



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



ISSN 2146-538X

CİLT/VOLUME: 3

SAYI/NUMBER: 2

YIL/YEAR: 2013

Gümüşhane University Science and Technology Institute Bağlarbaşı Mahallesi 29100 Gümüşhane/TURKEY
gufbed@gumushane.edu.tr Tel: 0 456 233 75 36 Faks: 0 456 233 74 27



Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Published by Gümüşhane University Science and Technology Institute

Cilt/Volume: 3 Sayı/Number: 2 Yıl/Year: 2013

Altı ayda bir yayınlanır/ *Published twice a year*

ISSN 2146-538X



Sahibi/Owner

Doç. Dr. Temel BAYRAK

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına

On the behalf of Gümüşhane University Science and Technology Institute

Editörler/Editorial Board

Doç. Dr. Temel BAYRAK

Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ

Yrd. Doç. Dr. Cemalettin BALTACI

Yrd. Doç. Dr. Hakan BOLAT

Dergi Sekreteryası/Secretarial

Yrd. Doç. Dr. Enver AKARYALI

Arş. Gör. Leyla ÇÖL

Arş. Gör. Seda Nur MARABAOĞLU

Kapak Tasarım/Cover Design

Öğr. Gör. Sinan ÇAKMAK

Yönetim Yeri/ Place of Management

Adres/Address

Gümüşhane University Science and Technology Institute

Bağlarbaşı Mahallesi 29100 Gümüşhane/TURKEY

Tel: (+90) 456 233 75 36 **Belge Geçer:** (+90) 456 233 74 27

URL:<http://fbe.gumushane.edu.tr/gufbedergi.html>

E-posta:gufbed@gumushane.edu.tr

Yayın Türü/ Publication Type

Yaygın süreli ve hakemli/ Common term and refereed

Basım Yeri / Printing House

Gümüşhane University Science and Technology Institute

Bağlarbaşı Mahallesi 29100 Gümüşhane/TURKEY

Yayın Tarihi/ Publication Date

31.07.2013

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 bütün sorumluluğu yazarlara aittir.



Danışma Kurulu/Advisory Board

- Prof. Dr. Mehmet ARSLAN-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Turan BATAR- Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Fikri BULUT-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN-Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Candan GÖKÇEĞLU-Hacettepe Üniversitesi
Prof. Dr. Halim MUTLU-Osmangazi Üniversitesi
Prof. Dr. Mualla YALÇINKAYA-Karadeniz Teknik Üni.
Prof. Dr. Tahsin YOMRALIOĞLU-İstanbul Teknik Üni.
Doç. Dr. Temel BAYRAK-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa ACAR-Aksaray Üniversitesi
Doç. Dr. Vecihi AKSAKAL-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet ALKAN-Bülent Ecevit Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa ATASOY-Aksaray Üniversitesi
Doç. Dr. Bahri BAYRAM-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Günay ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet ÇAVDAR-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Necati ÇELİK-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet ÇETE-Kâtip Çelebi Üniversitesi
Doç. Dr. Özgen ÇORUMLUOĞLU-Kâtip Çelebi Üni.
Doç. Dr. Osman DEMİR-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Abdurrahman DOKUZ-Gümüşhane Üni.
Doç. Dr. Hediye ERDOĞAN-Aksaray Üniversitesi
Doç. Dr. Saffet ERDOĞAN-Afyon Kocatepe Üniversitesi
Doç. Dr. Yener EYÜBOĞLU-Karadeniz Teknik Üni.
Doç. Dr. Ali GÜNDOĞDU-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Zülfü GÜROCAK-Fırat Üniversitesi
Doç. Dr. Abdullah KAYGUSUZ-Gümüşhane Üni.
Doç. Dr. Ramazan LİVAOĞLU-Uludağ Üniversitesi
Doç. Dr. Salim Serkan NAS-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Recep NIŞANCI-Karadeniz Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Selçuk REİS- Aksaray Üniversitesi
Doç. Dr. Barış SEVİM-Yıldız Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. İsmet SEZER-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Ferkan SİPAHİ-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Selim ŞEN-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Ali YALÇIN- Aksaray Üniversitesi
Doç. Dr. Şükrü YETGİN-Gümüşhane Üniversitesi
Doç. Dr. Özcan YİĞİT-Çanakkale 18Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Halil YOLCU-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Enver AKARYALI-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Selahattin ALBAYRAK-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Selçuk ALEMDAĞ-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Yusuf AŞIK-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zekeriya AYDIN-Namık Kemal Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Hamit AYDIN-Zonguldak Karaelmas Üni.
Yrd. Doç. Dr. Emre AYDINÇAKIR-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Oğuz BURNAZ-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Hakan BOLAT-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Hasan Tahsin BOSTANCI-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Tufan ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zafer ÇAKIR-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Özlem ÇAVDAR-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Kemal ÇELİK-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÇULLU-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Serhat DAĞ-Gümüşhane Üniversitesi.
Yrd. Doç. Dr. Fatih DÖNER-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. İbrahim DÜZGÜN- Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Çiğdem SAYDAM EKER-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Ahmet GÖKDOĞAN-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Özgün KALKIŞIM-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Musa KARAALP-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. S. Mustafa KARABIDAK- Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Orhan KARPUZ-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Afşin KAYA-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Elif Çelenk KAYA-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Kemal KUVVET-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Nafiz MADEN-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Melih OKCU-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zuhal OKCU-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Korhan ÖZGAN-Karadeniz Teknik Üni.
Yrd. Doç. Dr. Ertekin ÖZTEKİN-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Serkan ÖZTÜRK-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. S. Beyza Ö. SARIKAYA-Gümüşhane Üni.
Yrd. Doç. Dr. Birol ŞAHİN-Gümüşhane Üniversitesi Yrd.
Yrd. Doç. Dr. Emine TANIR- Karadeniz Teknik Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Yener TOP-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Osman ÜÇÜNCÜ-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Faruk YILDIRIM- Karadeniz Teknik Üni.
Yrd. Doç. Dr. Mustafa YILDIRIM-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Volkan YILDIRIM-Karadeniz Teknik Üni.
Yrd. Doç. Dr. Hilal YILDIZ-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Kamil TEKE-Hacettepe Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Serkan BEKİROĞLU-Yıldız Teknik Üni.
Yrd. Doç. Dr. Osman BİCAN-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Bilge BAHAR-Gümüşhane Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Cemalettin BALTACI-Gümüşhane Üni.
Uzm. Dr. İbrahim ASRİ-Kâtip Çelebi Üniversitesi

