlı olarak birçok

bitki tıbbi açıdan önem kazanmaktadır. Doğal bitkilerden tedavi, baharat, koku, bitkisel çay, sebze, boya, insektisit, debegat, süs ve benzeri amaçla yararlanılmakta ve toplanmaktadır. Bu makalede ekonomik öneme sahip ve ihracat imkanı olan tıbbi ve aromatik bitkiler tıbbi ve baharat özellikleri dikkate alınarak toplanmış ve değerlendirilmiştir. *Gypsophila elegans* L. (çöven), *Foeniculum vulgare* L. (rezene) ve *Rhus coriaria* L. (sumak) türleri Türkiye'nin ihraç ettiği başlıca droglar arasında yer almaktadır (Ceylan, 1995). Bu üç türün yayılış alanlarıyla bir takım özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gümüşhane ve çevresinde var olan tıbbi bitkilerin yayılış, etkili madde, drog kullanım şekli, fayda ve kullanımları

Türler	Yayılış ¹	Etkili madde ²	Drog kullanım ³	Fayda ve kullanım ⁴
<i>Gypsophila elegans</i> L.	Gümüşhane-Karagöl Dağları, 1320m Çoruh vadisi	saponin	Kök	İdrar ve balgam söktücü, otlu peynir hazırlama, tahin helvası üretimi
<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Gümüşhane	anethol	Meyve	Gaz söktürücü, kramp çözücü, uyarıcı, anne sütünü arttırıcı, balgam söktürücü, sindirim problemleri, mide krampları
<i>Rhus coriaria</i> L.	Gümüşhane, 1300m Çoruh, Hakkari; Oramar 1857 m	Tanen ve eterik yağlar	Yaprak, tohum ve meyve	İltihap kurutucu, deri endüstrisinde kalınlaştırıcı, yün boyama, yemeklerde baharat.

1-Davis, P.H. 1982 Flora of Turkey. Vol. 2 and 3 at the University Press. Edinburg.

2-3-İlisulu, K. 1992. İlaç ve Baharat Bitkileri. A.Ü. Z. F. Yay. 1256. Ders kitabı, 360 S. 56, 179 ve 273.

4-Baytop, T. 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Atatürk Kültür, Türk Dil Kurumu Yayınları; 578. S.76, 208 ve 248, Ankara.

Ülkemiz gerek coğrafik yapısı, gerek değişik ekolojik koşullara, gerekse farklı iklim tiplerine ve çok zengin bir floraya sahip olması nedeniyle dünyanın çok önemli gen merkezlerinden biri konumundadır. Florasında 10.754 adet bitki türü ve bu bitkilerin %34.8'i endemik olması nedeniyle Avrupa'nın en gözde ülkesidir (Şehirli vd., 2005). Türkiye'de tıbbi olarak kullanılan bitkilerin sayısı kesin olarak bilinmemekle birlikte, 500 civarında olduğu tahmin

edilmekte; yaklaşık 200 tıbbi ve aromatik bitkinin ihraç potansiyelinin olduğu belirtilmektedir (Baytop, 1999; Ekim vd., 2000; Aydın, 2004). Bitki tür zenginliği ve endemik türler bakımından ülkemiz sayılı dünya ülkeleri arasında yer almaktadır. Tür zenginliği içerisinde tıbbi ve aromatik olarak kullanılan bitkilerin sayısı oldukça fazladır. Kodekse kayıtlı tıbbi bitki sayısının 140 kadar olmasına rağmen, tıbbi amaçla kullanılan bitki sayısı en az 500 olduğu belirtilmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerden çemen, kimyon, anason, rezene, kişniş, nane, çörekotu, kekik ve haşhaş ile az miktarda biberiye, fesleğen, dereotu gibi birkaç tür dışında hiçbirinin tarımı yapılmamaktadır. Tarımı yapılmayan ancak iç piyasada tüketilen ve ihracatı yapılan bitkiler ise floradan toplanmaktadır (Gürbüz, 1999).

Bitkilerin tedavi maksatlı kullanılması ilk uygarlıklara kadar uzanmaktadır (Baytop, 1999). İnsanların hastalıklara bitkilerle çare bulmaya çalışması yüzyıllardan beri süregelmiştir. Bitkilerde bulunan maddelerin kimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması ile maddelerin sentetikleri üretilerek zamanla yerini sentetik olanlara bırakılmıştır. Sentetik kimyasalların çeşitli hastalıklarda tedavi edici etkisinin yanı sıra istenmeyen yan etkileri ortaya çıkmıştır. Bu nedenle günümüzde özellikle gıda, tıp ve kozmetik ürünlerinde doğal drogların kullanımı yönünde bir artış görülmektedir (Leung ve Foster, 1996). Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitkilerin dışsatım miktarları yıllara göre değişmekle beraber 33.000 ile 52.000 ton arasında gerçekleşmekte olup bunun ekonomik karşılığı yıllık ortalama 60.434.000 Amerikan dolarıdır (Özgül vd., 2005).

Doğada kendiliğinden yetişen bu bitkiler içerisinde tıbbi amaçlı olarak kullanılan, ihraç edilen ve geleneksel olarak kullanılan birçok bitki halen doğadan toplanmaktadır. Dolayısıyla sürekli doğadan toplanarak dış satımı yapılan ve iç tüketimde kullanılan bitkiler giderek yok olmaktadır (Arslan, 1987). Kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde doğadan yapılan bu toplamaların yanında, sanayileşme ve şehirleşme, tarım alanlarının genişletilmesi ve aşırı otlatma, turizm, çorak alanların ıslahı, tarımsal mücadele ve kirlenme, bilinçsiz ağaçlandırma çalışmaları ve yangınlar ülkemizde bitki varlığını tehdit eden başlıca faktörlerdir (Ekim vd., 2000; Karagöz, 2003).

Bir baharat ve ilaç bitkisi olan rezene eskiden beri halk hekimliğinde mideyi, gaz söktürücü ve süt artırıcı etkilerinden dolayı ülkemizde kullanılmaktadır. Drog olarak bitkinin meyvelerine ilaveten yaprakları yara iyi edici; kökleri ise idrar artırıcı olarak kullanılır

(Baytop, 1999). Rezenenin dispeptik rahatsızlıklarda, öksürük ve bronşitte kullanımı Komisyon E tarafından onaylıdır (Gruenwald vd., 2004; Blumenthal vd., 2000). Rezene üzerinde yapılan yayınlar incelendiğinde meyvelerden elde edilen uçucu yağın antimikrobiyal, antioksidan, sekretolitik ve ekspektoran etkileri olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağın ana bileşeni trans-anetol'ün östrojenik, lokal anestezi, anti-tümör ve anti-genotoksik etkilerinin bulunduğu görülmektedir (Escop, 2003). Ülkemizde rezene bitkisi ve uçucu yağı; gıda sanayinde alkollü ve alkolsüz içeceklerin yapımında, şekerleme yapımında, et ürünlerinde, turşu ve salatalarda tad verici olarak kullanılmaktadır.

Rezene varyeteleri arasında bitki morfolojisi ve uçucu yağ oranı ve bileşenleri bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Acı rezene (var. vulgare) meyvelerinin ana uçucu yağ bileşenleri transanetol (% 50-75), fenkon (% 12-33) ve estragol (% 2-5) iken tatlı rezene (var. dulce) meyve uçucu yağının ana bileşenlerinden trans-anetole (% 80-90), fenkon (% 1-10) ve estragol (% 3-10) arasında değişmektedir (Gruenwald vd., 2004).

Meyveleri sabit yağ (% 10-20), uçucu yağ (% 3-7), protein (% 15-20), flavonoid, sterol, şeker ve apiol içermektedir. Uçucu yağında % 60-80 trans-anethol, % 5-10 fenkon, limonen, methyl chavicol, α -felandren, anisaldehyde, cis-anethol, anisik asit, anisketon, monoterpenler ve çeşitli alkoller içerir (Akgül, 1993; Zeybek, 1960).

Doğada yabani olarak bulunan ve sebze olarak tüketilen rezene bitkilerinin kimyasal analizlerini yapan Kaya vd. (2002), bitkinin yenebilen kısmında (yaprak) % 15.33 kül, % 4.5 mülaj, % 22.05 protein ve % 3.528 oranında N olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar rezenenin demir bakımından da zengin olduğunu ifade etmiş, çinko ve sodyum kaynağı olarak rezeneyi önermişlerdir.

Rezenenin doğal ilaç olarak kullanıldığını, özellikle sindirim organlarına destek amacı ile tüketildiğini vurgulamışlardır. Nitekim son yıllarda rezene tohumları çeşitli amaçlarla

kullanılan bitkisel çay karışımlarında da yaygın olarak tüketilmektedir (Baranska vd., 2004).

Bu makalede Gümüşhane ve çevresinde yayılış gösteren *Foeniculum spp.*(rezene)'nin yayılış alanlarının belirlenmesi, bitki örneklerinin alınması, karakterizasyon, kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve agronomi çalışmaları ile kültüre alınma olanaklarının araştırmak ve doğadan toplamalar nedeniyle tehlike altında bulunan tür ve populasyonların tohumlarının muhafaza altına alınması amaçlanmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Bitki Materyallerinin Toplanması

Gümüşhane civarı, Kelkit havzası, Karagöl dağları, Köse, Şiran, Zigana dağı, ve civarı *Foeniculum* bakımından taranmış, farklı kökenli bitki materyali toplanmış, kültüre alınabilirlikleri ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Arazilere günü birlik gidilip, yerinde ve zamanında yerlerin tespiti yapılmış ve tohum bağlama, çiçeklenme ve olgunlaşma dönemlerinde materyal toplanıp, GPS ile pasaport kayıtları tutulup, resimleri çekilmiştir. Taranan her lokasyonda bitkilerin bulunma durumuna göre herbaryum yapılmıştır. Her lokasyondan 10 bitki örneği alınmış ve karakterizasyon bu örnekler üzerinde yapılmıştır. Lokasyonları karakterize edebilmek için denizden yükseklikleri belirlenmiştir.

3.2. Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Bitki ekstraktları Liliacea için kullanılan yöntemle hazırlanmıştır (Rauha vd., 2000). 500 mg homojenize bitki materyali test tüpüne alınarak, 10ml % 80 metanol ilave edilerek süspansiyon çalkalanmıştır. Tüpte 10 dakika santrifüj edilen (1500 g) süpernatant 100ml şişeye alınacak ve materyal iki kez ekstrakte edilmiş ve 30ml ham ekstrakt kurutma fırınında 35 °C'yi geçmeden kurutulmuştur. Kalıntı metanolde ekstrakte edilmiştir (5 x 1ml % 100 metanol).

Tüp 4 ml süpernatant 1 ml son hacme kadar buharlaştırılmış ve konsantre 2 gün liyofilize edilmiştir. Yaklaşık 7 mg ekstre metanolde çözünerek 1.0mg/ml konsantrasyona ayarlanmıştır. Toplam fenolik madde tayini Slinkart ve Singleton (1977)'a göre yapılmıştır. 50µL'lik her bir numune/standart belirtilen tüplere sırasıyla pipetlenmiş sonra her bir tüpü 2.5mL saf su ilave edilmiş ve Folin-Ciocaltaeu reaktifi eklenip, vortekslenip, oda sıcaklığında 3 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Ardından, 750 µL (%7.5'lik) Na₂CO₃ eklenerek tekrar vortekslenmiş ve oda sıcaklığında 2 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda 765 nm'de absorbanslar spektrofotometrede okunmuştur. Askorbik asit tayini AOAC 1990'a göre yapılmıştır. Örneklerin Antioksidan Kapasitesi Tayini Troloks 10-100 µmol/L) standart grafiğinden yararlanılarak hesaplanmış ve Troloks eşdeğeri/g örnek olarak verilmiştir (Rice-Evans vd., 1996; Özgen vd., 2006).

3.3. Bitkilerde İncelenen Özellikler

Morfolojik gözlem olarak rezene türleri için habitüs, çiçek rengi, tohum şekli, yaprak yapısı incelenmiştir. Rezenelerin habitüs, çiçek rengi, tohum şekli gibi morfolojik özellikler incelenmiştir. Habitüs bakımından türlerin toprak üzerindeki gelişim durumlarının dik, yarı dik, yayvan olup olmadığı, çiçek rengi bakımından; türlere ait populasyonun yoğun çiçeklenme döneminde çiçek renkleri gözlenerek belirlenmiştir. Rezenelerin tohum şekli, çiçeklendikten sonra çiçeklerin tohum bağlaması ile elde edilen tohumların çıplak göz ile incelenmesinden sonra belirlenmiştir. Yine yapraklarının, alt ve üst yüzeyleri damar şekilleri yaprak şekilleri uzunlukları tüylülük durumları çıplak göz ile incelenerek belirlenmiştir.

Ayrıca rezenelerin bitki boyu, sap kalınlığı, dal sayısı, şemsiye sayısı, şemsiyecik sayısı, bin tane ağırlığı, uçucu yağ, yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı belirlenerek türlere ait populasyonların değerlendirmeleri ve diğer kimyasal analizler yapılmıştır.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi tam şansa bağlı deneme desenine göre yapılmış olup, ortalamalar arasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. Bulgular

Arazi çalışmaları sonucunda rezenelerin bulunduğu yerler;

Gümüşhane-Köse dağı arazi çalışması 2030m
Gümüşhane-Kelkit Pöske dağı arazi çalışması 2100m
Gümüşhane-Şiran Tersun dağı arazi çalışması 2507m
Gümüşhane-Zigana dağı arazi çalışması 2150m
Gümüşhane-Karagöl dağı arazi çalışması 2750m
Gümüşhane-Vauk dağı arazi çalışması 1950m
Gümüşhane-Avşarbeyli yaylası arazi çalışması 1755m

Rezene bitkisine ait popülasyonda 35 bitkinin habitüs, bitki boyu, ana dal sayısı, şemsiye sayısı, şemsiyecik sayısı, bitki başına tane verimi, 1000 tane ağırlığı, uçucu yağ oranı, yaş ve kuru ağırlıkları yönünden bazı tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir. Rezene çalışmalarında tespit edilen morfolojik ve kalite ölçüm değerleri aşağıda verilmiştir.

4.1. Bitki Boyu

Bitki boyu bakımından lokasyonlar arasında fark önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). En yüksek bitki boyu Köse dağı lokasyonundan (61.88 cm) bitkilerden, en düşük bitki boyu ise Karagöl lokasyonundan (40.50 cm) elde edilmiştir. Lokasyonlar arasındaki bu farklılığın yıl içerisinde düşen yağış miktarı ve bitkilerin tane oluşumu dönemlerinde (Temmuz-Ağustos) sıcaklık değerlerinin üst sınırlarda olmasından kaynaklanmaktadır. Yağışın yeterli olduğu Köse dağı lokasyonunda bitkilerin daha fazla boylandığı gözlenirken, yağışın az olduğu Karagöl lokasyonunda bitkiler kısa kalmıştır (Tablo 2).

4.2. Sap Kalınlığı

Araştırmada sap kalınlığının en yüksek bulunduğu lokasyon Köse dağı lokasyonu

(4.66cm) olmuştur. En düşük ise Vauk ve Karagöl dağlarından (4.04cm) elde edilmiştir. Lokasyonlar arasında sap kalınlıkları bakımından istatistiki farklılığın olmadığı tespit edilmiş, ancak ortaya çıkan az da olsa farklılığın çevre şartlarına karşı genetik yapının etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 2).

4.3. Dal Sayısı

Lokasyonlardaki ortalama dal sayısı 5.55 adet olup, 5.03-6.30 adet/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. Dal sayıları bakımından lokasyonlar arasında fark belirlenmiştir. Kırıklı-köse yolu lokasyonu (6.30 adet) en yüksek değer vermiştir (Tablo 2).

4.4. Şemsiye Sayısı

İşinsal çiçek veya meyve topluluğu olarak adlandırılan şemsiye sayısal bakımından lokasyonlar arasında istatistiki olarak herhangi bir fark görülmemiştir. Lokasyonlardan en fazla şemsiye sayısı veren (2.71 adet) Köse dağı lokasyonu olurken, en az şemsiye sayısı veren ise (2.03 adet) ile Avşarbeyli yaylası lokasyonu olmuştur (Tablo 2).

4.5. Şemsiyecik Sayısı

Her şemsiyedeki şemsiyecik sayısı bakımından lokasyonlar arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek şemsiyecik sayısını veren lokasyon Kırıklı-köse yolu lokasyonu (14.29 adet) olurken, en düşük değer Karagöl lokasyonundan (9.08 adet) elde edilmiştir (Tablo 3).

4.6. Bin Tane Ağırlığı

Araştırmada bin tane ağırlığı bakımından lokasyonlar arasında fark önemli bulunmuştur. Lokasyonlar arasında en yüksek değeri veren lokasyon Kırıklı-köse yolu lokasyonu (6.27g) oluştururken, en düşük değeri ise Karagöl dağı lokasyonu (5.12g) vermiştir (Tablo 2).

4.7. Uçucu Yağ Oranı

Uçucu yağ oranı rezenede önemli bir kriter olup distilasyon metoduna göre tespit edilmiştir. Lokasyonlar arasında uçucu yağ oranı bakımından fark önemli bulunmuştur. Lokasyonlar arasında en yüksek uçucu yağ oranı veren lokasyon (%3.16) ile Kırıklı-köse yolu lokasyonundan elde edilmiştir. En düşük değer ise (%2.02) Karagöl dağı ve (%2.05) Tersun dağı lokasyonlarından elde edilmiştir (Tablo 2). Çevre şartları uçucu yağ oranının miktarındaki artışa etki eden en önemli unsurlardandır. Kurak şartlarda bitkiler su kaybını önlemek için uçucu yağlarını salgırlar. Çevre şartları da buna etki eden bir diğer faktör olarak sayılabilir.

4.8. Toplam Fenolik İçeriği

Lokasyonlar arasında en yüksek toplam fenolik içeriği değeri veren lokasyon Köse dağı lokasyonu (12.3 ± 0.072 mg, GA/g, kuru ağırlık) olmuştur. Bunu Kırıklı-köse yolu lokasyonu (10.3 ± 0.052 mg, GA/g, kuru ağırlık) izlemiştir. En düşük toplam fenolik içerik değeri veren lokasyon ise Vauk dağı lokasyonu (8.44 ± 0.040 mg, GA/g, kuru ağırlık) olmuştur (Tablo 3).

4.9. Antioksidan Aktivitesi

İncelenen lokasyonlar arasında en yüksek fenol içeriğine sahip lokasyon Köse dağı lokasyonunun ($80.72 \mu\text{mol Trolox} / \text{g}$ kuru ağırlık) olduğu belirlenmiştir. Yani en yüksek düzeyde antioksidan aktivitenin görüldüğü lokasyon Köse dağı lokasyonu olmuştur. Bunu Kırıklı-köse yolu lokasyonu ($76.23 \mu\text{mol Trolox} / \text{g}$ kuru ağırlık), ve Pöske dağı lokasyonu ($74.22 \mu\text{mol Trolox} / \text{g}$ kuru ağırlık) takip etmiştir. En düşük antioksidan aktivitesinin görüldüğü lokasyon ise Avşarbeyli lokasyonu ($58.21 \pm 1.10 \mu\text{mol Trolox} / \text{g}$ kuru ağırlık) olmuştur (Tablo 3).

4.10. Askorbik Asit İçeriği

Özellikle elektron transferinde süperoksit ile hidroksil radikallerinin de içinde bulunduğu serbest radikallere karşı korunmada oldukça

etkin bir bileşiktir (Podsdek, 2007). Lokasyonlar bakımından incelenen bitki kısımlarından hem tohum hem de sap aksamlarında en yüksek askorbik asit içeriği Köse dağı lokasyonundan tohum (41.964) ve sap (19.597) elde edilmiştir. En düşük değer ise Vauk dağı lokasyonundan tohum (30.022) ve sap (13.240) elde edilmiştir (Tablo 3).

5. Tartışma ve Sonuç

Doğada doğal olarak bulunan bitkilerden sadece gıda temininde değil, aynı zamanda ilaç, çeşni, koku ve tat verici, yakacak, silah, barınak yapımı gibi alanlarda yaralanma imkanları tarihin çok eski dönemlerine kadar dayanmaktadır. Özellikle tıbbi içerikli olan bitkilerden elde edilen özütler ile birçok hastalık tedavi edilmeye çalışılmıştır. Ülkemizde de tıbbi bakımdan önemli bitkiler eskiden beri halk arasında tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle bitkisel kaynaklı halk ilaçları, insan sağlığında oynadıkları rol, modern bilimsel yöntemlerle yeni ilaçların araştırılması ve tasarımı önemli bir yer tutmaktadır. Bu önemli bitkilerden birisi olan Rezene bitkisi sahip olduğu pek çok özelliği nedeniyle hemen hemen her alanda kullanım imkanı bulduran bir bitkidir.

Çalışmamıza konu olan tıbbi bitkilerden rezenenin Gümüşhane ili ve çevresinde yapılan arazi çalışmaları neticesinde yetiştiği doğal ortamlar belirlenmiş ve bu ortamdaki bitkilerin morfolojik ve kalite kriterleri değerlendirilmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında 7 farklı lokasyonda varlıkları tespit edilmiş ve buldukları ortamlardan örnekler alınarak değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre 7 farklı lokasyondan toplanan örnekler üzerinde yürütülen analizler neticesinde morfoloji, kalite ve diğer kimyasal analizler açısından en yüksek değerleri veren lokasyon Köse dağı lokasyonu olarak belirlenmiştir. Köse dağı popülasyonunun kendine has özelliklere sahip olması, o bölgede doğal olarak yetişen tüm bitki popülasyonlarına farklı özellik ve nitelik katmıştır.

Tablo 2. Rezene çalışmasından elde edilen morfolojik ve kalite ölçüm değerleri

Lokasyonlar	Bitki Boyu	Sap Kalınlığı	Dal Sayısı	Şemsiye Sayısı	Şemsiyecik Sayısı	Bin Tane Ağırlığı	Uçucu Yağ Oranı	Yaş Kök Ağırlığı	Kuru Kök Ağırlığı	
Köse Dağı	R1	5.01	6.60	4.07	13.10	6.92	2.90	1788.71	559.92	
	R2	61.33 ab	6.07	2.03	13.20	5.40	2.97	740.73	280.14	
	R3	65.72 a	4.35	6.40	2.50	6.90	3.14	596.40	222.38	
	R4	61.53 ab	4.28	6.27	2.60	11.50	5.36	539.14	176.18	
	R5	60.33 b	5.03	5.93	2.33	12.60	5.30	3.22	417.42	174.36
Kırıklı-Köse yolu	Ortalama	61.88 A	6.25 B	2.71 A	12.41 C	5.98 B	3.09 B	816.48	282.596	
	R6	59.30 b	5.03	6.10	2.39	6.55	2.81	377.78	149.36	
	R7	59.20 bc	4.45	6.62	2.25	14.20	6.28	3.15	251.46	94.78
	R8	61.05 a	4.25	6.35	2.12	14.12	6.15	3.45	241.98	92.12
	R9	58.20 bc	4.15	6.24	2.06	14.35	6.06	3.22	220.95	72.01
Pöske dağı	R10	60.03 a	4.90	6.18	2.15	6.29	3.18	210.3	71.02	
	Ortalama	59.56 B	4.56	6.30 A	2.19 C	6.27 A	3.16 A	260.494	95.858	
	R11	46.90 bc	4.15	5.83	2.58	10.09	6.01	2.87	416.60	149.43
	R12	44.80 c	4.22	5.76	2.92	10.19	6.10	2.15	404.25	132.25
	R13	50.10 a	4.56	5.58	2.55	10.22	5.96	2.20	352.25	134.22
Tersun dağı	R14	48.60 b	4.78	5.96	2.07	5.85	2.25	363.22	125.44	
	R15	47.50 b	4.49	5.46	2.22	6.12	2.16	324.55	110.20	
	Ortalama	47.58 E	4.44	5.71 C	2.47 B	10.21 D	6.01 B	2.33 D	372.174	130.308
	R16	42.10 b	4.06	5.22	2.11	9.55	5.26	2.06	401.23	130.25
	R17	44.22 a	4.10	5.15	2.06	9.46	5.20	2.03	400.23	131.20
Tersun dağı	R18	43.15 ab	4.22	5.12	2.14	5.15	2.10	396.25	129.36	
	R19	44.12 a	4.11	5.06	2.19	5.06	2.03	384.21	124.52	
	R20	42.55 ab	4.03	5.09	2.05	9.16	5.10	2.05	354.25	128.35
Ortalama	43.23 F	4.10	5.13 E	2.11 C	9.29 E	5.16 E	2.05 E	387.234	128.736	

Tablo 2'nin devamı.

Karagöl Dağı	R21	40.05	4.01	5.06	2.03	9.09	5.10	1.98	404.65	254.8
	R22	40.15	3.96	5.10	2.06	9.06	5.05	2.01	526.87	362.65
	R23	41.04	4.07	5.01	2.09	9.10	5.12	2.10	699.17	418.86
	R24	41.15	4.10	5.00	2.11	9.07	5.16	2.03	343.57	244.09
	R25	40.08	4.05	4.97	2.12	9.08	5.20	1.99	326.42	190.84
	Ortalama	40.50 G	4.04	5.03 G	2.09 C	9.08 E	5.12 E	2.02 E	460.136	294.248
Vauk dağı	R26	55.22	4.56	5.55	2.05	13.24	5.90	2.94	584.10	367.30
	R27	54.10	4.35	5.28	2.01	13.35	5.76	2.96	800.16	521.28
	R28	55.15	4.28	5.34	2.04	13.30	5.94	3.01	729.13	487.76
	R29	53.20	4.44	5.25	2.10	13.06	5.83	3.04	508.86	342.17
	R30	52.15	4.39	5.23	2.03	13.34	5.91	2.97	808.75	596.29
	Ortalama	53.96 C	4.04	5.33 D	2.04 D	13.26 B	5.86 C	2.98 B	686.20	462.96
Avaşbeyli	R31	50.04	4.20	5.05	1.97	12.78	5.60	2.74	549.62	256.33
	R32	50.10	4.23	5.10	1.99	13.01	5.65	2.80	523.61	221.54
	R33	50.12	4.18	5.08	2.01	13.14	5.44	2.79	512.23	218.65
	R34	50.15	4.10	5.12	2.06	13.10	5.68	2.83	486.23	178.92
	R35	50.08	4.03	5.14	2.10	13.04	5.62	2.81	479.36	199.65
	Ortalama	50.09 D	4.15	5.09 F	2.03 D	13.01 B	5.59 D	2.79 C	510.21	215.02
	Lokasyonlar Ortalaması	50.97	4.28	5.55	2.23	11.65	5.72	2.63		

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsiz, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

Tablo 3. İncelenen bitki aksamalarının toplam fenolik, antioksidan ve askorbik asit içerikleri

Lokasyonlar	Toplam Fenolik İçeriği (mg, GA/g, kuru ağırlık) (İncelenen Kısım)	Antioksidan Kapasitesi (TEAC μ mol Trolox/g kuru ağırlık)* (İncelenen Kısım)	Askorbik Asit İçerikleri (mg/100g kuru ağırlık) (İncelenen Kısım)	Askorbik Asit İçerikleri (mg/100g kuru ağırlık) (İncelenen Kısım)
	Sap	Tohum	Tohum	Sap
Köse dağı	12.3 \pm 0.072	80.72 \pm 1.71	41.964	19.597
Kırıklı-Köse yolu	10.3 \pm 0.052	76.23 \pm 1.15	38.566	17.245
Pöske dağı	9.83 \pm 0.050	74.22 \pm 1.11	36.222	16.241
Tersun dağı	9.65 \pm 0.045	72.12 \pm 1.01	36.200	16.203
Karagöl dağı	8.75 \pm 0.042	66.21 \pm 1.02	32.211	14.211
Vauk dağı	8.44 \pm 0.040	62.23 \pm 1.11	30.022	13.240
Avşarbeyli yaylası	8.74 \pm 0.047	58.21 \pm 1.10	32.014	14.222

* Toplam fenolik içerikleri “ ortalama \pm standart sapma” (n=2) ekinde ifade edilmiştir. TEAC değerleri ise “ ortalama \pm standart sapma” (n=3) şeklinde ifade edilmiştir.

Nitekim yapmış olduğumuz çalışmaya göre pek çok kriter açısından bu lokasyon ön plana çıkmaktadır.

Morfolojik özellikler bakımından yapılan analizlerde bitki boyu, dal sayısı, sap sayısı, şemsiye sayısı, şemsiyecik sayısı, bin tane ağırlığı, uçucu yağ oranı gibi kalite özellikleri tespit edilmiştir. Köse dağı lokasyonundan elde edilen örneklerden bitki boyu bakımından ortalama 61.88 cm, sap kalınlığında 4.66mm, dal sayısında 6.25 adet, şemsiye sayısı 2.71 adet, şemsiyecik sayısı 12.41 adet, bin tane ağırlığı 5.98g, Uçucu yağ oranı ise %3.09 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Lokasyonlar dikkate alındığında genel olarak en düşük oranları veren lokasyon ise Karagöl lokasyonu olmuştur. Bu lokasyondan elde edilen değerler bitki boyu 40.50 cm, sap kalınlığında 4.04 mm, dal sayısında 5.03 adet, şemsiye sayısı 2.09 adet, şemsiyecik sayısı 9,08 adet, bin tane ağırlığı 5.12 g, Uçucu yağ oranı ise %2.02 olarak belirlenmiştir.

Lokasyonların ortalamaları incelendiğinde bitki boyu 50.97cm, sap kalınlığı 4.28mm, dal sayısı 5.55 adet, şemsiye sayısı 2.23 adet, şemsiyecik sayısı 11.65 adet, bin tane ağırlığı 5.72g, ve uçucu yağ oranı da %2.63 olarak belirlenmiştir.

Benzer çalışmalarda da rezene bitkisi ile ilgili morfolojik kriterler başka araştırmacılar tarafından da yürütülmüştür. Yapılan bir çalışmada rezenede bitki boyunu 66.19 cm (Arabacı ve Bayram, 2005), diğer bir çalışmada ise bitki boyunu 73.1-79.2 cm arasında değiştiğini bildirmektedir (Özyılmaz, 2007). Dal sayısı bakımından da (Arabacı ve Bayram, 2005) 8-9.3 adet, 3.9-4.3 adet (Özyılmaz, 2007) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Şemsiye sayısı açısından ise (Özyılmaz, 2007) (6.6-7.7 adet) olarak belirlemişlerdir. Bin tane ağırlığı dikkate alındığında (Arabacı ve Bayram, 2005) (8.14-8.17g), (Özyılmaz, 2007) da (4.1-5.3 g) tespit etmişlerdir. Uçucu yağ oranı bakımından da elde edilen değerler literatürlerle uyum göstermektedir. Elde edilen değerlerin bazıları literatürlerin altında kalmıştır. Bunun nedeni yürütülmüş diğer çalışmaların kültüre alınmış formları üzerinde yapıldığı için yüksek

değerler elde edilmiş olabilir. Yabani formlar her zaman adaptasyon çalışmalarına tabii tutulmalıdırlar. Doğada kendiliğinden bulunan türler üzerinde yürütülen çalışmalarda bu verilerin elde edilmesi ileriki çalışmalara yön tutması açısından çok önemli olacaktır.

Bu çalışma ülkemizde ve bölgemizde ekonomik öneme sahip olan bitkilerden olan rezene bitkisinin ilimiz ve çevresinde yayılışının belirlenmesi ve bu bölgede bulunan bitkinin morfolojik ve kimyasal özelliklerinin tespiti amacıyla yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda bölgede bulunan rezene bitkisinin varlığı yanında, bölgenin endemik tür ve sayısının da oldukça fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma neticesinde 7 farklı lokasyon içerisinde Köse dağı lokasyonunun çok değerli bitki populasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Rezene bitkisi açısından da en yüksek değerleri veren lokasyon olan Köse dağı lokasyonunun ilimiz içerisinde en zengin bitki türlerine sahip olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu lokasyonu Kırıklı-köse yolu lokasyonu takip etmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bu lokasyondan elde edilen veriler de rezene bitkisinin doğal yaşam alanlarından en önemlilerinden birini oluşturmaktadır.

Bu lokasyonlardan elde edilen değerlere bakıldığında toplam fenolik bileşikler, antioksidan kapasitesi, askorbik asit içeriği ve morfolojik karakterizasyon bakımından Köse dağı lokasyonu ön plana çıkmıştır. Bu alandan elde edilen bitki örneklerinden en yüksek değerler tespit edilmiştir. Dolayısıyla rezene bitkisinin en yoğun olarak tespit edildiği alan olan Köse dağı lokasyonu aynı zamanda diğer bitki tür ve çeşitleri için de zengin bir alan oluşturmaktadır.

Sonuç olarak;

1-Rezenelerden bitki örnekleri alınmış ve herbaryum oluşturulmuştur.

2-Bu bölgede yetişen rezenelerin birer antioksidan kaynağı olduğu söylenebilir. Bu bölge içerisinde bulunan çoğu bitkinin pek çok özelliğe sahip olduğu aşıkardır.

Dolayısıyla doğal antioksidan kaynakları olarak sentetik antioksidanların yerine kullanılmaları açısından gelecek vaat etmektedirler. Ancak gıda sektöründe kullanılmadan önce bu bitkinin etkinliklerinin test edilmesi kaçınılmaz olacaktır. Ayrıca bu bitkinin insan sağlığı açısından da test edilmesi gerekmektedir.

3-Bu bitkinin kültüre alınma olanakları araştırılmalı ve tarla denemelerine tabii tutulmaları gerekmektedir. Bu bitkinin ilimizde yetiştirilme imkanlarının olması için muhakkak suretle tarla denemelerinin yapılması gerekmektedir. İlimizde yoğun bir şekilde doğada doğal olarak bulunan rezene bitkisinin pazar durumu da dikkate alınarak yetiştiriciliğinin yapılması teşvik edilmelidir. Bu sayede, ekonomik açıdan çok kıymetli olan bu bitkinin kültüre alınmasının ülke, bölge ve il ekonomisine ve tarımımıza büyük katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

6. Kaynaklar

Akgül A, 1993. Baharat Bilimi & Teknolojisi. Birinci Baskı, Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15, Ankara.

AOAC,1990. Official Methods of Analysis. Method:967.21, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, U.S.A.

Arslan, N., 1987. Bitkisel İlaçhammadeleri İhracatımızın Devamlılığı ve Gelişmesi Açısından Tıbbi Bitkilerin Yetiştirilmesi ve Kültüre Alınmasının Önemi, V. Bitkisel İlaç Hammadeleri Toplantısı Bildiri Kitabı, s.96- 99, 15-17 Kasım 1984, Ankara.

Arabacı, O, Bayram, E., 2005. Rezenede (*Foeniculum vulgare* Mill.) Farklı ekim zamanı ve tohumluk miktarının verim ve bazı önemli özellikler üzerine etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kong.,Araştırma sunusu cilt I, S: 529-534, 5-9 Eylül 2005. Antalya.

Aydın, S. 2004. Anadolu Diyagonalı: Ekolojik Kesinti Tarihsel-Kültürel bir Farklılığa işaret edebilir mi?, *Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi*, 17, ss117-137.

Baranska, M., Schutz, H., Rosch, P., Strehle, M.A., Poppi J., 2004. Identification of Secondary Metabolites in Medical and Spice Plants by NIR-FTR aman Microspectroscopic Mapping. *Analyst*, 129, 926 – 930.

Baytop, T. 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü, Atatürk Kültür, Türk Dil Kurumu Yayınları; 578. S.76, 208 ve 248, Ankara.

Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021-İstanbul, 480s.

Blumenthal, M., Goldberg A., Brinckmann J., 2000. Herbal Medicine Expanded Commission E Monographs, Integrative Medical Communications, Boston.

Ceylan, A., 1995. Tıbbi Bitkiler I. Ege Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 312, Bornova, İzmir.

Davis, P.H. (ed.). 1967. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 2*. University Press, Edinburgh.

Davis, P.H. (ed.). 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 2*. University Press, Edinburgh.

Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Barışcan Ofset, Kızılay-Ankara.

Escop,2003. Escop Monographs, 2nd edition, Thieme, New York, 162-168.

- Gruenwald, J., Brendler, and T., Jaenicke, C., 2004. PDR for Herbal Medicines, 3rd Edition. Medical Economics Company, New Jersey, 316-317.
- Gürbüz, B., 1999. Çok Yıllık Tıbbi ve Aromatik Bitkiler. Yetiştirme Çalışmaları-I. Türk-Koop, Ekin, Tarım Kredi Kooperatifleri Merkez Birliği Yayın Organı. 7: 83-87.
- İlisulu, K. 1992. İlaç ve Baharat Bitkileri. A.Ü. Z. F. Yay. 1256. Ders kitabı, 179 ve 273.
- Karagöz, A., 2003. Plant Genetic Resources Conservation in Turkey, Proc. IS on Sust. Use of Plant Biodiv. Acta Hort. 598, ISHS 2003, p. 17- 25.
- Kaya, İ., İncekara, N., Nemli, Y., 2002. Ege Bölgesi'nde Sebze Olarak Tüketilen Yabani Kuşkonmaz, Sirken, Yabani Hindiba, Rezene, Gelincik, Çoban Değneği ve Ebegümecinin Bazı Kimyasal Analizleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 4 (1): 1 – 6.
- Leung, A.Y. and Foster, S., 1996. Encyclopedia of Common Natural Ingredients. Used in Food, Drugs, and Cosmetics. Second Edition. A Wiley-InterPublcation, New York, s. 235-236.
- Özgen M, Resse RN, Tulio AZ, Miller AR, Scheerens JC. 2006. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. J Agr Food Chem 54: 1151–1157.
- Özgül, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., ve Ekren, S., 2005. Türkiye Ziraat Mühendisleri VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Cilt 1., s. 481-501.
- Özyılmaz, B., 2007. Farklı Sıra Aralığı ve Ekim Normlarının Rezene (Foeniculum vulgare Mill. var. dulce)'de Verim, Verim Unsurları ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Podsdek, A., 2007. Natural Antioxidants and Antioxidant Capacity of Brassica vegetables: A review. LWT- Food Science and Technology, 40(1): 1-11.
- Rauha, J.P., Remes, S., Heinonen, M., Hopia, A., Kähkönen, M., Kujala, T., Pihlaja, K., Vuorela, H. and Vuorela, P., 2000. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. Int. J. Food Microbiol. 56, 3-12.
- Rice-Evans CA, Miller JM, Paganga G. 1996. Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acids. Free Radic Biol Med 20: 933–956.
- Slinkard, K. ve Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods, Am. J. Enol. Vitic., 28, 49-55.
- Şehirli, S., Özgen, M., Karagöz, A., Sürek, M., Adak, S., Güvenç, İ., Tan, A., Burak, M., ve Kaymak, H.Ç., 2005. Bitki Genetik Kaynaklarının Korunma ve Kullanımı, Türkiye Ziraat Mühendisleri VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, 22 s. (<http://www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/014sezensehirli.pdf>).
- Zeybek, N., 1960. Medical Plants of Turkey (I. The North-Eastern "Pontus" of Anatolia). First Edition, İzmir, Ege Üniversitesi Matbaası, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Neşriyatı No: 8.

Gümüşhane Merkez ve Merkeze Bağlı Bahçecik Köyü Su Kaynaklarının Radyoaktivitesinin Tayini

Ali KAYA^{1*}, Salih Mustafa KARABIDAK¹, Selim KAYA¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, TR-29100, Gümüşhane, Türkiye

Geliş tarihi/Received 07.07.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 15.12.2015

Kabul tarihi/Accepted 25.12.2015

Özet

Bu araştırmada, Gümüşhane ili Bahçecik köyü yayla bölgesi, Gümüşhane merkez ve merkeze bağlı Bahçecik köyü şebeke sularının radyoaktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma, içme suyu olarak kullanılan kaynak suların insan sağlığına zararlı miktarda radyoaktivite taşıyıp taşımadığının belirlenmesi ve Bahçecik köyü yayla bölgesine yapılacak içme suyu barajından Gümüşhane ili içme suyunun karşılanmasının planlanması bakımından önemlidir. Çalışmada, bölgedeki kaynak sularından alınan numunelerin toplam Alfa-Beta analizleri Türkiye Atom Enerjisi Kurumu İstanbul Küçükçekmece'deki araştırma merkezine gönderilerek orada yapılmıştır. Gama analizleri ise Üniversitemiz laboratuvarlarında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar toplam Alfa Bahçecik yayla bölgesinde en düşük ve en yüksek; <10 mBq/L ve <20 mBq/L toplam Beta da 13 ± 1 mBq/L ve 50 ± 10 mBq/L belirlenmiştir. Bahçecik köyünde çeşmede toplam Alfa 40 ± 10 mBq/L ve şebeke suyunda <10 mBq/L toplam Beta çeşmede 70 ± 10 mBq/L ve şebeke suyunda 50 ± 10 mBq/L olarak belirlenmiştir. Gümüşhane merkez şebeke suyunda ise iki noktadan alınan numuneler için toplam Alfa değerleri sırasıyla 30 ± 10 mBq/L ve 40 ± 10 mBq/L ve toplam Beta değerleri 112 ± 10 mBq/L ve 118 ± 10 mBq/L olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarında belirlene toplam Alfa-Beta değerlerinin üç bölgede de insan sağlığına zarar verecek değerler olan toplam Alfa'da 0.5 Bq/L, toplam Beta'da 1 Bq/L'nin altında olduğu görülmektedir. Gama analizinden elde edilen sonuçlara göre, ²²⁶Ra için 4.6 mBq/L ile 5.5 mBq/L, ²³²Th için 2.1 mBq/L ile 3.6 mBq/L; ⁴⁰K içinde 91.25 mBq/L ile 117.9 mBq/L aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerler için hesaplanan yıllık etkin doz eşdeğerleri, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) içme suları için belirlediği yıllık etkin doz eşdeğerinin üst sınırı olan 0.100 mSv/y'in çok altındadır. Gümüşhane ili şebeke suyu, Bahçecik köyü şebeke suyu ve Bahçecik köyü yayla bölgesindeki doğal su kaynaklarının insan sağlığına zarar verecek derecede radyoaktivite taşımadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bahçecik Köyü, Gümüşhane, Radyoaktivite Tayini, Su Kaynakları

Radioactivity Measurement of Natural Water Sources In the Area of Bahçecik Village/Gümüşhane-Turkey

Abstract

This research aimed to assess radioactivity levels in tap water of Gümüşhane city, the Bahçecik village of Gümüşhane and the spring waters in the upland area of the village. It is important to find out if the radioactivity levels of the drinking water springs of this region constitute a public health hazard since a drinking water reservoir is planned for the city of Gümüşhane from these sources. The aggregate Alpha-Beta analysis of collected samples from local water sources have been done

* Ali KAYA, alikaya@gumushane.edu.tr, Tel: (0536) 693 98 22

at The Küçükçekmece Atom Energy Institute of Turkey in İstanbul. The Gamma analysis has been done at the laboratories of Gumushane University. The obtained results showed that the lowest Alpha value in Bahçecik upland water springs was $<10\text{mBq/L}$ and the highest Alpha value was $<20\text{mBq/L}$ while the total Beta level was determined as $13 \pm 1\text{mBq/L}$ and $50 \pm 10\text{mBq/L}$. Total Alpha in the village fountain of Bahçecik has been determined as $40 \pm 10\text{mBq/L}$ and in village tap water as $<10\text{mBq/L}$, while total Beta of samples from the village fountain has been found as $70 \pm 10\text{mBq/L}$ and from the village tap water as $50 \pm 10\text{mBq/L}$. Samples which were obtained from two points of Gümüşhane city tap water indicated total Alpha values of $30 \pm 10\text{mBq/L}$ and $40 \pm 10\text{mBq/L}$ while total Beta values were $112 \pm 10\text{mBq/L}$ and $118 \pm 10\text{mBq/L}$ each. The analysis showed that total Alpha and Beta values which have been found throughout all three local points in the area were below the levels of constituting a threat to human health. According to the results obtained from gamma analysis for Radium 4.6mBq/L to 5.5mBq/L , Thorium to 2.1mBq/L to 3.6mBq/L ; Potassium in 91.25mBq/L to 117.9mBq/L was determined to be in range. The annual effective dose levels that have been calculated for these values are far below the annual effective reference dose levels of 0.100mSv/y as determined by the World Health Organization. It has been found that radioactivity levels in Gümüşhane city tap water, in Bahçecik village tap water, and in the natural spring sources of Bahçecik village upland area are below the limits of constituting a health hazard for the public.

Keywords: Bahçecik Village, Gümüşhane, Radioactivity Measurement, Water Sources.

1. Giriş

Su için kirletici özellik taşıyan ve dolayısıyla insan sağlığını etkileyen faktörlerden biri de radyasyondur. İnsan sağlığını etkileyen ve çevre kirliliği oluşturan radyasyon su kaynaklarına dört farklı yolla karışmaktadır. Bunlar; toprak ve atmosferde bulunan doğal radyoaktif elementler, nükleer silah denemeleri, radyoaktif atıkların çevresel ortamlara rastgele atılması ve reaktör kazalarıdır.

Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yerini alan çok uzun ömürlü radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır. Bu nedenle, insanoğlu var olduğundan bu yana sürekli radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Geçtiğimiz yüzyılda bu doğal düzey, nükleer denemeler ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile bir hayli artış göstermiştir.

Yer kabuğu içindeki radyoaktif elementlerin difüzyonu sonucu, kütleler radyoaktif özellik kazanır. Yer altı suları veya yerin derinliklerinden gelen sular içerisinde geçtikleri kayalardaki radyoaktif maddelerin etkisiyle bir miktar radyoaktivite kazanır. Yer

altı sularında rastlanan en önemli radyoaktif elementler K^{40} , Rb^{87} , Th^{232} , U^{235} ve U^{238} 'dir (Davis ve DeWiest, 1966; Şahinci, 1991).

İnsanların maruz kaldıkları doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirleyen birçok etken vardır. Yaşanılan yer, bu yerin toprak yapısı, barınılan binada kullanılan malzemeler, mevsimler, kutuplara olan uzaklık, hava şartları, tüketilen besinler ve su bu nedenlerden bazılarıdır. Yağmur, kar, alçak basınç, yüksek basınç ve rüzgâr yönü gibi etkenler de doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü etkileyen faktörlerdir. Doğal radyasyonlar, uzaydan gelen kozmik ısınlar ile kaya, toprak, su ve havada bulunan doğal radyoaktif çekirdeklerin radyoaktif bozunuma uğramaları sonucu yayınlanan ışınlardan ibarettir. Radyasyon çevreye bu doğal kaynaklardan yayılmaktadır. İnsan, içinde yaşadığı doğal çevrede bulunan bu kaynaklardan yayınlanan değişik tipteki radyasyonlara her an maruz kalmaktadır. Radyasyon dozu değerlendirilmelerinde doğal kaynaklar oldukça önemli yer tutarlar. Çünkü insanlar hayatları süresince doğal kaynaklardan yayınlanan radyasyonlardan belli oranlarda doz almaktadırlar. Yıllar boyunca alınan bu radyasyon, bir süre sonra vücutta belirli tahribatlara yol açabilmekte,

hatta bu tahribatlar ölümle sonuçlanabilmektedir. Radyasyon doz değerleri insanların yıllık kullandıkları su miktarlarına göre aldıkları radyasyon oranını gösteren yıllık doz eşdeğerleri yetişkinler, çocuklar ve bebekler için hesaplanır. Bunun nedeni insanın bu çağlarda günlük kullandığı ortalama su ihtiyacının farklı miktarlarda olmasıdır. İnsan sağlığı açısından içme sularında Dünya sağlık örgütü (WHO) (2003) tarafından belirlenen değerler toplam Alfa 0.5 Bq/L, toplam Beta 1 Bq/L ve yıllık etkin doz eşdeğer sınırı da 0.1 mSv/yıldır (Doğan, 2015).

Çevresel radyasyon ölçümlerindeki temel amaç, insanların çevresel kaynaklardan aldıkları radyasyon türü ile dozunun belirlenmesi ve oluşturacağı riskin değerlendirilmesidir. Bunun için de, doğal radyasyon kaynaklarını oluşturan radyonüklidlerin çevresel ortamdaki konsantrasyonları ile radyasyonun özellikle insanda olmak üzere, biyolojik sistemler üzerindeki tesirinin tayin edilmesi gerekir. Sulardaki doğal radyoaktivite seviyesinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar başlangıçta sadece kaplıca sularında yapılmaktaydı. Çünkü yer altı sularının radyoaktivite konsantrasyonu yüzey sularına göre daha fazladır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda içme sularında da doğal radyonüklit bulunduğu ortaya çıkmıştır. Yer altı sularında çoğunlukla uranyum serisi elemanlarından radyum ve radon bulunmaktadır. ^{226}Ra 'nın bozunma ürünü olan radyoaktif radon, bazı yer altı sularında oldukça yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Yer altı sularında bulunan aktinyum serisi elemanlarını tespit etmek oldukça zordur. Bazı sularda toryum serisinden ^{232}Th ve ^{226}Ra 'nın dedekte edilebilecek miktarda bulunmasına rağmen, yine bu seriden olan ^{220}Rn 'in, çok kısa yarı ömre sahip olması su ve kayalarda birikmesine olanak sağlamamaktadır (Özger, 2005; Gören, 2011). Toplam Alfa aktivitesi doğal sularda Toryum çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı genellikle Uranyum ve Radyum izotoplarından kaynaklanmaktadır (Osmond and Ivanovich, 1992). Prensip olarak Alfa aktivitesinin ana nedeni ^{226}Ra olmasına rağmen, bazen ^{232}Th , ^{210}Po veya ^{224}Ra

katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Blanchard et al., 1985). Bunun gibi, Beta aktivitesinin esas olarak ^{40}K ve ^{228}Ra neden olduğu belirtilmektedir (Damla ve diğ., 2006). Doğal sularda bulunan en önemli radyoaktif maddeler uranyum, toryum, potasyum, radyum ve radon olduğu belirtilmektedir (Bakaç ve Kumru, 1999).

Ayrıca çevresel ortamda bulunan radyonüklidler ile insanların bu kaynaklardan aldıkları radyasyon dozu arasındaki ilişkinin de belirlenmesi gerekir. Ancak böyle bir araştırmadan sonra bir bölgenin doğal radyasyon açısından sağlıklı yaşamaya uygun olup olmadığına karar verilebilir (Bakaç, 1998) Bu alanda yurt içi ve yurt dışında araştırma çalışmaları yapılmaktadır (Ahmed, 2004; Gültekin ve Dilek 2005; Damla, 2006; Damla, Çevik, Karahan ve Kobya., 2006; Damla, Çevik, Karahan, Kobya, Kocak ve Işık, 2009; Kopya, 2009). Damla 2006 da Doğu Karadeniz Bölgesinde yirmi yedi noktadan örnekler kullanarak içme sularında toplam Alfa ve Beta değerlerini belirleme çalışması yürütmüştür. Bu çalışmada, toplam Alfa'nın minimum değerinin 0.2 mBq/L (Findıklı) ve maksimum değerinde 15mBq/L (Ardeşen) ve Toplam Beta değerlerinin minimum 25.2 mBq/L (Arhavi) ve maksimum 264.4mBq/l (Giresun) olduğu belirlenmiştir. Kopya'nın 2009 da Gümüşhane ili geneline yedi farklı kaynaktan aldıkları numunelerle yaptığı çalışmada minimum toplam Alfa değerinin 11 mBq/L maksimum değerinin 188 mBq/L ve ortalama değerinin 66 mBq/L olduğunu belirlemişlerdir. Gültekin ve Dilek 2005'de Gümüşhane'de mineralli su kaynakları ile ilgili yürüttükleri çalışmada; Mineralli su kaynaklarında toplam Alfa aktivitelerinin 122-780 mBq/L, arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu amaçla araştırmalar; Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP), Amerika Birleşik Devletleri Radyasyon Korunması ve Ölçümü Milli Komitesi (UNSCEAR) ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (TAEK-ÇNAEM) gibi milli ve uluslararası kuruluşlar tarafından yapılmakta ve desteklenmektedir.

Bu çalışma, bölgedeki doğal kaynak sularında doğal radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesi konusunda önceden araştırma yapılmamış olması ve araştırma yapılan Bahçecik köyü yayla bölgesinde de yapılması planlanan bir baraj ile Gümüşhane il merkezinin içme suyunun karşılanması düşünülmesi bakımından önemlidir. Ayrıca, ülkemiz ve bölge hem coğrafik yapısı hem de komşu ülkelerde kurulmuş nükleer santraller sebebiyle sürekli radyoaktif kirliliğe maruz kalma riski ile karşı karşıyadır. Bu nedenle, dünya üzerindeki önemi giderek artan ve AB'ne giriş sürecinde olan ülkemizde doğal radyasyon düzeylerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu araştırma ile Gümüşhane ili Bahçecik Köyü Yayla bölgesindeki doğal su kaynaklarının, Bahçecik köyü ve Gümüşhane ili merkezinde ki içme sularının radyoaktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın yürütülmesindeki aşağıdaki işlem basamakları takip edilmiştir.

2.1. Numune Alınacak Yerlerin Belirlenmesi

Bahçecik köyü yayla bölgesinde dört kaynaktan, Bahçecik köyünde şebeke içme suyu ve bir çeşmeden; Gümüşhane il merkezinde iki farklı noktada içme suyu şebekesinden numuneler alınmıştır.

2.2. Numunelerin Toplanması

Bahçecik köyü yayla bölgesinden dört, Bahçecik köyü ve Gümüşhane merkez den ikişer kaynaktan yapılacak ölçümlere uygun olarak her kaynaktan Gama analizi için yirmi ve Toplam Alfa-Beta analizleri için de ikişer litre örnekler alınmıştır. Numune toplama işleminde, örnek alımı direkt olarak suyun kaynağına ulaşarak yapılmış, numunelerin koyuldukları kaplar ise steril su ile yıkanarak ve alınacak su ile bir miktar doldurulup çalkalandıktan sonra boşaltılıp dolum işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece, dışarıdan istenmeyen herhangi bir katkının gelmesi mümkün olduğunca önlenmeye çalışılmıştır.

2.3. Toplam Alfa ve Toplam Beta Radyoaktivite Ölçümleri

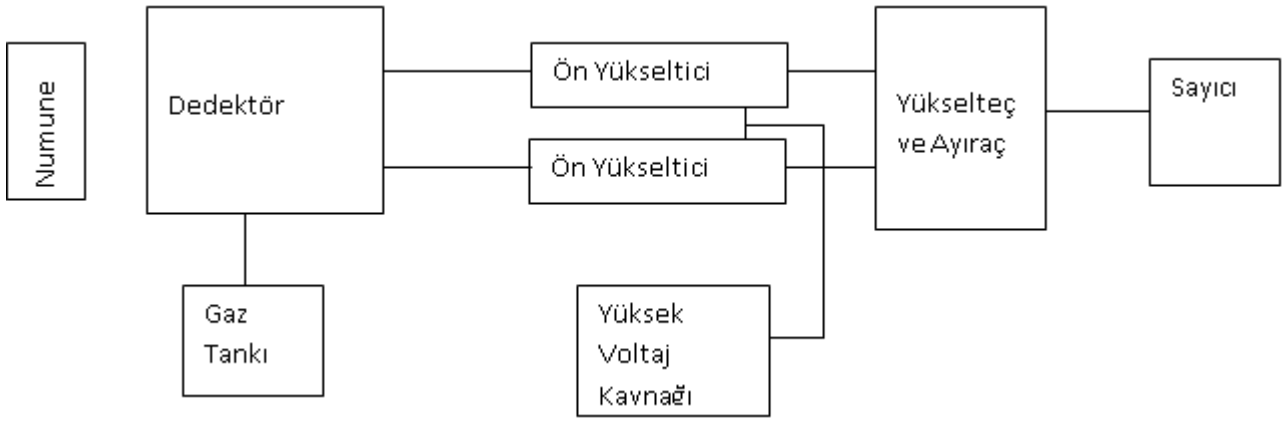
2.3.1. Numunelerin Toplam Alfa, Beta Analizine Hazırlanması

Numuneler laboratuvara getirilerek litre başına iki damla nitrik asit damlatılarak ağzı sıkıca kapatıldıktan sonra etiketlenerek koruma altına alınmıştır. Bunun nedeni, su örnekleri içerisindeki elementlerin partiküler hale gelerek tortu oluşturmasını ve örnek kabının çeperlerine yapışmasını önlemektir. Bu şekilde paketlenen numuneler ÇNAEM araştırma laboratuvarına götürülmüştür.

Burada her bir numune çeker ocakta (hot plate) 500 mL'lik beherlere konarak 60°C'de yaklaşık 100 mL kalana kadar buharlaştırılmıştır. Kalan kısım darası alınmış 20 cm³'lük paslanmaz çelik kaplara (planset) azar azar taşmayacak şekilde aktarılmıştır. Su tamamen buharlaşınca plansetler bir desikatörde oda ısısına getirilip hassas terazide tartılıp ve tortu (rezidü) miktarı tayin edilmiştir. Sayımlarda, özellikle alfa sayımlarında tortu miktarı çok önemlidir. Tortu miktarı 400 mg'ı geçmemelidir, aksi takdirde alfa parçacıklarında selfabsorpsiyon oluşmakta bu da analiz sonuçlarında hatalara neden olmaktadır. Daha sonra çelik kaplar 105°C sıcaklığındaki bir etüv fırını içine konularak iyice kurutulmuştur. Ardından bütün numuneler toplam Alfa ve toplam Beta aktivite ölçümleri için edilmek üzere detektöre konularak 500 dakika süreyle sayılmıştır.

2.3.2. Deneysel Sistemi

Numunelerin toplam Alfa ve toplam Beta radyoaktivite analizleri için, ÇNAEM Sağlık Fizik Bölümü Laboratuvarı'nda bulunan Berthold marka LB770 model 10 kanallı düşük seviyeli alfa-beta sayım cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 10 numunenin alfa ve beta sayımlarını (radyoaktivite ölçümlerini) aynı anda yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Dedüksiyon ortamı ve elektronik devre olmak üzere başlıca iki kısımdan meydana gelir.



Şekil.1. Toplam Alfa ve Beta sayım cihazının blok diyagramı

Toplam Alfa ve Beta sayım cihazının blok diyagramı dedüksiyon ortamı olarak en çok kullanılan gazlar argon, ksenon, izobütan, helyum ve metandır. Bir tüp, bu gazlardan biri veya ikisinin karışımı ile doldurulup içine iki elektrot konulur. Gaz içinde meydana gelen iyonlar zıt işaretli elektrotlarda toplanırlar. İyonların elektrotlarda toplanmasından meydana gelen elektrik akımı laboratuvar sayım cihazının elektronik devresinde sayılır.

Alfa veya Beta sayımında kullanılan bu gaz akışlı orantılı sayıcılar genellikle yarım küre şeklinde bir sayım odasına sahiptir. Ortalarında tungstenden yapılmış bir tel halka bulunur. Tel, anot görevi, oda duvarları da katot görevi görür. Akışkan gaz, oda içinden geçirilerek oda içinde pozitif iyonlar oluşturulur. Detektörün çalışma voltajı 1650 V olup çapı 5 cm'dir. Bu sayıcılarda kullanılan akışkan gaz %90 argon ve %10 metan karışımı içermektedir (Damla, 2006).

2.4. Gama Spektroskopisi Ölçümleri

2.4.1. Numunelerin Gama Spektroskopisi Analizine Hazırlanması

Belirlenmiş olan bölgelerden 20'er litre su alınarak daha önceden steril hale getirilmiş plastik şişelere doldurulmuştur. Su numuneleri 15 L'lik temiz cam beherlere aktarılarak, 50–60°C'lik bir ısıtıcı üzerine buharlaşmaya bırakılmıştır. 1-2 hafta süreyle su miktarları 100 mL kalana kadar buharlaştırmaya devam edildi. Buharlaşma esnasında beher cidarlarına yapışan maddeleri

önlemek için beher içeresine birkaç damla HCl katılmıştır.

Sonra kalan miktarlar boş sayımları alınmış marinelli kaplarına konularak, iç dengeye gelmeleri için yaklaşık bir ay süreyle bekletildi. Daha sonra sırayla gama spektrometresi cihazında piklerin net olarak görülmesi ve sayım hatalarını azaltmak amacıyla 86400 saniye süreyle sayımlar yapıldı.

2.4.2. Deneysel Sistemi

Numunelerin gama spektroskopisi ölçümleri için ORTEC Model 905-4 NaI(Tl) sintilasyon detektörü kullanılmıştır. Detektör, sintilasyon detektörü ve gama ışınlarının sintilatör ile etkileşmesi sonucu oluşan ışık sinyalini elektrik sinyaline çeviren fotomultiplikator'den oluşmaktadır. Sistemdeki 'dead time' doğruluğu 50000 cps girdi sayım oranına kadar %5 ten daha az hata vermektedir. NaI(Tl) dedektörü 1000 voltta çalışmakta ve aynı zamanda detektör taşınabilir (portatif) olarak kullanılabilir özelliğe sahiptir. Ayrıca spektrumlar Maestro for Windows yazılımı kullanılarak elde edilmiştir.