İçindekiler/Contents

KORKMAZ K.A., AY Z., ÇARHOĞLU I., ÇELİK D., NUHOĞLU A.; Planda Düzensizlikleri Olan Çelik Yapıların Güçlendirilme Tiplerinin Değerlendirilmesi.....	29-39
FİDAN M.S., ÖZ A., ADANUR H., TURAN B.; Gümüşhane Yöresinde Yetişen Bazı Önemli Odun Dışı Orman Ürünleri ve Kullanım Miktarları.....	40-48
AKARYALI E., TÜYSÜZ N.; Arzular (Gümüşhane, KD-TÜRKİYE) Epitermal Altın Cevherleşme Sahasındaki Hidrotermal Alterasyonlar ve Kütle Değişim Hesaplamaları.....	49-76
KALKIŞIM Ö., TURAN A., AZERİ F.N., ÖZDEŞ D.; Kara Dut (<i>Morus nigra</i> L.) Bitkisinin In Vitro Çoğaltımı.....	77-84
YILDIRIM M., BOLAT N., ÇAKMAK M., BELEN S.; Türkiye Batı Geçit Bölgesi 2004-2005 Ürün Yetiştirme Sezonu İleri Kademe Makarnalık Buğday Islah Çalışmaları.....	85-90
KARABIDAK S.M.; X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi -Kısım 1- İntegral Düzeltme.....	91-100

Planda Düzensizlikleri Olan Çelik Yapıların Güçlendirilme Tiplerinin Değerlendirilmesi

K. Armağan KORKMAZ^{1,*}, Zeki AY², A. Işıl ÇARHOĞLU², Devran ÇELİK²,
Ayhan NUHOĞLU³

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Tinaztepe, İzmir

²Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Çünür, Isparta

³Ege Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

Geliş tarihi/Received 13.08.2012

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 25.02.2013

Kabul tarihi/Accepted 05.03.2013

Özet

Çelik yapılar, Türkiye’de son yıllarda önem kazanmıştır. Yaşanan depremlerde meydana gelen hasar ve kayıplar bu noktada önemli rol oynamıştır. Bunun yanında çelik yapılarda mimari nedenlerden kaynaklanan planda düzensizlikler olması durumunda bu yapıların da deprem güvenliklerinin incelenmesini önemli bir hal almaktadır. Deprem güvenliklerinin artırılması gereken durumlarda bu yapıların güçlendirilmesine yönelik pratik uygulamaların değerlendirilmesi ve uygun yöntemin belirlenmesi önemlidir. Betonarme yapıların olduğu kadar, çelik yapıların güçlendirilmesi de karmaşıktır. Bu çalışma kapsamında, planda düzensizliği bulunan çelik yapıların güçlendirilmesinin incelenmesi amaçlanmış ve bu amaçla üç farklı model yapı ele alınarak, perde ve çapraz elemanlarla güçlendirilmiştir. Ele alınan güçlendirme tipleri için doğrusal olmayan artımsal statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerin sonuçlarına göre güçlendirme tipleri değerlendirilmiştir. Yapılan analizler neticesinde perde elemanlar kullanılarak yapılan güçlendirme sonrasında elde edilen kapasite artışı çapraz elemanlar kullanılarak elde edilen kapasite artışına göre daha fazla olmuştur.

Anahtar kelimeler: Planda Düzensizlik, Güçlendirme, Perde Elemanlar, Çelik Çapraz Elemanlar, Doğrusal Olmayan Artımsal Statik İtme Analizleri

Evaluation of Strengthening of Steel Structures with Plan Irregularities

Abstract

Recently, steel structure construction becomes important, in Turkey. Heavy damages and loses in recent earthquakes have an important role in this manner. However, irregularities in plan due to architectural reasons could cause damage. Therefore earthquake resistance of the buildings with irregularities should be investigated. If strengthening is necessary for existing steel structures, practical applications are to be evaluated and it is necessary to determine the most suitable solution. Strengthening of steel structures is very complex as for reinforced concrete structures. In the present study, to investigate the earthquake resistance of irregular steel structures, three different models including irregularities in plan were investigated. Models were strengthened by

*K. Armağan KORKMAZ, armagankorkmaz@gmail.com, Tel: (232) 301 70 77/17077

using shear walls and steel bracings. Nonlinear pushover analyses were used for evaluation. A comparison was made according to the results of the analyses. As a result of the analyses, it is found that, capacity has been increased more with shear walls comparing to bracings.

Key words: *Irregularity in Plan View, Retrofit, Shear Walls, Bracings, Nonlinear Pushover Analyses.*

1.Giriş

Türkiye’de yaşanan depremler sonucu meydana gelen hasarlar, mevcut yapıların büyük bir kısmının deprem güvenliğinin yetersiz olduğunu göstermektedir. Düzce, Marmara, Erzincan gibi büyük depremlerin sonucu büyük bir facia olarak tanımlanabilir. Bu faciaların tekrar yaşanmaması için büyük bir titizlikle belirlenmiş olan bir dizi önlemin yanında ihtiyaç duyulan yapı güçlendirme projelerinin de aynı özenle ve dikkatlice yapılması, bu tür projelere önem verilmesi gereklidir. Deprem yönetmeliğimiz (ABYYHY, 1997) yapı projelerinin düzenlenmesi ve mevcut yapıların güçlendirilmesi ile ilgili kısımlar günün koşullarına uygun olarak düzenlenmiştir. Yenilenen deprem yönetmeliği (DBYBHY, 2007) yürürlüğe girmiştir. Yeni yönetmelikle birlikte, güçlendirme projelerine bir standart gelmiştir. Böylelikle güçlendirme tiplerinde belirli bir yaklaşımın sağlanması amaçlanmaktadır (DBYYHY, 2007; ABYBHY, 2007). Yaşanan depremlerde meydana gelen hasar ve kayıplar geldiğimiz bu noktada önemli bir rol oynamıştır. Yıllarla birlikte toplum deprem konusunda daha bilinçli hale gelmektedir. Çelik yapılar da günümüzde deprem dayanımı konusunda dikkatleri çekmektedir. Ancak, çelik yapılarda mimariden kaynaklanan planda düzensizlik olması durumunda, bu yapıların da deprem güvenliklerinin incelenmesi gerekli olmaktadır. Deprem güvenliklerinin artırılması gereken durumlarda bu yapıların güçlendirilmesine yönelik olarak pratik uygulamaların değerlendirilmesi ve uygun yöntemin belirlenmesi önemlidir. Çelik yapıların güçlendirilmesinde günümüzde uygulanan iki temel yaklaşımdan söz etmek mümkündür. Bunlar, çelik çapraz elemanlarla ve betonarme perdelerle yapılan güçlendirmelerdir (Ghobarah,2001). Mevcut yapılarda güçlendirme

çalışmaları yapıların deprem dayanımlarının artırılması, yapıların mevcut performansının artırılması amacıyla hizmet etmektedir.

Çelik yapıların güçlendirilmesi konusunda günümüzde çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalardan biri Mahim tarafından gerçekleştirilmiştir (Mahim vd. 2002). Mahim, çalışmasında, 1989 Lomo Prieta, 1994 Northridge ve 1995 Hyogo-ken Nanbu depremlerinde kaynaklı birleşimli moment dayanımlı çelik çerçeve yapılar için beklenmeyen hasarları değerlendirmek amacıyla önemli araştırmalar gerçekleştirmiştir (Mahim vd. 2002). Bir diğer önemli çalışma Moghaddam ve Hajirasouliha tarafından gerçekleştirilmiştir (Moghaddam ve Hajirasouliha, 2002). Bu çalışmada, çelik çerçevelerin sismik davranışlarını tahmin etmek için statik artımsal itme analizinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Statik artımsal itme analizinin güvenilirliğini, çerçeve yapılar üzerinde doğrusal olmayan dinamik analiz yapılarak doğrulanmıştır (Moghaddam ve Hajirasouliha, 2002). Yang ise çalışmasında, yüksek sismik hareketlilik gösteren bölgelerde sıklıkla kullanılan çelik çerçevelerin düzensiz dağılan düşey yükleme koşulları altında çapraz elemanlarında oluşacak burkulmaya bağlı sistem davranışının yeterli olmadığı belirtilmiştir (Yang vd. 2007). Chao ve Goel, çalışmalarında, son zamanlarda geliştirilen enerjiye dayalı olarak gerçekleştirdikleri çalışmanın sonuçlarını sunmuşlardır (Chao ve Goel, 2006). Bu önemli çalışmaların yanında çeşitli uygulamalar ve mühendislik yaklaşımları da ülkemizde başarıyla gerçekleştirilmektedir.

Çalışma kapsamında planda düzensizliği bulunan mevcut çelik yapıların deprem davranışlarının incelenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda hazırlanan modellerin betonarme perde ve çelik çapraz elemanlarla güçlendirmesi yapılarak doğrusal olmayan deprem

davranışlarının incelenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla burulma düzensizliği, döşeme düzensizliği ve hem döşeme hem burulma düzensizliği içeren üç farklı model ele alınmış, bu modeller perde ve çelik çapraz elemanlarla iki farklı şekilde güçlendirilmiştir. Çok katlı yapılar için statik analiz yöntemlerinin uygulanabilirliği ve sınırları tartışmalı olsa da en çok kullanılan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, çalışma kapsamında doğrusal olmayan artımsal statik itme analizleri kullanılarak X ve Y yönü için elde edilen kapasite eğrileri, yer değiştirme ve görelî yer değiştirme grafikleri kullanılarak güçlendirme tipleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada doğrusal olmayan analizler SAP2000 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Wilson ve Habibullah, 1998).

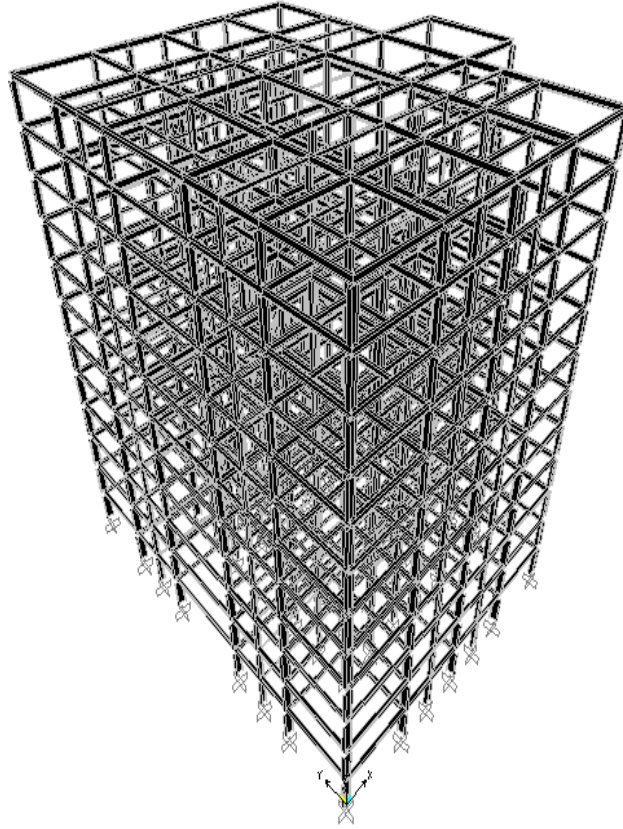
2. Güçlendirme İçin Yapı Modellemesi Ve Doğrusal Olmayan Analiz