2.4.3. Gama Spektrumu Analizi ve Aktivitenin Hesaplanması

Gama spektrumunun analizinde U-238 serisi için Pb-214 (351.9 keV), Bi-214 (609.3 keV) enerjilerindeki, Th-232 serisi için Tl-208 (583.2 keV), Ac-228 (911.2 keV)

enerjilerindeki piklerinin alanlarının ortalaması ve K-40 için 1460.8 keV enerjisindeki pikin alanı alınmıştır. Bu enerjilerdeki alanların seçilmesinin sebebi

doğada bulunma yüzdelерinin diğer izotoplara göre daha fazla olmasıdır.

Aktivite, aşağıdaki formül ile bulunur:

$$Aktivite \ (Bq/L) = \frac{Net \ Alan}{Sayim \ Süresi \ x \ Verim \ x \ Numune \ Hacmi} \quad (1)$$

Burada net alan, piklerin altında kalan alandan bos sayım (background) sonucu elde ettiğimiz alanın çıkarılmasıyla bulunur. Net alanın, sayım süresi, detektör verimi ve numune hacminin çarpımına bölümü aktiviteyi verir. Her numune NaI detektöründe 86.400 saniye sayılmıştır.

Radyasyona maruz kalan bir insanda oluşabilecek zararlı biyolojik etkilerin hesaplanabilmesi açısından, ölçülebilen bir radyasyon dozunun eşdeğerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle sivil halkın ve radyasyonla çalışanların aldığı radyasyon dozu için standartlar, belirli zamanlarda ifade edilirler.

Su numunelerinden alınan yıllık etkin doz eşdeğerleri aşağıdaki bağıntıdan bulunur (Kopya, 2009).

$$D = C_R \cdot I_A \cdot E_D \quad (2)$$

Burada D, yıllık etkin doz eşdeğeri ($\mu Sv/y$) olmak üzere, C_R yıllık tüketilen su miktarı (L/yıl), I_A , radyoaktif çekirdeğin aktivitesi (mBq/L) ve E_D , doz katsayısı (mSv/Bq)'dir. Bu hesaplamalarda doğal kaynak suları için günlük içim miktarının yetişkinlerde 2 L, çocuklarda yaklaşık 1L ve bebeklerde ise yaklaşık 0.75 L olduğu kabul edilmiştir (Kopya, 2009; Chau and Michalec, 2008).

3. Bulgular

Araştırma kapsamında sekiz kaynaktan alınan numunelerin toplam Alfa-Beta değerleri aşağıda Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Bazı radyoaktif çekirdeklerin doz katsayıları (WHO, 2003)

Radyoaktif çekirdek	Doz Katsayısı (mSv/Bq)
²³⁸ U	4.5×10^{-5}
²²⁶ Ra	2.8×10^{-4}
²³² Th	2.3×10^{-4}
²²⁸ Ra	6.9×10^{-4}
¹³⁴ Cs	1.9×10^{-5}
¹³⁷ Cs	1.3×10^{-5}
¹³¹ I	2.2×10^{-5}
²¹⁴ Bi	1.1×10^{-7}
²¹⁴ Pb	1.4×10^{-7}
⁴⁰ K	6.2×10^{-6}
²²² Rn	6×10^{-6}

Tablo 2. Toplam Alfa Beta değerleri

Numune kodu	Toplam Alfa (mBq/L)	Toplam Beta (mBq/L)
BKYM	<10	30±10
BKYK	<20	50±10
BKYS	<20	13±1
BKYA	<10	30±10
BKÇE	40±10	70±10
BKŞS	<10	50±10
GMKŞ	30±10	118±10
GMHM	40±10	112±10

Tabloda görüldüğü gibi, Toplam alfa en düşük <10 mBq/L ile en yüksek 40±10 mBq/L değerleri arasında yer almaktadır. Toplam Beta ise en düşük 13±1 mBq/L ile en yüksek 118±10 mBq/L değerleri arasında yer almaktadır.

Araştırma kapsamında sekiz kaynaktan alınan numunelerin Gama değerlerinin aşağıda Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3’de görüldüğü gibi, Ra-226 en düşük 4.6 mBq/L ile en yüksek 5.5 mBq/L, Th-232 en düşük 2.1 mBq/L ile en yüksek 3.6 mBq/L

ve K-40 mBq/L en düşük 94.59 mBq/L ile en yüksek 117.9 mBq/L değerleri arasında yer almaktadır.

Numunelerin yıllık etkin doz eşdeğerlerinin ortalamaları yetişkinler, çocuklar ve bebekler için tespit edilerek Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo. 3. Seçilen kaynaklarda ²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K değerleri

	Ra-226(mBq/L)	Toryum-232(mBq/L)	K-40(mBq/L)
BKYM	4.7	3.2	106.8
KKYK	5.2	2.1	113.5
BKYS	5.1	3.1	117.9
BKYA	5.5	3.6	111.3
BKÇE	4.6	2.7	92.4
BKŞS	5.1	2.3	91.25
GMKŞ	4.8	2.9	94.59
GMHM	4.6	2.9	94.59

Tablo 4. Numunelerin yıllık etkin doz eşdeğerlerinin ortalamaları

Yaş Grupları	D(μSv.y ⁻¹)		
	²²⁶ Ra (μSv.y ⁻¹)	²³² Th (μSv.y ⁻¹)	⁴⁰ K (μSv.y ⁻¹)
Yetişkinler	1.01	0.47	0.46
Çocuklar	0.51	0.24	0.23
Bebekler	0.38	0.18	0.17

4. Tartışma

Araştırma kapsamında elde edilen bulgulardan toplam Alfa değerleri en düşük 10 mBq/L den daha düşük Bahçecik köyü yayla bölgesinde birinci ve dördüncü kaynaklarda ve en yüksek değerler ise 40±10 mBq/L ile Bahçecik köyü çeşme suyu ile Gümüşhane merkez Hasanbey Mahallesi şebeke suyunda ölçülmüştür. Diğer değerler bunların arasında yer almaktadır (Tablo 2). Kopya’nın 2009’da Gümüşhane ili geneline yedi farklı kaynaktan aldıkları numunelerle yaptığı çalışmada minimum toplam Alfa değerinin 11 mBq/L maksimum değerinin 188 mBq/L ve ortalama değerinin 66 mBq/L olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda doğal su kaynaklarında toplam Alfa değerleri bu araştırmacının elde ettiği değerlerle minimumda aynı iken maksimumda düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bizim araştırma yaptığımız bölgede alfa değerlerini

etkileyen ²²⁶Ra, ²³²Th, ²¹⁰Po veya ²²⁴Ra elementlerinin konsantrasyonunun daha az olmasından kaynaklanıyor olabilir (Blanchard et al., 1985). Gültekin ve Dilek 2005’de Gümüşhane’de mineralli su kaynakları ile ilgili yürüttükleri çalışmada mineralli su kaynaklarında toplam Alfa aktivitelerinin 122-780 mBq/L arasında değiştiğini belirlemiştir. Görüldüğü gibi mineralli sularda toplam Alfa değerleri doğal kaynak içme sularındaki değerlerden oldukça yüksektir. Toryum ve Uranyum elementi içeren ortamlarla temas eden sularda alfa aktivitesinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Gültekin ve Dilek 2005).

Araştırma kapsamında elde edilen bulgulardan toplam Beta değerleri en düşük 13±1 mBq/L ile Bahçecik köyü yayla bölgesinde üçüncü kaynaktan ve en yüksek değerler ise 118±10 mBq/L ile Gümüşhane merkez Kampüs şebeke suyunda ölçülmüştür.

Diğer değerler bunların arasında yer almaktadır (Tablo 2). Kopya 2009'da Gümüşhane ili genelinde yedi farklı kaynaktan aldıkları numunelerle yaptığı çalışmada minimum toplam Beta değerinin 24 mBq/L, maksimum değer 78 mBq/L ve ortalama değer 41 mBq/L olduğunu belirlemiştir. Gültekin ve Dilek 2005'de Gümüşhane'de mineralli su kaynakları ile ilgili yürüttükleri çalışmada mineralli su kaynaklarında toplam Beta aktivitelerinin 67-401 mBq/L arasında değiştiğini belirlemiştir. Görüldüğü gibi mineralli sulara toplam alfa değerleri yüksektir. Çalışmamızda doğal su kaynaklarında toplam Beta değerleri ile Kopya'nın (2009) değerleri birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir.

Gama analizinden elde edilen sonuçlara göre, Radyum için 4.6 mBq/l ile 5.5 mBq/L, Toryum için 2.1 mBq/L ile 3.6 mBq/L; Potasyum içinde 91.25 mBq/L ile 117.9 mBq/L aralığında olduğu belirlenmiştir (Tablo 3). Çalışmamızda doğal su kaynaklarında Radyum, Toryum ve Potasyum için elde edilen değerlerin Kopya'nın (2009) yapmış olduğu araştırmadan Gümüşhane merkezi için elde ettiği değerlerle yakın olduğu ancak ilçelerle birlikte elde edilen ortalama değerlerden oldukça düşük olduğu görülmektedir. Buradan Gümüşhane'nin ilçelerinde Gama radyasyonunun merkeze göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Jeolojik formasyon farklılıklarının su kaynakları üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Özellikle yer altı suları değişik jeolojik oluşumlarla temas halindedir. Bu yer altı formasyonlarının içeriğinde bulunan kimyasal bileşikler suda eriyebilme derecelerine göre yer altı sularına az yada çok oranda karışır. Çözülmüş maddelerin miktarı formasyonlarla yer altı sularının temas süresi, suyun akış hızına ve sıcaklığına, formasyonun cinsine ve ortamın basıncına bağlı olarak değişir. Yer altındaki çeşitli özelliklerdeki jeolojik formasyonların içinde değişik oranlarda radyoaktif maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler magmatik oluşumlarda en fazla miktardadır. Ayrıca kil ve şeyl gibi tortul kitlelerde de radyoaktif maddelere rastlanmaktadır. Kum-çakıl, kumtaşı, çatlaklı

kalter gibi akifer özellikteki tortul kütlelerde ise çok az miktarda radyoaktif madde bulunmaktadır. Dolayısıyla doğal radyoaktif maddelerin bulunduğu ortamlardan geçen veya bu ortamlarda bulunan sular radyoaktivite içerir.

Çalışmamız numunelerinde Çernobil nükleer kazası sonucu bölgemizde oluşan ¹³⁷Cs ye rastlanmamıştır. Bu kaza sonucu oluşan ¹³⁷Cs araştırma yapılan bölgeye ulaşmadığı veya yarı ömrünü tamamladığından dolayı etkisinin ortadan kalktığı düşünülmektedir.

Gama değerleri için insanların yıllık kullandıkları su miktarlarına göre aldıkları radyasyon oranını gösteren yıllık doz eşdeğerleri yetişkinler, çocuklar ve bebekler için hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu değerler Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) (2003) içme suları için belirlediği yıllık etkin doz eşdeğerinin üst sınırı olan 0.100 mSv/y'ın çok altındadır.

5. Sonuç-Yorum

Araştırmanın amacı doğrultusunda Gümüşhane ili merkez Bahçecik köyü Yayla bölgesi, Bahçecik köyünde şebeke suyu ile içme suyu olarak kullanılan bir çeşmeden ve Gümüşhane merkez şebeke suyundan iki farklı mahalleden alınan musluk sularının toplam Alfa, Beta ve Gama analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen toplam Alfa - Beta değerleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Türkiye Standartlar Enstitüsü (ITS) insan sağlığı açısından içme suları için belirlediği minimum toplam Alfa 0.5 Bq/L, toplam Beta 1 Bq/L değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Gama radyasyonu için elde edilen tüm yıllık etkin doz eşdeğerlerinin WHO'nun (2003) içme suları için belirlediği yıllık etkin doz eşdeğerinin üst sınırı olan 0.100 mSv/y değerinin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda radyoaktivitesi belirlenen su kaynaklarının içilmesi ve kullanılmasının insan sağlığı açısından bir tehlike arz etmediği tespit edilmiştir. Benzer çalışmanın Gümüşhane ilinin tamamını kapsayacak şekilde ve diğer iller içinde yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

6. Kaynakça

- Agbalagba E. O., Avwiri G. O., and Chadumoren Y. E., June 2013, Gross α and β Activity Concentration and Estimation of Adults and Infants Dose intake in Surface and Ground Water of Ten Oil Fields Environment in Western Niger Delta of Nigeria, J. Appl. Sci. Environ. Manage, Vol. 17 (2) 267-277.
- Ahmed, N. K., 2004, Natural Radioactivity of Ground and Drinking Water in Some Areas of Upper Egypt, Turkish J. Eng. Env. Sci. 28, 345 – 354.
- Bakaç, M., 1998, Gediz Nehri ve Çevresindeki Radyoaktif, Major ve iz Element Seviyelerinin Belirlenerek Faktör Analizi Yöntemi ile incelenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bakaç, M. ve Kumru, M. N., 1999, Gediz Havzası Topraklarındaki Doğal Radyoaktivite Seviyesi, Çevre Koruma Dergisi, Cilt 8, Sayı 30, 18-21.
- Blanchard, R.L., Hahne, R.M., Kohn, B., McCurdy, D., Mellor, R.A., Moove, W.S., Sedlet, J., Whittaker, E., 1985, Radiological sampling and analytical methods for national primary drinking water regulation. Health hys. 48, 587–600.
- Chau, N.D. ve Michalec, B., 2008. Natural Radioactivity in Bottled Natural Spring, Mineral and Therapeutic Waters in Poland, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 279,1, 121-129.
- Damla, N., 2006, Doğu Karadeniz Bölgesindeki İçme Sularında Toplam Alfa, Toplam Beta ve Gama Radyoaktifliği, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Damla, N., U. Cevik, G. Karahan and Kobya A.I., 2006, Gross alpha and beta activities in tap water in Eastern Black Sea region of Turkey. Chemosphere 62: 957-960.
- Damla, N., U. Cevik, G. Karahan, A.I. Kobya, M. Kocak and U. Isik, 2009, Determination of gross alpha and beta activities in water from Batman, Turkey. Desalination, 244: 208-214.
- Davis, N.S., and DeWiest, R.J.M., 1966, Hydrogeology, John Wiley and Sons., p. 463, Inc. New York.
- Doğan, N., 2015, Kayseri Bölgesi Su Kaynaklarının Radyoaktivite İçeriğinin İncelenmesi, DSİ Teknik Bültenleri, Sayı 118, Sayfa 22-34.
- Gören E., 2011, Adana İçme Sularında Tridyum Aktivitesinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gültekin, F. ve Dilek, R., 2005, Gümüşhane Yöresi Mineralli Su Kaynaklarının İz Element ve Radyoaktivite İçerikleri, Jeoloji Mühendisliği Dergisi 29 (1).
- ITS, 2001. Institution of Turkish Standards, Annual Progress Report Gören, 2011 den alınmıştır.
- IAEA 1989, (International Atomic Energy Agency),. Measurement of Radionuclides in Food and The Environmental, Viena.
- Kopya, Y., 2009, Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Kaynak ve Maden sularında Radyoaktiflik Tayini, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Osmond, J.K., Ivanovich, M., 1992, Equilibrium-series disequilibrium. In: Ivanovich, M. (Ed.), Applications to the Earth Marine and Environmental Sciences. Clarendon Press, Oxford.
- Özger, G., 2005, Yumurtalık ve Pozantı bölgelerinin doğal radyoaktivite düzeylerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TS-9130, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 13 s.
- Şahinci, A., 1991, Doğal suların jeokimyası, 548 s., Reform Matbaası, İzmir.
- WHO, 2003. Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd. ed., Radiological Quality of Drinking, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- WHO, 1993, Guidelines for Drinking-Water Quality Recommendations. World Health Organization Geneva, , Gören, 2011 den alınmıştır.
- World Health Organization, 1978, Radiological Examination of Drinking Water, (Copenhagen: WHO), Agbalagba, Avwiri and Chadumoren, 2013 den alınmıştır.

Saunaların Yapım Teknikleri ve Tek Kişilik Konut Tipi Sauna Örneği

Mustafa ALTINOK¹, Barış KALE², Mehmet YAŞAR^{3*}, Ş. Şadiye YAŞAR³, Elif ALKAN⁴, M. Said FİDAN⁴

¹Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara

²Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Kütahya

³Gümüşhane Üniversitesi Gümüşhane Meslek Yüksekokulu Tasarım Bölümü, Gümüşhane

⁴Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ormancılık ve Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gümüşhane

Geliş tarihi/Received 10.07.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 06.01.2016

Kabul tarihi/Accepted 11.01.2016

Özet

Doğada, sıcak ve soğuk olmak üzere birbirine zıt iki kutup vardır. Sauna bu tezatların bir uygulama mekanıdır. Sauna, hava ve su vasıtasıyla soğutulan bir sıcak hava banyosudur. Bu banyo ile insan bedeni, soğuk ile sıcak arasındaki doğanın mücadelesini küçük çapta da olsa uygulamasını yaşamaktadır. Buna göre; sauna, sıcak ile soğukun etkileri arasındaki sonsuz çekişmeyi temsil etmektedir. Sauna, bu iki büyük tesiri ideal bir şekilde bünyesinde toplamaktadır. Bu çalışmada, saunaların yapım teknikleri hakkında literatür taramaları ve tek kişilik konut tipi sauna yapımı örneklendirilmiştir. Çalışma sonunda; elde edilen teknik dokümanlar ve edinilen tecrübeler ile bütün tasarlanmış saunalara yeni bir alternatif olarak, konut tipi mekanlar için banyoda tek kişilik bir sauna modeli geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sauna, Yapım Teknikleri, Konut Tipi Sauna

Production Techniques of Saunas and Single Residence Type Sauna Sample

Abstract

In nature, including hot and cold are two opposite poles. An application of this contrast sauna venue. Sauna, air and water is cooled by means of a hot air bath. The human body with this bath, hot and cold nature of the struggle between the application lives on a small scale though. Accordingly; saunas, hot and cold endless contention between the effects represents. Sauna, these two great influence has incorporated an ideal way. In this study literature review was made about construction techniques of saunas and production of single residence type sauna. At the end of the study; in bath a single sauna model is tried to developed for residential type places as a new alternative to all designed saunas which is designed with obtained technical documents and gained experiences.

Keywords: Sauna, Production Techniques, Residence Type Sauna

* Mehmet YAŞAR, mehmetyasar@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 233 78 08/2927

1. Giriş

Sauna, kuru ve sıcak hava ile yapılan bir banyo türüdür. Bu hava içerisinde kısa aralıklarla buhar verilmekte ve aynı zamanda soğuk hava ve soğuk su ile soğukluk tahriki de oluşturmaktadır. Bu nedenle sauna, güzel bir uyum içerisinde uygulanan doğal tahriklerin kombinasyonu halini almaktadır.

Konum içeriği ve şekli, yeni bulunmuş olmayıp doğrudan doğruya tabiat ile ilgili ve buna bağlı bir olaydır. Buna göre sauna bir buhar banyosu olmayıp, sıcak hava ile yapılan bir banyo türüdür. Rutubet derecesi çok az olan bu hava içerisindeki bütün hastalık mikroplar öldüğünden, herhangi bir hastalığın doğmasına olanak tanımamaktadır. Sauna insan bedeni bir rahatlık vermektedir.

Diğer banyo türleri ile saunayı kıyaslamak anlamsızdır. Sauna için bir söz söylemek gerekirse; sauna binlerce yıldan bugüne gelen iyi bir banyo türüdür, bundan sonrada yine böyle kalacaktır (Kale, 2006).

1.1. Saunaların Tarihsel Gelişimi

Saunanın ana vatanı Finlandiya'dır. Sauna bu ülkede doğup bu topraklarda bugünkü çağdaş düzeyine ulaşmıştır. Bunun en doğal sebebi bu ülkelerin ve diğer kuzey ülkelerinin soğuk olması ve terleme olayına daha çok ihtiyaç duyulmasıdır. Finlandiya ve diğer kuzey ülkeleri şuanda sauna banyosundan en çok faydalanan ülkelerdir. Bundan dolayı sauna teknolojinde en ileri ülkelerdir. Arkeologların raporlarına göre bu ülkelerde sauna 9000 yıldan beri vardır (Kale, 2006).

Sauna en büyük aşamayı son yüzyıl içinde yapmıştır. Bu yüzyılda sauna hem dumanlı olmaktan kurtulmuş hem de prefabrik olarak evlere taşınmıştır. Yani sauna elektrikli hale veya diğer bir deyişle çağdaş duruma ulaşmıştır. Bu gelişme bu yüzyılda olmuştur (Kale, 2006).

Bugün Finlandiya'nın nüfusu 4.5 milyon olmasına rağmen mevcut olan sauna adedi yaklaşık 600.000'dir. İstatistik raporlarına göre her Finli yılda 61 defa sauna banyosu

yapmaktadır. 20 yıl öncesine kadar, Finlilerin çoğunluğu saunada doğardı. Bugün dahi ülkenin iç kısım ve kasabalarında doğumların çoğunluğu saunada yapılmaktadır. İhtiyarlık yaşlarında dahi Finli, saunadan vazgeçmemektedir. Finlandiya'daki askeri birimlerin hizmet şartnamesinde, her askere haftada bir sauna banyosu zorunlu tutulmaktadır. Hatta Fin hükümetinin bugün dahi, haftada bir gün sauna günü vardır ve o gün hükümet erkani sauna banyosuna girer ve orada devlet işlerini tartışır (Kale, 2006).

Özellikle son yirmi yıl içinde sauna, dünyanın çeşitli ülkelerinde hızla yayılmış, hatta 30 yıl öncesine kadar sauna adı bilinmeyen yerlere dahi girmiştir. Saunanın bütün ülkelerde hızla yayılması ve bu ülkelerde tutulmasının belli başlı sebebi, bilimin son 30 yıl içinde saunanın cildi, çok iyi bir şekilde temizlediği ve çeşitli hastalıkları önlediğini ispat etmiş olmasıdır. Ayrıca saunayı kullanan kişilerin sauna hakkındaki olumlu ifadeleri ile sauna kullanımı insanlar arasında hızla yayılmıştır. Bu nedenle dünyada hemen her ülkede sauna bulunmaktadır (Neufert, 1983).

Bugün İsveç'te tahminen 20.000 sauna bulunmaktadır. Bu saunalardan yaklaşık 2.000'i son yıllarda devlet desteği ile yeniden inşa ettirilmiştir. Doğu Almanya bölgesinde yaklaşık 150 sauna işletmesi vardır. Avusturya'da yaklaşık 120, İsviçre'de ise 4.7 milyon nüfusun kullanımında 500'den fazla sauna bulunmaktadır. Keza ancak 1945 yılından itibaren saunanın yayılmaya başladığı Batı Almanya'da bugün 1500'den fazla sauna mevcut bulunmaktadır (Kale, 2006).

- I. Bölüm: 1864-1925 periyodunu kapsar ve halk geleneklerinin üzerine toplanmıştır.
- II. Bölüm: 1925-1960 yılları arasında görülen sauna geleneklerinin ana değişikliklerini içerir.
- III. Bölüm: Sadece 1960 ve sonrası periyoduna kısa bir başlangıçtır. Amerika'da sauna gelişiminin bir dönemidir (Kale, 2006).

Günümüzde genel olarak kullanılan saunalar dört çeşittir. Bu sınıflandırmanın dışında saunalar ısınma sistemlerine göre ve bank sayılarına göre sınıflandırılmaktadır. *Yaz saunaları*; yaz saunaları basittir. Bu saunalar hafif bir yapıya sahiptir. Ve mümkün olduğu kadar ucuz olarak inşa edilir. Bu tip sauna genelde yalnız başına bir sauna odası ya da bir revak'ı kapsar. Yaz saunaları su bağlantısını kolaylaştırmak için tercihen deniz kıyısı, göl veya çay kenarına yerleştirilir (Kale, 2006). *Tatil saunaları*; tatil saunaları genellikle geçicidir. Fakat yaz saunalarından daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Yalıtım ve ısıtma kış aylarına göre yapılmış olmalıdır. Sauna binasına ilaveten, havlu içinde odun depolama alanına ve temiz bir klozet veya wc'ye sahip olmalıdır. Eğer, sauna kışın kullanılıyor ise, diğer odalardan soğuk hava girişini önlemek için bir antreye sahip olmalıdır. Çünkü bu tür tatil saunası ve bir sauna binası belki tipik bir tatil evidir. Sauna odası ve banyo odası tatil evinde alan yetersizliğini telafi etmeye yardım eder. *Ev içerisindeki saunalar*; sürekli bir evdeki sauna, banyo, yatak odası veya mutfaka bitişik veya ayrı bir ünite olarak evin içine yerleştirilir. Eğer herhangi bir durumda mahzene ihtiyaç duyuluyorsa ve bina parseli küçük olduğundan sauna için başka bir çözüm yolu yoksa sauna mahzene de yerleştirilebilir. İyi bir havalandırma sağlamak ve evi yamaca inşa etmedikçe hava değişimi için bir yer ve ışık almak zor olduğu için mahzende sauna genellikle tavsiye edilmez. Bununla beraber sauna bir yamaca yerleştirilebilir ve gün ışığı ile aydınlatılabilir. Serinleme revağı ilaveten saunanın ön tarafına yapılabilir. *Kış saunaları*; özellikle soğuk kuzey ülkelerinde yaygın olan kış saunaları, artık saunaların ev içine girmesiyle sayıları azalmaya başlamıştır. Kışın kendine ait güzelliği içinde sauna keyfi sürmek isteyenler için hala özelliğini korumaktadır (Kale, 2006).

Saunaları daha iyi tanımlayabilmek için şu şekilde sınıflandırma yapılabilir; *İçinde banyo yapabilen kişi sayısına göre*: Tek kişilik saunalar, iki kişilik saunalar, üç kişilik saunalar, dört kişilik saunalar, altı kişilik saunalar, sekiz kişilik saunalar ve daha fazlasıdır. *İçindeki Bank Sayısına Göre*:

Banksız (portatif) sauna: Plastik, deri, vb. malzemelerden yapılmış dışarıdan sıcak hava üfleme ve ayakta banyo yapılan bir türdür. Bu tip sauna denilen kabinlere sauna denilemez ve saunanın tüm fonksiyonlarını yerine getiremez. Tek banklı sauna (bir yatma veya iki oturma pozisyonu). İki banklı sauna (bir yatma ve iki oturma pozisyonu). Üç banklı sauna (iki yatma ve bir oturma). Dört banklı sauna (iki yatma ve iki oturma). Çok banklı sauna (genel saunalar). *Yapılış Biçimlerine Göre*: Portatif saunalar, sabit ev saunaları, prefabrik ev saunaları, sabit arazi saunaları, kütük saunalar, ahşap olmayan saunalar. *Isınma Biçimlerine Göre*: Buhar banyoları, dumanlı saunalar, gazlı saunalar, sobalı saunalar ve elektrikli saunalar. Bundan başka saunalar çeşitli biçimlerde sınıflandırılabilir. Örneğin bacalı, bacasız sauna veya genel, özel sauna gibi ancak belli başlı sınıflandırma sistemi yukarıdaki gibi yapılmaktadır. Isınma biçimine göre saunalar daha detaylı olarak aşağıdaki şekilde incelenebilir (Çetinbank ve Aksoy, 1987).

Saunaların doğru ve düzenli uygulanması sonucunda şu yararlar sağlanmaktadır;

- ✓ Aşırı sıcaklık ile kandaki hastalık virüsleri yok edilir bu suretle bütün hastalıklara özellikle üşütmeye, mikrobik hastalıklara ve romatizmaya karşı dayanım gücü artar.
- ✓ Terleme ile kandaki toksin maddeler atılır. Yani kana giden gıda maddelerinin emilimi atılır. Yani kana giden gıda maddelerinin emilimi artar ve kan maddelerden temizlenir.
- ✓ Deri bol miktarda kanla beslenir. Dış doku genişler. Derinin koruma gücü artar ve "kan damarları idmanı" sağlanır.
- ✓ İç organlardaki ve beyindeki kan dolaşımı yükselir. Bunun neticesinde vücuttaki bezlerin faaliyeti artar. Zihin açıklığı ve dimağın verimliliği yükselir.
- ✓ Kan dolaşımı doğal olarak hızlanır ve kalbi hafifletir.
- ✓ Vücutta hastalıklara karşı direnç gösteren maddelerin oluşumuna engel olur.
- ✓ Sinirleri dinlendirir.

Sauna, her bakımdan doğal olan bir tedavi yöntemini temsil etmektedir. Hastalıklardan

korunmak, bunları tedavi etmek ve bütün organizmayı dayanıklı hale getirmek amacıyla sauna banyosunun düzenli olarak yapılması, doktorlar tarafından tavsiye edilmektedir. Sauna bir halk banyosu olarak yapılması, doktorlar tarafından tavsiye edilmektedir. Sauna bir halk banyosu, diğer yandan tedavi banyosudur (Kale, 2006).

2. Sauna Yapım Teknikleri

2.1. Sauna Yapımı

Günümüzde saunalar genellikle elektrik ile ısıtılan saunalardır. Bundan dolayı yapım tekniklerinin geliştirilmesinde, elektrikli saunalara ağırlık verilmektedir. Ancak saunanın tarihi süreci içerisindeki yapım teknikleri de bilinmelidir. Sauna elektrik ısıtıcı ile ısıtılan sauna, sıcak ve kuru hava banyosudur.

Sauna binanın herhangi bir katında bütün alanları bir arada olacak şekilde veya binadan ayrı olarak kagir yığma, betonarme, ahşap veya çelik karkas olarak inşa edilmeli ve yangından korunmak için TS 4156'ya uygun tedbirler alınmalıdır.

Dört duvar arasında yapılan saunalarda duvara yatay olarak 50 cm'de bir dübellenen en az 45x45mm boylarında kereste ızgara ve üzerine düşey olarak çivi görünmeyecek bir şekilde geçmeli, lambri kaplama yapılmalı, tavan sehim yapmayacak bir şekilde ahşap kirişlemeye çakılan lambri ile kaplanmalı, duvar ve tavanda ısı izolasyonu sağlanmalıdır (TSE, 1992).

Saunaların yapıları yeterli ısı yalıtımı sağlamalıdır. Duvarlar ve tavan tarafından ısı depolanması azaltılmalıdır. Duvar ve tavandaki ısı yalıtımı mümkün olduğu kadar kapalı olarak odanın iç tarafına yerleştirilmelidir. Mineral yünler gibi en düşük ısı depolama kapasiteli yalıtıcılar kullanılmalıdır (Çetinbank ve Aksoy, 1987).

Taş duvar mükemmel bir yalıtıcı olsa bile, taşın ısı depolama kapasitesi saunanın ısı özelliklerini bozar. Isıtma için 1 m² taş duvar,

2.5 m³ fazladan bir hacme tekamül eder (Çetinbank ve Aksoy, 1987).

Sıcak hava saunanın tavanına doğru akar. Kuru hissedilen bir sauna bile her zaman bir dereceye kadar rutubetlidir. Rutubet her zaman sıcak havadan soğuk havaya doğru hareket eder. Eğer buharın serbestçe hareketine izin verilirse buhar bariyeri, yalıtıcının dış kenarında bir yere toplanacak ve izolasyonu zayıflatacaktır ve yapıya zarar verecektir. Etkili havalandırma olduğu zaman, saunanın duvarlarında sızdırmazlık elamanlarına ihtiyaç kalmayacaktır (Otto, 1975).

Sauna odasının zemininin sıcaklığı yaklaşık 30 °C'dir. Her zaman yalıtıcı gerekli değildir. Periyodik olarak kullanılan bir tatil saunası ve ya yaz saunasının zemini tamamen yalıtımsız olabilir. Döşemede ağaç malzeme kullanılacak ise tercihen basınç uygulanmış veya dış hava tesirlerine dayanıklı kontrplak kullanılmalıdır. İçinde ikamet edilen bir saunada, duvarlar, duvar iç yüzeyindeki bir buhar deliği ile yalıtılmalıdır. Aksi takdirde rutubet diğer alanlara nüfus ederek ve yapıya zarar verecektir. Sauna odasından gelen rutubet, havalandırma vasıtasıyla bacadan direk tahliye edilir (Kale, 2006).

Fin saunaları ilk zamanlarda orijinal olarak kütük ev tipi, tomruk konstrüksiyonludur. Yontulmuş tomruklar ve düzeltilmiş tahtalar, günümüzde de özellikle yaz saunalarında hala vazgeçilmeyen yapı malzemesidir. Tomruk duvar "teneffüs eder" ifadesi yaygındı. Sauna odasında ki alçak basıncının bir sonucu olarak, dışarıdan gelen taze hava, duvarın alt tarafındaki aralıklardan ve çatlaklardan içeri girer. Sıcak hava tomrukların üst tarafındaki aralıklardan dışarı hareket eder. Tomruk konstrüksiyonlu sauna, kullanımdan sonra hızlı havalandırma için hava deliğine ihtiyaç duymaktadır. Tomruk duvar, ısıtmada içerideki havayı emer, saunanın buna bağlı olarak sıcaklığı yavaş olarak değişir ve kişi üzerindeki ısı yayılımı yavaştır. Diğer taraftan tomruk konstrüksiyonlu sauna, aynı ebattaki bir prefabrik saunadan veya keresteden yapılmaktadır (Bozkurt, 1971).

Tomruklar ev içinde kurulan saunaların duvarları içinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ancak tomruk duvar ve ev duvarı arasında en azından 15 cm'lik bir boşluk bırakılmalıdır. Ancak bu surette tomruklar nefes olabilir. Daha sonra saunanın iç tarafını çevreleyen tavan ve duvarlarda bir buhar bariyerinin yerleştirilmesi gerekir. Tomruk duvarlar arasındaki hava sirkülasyonu, panel konstrüksiyonlu saunalarda görülmeyen hoş bir reçineli aroma kokusuna sahiptir.

2.2. Sauna Yapımında Kullanılan Birleştirmeler

Saunalar ahşaptan yapıldığı için kayıtlarının birleştirilmesinde ahşap birleştirme teknikleri ve dış tipleri kullanılmaktadır. Sauna yapımında kullanılan lambriler çok çeşitli olmaktadır. Bu birleştirmeler hem sağlık hem de estetik tercihlerden dolayı kullanılmaktadır (Kale, 2006).

2.3. Sauna Yapımına Kullanılan Ağaçlar

Sauna yapımında dikkat edilecek en önemli hususlardan birisinde kullanılacak olan ağacın seçimidir. Bir saunada sıcaklığın 130 °C'ye kadar çıktığı düşünülecek olursa, kullanılacak ağacın önemi daha iyi kavranır. Sadece kuzey ülkelerde yetişen yüksek kalite ağaçlar sauna için ideal olmaktadır.

Sauna duvar ve tavan panelleri üretiminde az reçine oranlı Fin Ladini, budaksız Fin Çamı veya Kanada Ladini kullanılmaktadır. Sauna oturma ranzalarında sırt ve baş yaslama aksesuarlarında ise Afrika menşeli bir ağaç olan Abachi veya Aspen kullanılmaktadır. Bu ağaçların en önemli özelliği ısıyı tutmaması ve böylelikle cildi yakmamasıdır. İnsan vücudunun temas edeceği yerlerde mutlaka bu ahşaplar kullanılmalıdır. Ayrıca kıymıksız ve kolay temizlenebilir olması bu ağacın oturma ranzaları için en ideal ağaç yapmaktadır. Emprenye edilmiş ahşaplar sauna içerisinde kesinlikle kullanılmamalıdır (URL-1, 2006).

Türkiye'de sauna üretimi yapan belli başlı bazı firmalar saunayı genellikle Sedir, Kızıl Çam ve Köknar ağacından yapmaktadırlar.

Bunlara son zamanlarda dış ülkelerden gelen Tik, Kızıl Ağaç ve Abachi ağaçları da eklenmiştir. Ancak Türkiye açısından Sedir ve Kızıl Çam ideal ağaçlardır. Köknar ise dayanımının az olması ve yumuşaklığı dolayısıyla az tercih edilmektedir. Sedir ve Kızıl Çam ise pahalı olmasına rağmen dayanımı, sıcağa etkin oluşu ve genel görünümü nedeniyle tercih sebebidir. Sedir, dünyada ve ülkemizde az bulunan bir ağaçtır. Değerli ve çok pahalı bir ağaçtır. Sauna ise hacim olarak öyle küçümsenecek bir mamul değildir. Hatta oldukça fazla kereste kullanımını gerektirmektedir. Bunlar göz önüne alındığı takdirde sauna için en uygun ağaç ülkemizde de yetişen Kızılçam'dır. Ancak budaksız, çatlaksız, reçinesiz, düzgün gövdeli Kızılçam ağacı kullanılmalıdır.

Genel olarak dünyada sauna yapımından kullanılan ağaç türleri şunlardır; Sedir, Sarıçam, Kızılçam, Western Hemlock, Limba, Abachi, Parana Pine, Avrupa Göknarı, Ladin, Matenye African, Mohogany Afrika Cevizi, Yang Light Red Meranti, Teak, Kaliforniya Su Sediri, Douglas Göknarı, Kiraz, Saplı Meşe, Karaağaç, Afzella, Aningeria, Okume, Gaboun, İroko, Mavingvi, Tiama, Agba, Tola, Bosse, Kestane, Alder, Beyaz Fin Çamı, Kavak, Kırmızı Sedir, Aspen, Kuzey Çamı, Kanada Ladini (URL-2, 2006).

2.4. Panel (Modüler) Sauna Yapımı

Günümüzde yaygın hale gelen panel sauna, hem daha ucuz hem de herkes tarafından kolaylıkla sökülüp takılabildiğinden tercih edilmeye başlamıştır. Sauna kiti, eve geldikten sonra veya büyük marketlerden aldıktan sonra kurulum talimatlarına göre kurulmaktadır. Bütün gerekli olan aksesuarlar ve bağlantı elamanları da paketten çıkmaktadır.

Adım adım verilen saunada önce saunanın kurulacak yeri belirlenir. Daha sonra sauna köşe profilleri ve lambriler montaj talimatına uygun olarak kurulur. Tabanı ve duvarları monte edilen saunanın çatısı da montaj kurallarına göre yapılır. Daha sonra sauna iç düzenlemesi yapılır. İç düzenlemede havalandırma ve sürgülerinin montajı oldukça önemlidir.

2.5. Alternatif-Tek Kişilik Konut Tipi Sauna Yapımı

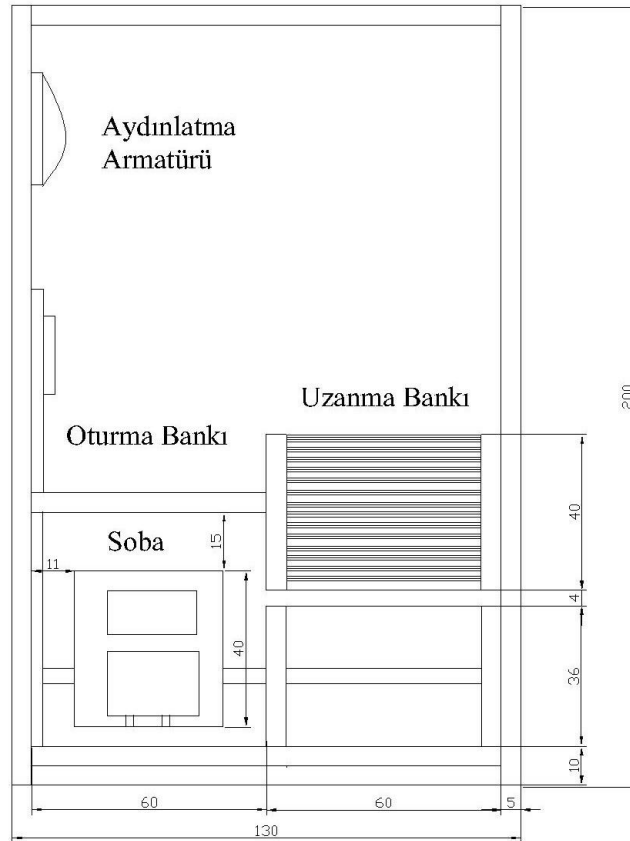
Günümüzde tek kişilik 1x1 m²'lik demonte sauna kabinlerinden 20x25 m²'lik otel saunalarına kadar çok çeşitli tip ve boyutlarda sauna üretilmektedir. Evlerde uygulanan saunalar için çok geniş bir mekana gerek olmadığı gibi, montajını gerçekleştirmek için yalnızca bir saat gibi kısa bir zaman yeteli olmaktadır. Estetik, emniyet, hijyen ve dayanıklılık gibi özelliklerin yanı sıra, sauna kabinlerinin tasarımında gözden kaçırılmaması gereken bir başka nokta, kullanım kapasitesidir. Saunayı tasarlarken, standart ölçülere göre kişi başına yaklaşık 0.8-1 m²'lik bir alan zorunluluğunu göz ardı etmemek gerekir (URL-3, 2006)

Normal ölçülerde bir banyo sauna için yeterli alanı sağlar. Banyo küvetinin kaldırılarak yerine, mekanın biçimine ve konumuna uygun saunanın ve yakınına duşa kabin monte edilmesi alan kazanımını sağlar. Böyle durumlarda, duşun bulunduğu kısımlardaki sauna dış duvarı seramikle, vinil kaplama

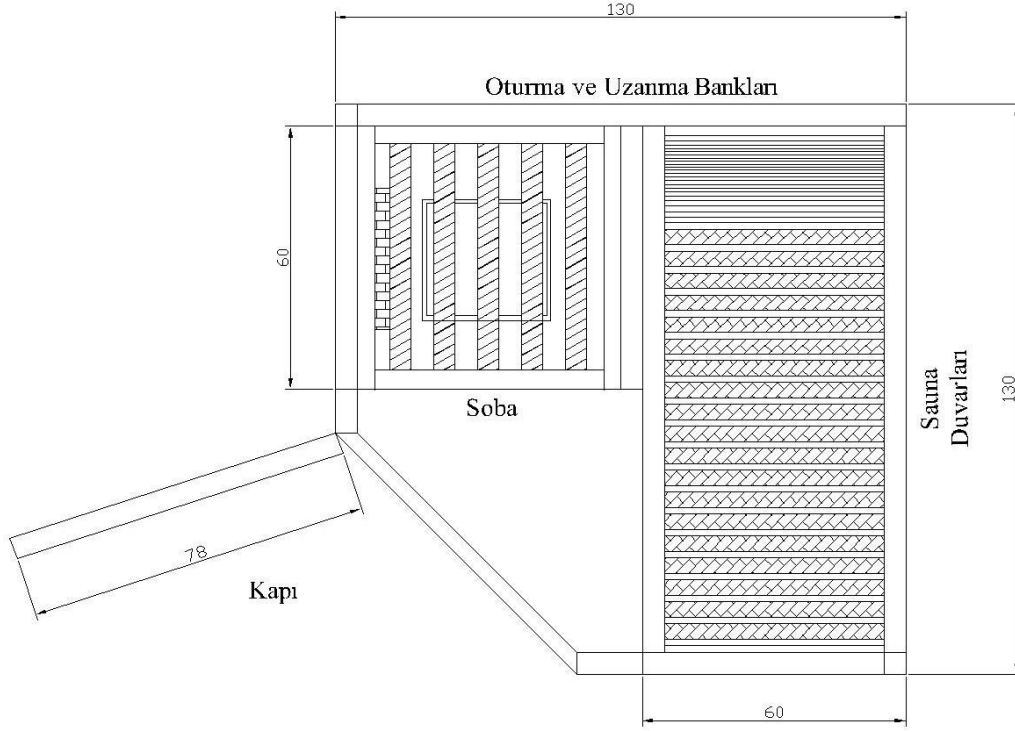
malzemesi veya koruyucu vernikle suya karşı korunmalıdır. Yansımali güvenlikli camdan sauna kapısı, yer döşemesi, sauna iç aksesuarları ve havalandırma düzeneği yat verniği ile suyun etkisine karşı korunmalıdır (Kale, 2006).

2.6. Teknik Özellikleri

1300x1300x2400 mm ölçülerinde demonte olarak düşünülen sauna banyoda küvetin yerine düşünülmüştür. Sauna yapımında, Türkiye'de yetişmesinden dolayı, sedir ve kızılçam ahşabı kullanılmıştır. Bu ahşapların işkenmesindeki kolaylık, görünüm ve sauna içerisine bıraktıkları güzel koku, insane tenine allerjik etki yapmaması, yüksek ısı ve neme olan dayanıklılığı tercih edilmiştir. Bir uzanma, birde oturma bankından oluşan sauna elektrikli soba ile ısıtılmaktadır. Şekil 1'de saunanın cm ölçü biriminde ön görünüşü verilmiştir. Soba oturma ve uzanma bankı görülmektedir. Şekil 2'de saunanın üst görünüşü verilmiştir (Kale, 2006).



Şekil 1. Tek kişilik alternative sauna ön görünüş ve ölçüleri



Şekil 2. Tek kişilik alternatif sauna üst plan görünüşü (cm)

Tamamen demonte olan sauna, 5 veya 4.5 cm'lik köşe profillerden çerçeve konstrüksiyon metoduna göre zıvanalı ve kavelalı birleştirilmiş, istenildiğinde tekrar sökülebilmek amacıyla alyan başlı silindir çektirmeler ile sağlamlaştırılmıştır. Saunayı oluşturan bütün çerçeve elemanlarında ve lambrielerde erkek ve dişi zıvanalar paketlenmeden önce hazırlanmıştır.

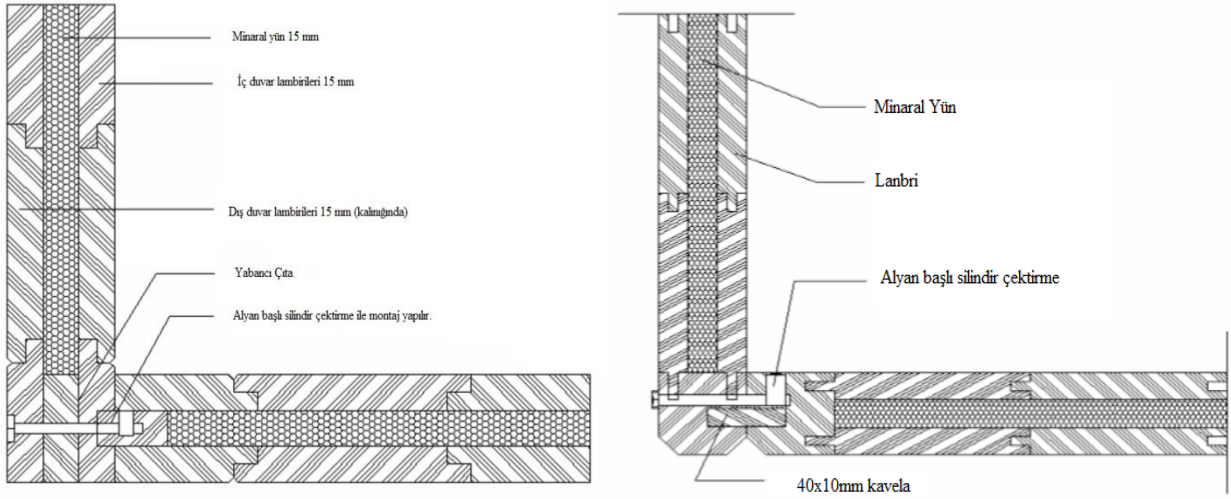
Karşılıklı köşe profilleri her iki yüzeyine kınış açılmış sauna duvarlarını oluşturan iç ve dış lambrieler bu kınışlar üzerine dizilmiştir. Sunanın dış kısmında, müşterinin isteğine göre yatay veya dikey yönde birbirine zıvanalı geçmiş lambrieler dizilmiş, saunanın iç kısmında ise, oluşan su damlacıklarının duvarlardan süzülmesini kolaylaştırmak için dikey yönde lambrieler düşünülmüştür. İç ve dış lambrielerin kalınlığı 15 mm genişlikleri ise 100 mm olacaktır. İki lambri arasında, ısı yalıtımı için 15 mm'lik mineral yün yalıtım malzemesi yerleştirilecektir. Mineral yün üzerine, sauna iç tarafına gelen kısma, istenilirse, nem izolasyonu için alüminyum kağıtta ilave edilebilir. Şekil 3'de köşe profillerin birleştirilmesi ve iç ve dış

duvarlara lambrielerin dizilimi görülmektedir (Kale, 2006).

Sauna tabanında kaymayı engellemesi için demonte ahşap ızgara düşünülmüştür. Sauna içerisindeki uzanma ve oturma bankına ait ahşap elemanlar ile kabin içi diğer aksesuarlar ayrı bir paket içerisinde müşteriye sunulacak, montaj tahminatına göre vidalanacaktır. Vidalar paslanmayan ve ahşap içine gömülecek şekilde havşalı olarak yapılmıştır.

Saunanın ısıtılmasında kullanılan soba piyasada satılan kaliteli, emniyet tertibatlı elektrikli sobadır. Bu soba oturma bankının altına yerleştirilmiştir. Bankla soba arasında ahşaba zarar vermeyecek bir mesafe bırakılmıştır. Ayrıca bankın altına galvanize bir sac parçası da monte edilebilir.

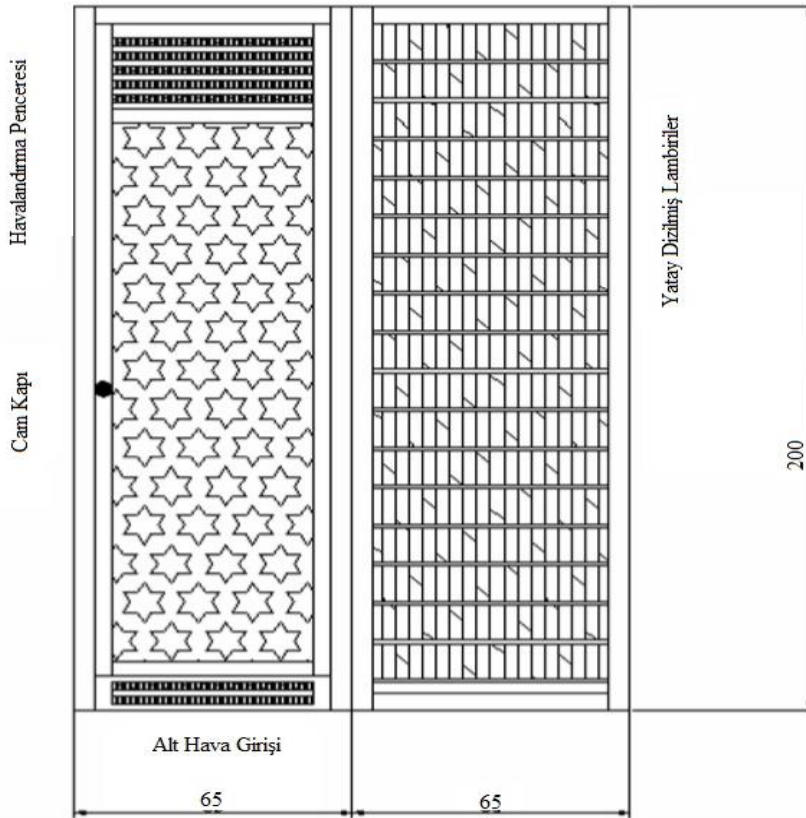
Saunanın küçük olmasından dolayı sobanın bank altına yerleştirilmesi yerden bir kazanım sağlamıştır. Mekanın aydınlatılmasında gözü rahatsız etmeyecek ahşap ızgaralı veya örtülü 150 °C'ye dayanıklı özel seramik duylu ve düşük wattlı ampulle çalışan aplikler kullanılmıştır.



Şekil 3. Köşe profillerin birleştirilmesi ve iç ve dış duvarlara lambrilerin dizilimi

Sauna kapısı yerden kazanım sağlaması açısından sauna duvarlarına 45°'dir. Kapı güvenlik açısından dışa doğru açılmalıdır. Kapının camı temperlenmiş özel güvenli bir camdır. Kapının üst kısmında havaandırma penceresi, alt kısmında ise temiz hava girişini sağlayacak bir ızgara

bulunmaktadır. Bu iki havalandırma bölümü ile saunada hava sirkülasyonu amaçlanmıştır. Şekil 4'de sauna kapısı ve havalandırma sistemi görülmektedir. Saunanın dış duvarlarının yatay lambriler şeklinde dizildiği görülmektedir.



Şekil 4.Sauna kapısı ve havalandırma sistemi (cm)

Demonte olarak tasarlanan sauna, fabrikadan veya marketten taşıma kolaylığı içerisinde kutulu olarak alınmalıdır. Taşıma kolaylığı ve paketin boyutunun küçüklüğü ile bir alternatif teşkil etmektedir. Bunun içinde sauna kiti oluşturulurken ambalajlamaya yönelik metotlar düşünülmüştür. Üretim son aşamasında ise 80x210 cm'lik karton kutu ambalajda piyasaya demonte sistemde sürülebilir.

3. Sonuç ve Öneriler

Saunaların ilk doğuş yeri Finlandiya'dır. Arkeoloji raporlarına göre sauna bu ülkede en azından 9000 yıldan beri mevcuttur. Finlandiya nüfusunun az olmasına rağmen sauna adedi 600.000 civarındadır. İstatistik raporlarına göre her Finli yılda 61 defa sauna banyosu yapmaktadır. İhtiyarlık yaşlarında dahi Finli saunadan vazgeçmemektedir.

Son 20 yıl içinde sauna, dünyanın çeşitli ülkelerinde süratle yayılmış, hatta 30 yıl öncesine kadar sauna ismi bilinmeyen yerlere kadar girmiştir. Saunanın bütün ülkelerde süratle yayılması ve bu ülkelerde tutulmasının belli başlı sebebi bilimin son 30 yılı içinde saunanın cildi esaslı bir şekilde temizlemekten başka, diğer hiçbir süratle mümkün olmayacak şekilde hastalıkların önüne geçmek ve bunları tedavi etmek amacını tuttuğunu tespit etmiş olmasıdır. Ancak saunanın süratle ve esaslı bir şekilde yayılmasının tek sebebi, bilimin başarılı olduğu bu teşhisten ibaret olmayıp, bunun diğer bir önemli sebebi de bir defa sauna banyosu yapmış olan kimsenin, kendi vücudunda saunanın olumlu ve faydalı etkisini bizzat hissetmiş olması ve bu şekilde insanların arasında yayılmış bulunmasıdır. Bu sebeple bugün, dünyada aşağı yukarı hiçbir ülke yoktur ki orada sauna mevcut olmasının ve gittikçe artan bir alaka ve memnuniyetle karşılaşsın.

Sauna yapımında dikkat edilmesi gerekli en önemli hususlardan birisi ağaç malzeme seçimidir. Sauna yapımında tercih edilen sedir ve kızılçam türü ağaçlarının ülkemizde yetişmesi de bizim için bir avantaj sayılmaktadır. Sedir ve kızılçam türü ağaçlar,

yapılan araştırmalar sonucunda sauna içerisinde olumlu etkiler göstermektedirler. Ayrıca bu tür ağaçlarının imalat sırasındaki işleme kolaylığı da tercih edilme sebebidir.

Ülkemizde gerçek anlamda sauna yapan firma sayısı 15 kadardır. Bunun sebebi üretici firmaların, birbiri ile bilgi alışverişinde bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Diğer kuruluşların sauna yapımında, bu bilgilerden yoksun üretim yapmaları, teknolojik kurallara uyulmadığı için sauna, sauna özelliklerinde çıkararak sıcak oda halini almaktadır. Bu durum kullanıcılar üzerinde sauna hakkında yanlış bilgi edinmeye ve yanlış kullanıma yol açmaktadır.

Sauna yapımında ülkemizde firmaların atağa geçmesi gerekmektedir. Ayrıca ülkemizde sauna konusunda seminerler ve bilgilendirme toplantıları düzenlenmeli, halkımıza saunanın faydaları anlatılmalıdır. Ülkemizin ekonomik durumu da göz önüne alındığında, fiyatı uygun ve kullanışlı alternatif sauna modellerinin geliştirilmesi öncelikli araştırma konuları arasında yer almalıdır.

4. Kaynaklar

- Bozkurt, Y., 1971. Önemli Bazı Ağaç Türleri Odunlarının Tanımı Teknolojik Özellikleri ve Kuruluş Yerleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 177, 1-50.
- Çetinbank, M., ve Aksoy, A., 1987. Sauna üretimi maliyet analizi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 123s.
- Glaus, Otto., 1975. "Planen Und Bauen Moderner Heilbader," Printed in Germany.
- Kale, B., 2006. Saunalar ve Yapım Teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 190s.
- Neufert, E., 1983. Yapı Tasarımı Temel Bilgileri: Tasarımcılar, Yapı Sahipleri, Öğretmenler ve Öğrenciler

İçin El Kitabı, (çev: Abdullah Erkan ve Ayşe Önem Karadayılar), Güven Yayıncılık, ISBN 3-528-18651-8, İstanbul, 534s

Türk Standartları Enstitüsü, 1992. Yayın No:Ts 1064/Kasım 1992.

URL-1, www.finnsauna.com.tr 10 Haziran 2006.

URL-2, www.sankurt.com. 10 Haziran 2006.

URL-3, www.ayhavuz.com. 10 Haziran 2006.

Barajların Kontrolü ve Denetiminin Önemi

Yusuf AŞIK*

Gümüşhane Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, TR-29100, Gümüşhane, Türkiye

Geliş tarihi/Received 13.07.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 01.08.2015

Kabul tarihi/Accepted 04.08.2015

Özet

Barajlar, daha çok tarımsal faaliyetler, sel kontrolü, elektrik enerjisi üretimi ve diğer amaçlarla yapılırlar. Barajlar boyutları bakımından mühendislik yapıları içinde en büyük olan yapılardandır. Ayrıca önem derecesi bakımından da en önemli mühendislik yapılarındadır. Barajlar bir ülkenin ekonomik, sanayi, tarımsal, sosyal ve kültürel bakımdan kalkınmasında büyük faydaları olan yapılardır. Ancak barajlar aynı zamanda birer potansiyel tehlikedir. Çünkü bir barajın rezervuarında milyonlarca metre küp su birikmektedir. Potansiyel tehlikelere karşı barajlarda sürekli olarak gözlemler yapılmalıdır. Herhangi bir tehlike karşısında da gerekli tedbirleri almak gerekir. Bu yazıda barajların güvenliği için yapılması gereken denetim ve gözlemler hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Barajlar, Baraj Güvenliği, Gözlem ve Kontrol, Ölçü Periyodu

Importance of Control and Monitoring of the Dams

Summary

Dams are built mostly for irrigation activities, flood control, power generation and the other purposes. Dams are large and most important structures of the engineering structures in terms of both their sizes and importance degrees. Dams play important role for industrial, irrigation, social and cultural developments of the countries. But at the same time they have potential hazards. Because their reservoirs have water storage capacity millions of cubic meters. All dams must be controlled and monitored continuously against the their potential hazards. If estimated or founded out any possible hazard or dangerous case must be taken the necessary measures or precautions. In this article, mentioned about the controls and monitoring should be done on dams for their safety.

Keywords: Dams, Dam Safety, Monitoring and Controls, Control Periods

* Yusuf AŞIK, yasik@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 233 10 00-1760

1. Giriş

Su, yaşamın vazgeçilmez temel unsurlarından biridir. İnsanlar sudan azami derecede yararlanmak veya suyun verebileceği zararlardan korunmak için çeşitli şekillerde su yapıları inşa etmektedirler. Bu su yapılarından birisi de barajdır. Baraj, su biriktirilmesi için gerekli hazneyi oluşturmak amacıyla akarsu yatağına yapılan bir kabartma tesisidir (Öziş, 1983). Barajlar, Dolgu barajlar, Beton barajlar veya Kemer barajlar şeklinde inşa edilmektedirler.

Barajlar bir ülkenin ekonomik, sanayi, tarımsal, sosyal ve kültürel bakımdan kalkınmasında büyük faydası olan muazzam yapılardır. Öte yandan barajlar potansiyel bir tehlikedir. Geçmişte ve günümüzde örnekleri yaşanan ve yaşanması muhtemel baraj kazaları, can ve mal emniyeti bakımından önemli bir tehdit unsurudur. Bir barajda meydana gelecek kazayı önleyebilmek veya bu mümkün olmuyorsa, kazanın verebileceği zararları en aza indirgeyebilmek için gerekli tedbirleri almak gerekir. Tedbir almak için ise tehlikeyi önceden kestirebilmek gerekir. Bu nedenle barajları gerek inşaat sırasında gerekse işletme ömrü boyunca emniyet açısından sürekli olarak denetlemek, muhtemel kazaları önceden tahmin edebilmek, mümkün ise önleyebilmek ve kazalardan etkilenmemek için hazırlıklı olmak gerekir.

2. Barajların Önemi

Mevcut su kaynaklarının en iyi ölçüde kullanılmasını sağlayan barajlar, uzun süreli etütlerden sonra yapımına karar verilen, büyük yatırımlarla gerçekleştirilen ve çok uzun süreli hizmet vermesi beklenen önemli mühendislik yapılarıdır. Çeşitli tip ve yükseklikte inşa edilen barajların, ana amaçları elektrik enerjisi üretimi, sel ve taşkınların kontrolü, içme ve kullanma suyu temini, tarımsal araziler için sulama suyu temini, akarsu ulaşımı, balıkçılık, mesire yerlerinin teşkili, su sporları vb. gibi alanlarda, ülke genelinde ve yöresel olarak ekonomik, sosyal ve kültürel faydaları vardır.