Çalışmanın amacı doğrultusunda kat yüksekliği 3 m olan 12 katlı 3 farklı çelik yapı modelleri üzerinde çalışılmıştır. Çalışmaya esas alınan modeller, öncelikle eşdeğer statik deprem yükü yöntemi kullanılarak, birinci deprem bölgesi, Z4 yerel zemin sınıfı için doğrusal elastik analizleri yapılarak yapı elemanları boyutlandırılmıştır. Daha sonra, tüm modeller üzerinde, elastik ötesi davranışlarının incelenmesi amacı ile doğrusal olmayan statik itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde, her bir model için, taban kesme kuvveti (toplam eşdeğer deprem yükü), tek deprem bölgesi ve tek zemin sınıfına göre hesaplanmıştır. Taban kesme kuvveti hesabında yapının serbest titreşim analizi yapılarak hesaplanan birinci mod doğal titreşim periyodu kullanılmıştır. Yapı ağırlıkları, doğrudan, kullanılan SAP 2000 bilgisayar programı tarafından doğrusal elastik analiz sonuçlarında alınmıştır (Wilson ve Habibullah, 1998).

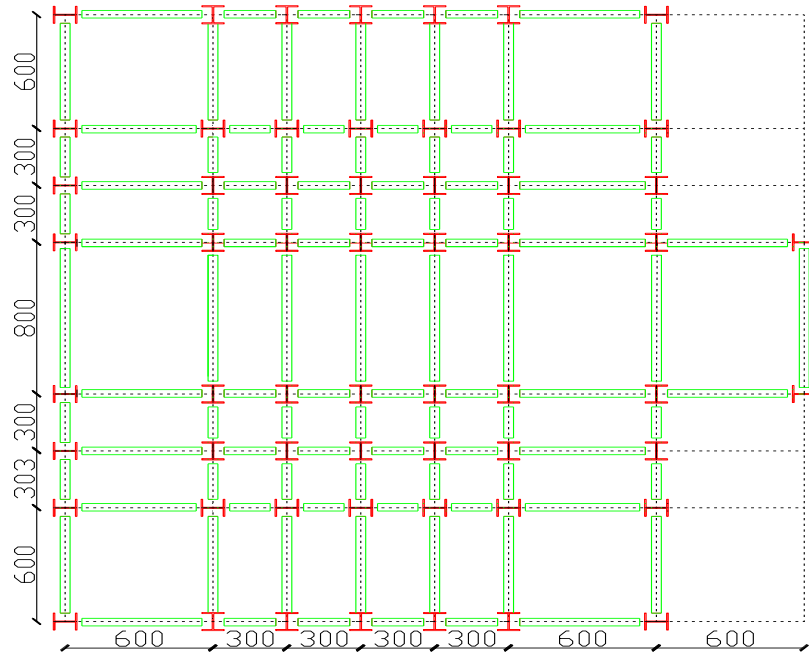
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı her iki tip için (R)=5 alınmıştır. Buna göre deprem yükü azaltma katsayısı (Ra(T)) hesaplanmıştır. Taban kesme kuvvetleri, kat ağırlıkları ve rijitlekle orantılı olarak kat seviyesinde kolon uçlarına tekil kuvvetler olarak dağıtılmıştır. Şekil 1'de üç

boyutlu yapı modeli Şekil 2'de yapı planı ve aks aralıkları mesafesi, Şekil 3'de modellerin planları verilmiştir. Doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilirken plastik mafsallar yapı üzerindeki tüm elemanlara çalışma şekline ve özelliklerine bağlı olarak tanımlanmıştır. Kolonlarda aksel yük (P) ve moment etkileri (M2-M3) etkin rol oynadığı için mafsal tanımlamasında P-M2-M3, kirişler ise sadece moment etkisi hâkim olduğu için mafsal tanımlamasında M3 olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde iki tip güçlendirme tanımlanmıştır. Bunlardan ilki çelik çapraz elemanlar ile güçlendirilmiştir. Kullanılan bu çelik çapraz elemanlar her iki ucu moment ve kesme kuvveti almayacak şekilde boyutlandırılmıştır. Bu sebeple çapraz elemanlar sadece aksel yük etkisindedir. Bu sebeple de çapraz elemanlar için mafsal tanımlaması aksel P olarak modellenmiştir. İkinci tip güçlendirme yöntemi olarakta betonarme perde kullanılmıştır. Betonarme perde elemanlar kolon ve eğilme etkisini de dikkate alabilmek için sonsuz rijit kirişin bir kombinasyonu olarak alınmıştır.

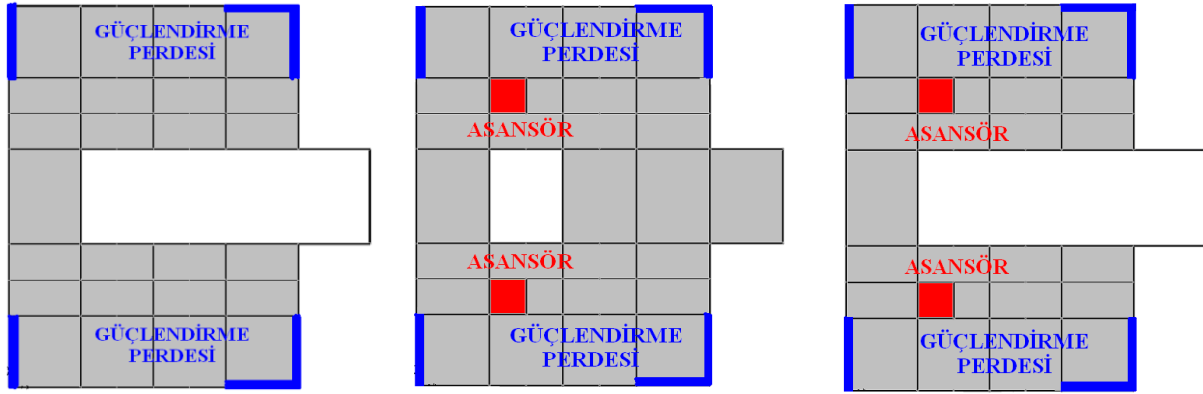
Betonarme perde elemanı oluşturan kolonlar için P-M2-M3 mafsalı tanımlanmış kirişler içinse M3 mafsal tanımlanmıştır. Diyafram etkisi döşeme etkisini gerçeğe en uygun halde göstermek için tüm katlarda, kolon-kiriş düğüm noktasına her iki deprem doğrultusunda diyafram tanımlanmıştır. Yükleme tüm katlara, kolon-kiriş düğüm noktalarına deprem kuvvetleri üçgen yük dağılımı yöntemi kullanılarak yüklenmiştir. Döşeme etkileri yukarıda bahsedildiği gibi kirişlere aktarılmıştır. Modele etkitilen bu yükler Sap2000 programının yükleme bölümünde yükleme türü olarak tanımlanmış, yine programın analiz bölümünde fonksiyonları girilmiştir. Ayrıca bu yüklemelere dayanak oluşturulan yükleme kombinasyonları, programın kombinasyonlar bölümünde tanımlanmıştır. Malzemeler, programda mevcut olan HEA, IPE, çelik profillerden seçilmiştir. Kirişlerde IPE 470, kolonlarda ise 1-3 kat arası HE-600-B, 4-5 katlar arası HE-550-A, 6. kat HE-500-A, 7-12 katlar arası HE-450-A çelik profillerden dizayn edilmiştir. Asansör kovanını çevreleyen çelik çapraz elemanlar için IPE-180 kullanılmıştır.