Barajların Öneminin göstergesi bakımından Ülkemizdeki çok yönlü bir kalkınma ve gelişme projesi olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) etkili bir örnektir. Cumhuriyet döneminin en büyük yatırımlarından biri olan ve DSİ tarafından geliştirilen bu proje; 7'si Fırat, 6'sı da Dicle Havzası'nda olmak üzere 13 adet proje demetinden oluşmaktadır. GAP kapsamında yapımı öngörülen 13 adet proje çerçevesinde; 22 baraj inşa edilerek, toplam 7.490 MW kurulu gücünde 19 hidroelektrik santral ile yılda 27,4 milyar kWh enerjisi üretilen ve GAP Eylem Planına göre 1,066 milyon hektar tarım arazisi sulama imkânına kavuşacaktır. GAP kapsamındaki enerji projelerinde %75, GAP Eylem Planı sulama projelerinde ise %40 gerçekleştirilmiştir. Fırat Nehri üzerinde Keban, Karakaya, Atatürk, Birecik, Karkamış Baraj ve HES'leri ile Dicle Nehri üzerinde ise Batman, Kralkızı, Dicle Baraj ve HES'leri tamamlanarak elektrik üretimine geçilmiştir. Güneydoğu Anadolu Projesi'nin entegre kalkınma projesi olması, GAP bölgesinin milli gelirden aldığı payın artırılmasını ve gelir seviyesindeki bu artışın sosyo-kültürel gelişmeyi de beraberinde getirmesini hedeflemektedir. (URL1).

Projenin tam gelişmesi ile meydana gelecek üretim artışlarındaki bazı ürünlerde Türkiye'de üretilenden daha fazla üretim gerçekleştirilecek ve tarımsal üretimde ikinci bir Türkiye yaratılmış olacaktır (GAP,1994).

3. Barajlarda Denetimin Gerekliliği

Barajlar 50-100 yıl gibi uzun süre faydalanılmak için yapılan yapılardır. İnsan hayatına önemli katkıları vardır. Çok dikkatli ve kapsamlı inceleme ve araştırmalardan sonra projelendirilip yapımına karar verilen barajların yapımı için de büyük yatırımlar gerekir.

Barajlar güvenlik altında olması gereken ve denetimi zorunlu olan önemli mühendislik yapılarıdır. Barajlarda güvenlik ve denetim ile ilgili çalışmalar daha araştırma-inceleme ve tasarım aşamasında başlar. Yapım aşamasında ve işletme aşamasında da barajın ömrü boyunca devam eder. İşletme

aşamasında iken, başlangıçta sık periyotlarla yapılan bu denetimler barajın yaşlanması ile daha seyrek periyotlarda olur. Barajların denetim altında tutulmasındaki temel amaçları aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür (Aşık, 2000).

- 1- Barajın yapısal ve işlevsel güvenliğinden emin olmak,
- 2- İnsanların can ve mal güvenliğinden emin olmak,
- 3- Gelecekte yapılacak benzer projeler için veri toplamak,

Bir baraj projelendirilirken tasarımcının belirlenmiş hedefleri vardır. Baraj sadece haznesinde biriken suyun etkisine maruz kalmamaktadır. Birçok iç ve dış etken barajı zorlamaktadır. Bu kuvvetlerin barajı ne şekilde etkilediği bilinmelidir. Baraja etkiyen kuvvetler karşısında stabilitesinde bir bozulma olup olmadığı, bu kuvvetlerin barajın performansını olumsuz etkileyip etkilemediği çok önemlidir. Barajın denetim altında tutulması ile hem yapının güvenliği hem de projesinde öngörülen biçimde çalışıp çalışmadığı gözlenebilir.

Bir barajın, ona etki eden kuvvetler karşısında yapısal olarak zayıf kalıp yıkılması, o baraj için yapılmış bütün yatırımların bir anda yok olması demektir. Bu da büyük bir teknik ve ekonomik kayıptır. Bununla birlikte, eğer yıkılan bir barajın kurulduğu akarsu üzerinde (mansap tarafında) bir başka baraj daha varsa, bir kaza ikinci bir kayba ve felakete de sebep olabilir. Her bir baraj kazası bir çevre felaketini de beraberinde getirir.

İnsan hayatında çok önemli yeri olan barajlar da ne yazık ki, yine insan hayatı için bir tehdit unsuru ve tehlike kaynağıdır. Çünkü bir barajın gövdesi birkaç on metre yükseklikte olabildiği gibi birkaç yüz metre de olabilmektedir. Barajın çok büyük hacimdeki gövdesinin arkasında da milyonlarca m³ su birikmektedir. İşte asıl tehlike budur. Baraj ile depolanarak kontrol ve denetim altında tutulan suyun denetimli şekilde kullanılması insanlara birçok fayda sağlamaktadır. Fakat barajın herhangi bir nedenden dolayı yıkılması durumunda, haznede birikmiş olan

bu muazzam su kitlesinin ani olarak, hızlı ve kontrolsüz bir şekilde boşalması gerek insan hayatı, gerekse çevre için büyük bir tehlike kaynağıdır. Barajın yıkılması ile mansap tarafındaki yerleşim merkezlerinde yaşayan insanların can ve mal kaybına uğraması kaçınılmaz olur.

Dünyanın çeşitli ülkelerinde meydana gelen birçok baraj kazasından, (1911-1980 yılları arasındaki) sadece 25 ayrı baraj kazasında hayatlarını kaybeden insanların sayısı 15 000 den fazladır (Uzel, 1991). 11 Ağustos 1979'da Hindistan'da bir barajın yıkılması sonucu 35 bin kişi ölmüştür.(URL2). 5 Haziran 2002 tarihinde, Suriye'de, Asi Nehri üzerindeki bir barajın (Zeyzun barajı) yıkılması sonucunda yüzlerce ev sular altında kalmış, 20 kişi hayatını kaybetmiştir. Barajdan boşalan sular, Hatay İlimizde de sel tedirginliği yaşatmış, tarım arazilerinin sular altında kalmasına sebep olmuştur (URL3).

Barajlarda yapılan denetimler sırasında elde edilen veriler daha sonra yapılacak benzer çalışmalar için de güvenli bir veri kaynağı teşkil ederler. Bir barajda görülebilecek olumsuzluğun sebepleri araştırılarak, elde edilen bulgular sonraki projelerde göz önüne tutularak değerlendirilebilir. Sonuçta daha ekonomik, sağlam ve güvenli projeler üretilebilir.

4. Barajlarda Yapılan Denetim ve Gözlemler

Bir barajın güvenliğini sağlamak, projesine uygunluğunu denetlemek, olası baraj kazalarını önlemek ya da bu mümkün olmuyorsa kazayı yavaşlatacak tedbirler olarak ortaya çıkacak can ve mal kaybını önlemek veya en aza indirmek güvenli ve sağlam bir tahmini gerektirir. Barajlarda bu güvenliği sağlamak ve isabetli tahminlerde bulunmak için tecrübeli elemanlar tarafından sürekli olarak birtakım denetim ve gözlemler yapılır. Bu denetim ve gözlemler barajın hem gövdesinin iç kısımlarında hem de temelinde ve yakın çevresinde yapılırlar.

Barajlarda denetim ve gözlemler doğrudan veya uzaktan gözleme yoluyla yapılırlar.

Doğrudan yapılan denetim ve gözlemlerde, ölçülecek parametrelere uygun olarak seçilen birtakım ölçüm sistemleri yapım sırasında barajın temeline, gövde içerisine veya barajın yüzeyinde uygun yerlere yerleştirilir. Aletin yerleştirildiği yerdeki değişimler görsel olarak izlenir veya bir kablo vasıtası ile kayıt merkezinde toplanır. Uzaktan gözleme yolu ile yapılan gözlemler, barajın yüzeyine yerleştirilen işaretlere jeodezik ölçme aletleri ve yöntemleriyle yapılan denetim ve gözlemlerdir. Barajlarda hangi tip denetim ve gözlem yapılacağına baraja ait birtakım özellikler dikkate alınarak karar verilir (URL4). Bunlar;

- Barajın yüksekliği ve tipi
- Barajın konumu
- Rezervuar ve dolu savak kapasitesi
- Baraj sitesinin sismik özellikleri
- Barajın temelinin özellikleridir.

Barajlarda yapılan kontrol ve denetimler belirli bir ölçü programı dahilinde yapılır. Buna göre barajlarda, barajın tipine ve özelliklerine göre, yatay ve düşey deformasyonlar, basınç ve gerilmeler, yapı elemanlarına etki eden yükler, sızıntı, drenaj sistemlerine ait veriler ile baraja etki eden çevresel faktörler (su seviyesi, sıcaklık değişimleri, yağış durumları, sismik hareketler) ölçülür (URL5).

Bunlardan başka, barajın gövdesinde çeşitli sebeplerden dolayı birtakım bozulmalar meydana gelebilir. Bunlar borulanma, çeşitli yönlerde oluşan çatlaklar, lokal kaymalar, aşınmalar vb. şeklinde görülür. Bu tip bozunumlar uzman personel tarafından görsel gözlemlerle denetlenerek gerekli bakım ve onarımlar yapılır (URL6).

4.1. Dolgu Barajlarda Yapılan Denetim ve Gözlemler

Bir dolgu barajın performansını belirleyen özellikleri, barajın gövdesinin ağırlığı ve rezervuardaki hidrostatik su yükünün neden olduğu deformasyon ve gerilme ile barajın su tutabilme özelliğinin göstergesi olan sızma miktarı olarak açıklanabilir (Taymaz, Yıldız, 1993).

Dolgu barajlarda yapılan denetim ve gözlemlerde amaç;

- 1- Baraj mekanizmasının genel stabilitesinin doğruluğunu kanıtlamak,
- 2- Sızıntı nedeniyle gövdede bir borulanma ve içsel erozyon olmadığından emin olmaktır.

Dolgu barajlarda yapılan ölçümleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür (EM-1110-2-1004, EM-1110-2-1908).

- Yatay-düşey deformasyonlar
- Yer altı suyu ve boşluk suyu basınç ölçümleri
- Gerilme ölçümleri (toplam zemin gerilmesi)
- Su seviyesi ölçümleri
- Sızıntı ölçümleri
- Sismik hareketler
- Görsel gözlemler.

4.2. Beton Barajlarda Yapılan Denetim ve Gözlemler

Beton barajlarda yapılan denetim ve gözlemler hem ağırlık barajlarda hem de kemer ve payandalı barajlarda aynı karakterdedir. Bu denetim ve gözlemlerden maksat;

- 1- Barajın proje koşullarına uygunluğunun sağlanması ve kontrolü,
- 2- Yapının tümünden hareketlerinin incelenmesidir.

Bu maksatla beton barajlarda aşağıdaki ölçümler yapılır (EM-1110-2-1004, EM-1110-2-1908, Bordes, Capella 1998):

1. Yatay-düşey deformasyonlar ve dönmeler
2. Yeraltı suyunun kaldırma kuvveti
3. Betondaki basınç ve gerilmeler
4. Su seviyesi (rezervuarda ve mansapta)
5. Derz aralıklarındaki açılıp kapanmalar
6. Derzlerdeki su sızıntıları
7. Çatlaklar
8. Sıcaklık değişimleri
9. Sismik hareketler
10. Görsel gözlemlerdir.

Dolgu ve beton barajlarda, barajın temeline, gövdesinin içine veya yüzeyine monte edilerek yapılan ölçmelerde kullanılan ölçme aletleri genel olarak “Geoteknik Ölçüm Sistemleri” olarak adlandırılmaktadır.

5. Barajlarda Denetim ve Gözlemlerin Periyodu

Barajlarda yapım aşamasında başlayan denetim ve ölçmeler inşaat bittikten sonra da devam eder. Yapım aşamasında devam eden ölçmeler inşaatta bir aksamaya meydan vermeyecek şekilde değerlendirilerek inşaatın güvenli bir şekilde tamamlanması sağlanır. Barajın inşaatı tamamlandıktan sonra bu denetim ve gözlemler barajın ömrü boyunca periyodik devam eder. Baraja yerleştirilen ölçüm sistemlerinden belirli aralıklarla veriler alınarak (okuma, ölçü, gözlem) kaydedilir. Barajlarda yapılan denetim ve gözlemler bir takım faktörler göz önüne alınarak belirli aralıklarla yapılır. Denetim ve gözlemlerin hangi aralıklarla, ne kadar sıklıkla yapılacağına ise aşağıdaki faktörlere göre karar verilir.

- Barajın özellikleri (tipi, yüksekliği, boyutları)
- Barajın çeşitli risk ortamlarda sergilediği performansı
- Rezervuar kapasitesi, rezervuarda biriken suyun miktarı
- Rezervuar su seviyesindeki değişim miktarı ve bu değişimin frekansı
- Barajın yaşı

Yukarıdaki faktörlerden her biri gözlemlerin frekansına etki eder. Barajın ilk su tutmaya başlamasında sık aralıklarla (hatta günlük) ölçüler yapılır. Barajda su seviyesi maksimum düzeyde olduğunda, çok şiddetli fırtınalı ve yağışlı havalarda, deprem olduğunda sebebi belirli olmayan bir hareket tespit edildiğinde bu ölçmeler daha sık aralıklarla yapılır.

Genel kural olarak;

Basit görsel gözlemler: Barajın her ziyaret edildiğinde,

Günlük-haftalık okumalar: İlk dolumu sırasında,

Olağanüstü (acil) okumalar: Deprem, şiddetli fırtınalı havalarda vb.

Aylık okumalar: Diğer bütün okumalar en az 1 ay aralıklarla olacak şekilde periyodik ölçüler yapılmalıdır (URL7).

Beton barajlarda, normal durumlarda barajın işletmeye açılmasından itibaren ilk 2 yılda ölçülerin hemen hemen tamamı aylık yapılır. Sonraki 5 yılda sıcaklık değişimleri ve yer altı suyunun basıncı 1'er ay aralıklarla, diğer ölçümler de 3'er ay aralıklarla yapılır. Barajın işletmeye açılışının 7. Yılından sonra sıcaklık değişimleri ve yer altı suyunun basıncı 3'er ay aralıklarla, diğer ölçümler de 6'şar ay aralıklarla yapılır (EM 110-2-2201).

6. Türkiye' deki Barajlar

Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD)'na göre dünyada 900,000 baraj yapılmıştır. Bunlardan 45.000 adedi Büyük Barajlar (yüksekliği 15 m den fazla olan veya yüksekliği 5-15 m arasında olan ve rezervuar hacmi 3 milyon m³ ten fazla) sınıfındadır (Hull, H.,2009). Büyük barajlardan 300 adedi (yüksekliği 150'm den, gövde hacmi 15 milyon m³'den ve rezervuar kapasitesi 25 milyar m³'den fazla olan) Çok Büyük Barajlar kategorisindedir(Dorcey, 1997).

Türkiye'de Cumhuriyet döneminde yapılan ilk baraj Çubuk Barajı'dır. İkinci Dünya Savaşı sonuna kadar birkaç küçük sulama amaçlı barajların dışında bir faaliyet yapılmamıştır. Savaş sonrasında ülkemizde baraj yapımında hızlanma görülür(Akarun, R. 1983).

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nün 2014 yılı faaliyet raporlarına göre; Büyük Su İşleri kapsamında 308 adet baraj, Küçük Su İşleri kapsamında da 652 adet alçak baraj (gölet) olmak üzere toplam 960 adet depolama tesisi inşa edilerek işletmeye alınmıştır (URL1).

Türkiye, sınırları içindeki inşa ettiği (Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu'nun tanınma uyan) 635 Büyük Baraj ile Dünyanın baraj yapan en aktif ülkelerinden biri olarak tanımlanmaktadır (URL8).

Ülkemizin kalkınmasında önemli katkılar sağlayan barajlardan birkaçı olan bu büyük barajlarımız, gerek yükseklik bakımından gerekse gövde hacmi büyüklüğü bakımından, dünyadaki büyük ve önemli barajlar

sıralamasında yerini almıştır. İşletme halindeki barajların yükseklik bakımından sıralamasında, dünyanın en yüksek 100 barajı arasındaki barajlarımız Tablo 1’de özetlenmiştir (URL9).

Tablo 1. Türkiye’deki en yüksek barajlardan bazıları (Türkiye ve Dünyadaki yeri)

Barajın adı	Türkiye Sıralamasındaki yeri	Dünya Sıralamasındaki yeri	Yüksekliği
DERİNER BARAJI	1	13	249 m (817 ft)
KEBAN BARAJI	2	37	210 m (690 ft)
ERMENEK BARAJI	3	39	210 m (690 ft)
BERKE BARAJI	4	47	201 m (659 ft)
ALTINKAYA BARAJI	5	53	195 m (640 ft)
BOYABAT BARAJI	6	54	195 m (640 ft)
OYMAPINAR BARAJI	7	65	185.5 m (609 ft)
HASAN UĞURLU BARAJI	8	87	175 m (574 ft)
KARAKAYA BARAJI	9	88	173 m (568 ft)
ATATÜRK BARAJI	10	96	169 m (554 ft)

Keban, Altinkaya, Atatürk, Hasan Uğurlu, Kığı barajı dünyadaki en yüksek dolgu barajlarının ilk 30’u içerisinde Atatürk Barajı ayrıca gövde dolgu bakımından 8. Sırada, depolama kapasitesi bakımından 21. sırada bulunmaktadır (DSİ Hib, 2014).

Ülkemizde gerek yüksekliği, gerek gövde hacmi, gerekse rezervuarında depoladığı su miktarını yönünden dünya literatürüne girmiş barajlarımız mevcuttur. Bunlar ve diğer bütün barajlarımız ülkemizin kalkınmasında önemli rolleri vardır.

Tüm dünyada olduğu gibi barajların güvenliği ülkemiz için de önemlidir. Ancak ne var ki ülkemizde barajların denetim ve gözlemlenmesine ilişkin çalışmaların genel durumu geçtiğimiz birkaç yıla kadar istenilen seviyede olmamıştır.

Türkiye’deki işletme halindeki 114 dolgu baraj üzerinde yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre bu konuda bir aydınlanma olduğu ancak düzenli ölçü alınması konusunda çalışmaların yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu incelemeye göre; 21 baraja hiç

ölçüm sistemi yerleştirilmemiştir. Bazı barajlara yerleştirilen birtakım ölçüm sistemlerinden bazılarında sonradan meydana gelen tıkanmalar ve bozulmalar sebebiyle ölçü alınmaz duruma gelmiştir. 17 barajda jeodezik ölçmeler hiç yapılmamıştır. Çalışmada elde edilen bilgilere ve değerlendirmeye göre; Tasarım sırasında ölçüm sistemleri konusunda proje çalışmaları yapılmasına rağmen inşaat sırasında ve sonraki aşamalarda bu sistemlerin korunması ve sağlıklı ölçü alınması konusunda problemler yaşandığı, Arşivleşmedeki eksiklikler nedeniyle de alınan ölçüm sonuçlarının, tasarım öngörülerıyla, sağlıklı bir şekilde karşılaştırılması ve değerlendirilmesinin yapılmadığı tespit edilmiştir. (Taymaz, Yıldız, 1993).

Son yıllarda Türkiye’de barajların denetimi ve gözlenmesine önemli ölçüde ağırlık verilmiştir. Barajların yapımı aşamasında teknik cihazların yerleştirilmesi konusuna önem verilmiştir. Barajların projelerinin yapımında bir proje yapım standardının sağlanması amacıyla baraj projelerinde uygulanacak esasları belirleyen “Baraj Projesi

Yapım Teknik Şartnamesi”, Projesinde öngörüldüğü şekilde barajlara yerleştirilecek olan ölçüm cihazlarının teknik özelliklerini, temin etme yöntemlerini, yerleştirme prosedürlerini, gerek yüklenicinin gerekse cihaz firmasının sorumluluklarını belirleyen “Baraj Ölçüm Cihazları Teknik Şartnamesi” hazırlanmıştır(URL10).

Ilısu Barajı ve HES Projesi, ÖBKD Baraj Gövdesi Kayadolgu Ölçüm Tesisleri tasarım ve uygulaması güzel örneklerden biridir. (Gündüz, İ. vd. 2014)

7. Sonuç

Ülkelerin kalkınması, insanların refahı düzeyinin artırılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi amacıyla inşa edilen, devasa kütlelere sahip olan ve rezervuarında milyonlarca m³ su tutan barajlar gerek taşıdıkları önem bakımından gerekse can ve mal emniyeti açısından son derece titizlikle denetlenmesi gereken büyük mühendislik yapılarıdır. Barajların inşaatı aşamasında başlayan denetim ve gözlemler barajın ömrü boyunca ödün vermeden devam ettirilmelidir. Denetimler, gözlemler ve ölçmeler deneyimli personeller tarafından yapılmalıdır. Bu çalışmalar hem periyodik olarak sürdürülmeli hem de olağan üstü durumlarda periyotlara bağlı kalmadan devam ettirilmelidir. Elde edilen veriler dikkatlice analiz edilmelidir. Verilerin Analizi ve değerlendirilmesi neticesinde herhangi bir tehlikenin söz konusu olmadığı tespit edilse bile denetim ve gözlemlere özenle devam edilmelidir. Toplanan veriler, yapılan değerlendirmeler, elde edilen sonuçlar çok iyi korunmalı ve özenli arşivler oluşturularak muhafaza edilmelidir.

8. Kaynaklar

Akarun, R., 1983, Baraj Yapımcılığında Türkiye Pratiğinin Değerlendirilmesi, DSİ Matbaası, Ankara.

Aşık, Y., 2000. Baraj Kreti Üzerindeki Noktaların Yatay Harekelerinin Ölçülmesi İçin Bir Elektronik Ölçü

Aleti Tasarımı ve İmalatı, Doktora Tezi, KTÜ-FBE, Trabzon.

Bordes, J.L., Capella,J.F., 1998, Dam Monitoring And Instrumentation, Roctest Ltd. Canada.

Dorcey, T., 1997, Large Dams, Workshop Proceedings, Gland, Switzerland.

DSİ-Hib, 2014, 2013 Yılı Haritalı İstatistik Bülteni, G. Yayın No: 991 Ankara.

Engineer Manuel, EM-110-2-1004, 1994, Deformation Monitoring and Control Surveying, US Army Corps of Engineering, Washington, DC.

Engineer Manuel, EM-110-2-1908, 1995, Instrumentation of Embankment Dams and Levees, US Army Corps of Engineering, Washington, DC.

Engineer Manuel, EM-110-2-2201, 1994, Arc Dams Design, US Army Corps of Engineering, Washington, DC.

Engineer Manuel, EM-110-2-4300, 1987, Instrumentation for Concrete Structures, US Army Corps of Engineering, Washington, DC.

GAP, 1994, GAP Tanıtım Broşürü, DSİ, Ankara.

Gündüz, İ. vd. 2014, Ilısu Barajı ve HES Projesi, ÖBKD Baraj Gövdesi Kayadolgu Ölçüm Tesisleri Tasarım ve Uygulaması, DSİ, Ankara.

Hull, H., 2009, Large Dams, Human and Environmental Benefits and Costs, University of Wisconsin-Nres: 523 International Resource Management.

Öziş, Ü., 1983, Su Yapıları, 9 Eylül Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Yayınları İzmir.

Taymaz, İ., Yıldız, G.,1993 Dolgu Barajlarda Ölçüm Sistemleri ve Ölçülerin Değerlendirilmesi, Dolgu Barajlar

Yönünden Zemin Mekaniği
Problemleri Sempozyumu, DSİ,
Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol
Dairesi Başkanlığı, Gümöldür, İzmir.

Uzel, T., 1991, Barajların Güvenliği, Yıldız
Üniversitesi Yayınları, Sayı 221,
Doğan Matbaası, İstanbul.

URL1: <http://www.dsi.gov.tr> : DSİ, 2014 yılı
faaliyet raporu

URL2:<http://www.marmarisrotary.org/guncel>
1976_1980.html

URL3: <http://msnbctv.com/news>

URL4 : <http://www.roctest.com>

URL5: <http://www.usbr.gov>

URL6: <http://tnrcc.home.page>

URL7: <http://www.tnrcc.state>

URL8:[http://www.internationalrivers.org/cam](http://www.internationalrivers.org/campaigns/turkey)
paigns/turkey

URL9: <https://en.wikipedia.org>

URL10:[http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/tekni](http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/teknik-sartnameler)
k-şartnameler

İsrail Sazanı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Balıklarına Uygulanan Cypermethrin'in Oksidatif Stres Parametreleri Üzerine Etkileri

Hamit USLU^{1*}, Gözde ATİLA², Yusuf ERSAN³, Zaide ÖZDEN⁴

¹ Kafkas Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri MYO, Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, KARS

² Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, KARS

³ Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, KARS

⁴ Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KARS

Geliş tarihi/Received 19.08.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 18.12.2015

Kabul tarihi/Accepted 25.12.2015

Özet

Bu çalışmada 96 saat boyunca düşük ($1 \mu\text{gL}^{-1}$), orta ($1.5 \mu\text{gL}^{-1}$) ve yüksek ($2 \mu\text{gL}^{-1}$) dozlarda Cypermethrin maruziyetinde *Carassius gibelio*'nun karaciğer, böbrek ve kas gibi farklı dokuları ile serum örneklerindeki oksidatif stres belirteçlerinden olan Malondialdehit (MDA) ile Glutasyon (GSH) ve Süperoksit Dismutaz (SOD) gibi antioksidanların seviyelerinin değişikliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bulgular MDA'nın karaciğer ve kas dokuları (tüm gruplarda; $p < 0.001$ düzeyinde) ile serum örneklerinde (sırasıyla; $p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.001$) önemli şekilde artırdığını göstermiştir. SOD seviyelerinin karaciğer (sırasıyla; $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$) ve kas dokuları (orta ve yüksek dozlarda; $p < 0.001$ düzeyinde) ile serum örneklerinde (yüksek dozda; $p < 0.01$ düzeyinde) önemli şekilde azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca GSH seviyelerinin de kas (sırasıyla; $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.05$) ve serum örneklerinde (yüksek dozda; $p < 0.01$ düzeyinde) önemli şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Böbrek dokusunun oksidan ve antioksidan seviyelerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmedi ($p > 0.05$). Cypermethrin gibi pestisitlerin kontrolsüz, bilinçsiz ve gereksiz kullanımı çevre ve halk sağlığında ciddi tehlikelere yol açabilmektedir. Bu çalışmanın sonuçları kısa süreli Cypermethrin maruziyetinde bile oksidan ve antioksidanlar arasındaki dengede oldukça önemli bozulmalar olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, Oksidan, Oksidatif stres, *Carassius gibelio*, Cypermethrin

The Effect Of Cypermethrin On Oxidative Stress Parameters In Israeli carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Fish

Abstract

The present study was aimed to determine changes in the levels of oxidative stress markers such as Malondialdehyde (MDA) and the antioxidant levels such as Glutathione (GSH) and Superoxide Dismutase (SOD) in different organs such as liver, kidney, muscle, and serum samples of *Carassius gibelio* exposure to low ($1 \mu\text{gL}^{-1}$), middle ($1.5 \mu\text{gL}^{-1}$) and high ($2 \mu\text{gL}^{-1}$) doses Cypermethrin for 96 h. The results showed significant increase in MDA of the liver and muscle tissues ($p < 0.001$ level in all groups) with serum samples ($p < 0.01$, $p < 0.001$, $p < 0.001$ respectively). SOD levels was determined that the significant decrease in liver ($p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ respectively), muscle tissues ($p < 0.001$ level in medium and high doses) and serum samples ($p < 0.01$ level in high dose). Moreover GSH levels was detected that significant decrease in the muscle ($p < 0.001$, $p < 0.001$,

* Hamit USLU, hamit_uslu@hotmail.com, Tel: (0549) 668 07 04

$p < 0.05$ respectively) and serum samples ($p < 0.01$ level in high doses). We did not observe a significant difference of the oxidant and antioxidants levels in the kidney tissue ($p > 0.05$). The uncontrolled, insensible and unnecessary usage of pesticides such as Cypermethrin can be use serious hazard to the environment and public health. The result of the study showed that the very important corruption balance between oxidants and antioxidants depend on Cypermethrin exposed even in short period.

Keywords: Antioxidant, Oxidant, Oxidative stress, *Carassius gibelio*, Cypermethrin

1. Giriş

Balıklar insanlar için önemli bir protein kaynağıdır (Chakraborty vd., 2007). Balıklar çevre kirliliğine neden olan maddelere (pestisit, ağır metaller, endüstri atıkları, yapay ve doğal tarımsal gübreler vb.) maruz kaldığında sağlığa zararlı hale gelmektedirler. Bu kirlenmeler arasında yer alan pestisitlerin aşırı ve bilinçsizce kullanılması sonucu çevre ve su kaynaklarında önemli kirlenmeler meydana gelmektedir. Oluşan bu kirliliklerden akuatik hayat direkt, insan hayatı ise indirekt olarak etkilenmektedir (Hill, 1989). Pestisit kontaminasyonu sulara oksijen kıtlığına, balık ve diğer su canlılarında kitlesel ölümlere yol açmaktadır (Çelikel, 2011). Pestisitlerin toksikasyon mekanizmalarından biri olan lipit peroksidasyonu sonucu MDA ve TBARS düzeyleri artmakta bu nedenle de bu parametreler oksidatif stresin belirteçleri olarak kullanılmaktadır (Kehrer, 1993). Lipit peroksidasyonu hücrelerde antioksidan enzim sistemlerini etkilemek suretiyle hücre hasara neden olan bir olaydır (Kehrer, 1993).

Sarımsı kahverengi renkte ve sıvı halde bulunan Cypermethrin Tip II piretroidlerden en yaygın kullanılanıdır (Bradbury ve Coats, 1989a). Cypermethrin zirai mücadele dışında veteriner hekimlikte de sığır, koyun, kümes hayvanları ile Atlantik sombalığı (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) yetiştiriciliğinde ektoparaziter mücadelede kullanılmaktadır (Richards, 1983; Roth vd., 1993; Hard vd., 1997; Treasurer ve Wartsworth, 2004). Cypermethrin gibi toksik kimyasal kirlenmelere maruz kalındığında serbest radikal üretimi artmaktadır. Ancak normal fizyolojik koşullarda hem balıklarda hem de diğer omurgalılarda oluşan serbest radikaller antioksidan enzimler tarafından hızlı bir şekilde elimine edilmektedir

(Valanidis vd., 2006; Jin vd., 2011). Oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki bu dengenin bozulmasıyla oksidatif stres tablosu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bazı çalışmalarda balık ve midyelerdeki antioksidan seviyelerin akuatik kirlenmeyi belirlemede parametre olarak kullanılabileceği ifade edilmektedir (Cossu vd., 2000; Franco vd., 2006). Cypermethrin'in balıklar için çok toksik bir madde olduğu ve 96 saatlik LD50 dozunun 0.4-2.8 µg/l aralığında bulunduğu birçok araştırmacı (Sthephanson, 1982; Sarkar vd., 2005; Velisek vd., 2006) tarafından belirtilmektedir. Ayrıca Bradbury ve Coats (1989b) çeşitli piretroidlerin Gökkuşluğu Alabalığı'nda yarılama ömrünün 48 saatten fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan literatür taramalarında Cypermethrin'in *Carassius gibelio* türü üzerine etkileri hakkındaki bilgilerin oldukça sınırlı olması, ayrıca hem Çıldır Gölü'ndeki dominant tür olması hem de Türkiye genelinde yayılım göstermesi sebebiyle bu çalışmada Cypermethrin'in değişik dozlardaki akut toksikasyonunun balıkların serum, kas, karaciğer ve böbrek dokularındaki oksidan ve antioksidan enzim düzeyleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Cyprinidae familyasının bir üyesi olan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) tüm Türkiye iç sularında olduğu gibi Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da da yayılım göstermektedir (Specziar vd., 1997). Omnivor olan bu tür ekonomik değeri çok fazla olmasa da doğal su kaynaklarından avcılığı yapılan bir türdür (Specziar vd., 1997; Dağtekin ve Baştürk, 2014).

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığı'nın 2014/018 sayılı izni ile yapıldı. Çıldır Gölü'nden canlı olarak yakalanan *Carassius gibelio* türü balıklar oksijen düzeyi ayarlanmış su dolu tanklarda Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne getirildi. 40 adet balık her grupta 10 balık olacak şekilde 200 litrelik tanklarda 4 gruba ayrıldı.

- 1. Kontrol grubu;** herhangi bir uygulama yapılmadı.
- 2. Düşük doz grubu;** 1 µg L⁻¹ dozunda Cypermethrin
- 3. Orta doz grubu;** 1.5 µg L⁻¹ dozunda Cypermethrin
- 4. Yüksek doz grubu;** 2 µg L⁻¹ Cypermethrin uygulandı.

Tüm gruplardaki balıklar çalışmaya başlamadan önce 5 gün adaptasyon sürecine bırakıldı. 96 saat süresince Cypermethrin (7.5 g / 100 ml Biyotoks) yukarıdaki prosedüre uygun olarak yaşadıkları suya katılmak suretiyle uygulandı. Çalışma süresince su sıcaklıklarının 25±5 °C ve gece gündüz periyodununun 12/12 olması sağlandı. Balıklar çalışma süresince düzenli olarak ticari yem ile beslendi.

Çalışma sonunda balıkların kaudal veninden kan alınmasını takiben kas, karaciğer ve böbrek dokuları alındı. Alınan doku örnekleri laktatlı ringer solüsyonu ile yıkandıktan sonra polietilen poşetlere sarılıp etiketlenerek analizlere kadar -20 °C'daki deep freeze'de saklandı. Serum, kas, karaciğer ve böbrek dokularında SOD düzeyleri kit kullanılarak (Sigma-Aldrich Code 19160), GSH düzeyleri Sedlak ve Lindsay (1968) ve MDA düzeyleri ise Placer vd. (1966)'nin yöntemlerine göre belirlendi. Araştırmada elde edilen verilerin biyoistatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS 18 paket programı kullanıldı. Gruplar arasındaki değişkenlerin değerlendirilmesi için Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova) ve

Tukey testi uygulandı. p<0.05 olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3. Bulgular

Cypermethrin uygulanan bütün grupların karaciğer dokularının MDA düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla önemli bir şekilde arttığı gözlemlendi (p<0.001). Buna karşın SOD seviyelerinin düşük, orta ve yüksek doz uygulanan gruplarda önemli şekilde azaldığı belirlendi (sırasıyla p<0.05, p<0.01, p<0.001). GSH düzeylerinde ise önemli bir değişiklik tespit edilmemiştir (p>0.05) (Tablo 1).

Kas dokusunun MDA düzeyleri tüm gruplarda kontrole oranla önemli şekilde artarken (p<0.001), GSH düzeyleri ise düşük, orta ve yüksek doz gruplarında önemli şekilde azaldığı belirlendi (sırasıyla p<0.001, p<0.001, p<0.05). Yine benzer şekilde SOD seviyelerinin de orta ve yüksek doz Cypermethrin uygulanan gruplarda önemli şekilde azaldığı gözlemlendi (p<0.001) (Tablo 1).

Serum örneklerinde düşük, orta ve yüksek doz gruplarında MDA seviyelerinin önemli şekilde yükseldiği, (sırasıyla p<0.01, p<0.001, p<0.001) GSH ve SOD enzim seviyelerinin ise yüksek doz madde uygulanan grupta istatistiksel olarak önemli oranda azaldığı tespit edildi (p<0.01). Bunun yanı sıra böbrek dokusunda MDA düzeyleri ile GSH ve SOD enzim düzeylerinde önemli bir değişiklik belirlenmedi (p>0.05) (Tablo 1).

4. Tartışma

Lipit peroksidasyonu oksidatif stresin önemli bir belirteci olup yaygın olarak kullanılmaktadır (Huggett vd., 1992). Bu nedenle akuatik kirleticilere maruz kalınması neticesinde lipit peroksidasyonunun (MDA) belirlenmesi faydalı olabilmektedir (Köprücü vd., 2010). Yapılan bu çalışmada Cypermethrin uygulamasına bağlı olarak lipit peroksidasyonunun hedef dokularından olan karaciğer ve kas ile serum örneklerinde MDA seviyelerinin önemli oranda arttığı belirlendi.

Tablo 1. Çalışma gruplarının MDA (nmol/ml), SOD (U/ml) ve GSH (µmol/ml) düzeyleri.

		Kontrol	Düşük Doz	Orta Doz	Yüksek Doz
KARACİĞER	MDA	1.15±0.06	1.63±0.12***	1.64±0.07***	1.92±0.21***
	SOD	134.17±2.93	125.24±5.10*	122.31±6.89**	112.85±7.19***
	GSH	1.23±0.15	1.23±0.24	1.00±0.17	1.28±0.25
KAS	MDA	2.00±0.15	2.68±0.29***	2.73±0.20***	2.73±0.08***
	SOD	118.71±5.14	116.97±8.61	91.67±11.51***	87.15±11.76***
	GSH	0.88±0.01	0.81±0.02***	0.81±0.04***	0.83±0.03*
BÖBREK	MDA	5.49±0.95	4.98±1.90	4.19±0.70	4.03±0.92
	SOD	136.52±5.14	137.10±3.17	128.33±10.83	131.93±7.04
	GSH	1.04±0.04	0.99±0.03	0.99±0.08	1.06±0.07
SERUM	MDA	1.09±0.003	1.44±0.10**	1.63±0.09***	1.87±0.25***
	SOD	127.02±1.19	120.83±2.58	120.83±3.33	116.54±6.22**
	GSH	0.77±0.07	0.78±0.12	0.61±0.13	0.48±0.11**

Kontrol grubuyla madde verilen gruplar kıyaslandığında;
 $p < 0.05$: *, $p < 0.01$: **, $p < 0.001$: ***

Ayrıca serbest radikal düzeylerindeki artış ile apoptoz sinyallerindeki değişim arasında oldukça önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Livingstone, 2001; Zhao vd., 2009). Shashikumar ve Rajini (2010) Cypermethrin'in 1, 5 ve 25 mM düzeylerindeki subletal dozlarına 4 saat süresince maruz bırakılan *Caenorhabditis elegans* (iplik kurdu)'ta reaktif oksijen türlerinin (ROS) önemli şekilde arttığı buna karşın SOD, GSH ve GPx (Glutasyon Peroksidaz) seviyelerini önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir. Köprücü vd. (2010) Cypermethrin maruziyeti sonucu midyelerin sindirim bezleri ile solungaçlarında GSH ve CAT seviyelerinin önemli şekilde azaldığını belirtmişlerdir. Giray vd. (2001)'de sıçanlara oral olarak verilen değişik dozlardaki Cypermethrin'in beyin ve karaciğer dokularında oksidatif stresi arttırdığını bunun yanı sıra GSH seviyelerini ise önemli şekilde azalttığını belirlemişlerdir. Mevcut çalışmada da serum, karaciğer ve kas dokularındaki SOD seviyelerinin doza bağlı olarak önemli ölçüde azaldığı tespit edildi. Kas GSH düzeylerinde tüm deneme gruplarında serum GSH düzeyinde ise yalnızca yüksek doz Cypermethrin uygulanan grupta önemli oranda azalma belirlendi.

Cypermethrin'in yaygın şekilde kullanılan bir pestisit olduğu ve etkisini de diğer piretiroidlerde olduğu gibi yapısındaki cyano-

3-phenoxybenzyl grupları sayesinde gösterdiği bilinmektedir. Bu gruplar nöronlardaki sodyum kanallarını inhibe ederek depolarizasyon fazının uzamasına neden olurlar (Bradbury ve Coats, 1989b; Hayes, 1994). Ayrıca GABA reseptörleri (Bradbury ve Coats, 1989b; Hayes, 1994) ile klor ve kalsiyum kanalları üzerinde de etkileri olabileceği ifade edilmektedir (Burr ve Ray, 2004).

Sonuç olarak; oldukça yaygın şekilde kullanılan bir pestisit olan Cypermethrin'in 96 saat gibi kısa bir süre zarfında bile lipid peroksidasyonunu artırmak ve antioksidan savunma sistemlerini inhibe etmek suretiyle canlıda ciddi boyutlarda oksidatif strese neden olduğu belirlenmiştir.

5. Kaynaklar

- Boxaspen, K., ve Holm, J.C., 2001. The development of pyrethrum-based treatments against the ectoparasitic salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* in sea cage rearing of Atlantic salmon *Salmo salar* L, Aquaculture Research, 32 (9): 701–707.
- Bradbury, S.P., ve Coats, J.R., 1989a. Comparative toxicology of the pyrethroid insecticides, Bulletin of

Environmental Contamination and Toxicology, 108: 134–177.

- Bradbury, S.P., ve Coats, J.R., 1989b. Toxicokinetics an toxicodynamics of pyrethroid insecticides in fish, Environmental Toxicology and Chemistry, 8 (5): 373–380.
- Burr, S.A., ve Ray, D.E., 2004. Structure-activity and interaction effects of 14 different pyrethroids on voltage-gated chloride ion channels, Toxicological Sciences, 77 (2): 341-6.
- Chakraborty, K., Joseph, D., Stephy, P.S., Chakkalakal, S. J., Joy, M. ve Raola, V. K., 2014. Inter annual variability and seasonal dynamics of amino acid, vitamin and mineral signatures of ribbon fish, *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758), International Food Research Journal, 21 (5): 2007–2016.
- Cossu, C., Doyotte, A., Babut, M., Exinger, A., ve Vasseur, P., 2000. Antioxidants biomarkers in freshwater bivalves, *Unio tumidus*, in response to different contamination profiles of aquatic sediments, Ecotoxicology and Environmental Safety, 45: 106–121.
- Çelikel, Y., 2011. Alpha-Cypermethrin'in *Daphnia magna* (Straus 1820) (Cladocera, Crustacea) üzerine akut toksik etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 57s.
- Dağtekin, B.B., ve Baştürk, Ö., 2014. Çıldır Gölü'nde Yaşayan Gümüşü Havuz Balıklarının (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Et Verimi ve Biyokimyasal Kompozisyonu, Yunus Araştırma Bülteni, 2: 15–22.
- Franco, J.L., Trivella, D.B.B., Trevisan, R., Dinslaken, D.F., Marques, M.R.F., Bairy, A.C.D., ve Dafre, A.L., 2006. Antioxidant status and stress proteins in the gills of the brown mussel *Perna perna* exposed to zinc, Chemico-Biological Interactions, 160 (3): 232–240.
- Giray, B., Gürbay, A., ve Hincal, F., 2001. Cypermethrin-induced oxidative stress in rat brain and liver is prevented by Vitamin E or allopurinol, Toxicology Letters, 118: 139–146.
- Hart, J.L., Thacker, J.R.M., Braidwood, J.C., Fraser, N.R., ve Matthews, J.E., 1997. Novel cypermethrin formulation for the control of sea lice on salmon (*Salmo salar*), Veterinary Records, 140 (7): 179–181.
- Hayes, A.W., 1994. Principles and Methods of Toxicology. 3rd Edition, New York, Raven Press, 435p.
- Hill, J.R., 1989. Aquatic organisms and pyrethroids, Pesticide Science, 27 (4): 429–465.
- Huggett, R.J., Kimerle, R.A., Mehrle, P.M., ve Bergman, H.L., 1992. Biochemical, physiological and histological markers of anthropogenic stress. Boca Raton, Lewis.
- Jin, Y., Zheng, S., Pu, Y., Shu, L., Sun, L., Liu, W., Fu, Z., 2011. Cypermethrin has the potential to induce hepatic oxidative stress, DNA damage and apoptosis in adult zebrafish (*Danio rerio*), Chemosphere, 82 (3): 398–404.
- Kehrer, J.P., 1993. Free radicals as mediators of tissue injury and disease, Critical Reviews in Toxicology, 23 (1): 21–48.

- Köprücü, K., Yonar, S.M., ve Şeker, E., 2010. Effects of cypermethrin on antioxidant status, oxidative stress biomarkers, behavior, and mortality in the freshwater mussel *Unio elongatulus eucirrus*, Fisheries Science, 76 (3): 1007–1013.
- Livingstone, D.R., 2001. Contaminant-stimulated reactive oxygen species production and oxidative damage in aquatic organisms, Marine Pollution Bulletin, 42 (8): 656–666.
- Placer, Z.A., Cushman, L.L., ve Johnson, B.C., 1966. Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems, Analytical Biochemistry, 16: 359–64.
- Richards, R.H., 1983. Diseases of farmed fish: Salmonids, Veterinary Records, 112 (6): 124–126.
- Roth, M., Richards, R.H., ve Sommerville, C., 1993. Current practices in the chemotherapeutic control of sea lice infestations in aquaculture: a review, Journal of Fish Diseases, 16 (1): 1–26.
- Sarkar, B., Chatterjee, A., Adhikari, S., Ayyappan, S. 2005. Carbofuran- and cypermethrin-induced histopathological alterations in the liver of *Labeo rohita* (Hamilton) and its recovery, Journal of Applied Ichthyology, 21: 131–135.
- Sedlak, J., ve Lindsay, R.H., 1968. Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent, Analytical Biochemistry, 25: 192–205.
- Shashikumar, S., ve Rajini, P.S., 2010. Cypermethrin-induced alterations in vital physiological parameters and oxidative balance in *Caenorhabditis elegans*, Pesticide Biochemistry and Physiology, 97: 235–242.
- Specziar, A., Tolg, L., Biro, P., 1997. Feeding strategy and growth cyprinids in the littoral zone of Lake Balaton, Journal of Fish Biology, 51: 1109–1124.
- Sthephanson, R.R., 1982. Aquatic toxicology of cypermethrin I. Acute toxicity to some freshwater fish and invertebrates in laboratory tests, Aquatic Toxicology, 2: 175–185.
- Treasurer, J.W., ve Wadsworth, S.L., 2004. Interspecific comparison of experimental and natural routes of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* challenge and consequences for distribution of chalimus on salmonids and therapeutant screening, Aquaculture Research, 35 (8): 773–783.
- Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., ve Scoullou, M., 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants, Ecotoxicology and Environmental Safety, 64: 178–189
- Velisek, J., Wlasow, T., Gomulka, P., Svobodova, Z., Dobsikova, R., Novotny, L., Dudzik, M., 2006. Effects of cypermethrin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Veterinarni Medicina, 51 (10): 469–476.
- Zhao, M., Zhang, Y., Wang, C, Fu, Z., Liu, W., ve Gan, J., 2009. Induction of macrophage apoptosis by an organochlorine insecticide acetofenate, Chemical Research in Toxicology, 22 (3): 504–510.

X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi İçin Bir Program

Salih Mustafa KARABIDAK^{1*}, Özkan BİNGÖL², Ali KAYA¹, Selim KAYA¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, TR-29100, Gümüşhane, Türkiye

²Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, TR-29100, Gümüşhane, Türkiye

Geliş tarihi/Received 13.11.2015

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 11.01.2016

Kabul tarihi/Accepted 15.01.2016

Özet

X ya da gama ışını detektörlerinin kullanıldığı spektrometrik kantitatif ve kalitatif analizlerinde, analizlerin doğruluğu için sayma kayıplarının belirlenmesi ve telafi edilmesi önemlidir. Spektrometrelerdeki bu sayma kayıpları uzatılan ve uzatılmayan sistem ölü zamanlarından meydana gelir. Bu çalışmada, bu kayıpları telafi etmek için bir bilgisayar program geliştirilmiştir. Programı test etmek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Program, DELPHI program derleyicisiyle kodlanmıştır. Program, ölü zaman düzeltme, özgün pik arama, özgün grafik modülü, yazılım arayüzü ve program sonucunu rapor halinde veren rapor modüllerden oluşmaktadır. Bu programda düzeltme yapılmamış veya düzeltme yapılmış spektrumları ayrı ayrı irdeleme imkânı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: X Işınları, Gama Işınları, X-Gama Detektörleri, Sayma Kaybı, Ölü Zaman, Bilgisayar Programı.

A Program for Dead Time Correction at X and Gamma-Rays Detectors

Abstract

Determination of compensating for count losses for the correctness of analyses in spectrometric analysis of qualitative and quantitative use of x-gamma ray detectors are of importance. These counting losses in spectrometry are due to paralyzable and non-paralyzable system dead time. In this work, a computer program was developed for compensate to counts losses due to dead time. Experimental studies were performed to test of this program. This program was coded by DELPHI program compiler. The program consists of original dead time correction, peak search, graphics module, program interface, a report module. In this program, either corrected or uncorrected spectra is given the opportunity to examine separately.

Keywords: X Rays, Gamma Rays, X-Gamma Rays Detectors, Counting Loss, Dead Time, Computer Programs.

* Salih Mustafa KARABIDAK, smkarabidak@gumushane.edu.tr, Tel: (456) 233 74 25

1. Giriş

Günümüzde “radyasyon” kelimesini duymayan hemen hemen yok gibidir. Radyasyon kelime olarak ışık veya ısı yayan demektir. Her ne kadar alfa ve beta parçacıkları ışık ve ısı saçan değilse de radyasyon olarak ifade edilmiştir. Radyasyon; normalde bulundurulması gerekenden fazla enerjiye sahip olan molekül, atom ve atom çekirdeği tarafından yayımlanan yüklü ve yüksüz parçacıklar ile elektromanyetik dalga olan enerji paketlerine (fotonlara) verilen addır. Alfa parçacıkları, beta parçacıkları ve gamma ışını gibi elektromanyetik dalga fotonları doğal olarak oluşan farklı radyasyon tipleridir. Canlıların ihtiyacı olan ve kullanım alanlarını saymakla bitiremediğimiz enerji, güneşten elektromanyetik radyasyon yoluyla bize ulaşmaktadır. Her tip radyasyon kendine has enerji taşır ve az veya çok üzerine düştüğü maddeye tesir ederek değişik reaksiyonlara yol açar.

Elektronlar ve protonlar arasındaki etkileşimleri ve çok yüksek enerjiye sahip olan kararsız atomların bazı parçacıklar yayarak kararlı hale gelmeleri olayları elektromanyetik dalga ya da radyasyon olarak ifade edilir. Bu nedenle elektromanyetik radyasyon genel olarak ikiye ayrılır: Ultraviyole, görünür ışık, kızıl ötesi, mikrodalgalar, radyo ve TV dalgaları ve güç aktarımı şekillerinde ifade edilen iyon oluşturmeyen (iyonize olmayan) radyasyon ve x-ışını, alfa, beta, gama ve kozmik ışınları gibi madde ile etkileşme yaptığı iyon oluşturan (iyonize) radyasyondur. Elektromanyetik dalgalar ya da radyasyon, düşük enerjili radyo dalgalarından yüksek enerjili gama ışınlarına uzanan yelpazede yayılan enerji dalgalarıdır. Gama ve x ışını spektrumu elektromanyetik radyasyonun küçük bir kısmını oluşturur. Elektromanyetik dalgalar bir genliğe ve dalga pikleri arasında uzunluğa (dalga boyuna) sahiptir.

Elektromanyetik radyasyonun genel bir özelliği, elektrik ve manyetik alanda depolanan enerjinin dalga paketçikleri biçiminde uzayda taşınmasıdır. Herhangi bir

elektromanyetik radyasyon λ dalga boyu, ν frekansı veya bunlara eşdeğer E enerjisi ile tanımlanabilir. Boşlukta bu nicelikler birbirleriyle ilişkilidir. Burada c elektromanyetik radyasyonun hızı ve h Planck sabitidir. Genel olarak; radyo dalgaları frekans biriminde (genellikle MHz), orta ölçekli radyasyonlar dalga boyu biriminde (genellikle cm), gama ve x ışınları enerji biriminde ifade edilir (genellikle keV). Radyasyon miktarı toplam enerjiyle veya bireysel enerji paketçikleri (foton) ile tanımlanabilir (Debertin ve Helmer,1988).

İyi tanımlanmış bir kaynak tarafından yayımlanan radyasyonun şiddeti dalga boyu, frekans ya da enerjinin bir fonksiyonu olarak çizilirse, elektromanyetik radyasyon spektrumu genel olarak dört tipik şekilde ortaya çıkar: a) sürekli spektrum, b) çizgi spektrumu, c) çizgi ve sürekli spektrumun bir bileşimi ve d) detektör çözünürlüğüne bağlı olarak çizgi spektrumunun genişlemiş hali. Bir spektrumun her bir çizgisi veya farklılığı kuantum teorisi tarafından tanımlanan ışın yayan sistemlerin farklı enerji seviyeleri arasındaki bir geçişten ileri gelir. Sistem eşsiz bir enerji değerine sahip bir durumda bulunurken bozunarak yine eşsiz ve daha düşük enerjili bir duruma geçer.

Spektrumdaki bir bileşenin şiddeti veya büyüklüğü her bir ayrı pikin veya sürekli dağılımın altındaki alandır. Birçok durumda, kendi kendine ölçülen bu alan ilgilenen alanın miktarını vermez. Örneğin, farklı enerjilerde farklı sayma verimlerine sahip foton belirleme sistemlerinin kullanılması spektrumu bozar. Bu nedenle doğrudan gözlenen pik alanları bazı araç ve yöntemlerle sürekli olarak düzeltilmelidir. Spektrum, detektör üzerine düşen farklı enerjili fotonların oluşturduğu ve bir takım elektronik aygıtlar kullanılarak elde edilen şekillenişlerdir. Matematiksel olarak düzeltme, gözlenen spektrumun ölçümde kullanılan detektörün cevap fonksiyonu ile girilen spektruma katlanmasıdır (üzerine ilave edilmesidir: convolution). Detektörler, genellikle spektrum çizgilerini ve sürekli bileşenlerin bir bileşimini bir çizgi spektrumuna çevirir. Bu nedenle deneysel

yöntem de yükselticinin önde gelen pile up kenarından kaynaklanan kayıpları telafi edilir. Bu yöntem kabaca (Gilmore ve Hemingway, 2003)

$$\text{Hafızadaki Sayma} = \text{Gelen Sayma} \times \frac{T_{\text{İşlem}}}{T_{\text{Gerçek}}} \quad (1)$$

şekliyle ifade edilebilir. Çok yüksek sayma oranlarında kullanılır. Fakat maksimum çıktıda yaşanan zaman sabiti doğruluğuna % ± 3 civarında katkı yapmaktadır.

1.1.3. Puls Üreticisinin Kullanımı

Detektörden çıkan pulslara benzer sabitlenmiş bir genlikte puls üreticisinde yapay olarak üretilen pulslar bilinen oranda ön yükselticiye gönderilir. Üretilen bu pulslar tüm sayma sistemi bileşenleri boyunca taşınır ve bir pulser pikinde hafızada toplanır. Bu durumda pulser sayması ile sürdürülen kesirsel kayıpların gama ışınları ile üretilen kesirsel kayıplarla aynı olduğu varsayılır. Böylece gama spektrumunda ölü zaman kayıpları (Gilmore ve Hemingway, 2003).

$$\frac{\text{Pulser Tarafından Üretilen Puls Sayısı}}{\text{Pulser Pikinde Kaydedilen Pulser Sayması}} \quad (2)$$

temel oranı ile ifade edilen gama pik alanı ile çarpılması ile belirlenir. Wilkinson türü ADC'lerde ölü zaman puls yüksekliğinin bir fonksiyonudur. Sabit genlikle pulserde üretilen pulslar gerçek bir ölü zaman ifadesi vermesi bu nedenle problemlidir.

1.1.4. Kayıp Serbest Sayması

Bu yöntem birkaç farklı düzeltme içerir. Bu düzeltmelerin tümü anlık sayma oranını göstermek için bir alt devrenin kullanılmasına ve bir n ağırlık çarpanının üretilmesine dayanır. n bir tamsayıdır ve gerçekleşen sayma sonucu oluşan bir puls yerine n tane puls eklenir. Böylece anlık yüksek sayma oranı zamanında uygun olan spektrumdaki bir kanala yüksek bir sayma yansıtılır. Bu yöntem içinde yer alan Harms usulünde işlem için mevcut olan pulslar sayılır fakat sistem meşgul olduğu zaman bu pulslar reddedilir.

Böylesi bir sayıcıda reddedilen pulsların sayısı belirlenir ve bir sonraki gerçek olayda bu ağırlık kullanılır. Yüksek sayma oranlarında daha etkin hale gelen pile up kayıpları bu usulde dikkate alınmadığından sorunludur. Gerçek puls üreticisi usulü Westphal tarafından geliştirildi. Kabaca puls üreticisi yöntemine benzer ve bunun yanında Harms usulünde yer almayan yükselticinin pile up pulslarını dikkate almıştır (Gilmore ve Hemingway, 2003).

Serbest kayıp saymasının sorunlarından biri genel ölçüm istatistiğinin geçersiz olmasıdır. Yani Poisson istatistiği bu yöntemde geçersizdir.

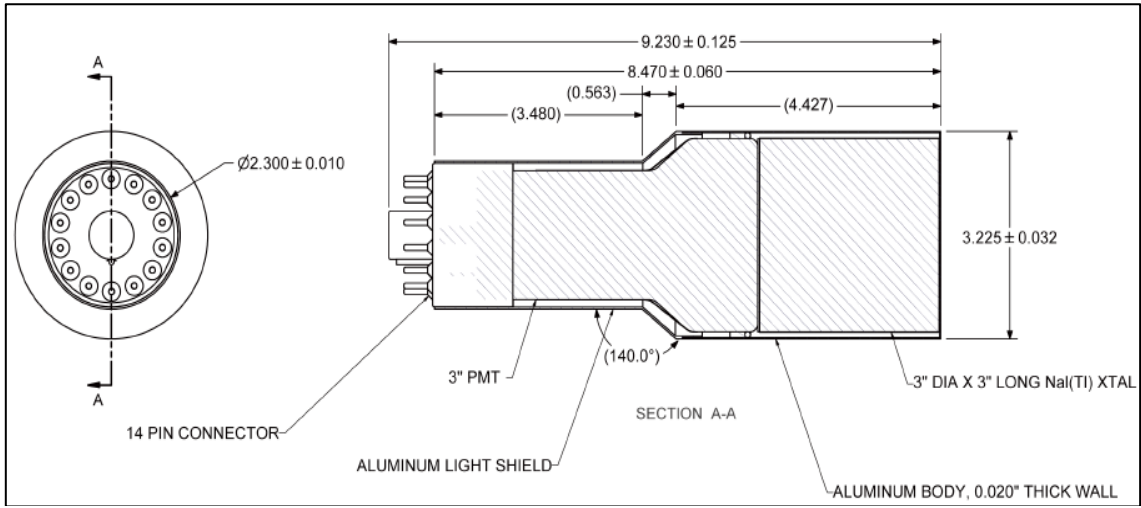
1.1.5. Sıfır Ölü Zaman Sayması

Gama ışını spektrometresinde değişen ölü zaman problemi hatanın iyi bilinen bir kaynağıdır. Böylesi şartlar altında ölü zaman düzeltmeleri, değişen ölü zaman ölçülen radyoizotopu baskın bir şekilde etkilerse doğru olabilir (Blaauw vd., 2001; Blaauw ve Fleming, 2003). Sıfır ölü zaman düzeltmesi kayıp serbest sayması ile hemen hemen aynıdır. Yani kanal sayısına karşılık gelen olayın belirlenmesi anında spektrometre ölü zamanına bağlı olarak spektrumdaki bir kanala birden fazla ilave olayın eklenmesine dayanır. Aralarındaki fark, Gedcke-Hale (Jenkis vd., 1981) işlem zamanına dayalı anlık ölü zamanın belirlenmesindeki yöntemle bağlı olması ile birlikte sıfır ölü zaman saymasında sıfır ölü zaman düzeltmelerinin tamamen sayılaştırılmasıdır. Bu nedenle bu model kullanılarak yapılan düzeltilmiş spektrum Poisson istatistiğini sağlamaz. Bu da sayma düzeltmelerinde bir problem teşkil eder.

2. Metaryal ve Yöntem

2.1. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalar gama ışınları ve NaI(Tl) sintilasyon detektörü ile yapılmıştır. NaI(Tl) sintilasyon detektörünün şematik görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir.



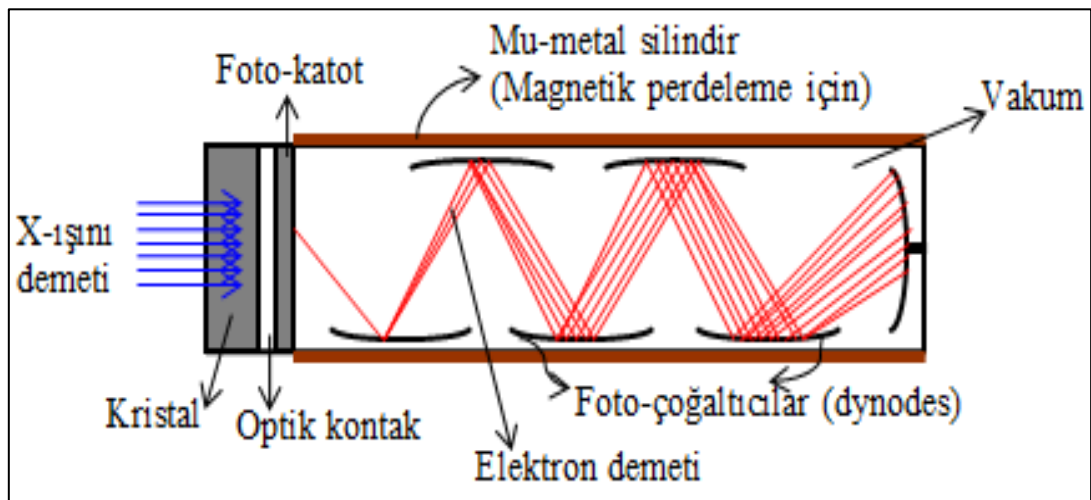
Şekil 1. NaI(Tl) sintilasyon dedektörü.