Şekil 1. Analizlerde kullanılan yapı modeli üç boyutlu görünümü



Şekil 2. Analizlerde kullanılan yapı modeli plan görünümü



a. Model 1. burulma düzensizliği

b. Model 2. Düzensiz döşeme

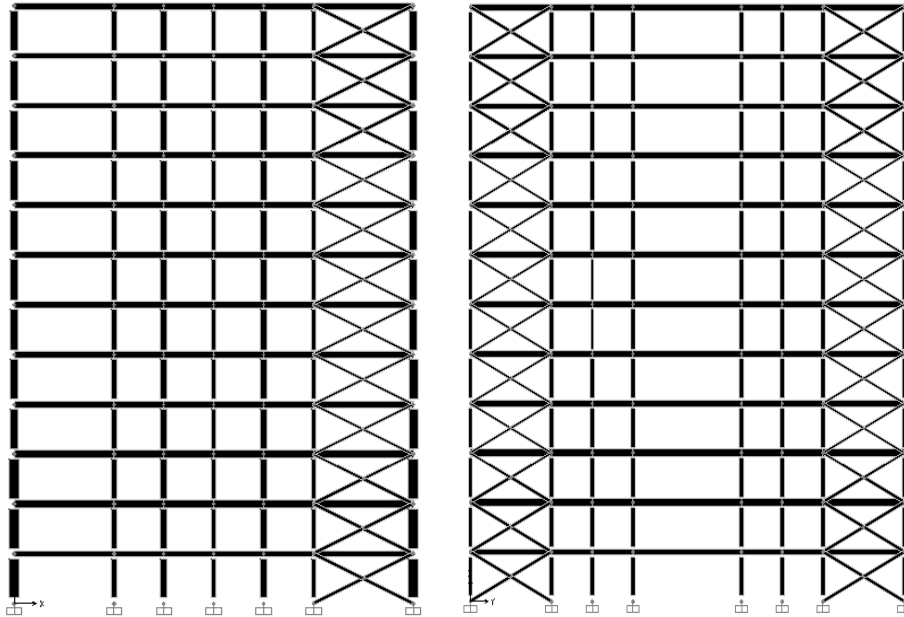
c. Model 3. Düzensiz döşeme ve burulma düzensizliği

Şekil 3. Analizlerde kullanılan yapı modellerinin planları

3. Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirme

Çalışmaya esas alınan yapı geometri bakımından her iki düzlemde rijit, düşeyde düzenli bir çerçeve sisteme sahiptir. Model “x-y” düzleminde çelik çaprazlı perdelerle desteklenmiş ve analizler yapılmıştır. Kat ağırlıkları SAP2000 bilgisayar programı tarafından alınmış, hareketli yük ise 50 kN/m olarak döşemelere etkilmiştir. Serbest titreşim analizleri SAP2000 bilgisayar programı ile

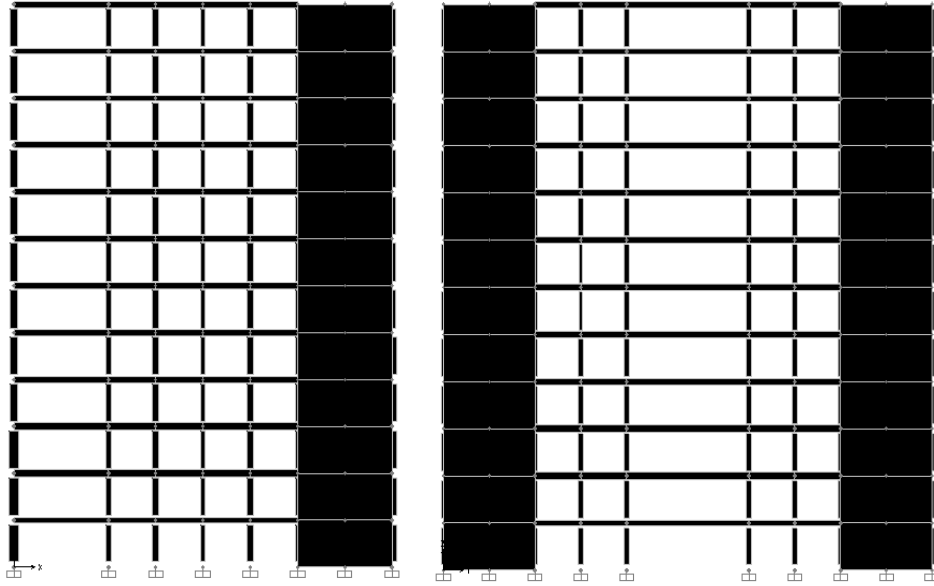
yapılarak 1. mod doğal titreşim periyotları belirlenmiş, Deprem Yönetmeliğine göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)=5 alınmıştır. Buna göre eşdeğer deprem yükü hesaplanarak kat seviyelerine tekil kuvvetler olarak dağıtılmıştır. Güçlendirme için çelik çapraz elemanlarda IPE-180 çelik profil kullanılmıştır. Şekil 4’de çelik çapraz elemanlarla güçlendirilen yapı modeli verilmiştir.



Şekil 4. Çelik çapraz elemanlarla güçlendirilen yapı modeli

4. Perde Elemanlarla Güçlendirme

Betonarme deprem perdelerinin ilavesi mevcut bir yapının deprem davranışını iyileştirmek bakımından oldukça sık kullanılan bir güçlendirme yöntemidir. Günümüzde ülkemizde de oldukça sıklıkla kullanılmakta olan bu yöntem, farklı yaklaşımlarla gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamada genellikle perdeler yerinde dökülürler nadiren de olsa püskürtme ile yapıldıkları da olabilir (FEMA, 1997; FEMA, 2000). Yeni deprem perdelerinin teşkili için ön döküm (prefabriğe) elemanlar kullanılabilir. Fakat detayları son derece karmaşık olması nedeniyle istenilen davranışın elde edilmesi zordur. Monolitik betonarme deprem perdeleri binanın çevresinde veya içinde olabilirler (Beskos ve Anagnostopoulos, 1997; Fajfar ve EERI, 2000). Konu ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur (Chao ve Goel, 2006; Engelhardt ve Popov, 1989; Berman ve Bruneau, 2004; Dasgupta ve Goel, 2006; Rai vd. 1996; Sabelli, 2000). Çalışma kapsamında Şekil 5’de verildiği gibi 25cmX600cm boyutlarında perde elemanlar yerleştirilmiştir. Perde elemanın beton sınıfı C25’dir.

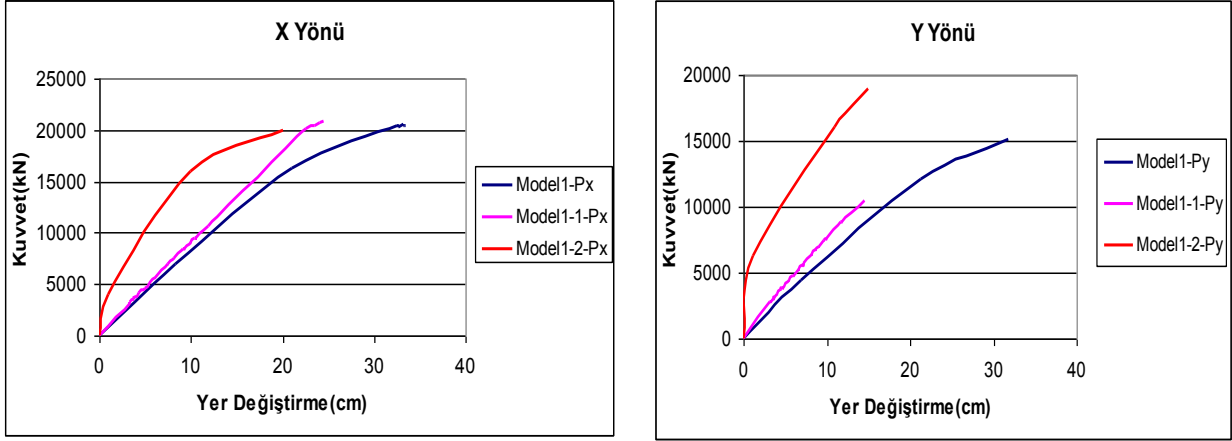


Şekil 5. Betonarme perdelerle güçlendirilen yapı modeli

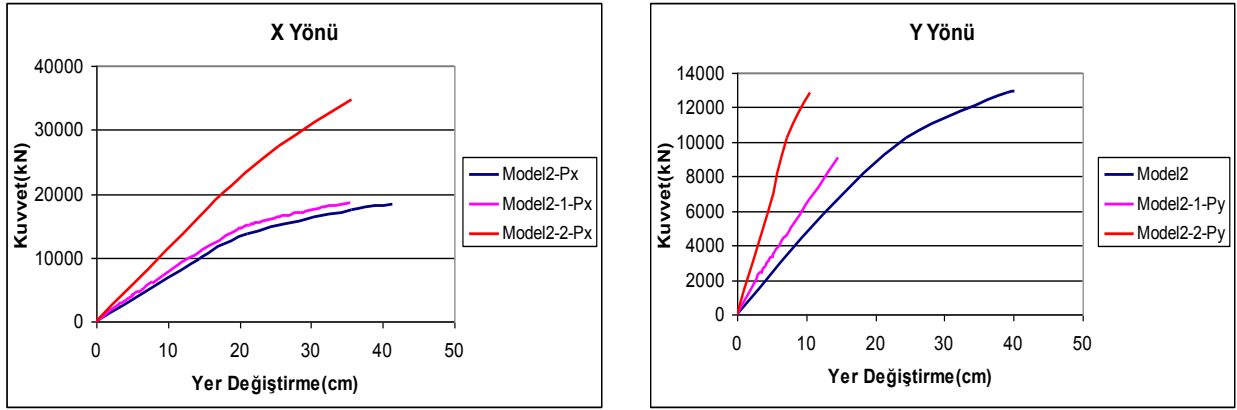
5. Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında mevcut (P), çelik çaprazla güçlendirilen (1-P) ve betonarme perdelerle güçlendirilen (2-P) burulma düzensizliği olan (Model 1), döşeme düzensizliği olan (Model 2), ve her ikisini de içeren (Model 3) üç farklı yapı modelinin analizi yapılmıştır. Bu üç farklı model için üç farklı güçlendirme halinde X ve Y yönünde elde edilen sonuçlar grafiklerle sunulmuştur. Elde edilen 18 farklı kapasite eğrisi Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de verilmiştir. Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11’de mevcut, çapraz elemanlarla ve perdelerle güçlendirilmiş model yapıların doğrusal olmayan analiz sonucu elde