Sintilasyon dedektörleri iki ana kısımdan oluşmakta olup çalışma şekli şematik olarak Şekil 2’de görülmektedir.

- 1) Üzerine yüklü bir parçacık (α -ışını, γ -ışını,...) düştüğü zaman ışık pırıltıları meydana getiren, küçük miktarlarda thallium veya europium gibi saf elementlerin sürüklendiği sodyum iyodür, sezyum iyodür, antrasin, naftalin ve fenantrin gibi maddelerden oluşan kristal kısım.
- 2) Oluşan ışık pırıltılarını ölçülebilir bir voltaj pulsuna dönüştüren foto çoğaltıcı tüp kısmı.

Kristal üzerine düşen x -ışınlarının soğurulması sonucu kristalde ışık pırıltıları oluşur. Bu

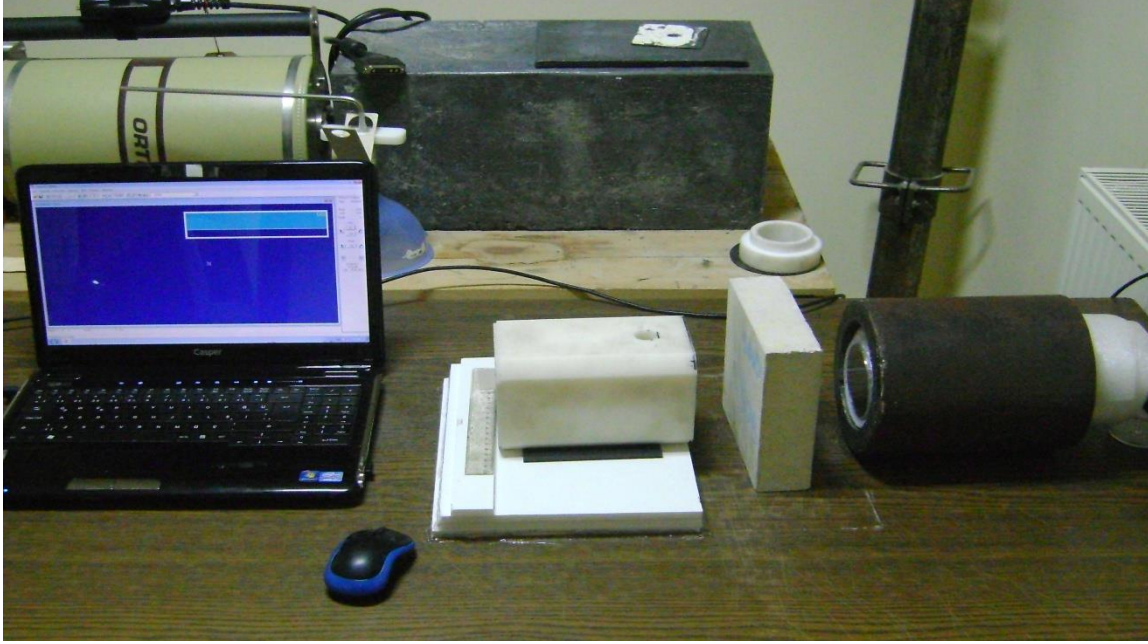
pırıltılar foto çoğaltıcı tüpe geçerek foto katot yüzeyden elektronların sökülmesine neden olur. Sökülen bu elektronlar, 800 ile 1500 voltluk potansiyel uygulanan peş peşe ve voltaj artmaları olacak şekilde yerleştirilen birçok metal çoğaltıcıya doğru sürüklenir. Sürüklenen bu elektronlardan çoğaltıcıya çarpan her elektron iki elektrona dönüşerek, tüp sonundaki çoğaltıcıda büyük miktarlarda elektron oluşmasını sağlar. Bu olayın tamamı bir mikro saniyeden daha kısa sürelerde gerçekleşir. Bu elektronlar burada bir yük pulsuna dönüştürülür. Bu pulsun yüksekliği gelen fotonların enerjisiyle orantılıdır. Bu pulsar yükseltilerek bir sayıcı ile sayılır. (Damla, 2009).



Şekil 2. Sintilasyon dedektörlerin şematik gösterimi.

Gama ışını çalışmaları katkılanmış bazı beton blokların soğurma katsayılarının belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Bu deneysel çalışmalar için hazırlanan deney düzeneği

Şekil 3'te görülmektedir. Numuneler 662 keV'lik gama enerjisine sahip Cs-137 gama kaynağına maruz bırakılmıştır (Ertaş, 2014).



Şekil 3. Radyasyon zırlama deney düzeneği.

Fotopik alanları, bu proje kapsamında kodlanan ve geliştirilen özgün pik aramayı içeren BACKGROUND, SMOOTH ve RAPOR programları kullanılarak tabii fon dikkate alınarak belirlendi.

2.2. Teorik Çalışmalar

Ölü zaman düzeltmesinde Karabıdak (2013) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır.

2.2.1. Pik Bölgesinde Oluşan Sayma Hatasının Belirlenmesi

Tabii fona başlıca katkı yapan iki durum numunenin bulunduğu ortamdaki çevresel arka plân ve analiz edilen bölgeden daha yüksek enerjiye sahip piklerinden gelen Compton arka plânıdır. Üçüncü bir arka plân katkısı analiz edilen fotopikten gelen katkı olarak düşünülmelidir. Detektör içinde birçok etkileşmeye maruz kalan gama ışınlarını varsaydıığımızda üçüncü bir katkı yoktur. Bu ya spektral fotopike katkı yapan fotoelektrik etkileşmelerin olduğu ya da fotopikin altında

önemli olan maksimum enerjiye sahip Compton etkileşmelerinin olduğu etkileşmeler içindir. Diğer taraftan, gama ışınları birden daha çok etkileşmeye maruz kalırsa bu durumda çoklu Compton olayları fotopikin hemen altındaki kanallara katkıda bulunabilir. Genel olarak yüksek ölçekte pik/tabii fon oranlı fotopikler için görünür olduğundan bu çoklu Compton olayları pikin sol tarafındaki tabii fonundan önemli ölçüde daha düşük olan sağ taraftaki tabii fona sahip piklere yol açar. Bu durum herhangi bir yerel tabii fon eğimine yol açar (Genie, 2000).

Herhangi bir kanalda “adım tabii fon”uda denilen bu tabii fonu hesaplamak için pik bölgesinde aşağıdaki analitik fonksiyon kullanılır (Genie, 2000):

$$B_i = L_{ort} + \frac{\sum_{j=L}^i Y_j}{\sum_{j=L} Y_j} * (R_{ort} + L_{ort}) \quad (3)$$

Burada

$$L_{ort} = \frac{\sum_{i=L-N+1}^L Y_i}{N} \quad (4)$$

$$R_{ort} = \frac{\sum_{i=R}^{R+N-1} Y_i}{N} \quad (5)$$

Burada i hesaplanacak tabii fonun bulunduğu kanal, L pik bölgesinin sol sınırını tanımlayan kanal, R pik bölgesinin sağ sınırını tanımlayan kanal, N ortalama tabii fonu hesaplamada kullanılacak kanalların sayısı, L_{ort} pikin sol tarafındaki ortalama tabii fon, R_{ort} pikin sağ tarafındaki ortalama tabii fondur. Y_j , j kanalındaki toplam sayma ve B_i , i kanalı için hesaplanan tabii fondur. N değeri öngörülen FWHM'nin yarısına eşittir. Toplam B tabii fonu ilgilenilen tüm pik bölgesi üzerinden B_i 'lerin toplamıdır:

$$B = \sum_{i=L}^R B_i \quad (6)$$

Pik bölgesindeki G toplam sayma, ilgilenilen tüm pik bölgesi üzerinden her bir kanaldaki saymaların toplamıdır ve

$$G = \sum_{i=L}^R Y_i \quad (7)$$

ile verilir. Böylece her bir kanaldaki net sayma

$$P_i = Y_i - B_i \quad (8)$$

ile verilir. Bu durumda net pik alanı ilgilenilen tüm pik bölgesi üzerinden P_i 'lerin toplamıdır.

$$P = \sum_{i=L}^R P_i = G - B \quad (9)$$

Net pik alanındaki belirsizlik aşağıdaki ifadeyle verilir (Genie, 2000):

$$\Delta P^2 = G + \left[\frac{R-L+1}{2N} \right] * B \quad (10)$$

Bu belirsizliğe karşılık gelen yüzde hata aşağıdaki ifade ile verilir:

$$\%hata = \frac{\Delta P}{P} * 100 \quad (11)$$

Böylece toplam saymanın hesaplandığı pik bölgesindeki toplam net sayma hatası

$$net\ hata = \%hata * P \quad (12)$$

ifadesi ile verilir.

2.3. Program Çalışmaları

Bu çalışmada, DELPHI program derleyici ile BACKGROUND, SMOOTH, RAPOR, DUZSAY, GRAPH programları kodlanmış olmakla birlikte bu programların her birinin birlikte sunulduğu ÖZDU arayüz programı kodlanmıştır.

2.3.1. BACKGROUND Programı

Proje kapsamında geliştirilen bu program özgün pik arama modülüdür. Uygun uzantılı spektrum dosyası adı ve spektrumdaki kanal sayısı girilerek pik araştırması yapılacak spektrum dosyası açılır. Her bir kanaldaki sayma bir değişkene atanır. Her bir kanaldaki sayma değeri sayma(i) değerine atanır. Burada i kanal numarasını göstermektedir. Buna bağlı olarak ardışık iki kanal arasındaki fark

$$delta(i) = sayma(i+1) - sayma(i) \quad (13)$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada i kanal numarası olduğundan $delta(i)$ ifadesi aynı zamanda ardışık iki kanal arasındaki eğimi ifade etmektedir. Bu işlemin hemen ardından

$$mutdelta(i) = |delta(i)| \quad (14)$$

eğimin, mutlak eğimi elde edilir. Aynı zamanda

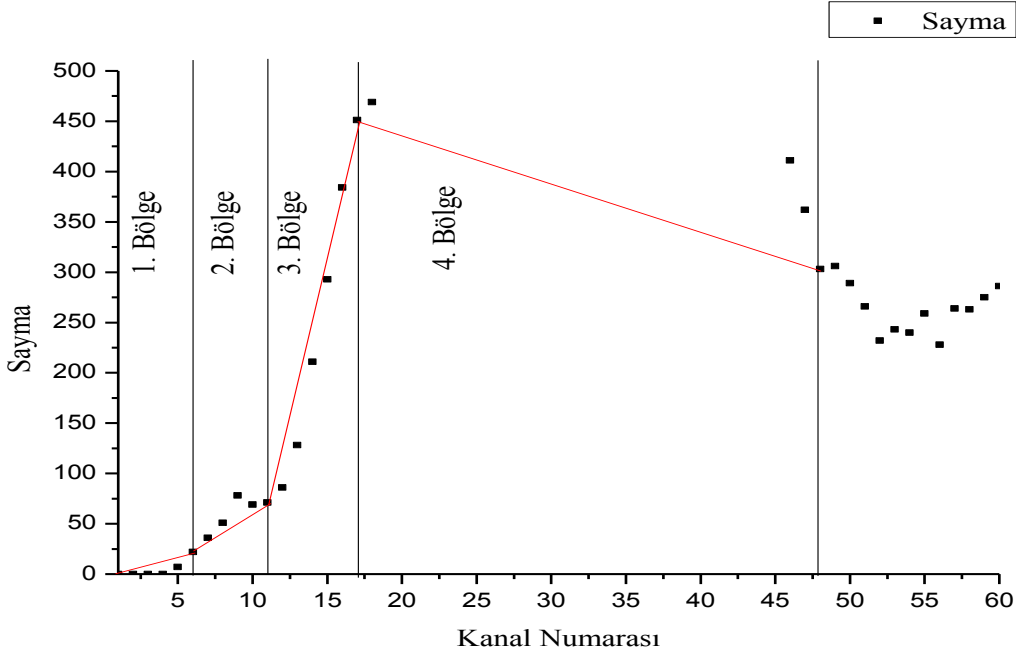
$$topdelta = \sum_{i=kanalsayısı-1} delta(i) \quad (15)$$

ifadesi kullanılarak tüm spektrum için toplam eğim değeri elde edilir. Bu topdelta değerine

bağlı olarak spektrumun her bir kanalına bir filtreleme uygulanır:

$$mutdelta(i) \begin{cases} < topdelta & imut(i) = 0 \\ \geq topdelta & imut(i) = 1 \end{cases} \quad (16)$$

Buna bağlı olarak her bir kanal 0 ya da 1 değerine eşdeğer kılınarak spektrum bölgelere ayrılmış olur. Bölgelerin sınır değerleri olarak 0 değeri kabul edilir. Spektrumun bölgelere ayrılması Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. BACKGROUND programında spektrumun bölgelere ayrılması.

Bölgelere ayrılan bu spektrum için bu bölgeler baz olmak üzere

$$tabiifon(i) = (i - ilk) \left(\frac{sayma(son) - sayma(ilk)}{son - ilk} \right) \quad (17)$$

ifadesi ile her bir kanala karşılık gelen tabii fon sayması hesaplanır. Burada ilk ve son ifadeleri pik bölgesini sınırlayan sınır bölgesinin ilk ve son kanal numarasını göstermektedir. Bu sonuç dikkate alınarak her bir kanal tabii fondan arındırılmış net sayma

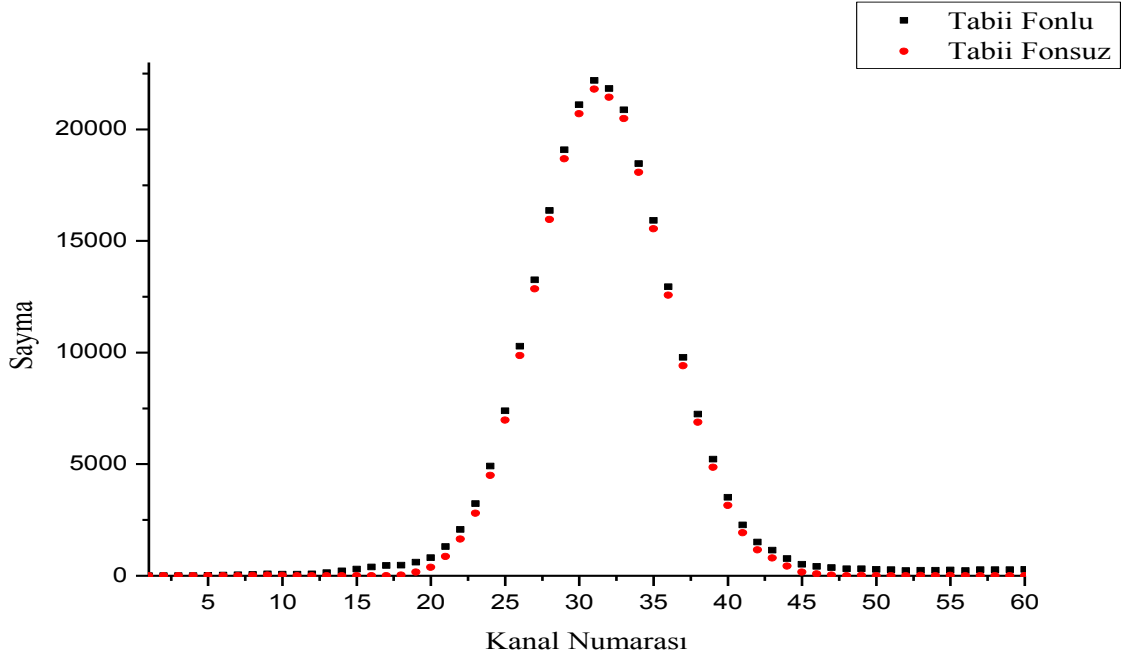
$$netsayma(i) = sayma(i) - tabiifon(i) \quad (18)$$

denklemleri ile elde edilir. Şayet sonuç negatif ise bu denklem sonucu sıfır kabul edilir. Şekil 5'te tabii fonlu (backgroundlu) ve tabii fonsuz (backgroundsuz) pikler birlikte verilmiştir. Böylece elde edilen net sayma kullanıcı

tarafından adlandırılan yeni bir spektrum dosyasına yazdırılır.

2.3.2. SMOOTH Programı

BACKGROUND programının sonucu olarak yazdırılan uygun uzantılı spektrum dosyası adı ve spektrumdaki kanal sayısı girilerek düzleştirilmesi istenen spektrum dosyası açılır. Her bir kanaldaki sayma bir değişkene atanır. Her bir kanaldaki net sayma değeri netsayma(i) değerine atanır. Burada i kanal numarasını göstermektedir. Daha sonra aşağıda verilen bilgiler program boyunca irdelenir. Her bir kanaldaki sayma'daki \sqrt{sayma} belirsizliği nedeniyle hem tabii fonda hem de karakteristik pikin eğiminde hayali maksimumlar oluşabilir. Burada i. kanaldaki sayma ifadesi y_i ile göstereceğiz.



Şekil 5. BACKGROUND programı sonucu tabii fonlu (background) ve tabii fonsuz pikler.

Bu dalgalanmaları önleme spektrumların görsel şekli boyunca (mesela gürültünün oluşturduğu tabii fonda küçük pik bölgeleri bundan önemli ölçüde etkilenebilmektedir) önemli bir ihtiyaçtır. Ayrıca otomatik pik araştırma veya tabii fonu belirleme işlemlerinde de bu dalgalanmalar önleme önem arz etmektedir. Bu işleme spektrum düzleştirme de denir.

Spektrum düzleştirme yöntemlerinden biri Savitsky ve Golay (1964) tarafından önerilen n boyutlu polinomik filtrelemelerdir. Bu yöntem deneysel verilerdeki istatistiksel dalgalanmaları veri noktaları boyunca en iyi fit denklemi ile yeniden oluşturmadır. Yani bu yöntem aynı n boyutlu bir polinomla deneysel tüm verilerin en yakın noktalarda yeniden tanımlanmasıdır. Yeteri kadar küçük Δx aralıkları sağlandığında;

$$a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (19)$$

ifadesi yazılabilir. Şayet i_0 merkezi kanalı etrafında y_{i_0-2} , y_{i_0-1} , y_{i_0} , y_{i_0+1} ve y_{i_0+2} gibi veri noktalarının bir grubunu dikkate alırsak

$$y(i) = a_0 + a_1(i - i_0) + a_2(i - i_0)^2 \quad (20)$$

fonksiyonu ile en küçük kareler yöntemi ile fit işlemini gerçekleştirebiliriz. a_i katsayılarını belirlediğimizde i_0 merkezi kanalında polinomun değeri düzleştirilmiş değer olarak kullanılabilir (Van Espen ve Janssens, 1993):

$$y_i^* = y(i_0) = a_0 \quad (21)$$

Merkezi kanalın sağa doğru kaydırılmasıyla (i_0 dan i_{0+1} e gidilmesi) bir sonraki kanaldaki içerik hesaplanabilir. Bu a_i katsayılarının belirlenmesi

$$a_i = \frac{1}{N_i} \sum_{j=-m}^{j=m} C_{i,j} y_{i+j} \quad (22)$$

ifadesi ile mümkündür. Bu ifadeden ikinci derece polinomlar için

$$\frac{C_{0,j}}{N_0} = \frac{3(3m^2 + 3m - 1 - 5j^2)}{(2m-1)(2m+1)(2m+3)} \quad (23)$$

katsayıları elde edilir. Herhangi bir pik bölgesi biri pik merkezi kanalı olmak üzere ve Gaussyen dağılım dikkate alındığında pik merkezinin sağında ve solunda asgari ikişer nokta olmalıdır.

Bu nedenle bu çalışmada toplam beş noktayı içeren ikinci derece polinomal spektrum düzgünleştirme tercih edilmiştir:

$$y_i^* = a_0 = \frac{1}{35}(-3y_{i-2} + 12y_{i-1} + 17y_i + 12y_{i+1} - 3y_{i+2}) \quad (24)$$

2.3.3. RAPOR Programı

SMOOTH programın sonucu olarak yazdırılan uygun uzantılı spektrum dosyası adı ve spektrumdaki kanal sayısı girilerek pik bölgesi ile ilgili bilgilerin alınacağı spektrum dosyası açılır. Her bir kanaldaki sayma bir değişkene atanır. Her bir kanaldaki net sayma değeri netsayma(i) değerine atanır. Burada i kanal numarasını göstermektedir. Net saymanın sıfırdan farklı olduğu kısımlar için aşağıdaki irdelemeler yapılarak pik bölgesi belirlenir. Pik bölgesinin başladığı kanal için

$$pikkanbas = i \begin{cases} netsayma(i) = 0 \\ netsayma(i+1) \geq 0 \end{cases} \quad (25)$$

ifadesi dikkate alınırken pik bölgesinin bittiği kanal için

$$pikkanbit = i \begin{cases} netsayma(i+1) = 0 \\ netsayma(i) \geq 0 \end{cases} \quad (26)$$

şartı dikkate alınır. Böylece pik bölgesinin genişliği

$$pikgen = pikkanbit - pikkanbas \quad (27)$$

ile elde edilir. Pik bölgesinin belirlenmesinde dikkate alınan diğer bir ölçüt pik genişliğinin yukarıda da ifade edildiği üzere en az beş olmasıdır. Buna bağlı olarak pik bölgesindeki pik merkezinin spektral karşılığı pik genişliğinin yarısı alınarak ya pik başlama kanalına ilave edilerek ya da pik bitiş kanalından çıkarılarak elde edilir. Pik bölgesindeki net sayma yukarıdaki ölçütleri sağlayan pik bölgesi içinde kalan tüm kanallardaki tabii fondan arındırılmış net saymaların toplanması ile elde edilir. Bu şekilde elde edilen spektrum bilgileri kullanıcı tarafından adlandırılan bir rapor dosyası halinde yazdırılır.

2.3.4. GRAPH Programı

Graph programı bu proje kapsamında özgün olarak tasarlanmıştır. Bu program istenilen spektrum dosyasının açılmasıyla veriler uygun bir ölçeklendirme ile grafik üzerine aktarılmaktadır. Grafik ekranı dikey ve yatay ızgaralara sahiptir. Bu, spektrum ile ilgili birtakım bilgilerin doğrudan analizci tarafından elde edilmesi imkânı sağlar. Ayrıca grafik ekranı istenilen boyutlarda ayarlanma özelliğine sahiptir. Böylece kullanıcı istenilen bölgedeki pik ile ilgili daha doğru bilgiler alabilme özgürlüğüne sahip olabilmektedir.

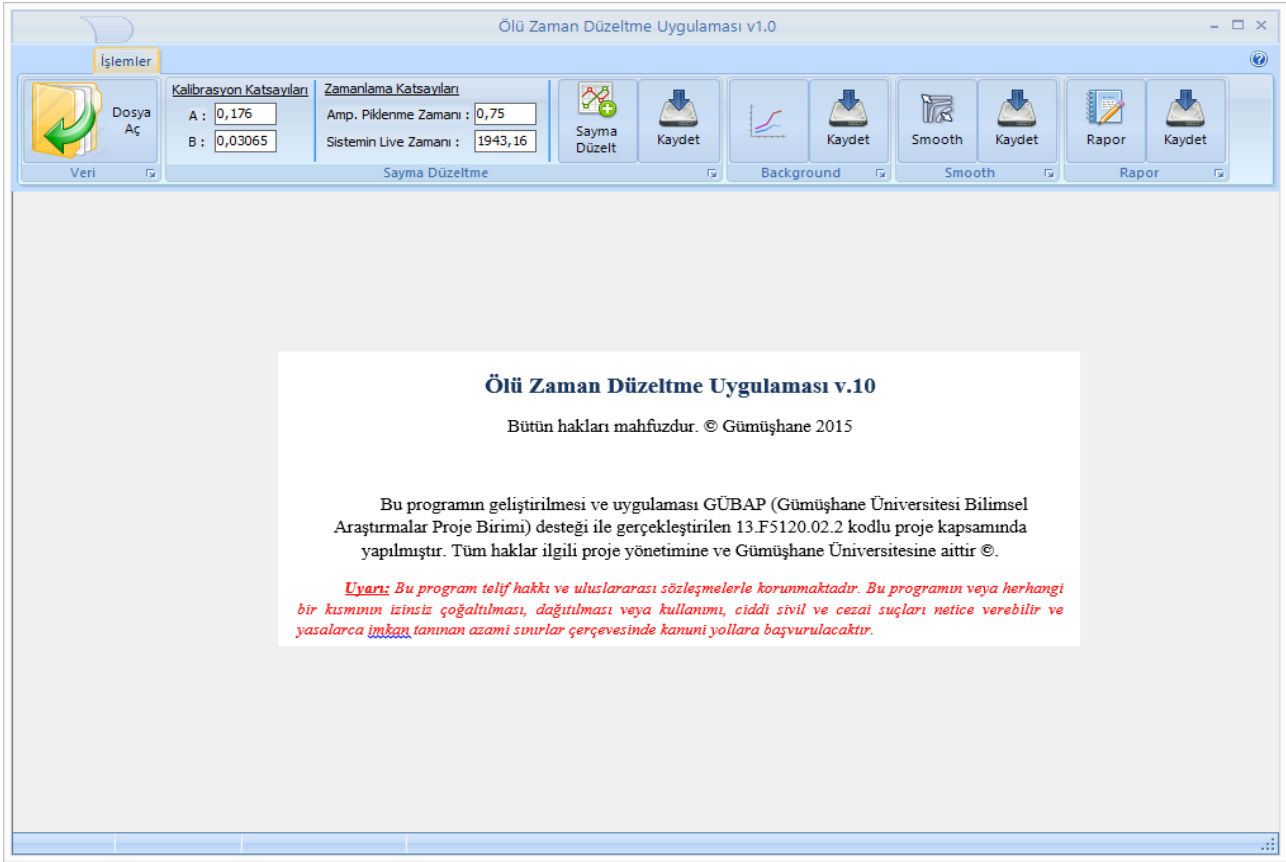
Bu grafik penceresinde farenin sol tuşu kullanılarak istenilen alanlarda büyütme veya küçültme yapılabilmektedir. Böylece kullanıcı istenilen bölgedeki pik ile ilgili daha doğru bilgiler alabilme özgürlüğüne sahip olabilmektedir.

2.3.5. ÖZDU (Ölü Zaman Düzeltme Uygulaması) Arayüz Programı

Bu proje kapsamında geliştirilen ÖZDU “Ölü Zaman Düzeltme Uygulaması” yazılımı Embarcadero Firmasının yazılımı geliştirme ortamı olan Delphi XE8 (Embarcadero, 2015) üzerinde geliştirilmiştir. Delphi programlama dilinin temeli Pascal dilidir. Özellikle nesne yönelimli programlama anlayışıyla yapılandırılmış Turbo Pascal dilinin görsel sürümü denilebilir. Nesne, sınıf, kalıtım, fonksiyon aşırıyükleme (overloading) gibi temel NYP tekniklerini ve daha fazlasını içeren ve C++ den aşağı kalmayan güçlü ve esnek bir programlama dilidir (Wikipedia, 2015). Yazılımın kavramsal çerçevesi ve kullanılan yöntemlerin algoritmik yapısı açık kaynak kodlu Free Pascal 2.6.4 derleyicisi (Free Pascal, 2015) üzerinde oluşturulmaya başlanmış ve son hali görsel arayüz avantajından dolayı Delphi XE8 derleyicisinin 30 günlük deneme sürümünde oluşturulmuştur. Yazılımın geliştirilmesi için kullanılan bilgisayar; Intel i5-2500 işlemci, 8 GB RAM Bellek ve grafik performansını artıran Geforce GTX 770 işlemci 4 GB’lık belleği olan bir ekran kartına sahiptir. Bilgisayar üzerinde 64 bitlik Windows 8 işletim sistemi bulunmaktadır.

ÖZDU programında kullanılacak olan parametreler ve komutlar tek bir arayüz üzerinden girilecek şekilde hazırlanmıştır. Her

bir aşamanın sonucu farklı “Kaydet” butonları ile ayrı ayrı dosyalara yazdırılabilir. Yazılımın ilk giriş arayüzü aşağıdaki gibidir.



Şekil 6. ÖZDU program arayüzünün genel bir görünümü.

3. Bulgular, Sonuç ve Tartışma

ÖZDU arayüzü üzerinde açılması istenen spektrum dosyası ile ilgili dışarıdan girilmesi gerekli olan bilgilerin bulunduğu bir bölüm mevcuttur. Bu bölüm kanallara karşılık gelecek enerji değerlerini belirlemek için gerekli olan enerji kalibrasyon katsayılarını, yükselticinin piklenme zamanını ve açılması istenen spektrumun işlem (live) zamanını içerir. Bu bilgilerin girilmesi gereklidir. Arayüz üzerinde bulunan dosya aç butonu ile programın kurulu olduğu bilgisayarda istenilen yerdeki spektrum dosyası açılabilir.

Bu pencere üzerinden açılması istenen spektrum dosyası açılır. Dosya açıldığında o dosya ve içindeki verilerle ilgili genel bilgilerin olduğu Dosya Özellikleri penceresi belirir. Burada spektrum dosyası ile ilgili bir

takım bilgileri mevcuttur. Bu bilgiler arasında bulunan ve programın diğer aşamalarında kullanılması gereken kanal sayısı doğrudan dosyadaki eleman sayısı kullanılarak alınabilmektedir.

Açılan spektrumla ilgili ölü zaman düzeltmesi yapabilmek için bu program çağrılmalıdır. Bunun için ÖZDU arayüz programında gerekli parametreler girildiğinde düzeltme işlemi için “Sayma Düzelt” düğmesine ve sonucu kaydetmek için “Kaydet” düğmesine tıklanmalıdır. “Sayma Düzelt” düğmesine basıldığında hem spektrumla ilgili düzeltme yapılır hem de hesaplanan Toplam Ölü Zaman ve Toplam Analog Dijital Çevirici (ADC) Çevirme Zamanı sonuç ekranında gösterilmektedir. Düzeltme işleminden sonra hem orijinal veri hem de düzeltilmiş veri aynı grafik üzerinde farklı renklerle gösterilmekte

ve böylece kullanıcı aradaki farkı görebilmektedir.

Ölü zaman düzeltmesi yapılan spektrum dosyası “Kaydet” düğmesi ile istenilen bir metin (text) dosyası olarak kaydedilebilir. Sayma Düzeltme aşamasındaki işlemlerin benzerleri ÖZDU arayüzü üzerinde bulunan programda özgün pik arama modülü olan BACKGROUND, spektrum düzleştirme işlemi yapan SMOOTH ve spektrum ilgili

bilgilerin verileceği RAPOR aşamaları içinde gerçekleştirilebilir.