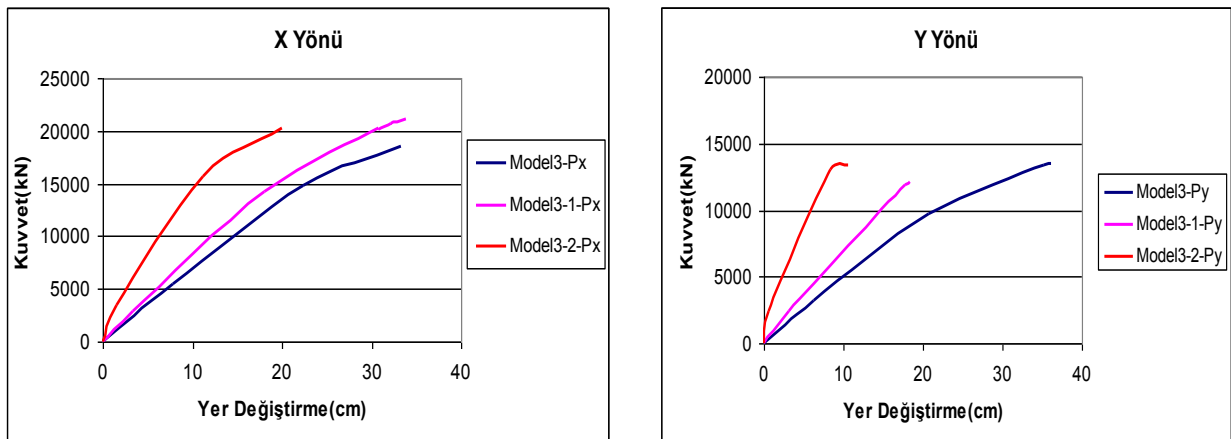
edilen yer değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 12, Şekil 13 ve Şekil 14’de mevcut, çapraz elemanlarla ve perdelerle güçlendirilmiş model yapıların doğrusal olmayan analiz sonucu elde edilen görelî yer değiştirme eğrileri verilmiştir. Bu grafikler sonucunda elde edilen eğriler, güçlendirme tiplerine göre elde edilen sonuçları vermektedir. Bu grafiklerin karşılaştırmaları yapılarak sonuçlar kısmında değerlendirmeleri detaylı olarak sunulmuştur.



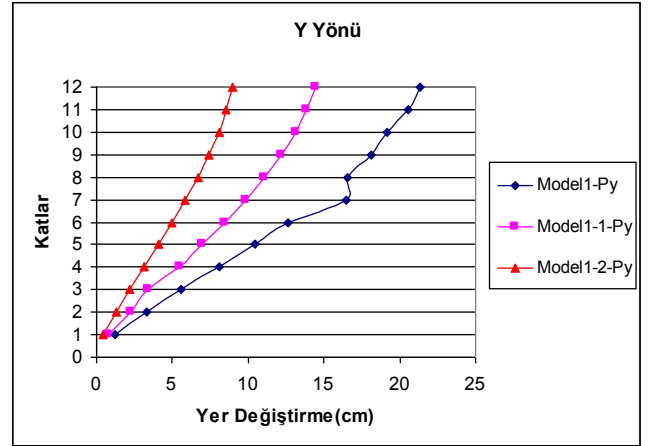
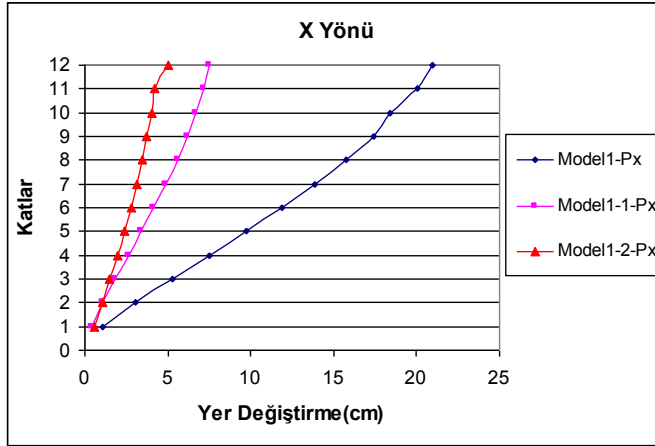
Şekil 6. Model 1. Burulma düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



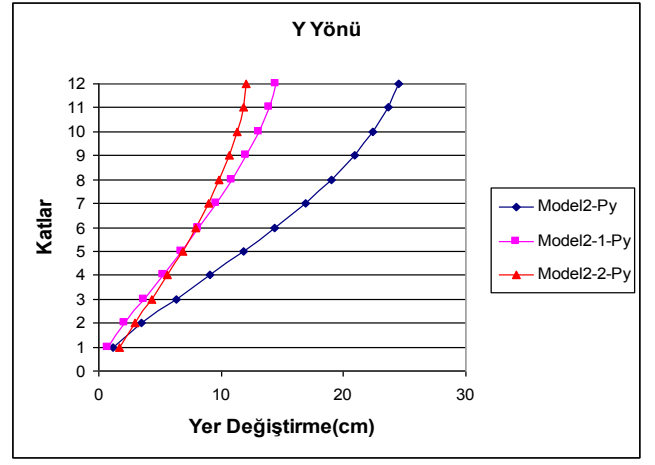
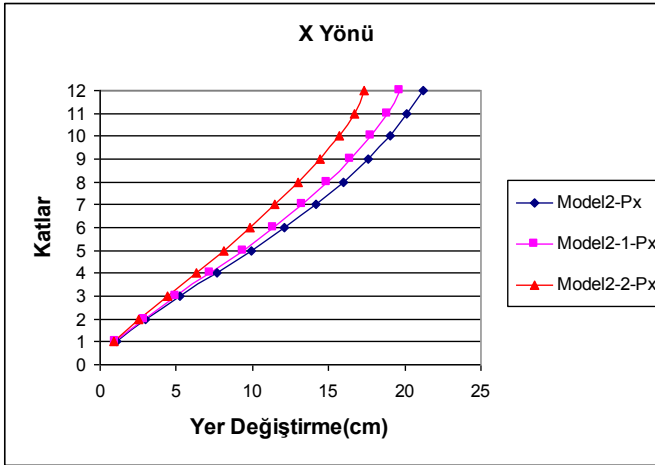
Şekil 7. Model 2. Döşeme düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