Gama ışınları için alınmış ölü zaman düzeltmesi yapılmayan bir spektrum örneği için sırasıyla BACKGROUND, SMOOTH ve RAPOR programları çağrılarak aşağıda Tablo 1’de verilen spektrum bilgileri ÖZDU programıyla elde edildi. Bu rapor sonucuyla elde edilen bilgilerle katkılanmış beton bloğunun ölü zaman düzeltmesi yapılmamış lineer soğurma katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 1. Ölü zaman düzeltmesi yapılmamış spektrumun sonuç raporu.

PIK NO	PIK BAS.	PIK BIT.	PIK MER.	NET SAY.	HATA
1	11	25	18.0	149864	387.12
2	29	42	35.5	152338	390.31
3	58	70	64.0	5280	72.66
4	77	87	82.0	96	9.80
5	90	95	92.5	237	15.39
6	97	106	101.5	250	15.81
7	109	123	116.0	36	6.00
8	127	135	131.0	138	11.75
9	164	174	169.0	711	26.66
10	179	184	181.5	590	24.29
11	186	191	188.5	743	27.26
12	206	214	210.0	401	20.02
13	217	289	253.0	2446278	1564.06
14	324	337	330.5	10	3.16
15	360	394	377.0	36	6.00
16	397	431	414.0	5	2.24
17	445	480	462.5	5	2.24
18	508	514	511.0	7	2.65
19	524	534	529.0	5	2.24
20	686	763	724.5	5	2.24
21	858	874	866.0	11	3.32
22	1008	1014	1011.0	6	2.45

Aynı spektrumun ölü zaman düzeltmesi yapılan spektrumu için sırasıyla DÜZSAY, BACKGROUND, SMOOTH ve RAPOR programları çağrılarak aşağıda Tablo 2’de verilen spektrum bilgileri ÖZDU programıyla elde edildi. Benzer şekilde bu rapor sonucuyla elde edilen bilgilerle katkılanmış beton bloğunun ölü zaman düzeltmesi yapılmıştır. Buna ek olarak bazı inşaat malzemeleri içerisinde doğal radyoaktivite belirleme için alınan gama ışını spektrumuna da bu program uygulanmıştır. Ayrıca x ışınları içinde bu program uygulanarak test edilmiştir.

Gama ışını çalışmalarında spektrometrenin pikleşme zamanı 1.5 mikrosaniyedir. Gama ışınları dikkate alınarak sistemin ölü zaman kaybı katkılanmış bazı beton blokların soğurma katsayısı belirlenmiştir. %25 Barit ve %75 Kireç Taşı’ndan oluşan beton bloğun soğurma katsayısı aşağıda Tablo 8’de verilmiştir. Buradan görüldüğü üzere ölü zaman düzeltmesi yapılan katkılı bu beton bloğun soğurma katsayısı ölü zaman düzeltmesi yapılmayana göre yüksek çıkmıştır. Bu katkılı betonun teorik soğurma katsayısı literatürde mevcut olmadığından teorik karşılaştırılması yapılamamıştır.

Tablo 2. Ölü zaman düzeltmesi yapılmış spektrumun sonuç raporu.

PIK NO	PIK BAS.	PIK BIT.	PIK MER.	NET SAY.	HATA
1	10	187	98.5	3769264	1941.46
2	202	288	245.0	2993666	1730.22
3	304	310	307.0	48	6.93
4	314	322	318.0	148	12.17
5	330	337	333.5	72	8.49
6	369	377	373.0	73	8.54
7	418	425	421.5	77	8.77
8	566	578	572.0	249	15.78
9	583	591	587.0	25	5.00
10	669	675	672.0	45	6.71
11	679	704	691.5	6	2.45
12	951	967	959.0	17	4.12
13	981	1006	993.5	236	15.36

Tablo 3. Beton bloğun lineer soğurma katsayısı.

Beton Sınıfı	Beton Türü	Deneysel Lineer Soğurma Katsayısı, μ (1/cm)	
		Ölü Zaman Düzeltilmemiş*	Ölü Zaman Düzeltilmiş
C16	25B75KT	0.196	0.205

*Ertaş (2014)

Bu çalışma kapsamında şu ana kadar literatürde var olan ölü zaman düzeltme yöntemlerinden farklı bir yöntem önerilmiştir. Bu özgün ölü zaman düzeltme yönteminde tamamen spektrometrenin elektronik yapısı üzerine odaklanmış ve buna bağlı olarak elektronik aygıtlardan kaynaklanan ölü zaman ifadesi türetilmiştir. Yine çalışma kapsamında özgün bir pik arama yöntemi ifade edilmiş olup bu yöntemin istenilen düzeyde pik bulması yapılan çalışmalar sonucu görülmüştür. Buna ek olarak yine özgün bir grafik modülü tasarımı gerçekleştirilerek kullanıcıya etkin bir pik araştırma imkânı sunulmuştur. Aynı zamanda kullanıcı bu grafik üzerinde ölü zaman düzeltmesi yapılmış ya da yapılmamış pikleri karşılaştırma imkânına sahip olmuştur.

Çalışma kapsamında geliştirilen yazılım alınan spektrum ölçümleri ile birçok kez test edilmiş ve sonuçların beklendiği ölçüde gerçekleştiği görülmüştür. Bu nedenle bu

testler ile ilgili bazı örneklere yukarıda yer verilmiştir.

Çalışma süresince, başlangıçta öngörülme-yen yüksek hızlı bozunma oranlarına sahip radyoaktif çekirdekler için ölü zaman düzeltmesi, pile up pikleri etkisi gibi bir takım spektrometrik sonuçlar belirlenmiştir. Aynı zamanda bazı üst üste binmiş piklerin ayrılamaması, bunun sonucunda pik genişliklerinin büyük olması ve buna bağlı olarak pik merkezinde bazı kaymalara rastlanmıştır. Bu sıkıntılar spektrum sonuçlarının doğruluğunu etkilememekle birlikte yapılan çalışmalarla bunlar giderilecektir.

Sonuç olarak, bu çalışmada önerilen integral düzeltme yöntemiyle uzatılan ve uzatılmayan sistem ölü zamanları olarak ifade edilen iki mekanizmanın birleşiminden ileri gelen sayma kayıplarını istenilen doğrulukta telafi edilebilir. Sayma sisteminin ölü zamanı

analitik bir formül ile belirlenebilir. Bu ölü zaman boyunca oluşan sayma kayıpları Poisson davranışına uyan düzeltilmemiş spektrum göz önünde bulundurularak telafi edilebilir. Bu yeni yöntem sabit düşük sayma oranlarında sayma kaybını yeteri kadar düzeltebilmektedir (Karabıdak, 2013).

Ayrıca bu projede önerilen ÖZDU arayüz programı kullanıcı dostu modern bir arayüze sahiptir. İleride yapılacak olan güncellemeler bu arayüz tasarımında dikkate alınmıştır. Bu arayüzün tasarımda bu program ile ilgili yapılacak diğer versiyonlar yani program geliştirme çalışmaları devam edecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (GÜBAP) birimi tarafından 13.F5120.02.2 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

4. Kaynaklar

Blaauw, M., Fleming, R. F. ve Keyser R., 2001. Digital signal processing and zero dead time counting, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 248, 309-313.

Blaauw, M. ve Fleming, R. F., 2003. Statistical Properties of Gamma-Ray Spectra Obtained with Loss-Free or Zero-Dead-Time Counting, and ORTEC'S "Variance Spectrum". Nuclear Instruments and Methods, A 505; 306-310.

Damla, N., 2009, Türkiye'deki Bazı İnşaat Malzemelerinde Doğal Radyoaktiflik Seviyelerinin Ve Kütle Soğurma Katsayılarının Belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, 125s.

Embarcadero, <http://www.embarcadero.com/products/delphi>. 20 Mayıs 2015.

Ertaş, H., 2014, Kurşun Madeni Atıklarının Radyasyon Zırhlama Etkilerinin

Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gümüşhane, 92s.

Freepascal, <http://www.freepascal.org/>. 25 Mayıs 2015.

Genie 2000, 2000, Customize Manual.

Gilmore, G. ve Hemingway, J.D., 2003, Practical Gamma-Ray Spectrometry, Willey, New York, 314p.

Jenkins, R., Gould, R. W. ve Gedcke, D., 1981, Quantitative X-Ray Spectrometry, Marcel Dekker, New York, 475p.

Karabıdak, S. M., 2013. X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi - Kısım 1-İntegral Düzeltme, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(2), 91-100.

Knoll, G. F., 2000, Radiation Detection and Measurement, Third Edit., Wiley, New York, 802p.

Savitzky, A. ve Golay, M. J. E., 1964, Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures, Analytical Chemistry, 38 (8); 1627-1639.

Van Espen, P. J. M. ve Janssens, K. H. A., 1993, Handbook of X-Ray Spectrometry-Methods and Techniques. Van Grieken, R. E. and Markowicz, A. A (eds.), Marcel Dekker Inc., New York. pp.181-293.

Wikipedia, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Delphi_\(programlama_dili\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Delphi_(programlama_dili)). 20 Mayıs 2015.

YAZARA BİLGİLER

1. Kapsam ve Genel Bilgi

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (GUFBED), Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün yayın organıdır. Dergi kapsamında bütün Fen, Teknoloji, Mühendislik, Tarım ve Mimarlık Alanlarında daha önce başka yerlerde yayınlanmamış, özgün, araştırma makaleleri, derlemeler ve editöre mektuplar yayınlanır. Dergi **bilimsel ve hakemli** bir dergi olup, Ocak ve Temmuz aylarında olmak üzere yılda iki kez online yayınlanır.

Derginin esas amacı "Gelişen ve Geliştiren Üniversite" sloganı ile yola çıkan Gümüşhane Üniversitesinin hedeflerinin bir parçası olarak araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin bilimsel yayına dönüştürülmesi, ulusal ve uluslararası indekslere girerek evrensel bilime katkı sağlamaktır.

2. Yayın Dili

Dergide yayınlanacak tüm yazılar için yayın dili Türkçe' dir. Sadece başlık, özet ve anahtar kelimeler hem Türkçe hem de İngilizce olarak hazırlanmalıdır. Makalelerde patentli gereçler, özel isimler, simgeler ve uluslararası kısaltmalar dışında tüm sözcükler Türkçe okunuşa ve yazım kurallarına uygun olarak yazılır. Anahtar kelimeler alfabetik sıralamaya uygun olarak verilir. İngilizce anahtar kelimeler (Keywords) ise bu sıralama dikkate alınarak yazılır.

3. Elektronik Ortamda Başvuru

Dergi ile ilgili **tüm yazışmalarda** gufbed@gumushane.edu.tr adresi kullanılmalıdır. Dergi **yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış** makaleler, basılı kopyaya gerek olmaksızın, Ulakbim Dergipark üzerinden <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/gumusfenbil> adresi kullanılarak gönderilmelidir. Dergiye makale göndermek isteyen yazarların yazım kuralları ile birlikte aşağıda belirtilen Gönderi Kontrol Listesindeki her maddeyi de kontrol etmeleri gerekmektedir. Makaledeki bilgilerin doğruluğunun sorumluluğu yazar(lar)a aittir.

Yayınlanacak makalelerde, araştırma ve yayın etiğine uygunluk esastır. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi'ne gönderilen makaleler ile birlikte mutlaka "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" ile "Son Kontrol Listesi" Dergi yazışma adresine "gufbed@gumushane.edu.tr" gönderilmelidir. Makale gönderimi ve telif hakkı devir formu doldurulup bütün yazarlar tarafından imzalanmalıdır. Yayın ile ilgili işlemler bu formun tesliminden sonra başlar. Bu formun farklı kopyaları başka şehirlerde yaşayan yazar(lar) tarafından ayrı ayrı imzalanıp gönderilebilir.

Hayvanların veya zararlı maddelerin kullanıldığı araştırmalarda "Etik Kurul İzin Belgesi"nin makaleye eklenmesi gerekir. İnsanların denek olarak kullanıldığı araştırma sonuçlarını içeren makalelerde yazar(lar), "insan denemeleri üzerinde yetkili kurul" etik standartlarına ve gözden geçirilmiş Helsinki bildirgesi 1983'e uygunluğunu belgelemeleri gerekir.

4. Değerlendirme Süreci

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi'ne iletilen yazılar öncelikle dergi editörünün konu başlığı ve anahtar kelimelere dayanılarak yönlendireceği yayın kurulu üyesi tarafından biçimsel açıdan değerlendirilir. Bu ön inceleme aşamasıyla, incelenecek yayının dergi formatına uygun olup olmadığına karar verilir. "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" ile "Son Kontrol Listesi" olmayan veya eksik olan yayınlar ön incelemeye alınmaz. Dergi yazım kurallarına uygun hazırlanmayan makaleler düzeltilmek üzere yazara geri gönderilir.

Formata uygun olarak hazırlanan yazılar ilgili yayın kurulu tarafından bilimsel açıdan değerlendirilir. **Ayrıca bu aşamada ilgili yayın kurulu üyesi yazının alıntı olup olmadığını inceler.** Bilimsel açıdan incelemeye değer bulunan yazılar editöre gönderilir.

Editör bilimsel içerik bakımından değerlendirilmek üzere yazıyı, konusuna uygun olarak en az iki ya da üç hakeme yönlendirir. Hakem seçiminde öncelikle konu ile ilgili dergi danışma kurulu üyelerinden ya da alanında uzman başka bir bilim insanından yararlanılır. Hakemler değerlendirmeleri sonucunda, uygun, düzeltilerek yayınlanabilir, düzeltildikten sonra tekrar görmek isterim, istediğim düzeltmelerin kontrolünü derginin uzman bilimsel ekibi tarafından yapılması uygundur veya yayınlanamaz şeklinde kararları verebilirler.

Düzeltilme istenen yazılarla ilgili olarak yazar gerekli düzeltmeleri yapar. Ayrıca katılmadığı hususlarla ilgili olarak gerekçeli yazısını dergiye gönderir.

Hakem kurulu tarafından farklı türde değerlendirilen yazılar için son karar editöre aittir. Editör gerekli görürse yeni bir hakem tayin eder veya yazı ile ilgili kararını sonuçlandırır.

Tüm değerlendirmeler sonucunda kabul ya da red kararı gerekçeleri ile birlikte e-posta olarak yazışmadan sorumlu yazara iletilir.

Değerlendirme sonucu kabul edilen makaleler dergi sekreteryası tarafından esasa bağlı kalınarak yayına uygun formata dönüştürülür.

Dergide yayımlanan makaleler başka hiç bir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Değerlendirmeye sunulacak çalışmaların bir başka dergiye gönderilmediği veya basılmadığı ön yazı ile belirtilmelidir.

Makale basım için kabul edilmezse "Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Formu" nun yasal bir önemi kalmaz ve hükümsüz olarak kabul edilir. Bu Form'un imzalanması ile yazarlar, makalenin "GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ" dergisi ve web sayfasında yayınlamasına ilaveten makalenin tamamı veya bir kısmının yasal olarak çoğaltılması ve dağıtılması hakkını Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne devrederek, kendi haklarından feragat etmektedirler.

5. Makale Türleri

Dergide yayınlanan farklı yayın formatları ile ilgili bilgiler ve yazı türlerine göre yazarların dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekildedir:

Araştırma Makaleleri: Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Özet, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Özet, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Amaç, Gereç ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuçlar, gerekli ise Etik konular, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolara ilgili açıklamalar içermelidir. Makale konunun uzmanları tarafından tekrarlanabilecek şekilde yeterli bilgiyi içermelidir. **Bu tür makalelerde ana metin 3500-4000 kelime arası olmalı, kaynak sayısı 40'ı aşmamalıdır.**

Derlemeler: Dergi kapsamındaki güncel konularda çalışmaları bulunan kişiler tarafından hazırlanan derleme başvuruları incelemeye alınır. Derlemeler, Türkçe Başlık, İngilizce Başlık, Yazarlar, Adresler, Türkçe Özet, Türkçe Anahtar Kelimeler, İngilizce Özet, İngilizce Anahtar Kelimeler, Giriş, Ana Bölümler, Alt Bölümler, Sonuç, Katkı Belirtme ve Teşekkür, Kaynaklar, Şekil ve Tablolara ilgili açıklamalar içermelidir. **Ana metin en fazla 5000 kelime olup kaynak sayısında bir kısıtlama yoktur.**

Editöre Mektup: Dergide yayınlanmış makaleler hakkında veya ilgili diğer konularda soru sormak, görüş bildirmek isteyenlerin yazıları bu türde değerlendirilir. Bu tür yazılarda kapsam ve etik kavramlar göz önünde bulundurulur. Editöre mektup Türkçe olarak yazılır. **Ana metin en fazla 1000 kelime olup kaynak sayısı 10'u geçmemelidir.**

6. Makalenin Hazırlanması

• **Sayfa boyutu, sayısı ve kenar boşlukları:** A4 formatında, en fazla 15 sayfa olmalıdır. Tüm kenarlardan 2 cm boşluk bırakılmalıdır.

• **Sayfa numaraları:** Sayfa numaraları sayfa altında ve ortada verilmelidir.

• **Satır boşlukları:** Bütün satır boşlukları Times New Roman karakterinde ve 12punto olmalıdır.

• **Metin:** Times New Roman karakterinde 12 punto ile sağa ve sola dayalı olarak tek aralıklı yazılmalıdır. Noktadan ve virgülden sonra 1 boşluk bırakılmalıdır.

• **Paragraf:** Her paragraf arasında bir satır boşluk bırakılmalı, paragraf başlarında içerden başlanmamalıdır (Tab tuşu kullanılmamalıdır).

• **Makale başlığı:** Sayfa başından 3 satır boşluk bırakıldıktan sonra, başlık Times New Roman, 16 punto ve koyu olarak yazılmalıdır. Başlıkta yer alan her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde sayfaya ortalanarak yazılmalıdır.

• **Yazar adı veya adları:** Başlıktan sonra 2 satır boşluk bırakılarak, unvan belirtilmeden, Adın ilk harfi büyük olacak şekilde tüm harfleri ve soyadın tamamı büyük harfle yazılmalıdır. Birden fazla yazarlarda aralarına virgül konularak, Times New Roman, 12 punto, normal ve sayfaya ortalanarak yazılmalıdır. Sorumlu yazar isminde üst simge yıldız sembolü olmalıdır.

• **Yazarın/ların adresi/leri:** Yazar adının hemen altına boşluk bırakılmadan, Times New Roman, 10 punto ve *italik* olarak yazılmalıdır. Adresleri aynı olan yazarlar için tek adres, farklı yazar adresleri alt alta boşluk bırakılmadan yazılmalıdır.

• **İletişim yazarının bilgileri:** Unvansız Ad soyad, e-mail adresi, telefon numarası (Tel: (xxx) xxx xx xx.) aralarına virgöl konularak 1. sayfanın altına dipnot olarak, (*) sembolü ile belirtilmelidir, Times New Roman, 10 punto ile yazılmalıdır.

• **Türkçe özet:** Adres/ler den 5 satır boşluk bırakıldıktan sonra, **Özet** kelimesi Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto, **koyu, italik** ve sola dayalı olarak yazılmalıdır. Özet metni Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto ve *italik* olarak yazılmalıdır. Özet metninin 250 kelimeyi geçmemesine özen gösterilmelidir. Özet kelimesi ile özet metni arasında boşluk bırakılmamalıdır.

• **İngilizce başlık ve özet (Abstract):** Türkçe anahtar kelimelerin altına 2 satır boşluk bırakılarak, başlık Times New Roman, 16 punto koyu, her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde sayfaya ortalanarak yazılmalıdır. **Abstract**, kelimesi Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto, **koyu, italik** ve sola dayalı olarak yazılmalıdır. Abstract metni Times New Roman yazı karakterinde, 12 punto ve *italik* olarak yazılmalıdır. Abstract metninin 250 kelimeyi geçmemesine özen gösterilmelidir. Abstract kelimesi ile abstract metni arasında boşluk bırakılmamalıdır.

• **Anahtar kelimeler / Keywords:** Anahtar kelimeler ve Keywords kelimeleri Türkçe özetin ve İngilizce özetin altına bir satır boşluk bırakılarak, Times New Roman, 12 punto, **koyu** ve *italik* olarak yazılmalıdır. En az 3 en fazla 6 adet anahtar kelime verilmeli, anahtar kelimelerin her kelimenin ilk harfi büyük ve aralarına virgöl konularak verilmelidir. Anahtar kelimeler alfabetik sıralamaya uygun olarak verilmelidir. İngilizce anahtar kelimeler (Keywords) ise bu sıralama dikkate alınarak yazılmalıdır.

• **Ana başlıklar:** Ana Başlıklar sırasıyla numaralandırılmalıdır (1. Giriş 2. Amaç, Gereç ve Yöntem gibi). **Tüm başlıklar** sola dayalı Times New Roman, 12 punto **koyu** ve her kelimenin ilk harfi büyük yazılmalıdır. Ana başlıklardan önce ve sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır. **Alt başlıklar**, ana başlık numarasına uygun olarak numaralandırılmalıdır. **Tüm alt başlıklar** sola dayalı Times New Roman, 12 punto, **koyu** ve *italik* olarak her kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır (2.1. Malzeme 2.2. Deney Numunelerinin Hazırlanması, gibi). Alt başlıklardan önce ve sonra tek satır boşluk bırakılmalıdır.

• **Şekiller, Resimler ve Fotoğraflar:** Sayfa sınırlarını aşmayacak şekilde ortalanarak, net ve okunaklı olmalıdır. Sıra ile numaralandırılmalıdır. Şekil no ve adları şeklin altında şeklin sol alt kenarına yaslanarak ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük olarak verilmelidir. Şekiller ya bir çizim programı ile çizilmiş olmalı ya da en az 300 dpi çözünürlükte taranmış olmalıdır. Şekil olarak gösterilen grafik, resim ve metin kutularında yer alan yazı ve sayıların büyüklüğü makale içinde Times New Roman karakteri ile yazılmış 9 punto boyutundaki bir yazının büyüklüğünden az olmamalıdır. Şekilden önce, şekil adından önce ve sonra birer satır boşluk bırakılmalıdır. **Şekiller metin içine yerleştirilirken mutlaka şekilden önce atıfta bulunulmalıdır.**

• **Tablolar:** Sayfa sınırlarını aşmayacak şekilde ortalanarak konulmalıdır. Sıra ile numaralandırılmalıdır. Tablo no ve adları, tablonun sol üstünde tek satır boşluk ile sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Tablo adı yazılırken üstte ve altta birer

satır, tablodan sonra yine bir satır boşluk bırakılmalıdır. **Tablolara tablodan önce mutlaka metin içerisinde atıfta bulunulmalıdır.** Tablo satır ve sütunlarındaki rakam ve yazılar Times New Roman 12 punto ile yazılmalıdır. Ancak zorunlu kalınan durumlarda yazı boyutu yazı sınırlarını geçmeyecek şekilde en az 9 puntoya kadar düşürülebilir.

- **Denklemler:** Metin içerisine yazılacak denklemler, Word yazım programındaki denklem editörü ile sola dayalı olarak yazılmalı ve eşitliklere sağa dayalı olarak parantez içerisinde sıra ile numara verilmelidir.

- **Semboller:** Makale çok sayıda sembol içeriyor ya da makaledeki sembollerin açıklanması gerekiyorsa uluslararası standarda uygun olarak, semboller, kaynaklardan önce, Times New Roman 12 punto ile *italik* yazılmalıdır. Makalede ondalık gösterimde nokta kullanılmalı, binlikleri ayırırken virgöl kullanılmalıdır.

- **Kaynaklar:** Kaynaklar tez içerisinde “**soyadı ve tarih sistemine**” göre yazılmalıdır. Her kaynak kendi orijinal dilinde verilmelidir. Kaynaklar yazılırken sıralama aşağıdaki şekilde olmalıdır:

“Yazar soyadı-virgöl - ilk ad(lar)ının baş harfi- nokta-virgöl- yayın yılı- nokta - belgenin başlığı - virgöl-yayınlandığı yer (yayın organı ya da yayın evi)- virgöl- cilt no- virgöl- sayı no- virgöl-sayfa no-virgöl-yayınlandığı şehir veya ülke- nokta”.

Yazarlar arası virgöl ile ayrılır, ancak iki ve daha fazla yazarlarda son yazar "ve" ile ayrılır. Aynı yazar(lar)ın farklı yıllarda yayınlanmış eserleri veriliyorsa önce yaptığı yayından başlayarak (eskiden yeniye doğru) sıralama yapılmalıdır. Aynı yazar(lar)ın aynı yıla ait yayınları yayın yılını takip eden a, b, c harfleri ile sıralanmalıdır (Örg: 1998a,b).

Kaynak eserin yazımının bir satırdan daha uzun olması halinde ikinci satır ve diğer satırlar, ***değinen ilk eserin yazar ilk adının baş harfi hizasından başlayarak yazılmalıdır. İkinci ve diğer satırları birinci eserin ikinci satırı hizasından başlanmalıdır.*** Dergi adları ise kısaltma yapılmadan ve altı çizili olarak yazılır.

Metin içerisinde yazarı belli olan internet kaynaklarına atıf yapılırken, yazar soyadı sistemine benzer şekilde yazılmalıdır. Örneğin: (James ve Richard, 2003) David ve Clifford' a (2003) göre ...

Metin içerisinde yazarı belli olmayan internet kaynaklarına atıf yapılırken, büyük harflerle URL-sıra numarası (,), yıl şeklinde yazılmalıdır.

Örneğin:

(URL-4, 2003), (URL 1 ve 2, 2003)

Kaynakların yazılması sırasında literatürde yaygın olarak bilinen ***periyodik dergilerin adları açık olarak yazılmalıdır.*** Örneğin: (Journal of Hydrology).

Kitap, makale, bildiri, tez, standartlar ve yönetmelikler aşağıda gösterilmiştir.

Ulusal-Uluslararası Makaleler:

Ayalew, L., Yamagishi, H. ve Ugawa, N., 2004. Landslide Susceptibility Mapping Using GIS-Based Weighted Linear Combination, The Case in Tsugawa Area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan, Landslides, 1, 73-81.

Gökçeoğlu, C. ve Ercanoğlu, M., 2001. Heyelan Duyarlılık Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılan Parametrelere İlişkin Belirsizlikler, Yerbilimleri, H.Ü. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 23, 201-219.

Kitaplar:

Hem, J.D., 1989, Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters: USGS Professional Paper 2254, US Gov. Print. Office, 263p.

Postel, S., 2000, Son Vaha, Su Sıkıntısıyla Karşı Karşıya, (çev: F. Şebnem Sözer), TUBİTAK-TEMA VAKFI yayınları, ISBN 975-403-188-6, Ankara, 218s.

Tezler:

Dağ, S., 2007, Çayeli (Rize) ve Çevresinin İstatistiksel Yöntemlerle Heyelan Duyarlılık Analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, 241s.

Tezcan, L., 1993, Karst Akifer Sistemlerinin Tritiyum İzotopu Yardımıyla Matematiksel Modellemesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 125s.

Raporlar:

Aslaner, M., 1972. Çayeli-Madenköy Cu-Pb-Zn Aramaları Hakkında Kısa Not, MTA Maden Etüd Rap. No. 118,

Baran, I. and Kasperek, M., 1989, Marine Turtles Of Turkey; Status Survey 1988 And Recommendations For Conservation And Management: WWF Report, Heidelberg, 123p.

IAEA, 1992. Statistical Treatment of Data on Environmental Isotopes, Technical Reports Series No.331, IAEA Vienna, 781p.

Editörlü Kitaplar:

Zuber, A. 1986, Mathematical models for the interpretation of environmental radioisotopes in groundwater systems. Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Fritz, P. and Fontes, J.Ch. (eds.), Elsevier, Amsterdam. pp. 1-59.

Bildiriler Kitabı:

Sualtı Günleri-1999, Türkiye’de Sualtı Görüntüleme, Belgeleme ve Arşivleme Çalışmalarının Günümüzdeki Durumu, 26-27 Şubat 1999, Bildiriler Kitabı (editörler: B. Akınoğlu, M. Draman), Sualtı Araştırmaları Derneği, Ankara, 84s.

Bildiri Özeti:

Tezcan, L., Gunay, G., Hotzl, H., Reichert, B., Solomon, K., 1997, Hydrogeology of the Kirkgozler Springs, Antalya, Turkey, International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries, 17-21 November 1997, Near East Technical University, Nicosia, North Cyprus. p.76.

Bayarı, C. S., Kurttaş, T., Tezcan, L., 1998b, Köyceğiz Gölü Karışım Dinamiği: Çevresel İzotoplar Ve Üç Boyutlu Yerinde Yoğunluk Ölçümleri, MTA Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildirileri, 2-6 Kasım 1998, Ankara, s.104-106.

Tam Metni Basılı Bildiriler:

Hamarat,S., Ülkenli,H., Türe,G., 1998, Türkiye kıyıları Aydıncık-Taşucu Deniz Mağaraları Sualtı Araştırmaları, Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı, Aralık 1998, İstanbul, Türkiye, s.105-111.

Aktüel Dergi ve Gazete Haberi:

Corliss, Richard, 1993, Sept. 13, Pacific Overtures. Time 142(11), 68-70.

Feder, Barnaby J, 1993, December 18, For Job Seekers, a Toll-Free Gift of Expert Advice. New York Times 30 (late ed.).

İnternet kaynakları:

Başaran, A., Yıldırım, N. ve Gülal, Z. (2000, 14 Ekim). Depreme karşı nasıl bir bina yapmalı? Cumhuriyet Bilim Teknik, <http://bilimteknik.cumhuriyet.com.tr-/w/b08.-html>.

OCMIP, 2000., Ocean Carbon-Cycle Model Intercomparison Project, IGBP, Global, Analysis, Interpretation And Modeling Task Force, <Http://www.lpsl.jussieu.-fr/OCMIP>.

URL-1, [www.tdk.gov.tr/TR/Genel/BelgeGoster.05 Ağustos 2011](http://www.tdk.gov.tr/TR/Genel/BelgeGoster.05Ağustos2011).



OKCU M.; Gümüşhane Florasında Yabani Olarak Yetişen Rezene (<i>Foeniculum spp.</i>)'lerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi.....	1-12
KAYA A., KARABIDAK S M., KAYA S.; Gümüşhane Merkez ve Merkeze Bağlı Bahçecik Köyü Su Kaynaklarının Radyoaktivitesinin Tayini.....	13-22
ALTINOK M., KALE B., YAŞAR M., YAŞAR Ş Ş., ALKAN E., FİDAN M S.; Saunaların Yapım Teknikleri ve Tek Kişilik Konut Tipi Sauna Örneği.....	23-32
AŞIK Y.; Barajların Kontrolü ve Denetiminin Önemi.....	33-40
USLU H., ATİLA G., ERSAN Y., ÖZDEN Z.; İsrail Sazanı (<i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782) Balıklarına Uygulanan Cypermethrin'in Oksidatif Stres Parametreleri Üzerine Etkileri.....	41-46
KARABIDAK S M., BİNGÖL Ö., KAYA A., KAYA S.; X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi İçin Bir Program.....	47-60