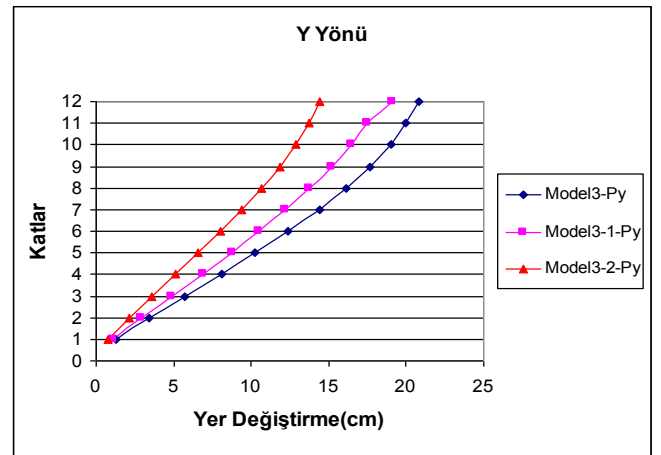
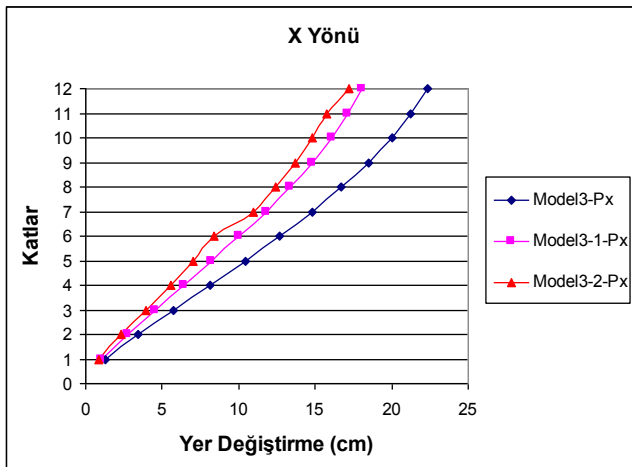
Şekil 8. Model 3. Her iki düzensizliği de olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri.



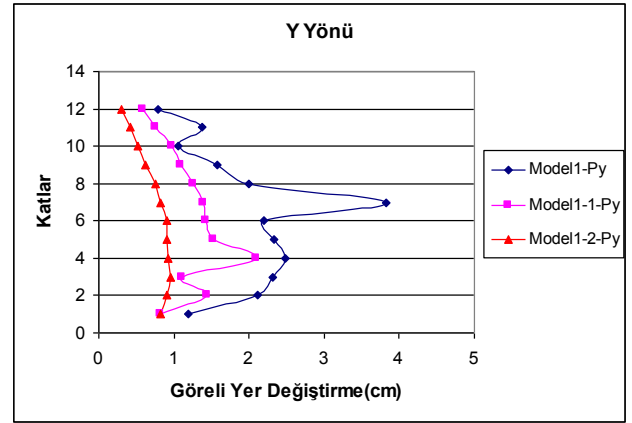
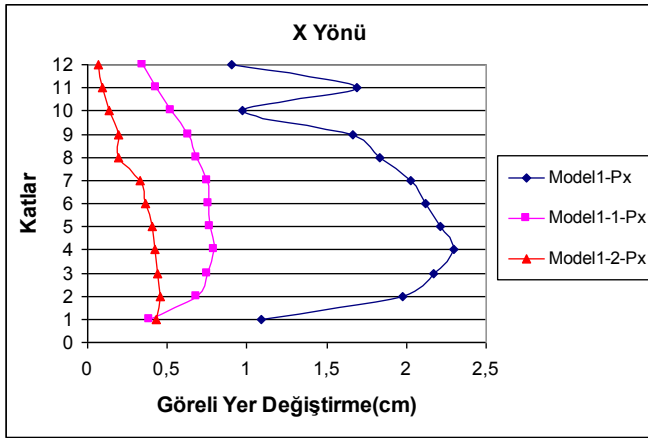
Şekil 9. Model 1. Burulma düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



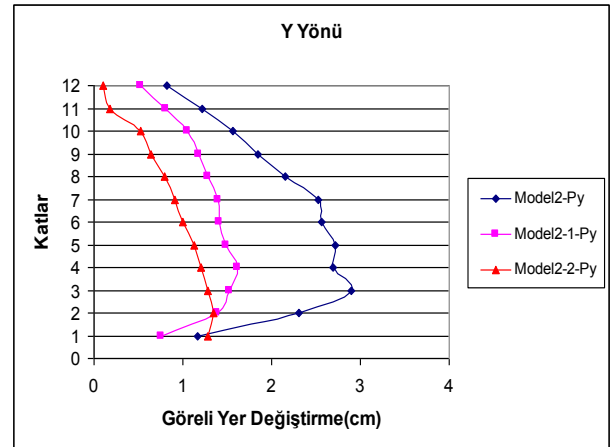
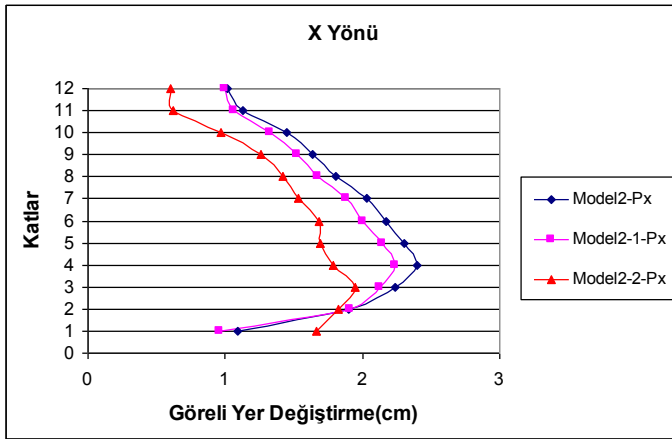
Şekil 10. Model 2. Döşeme düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



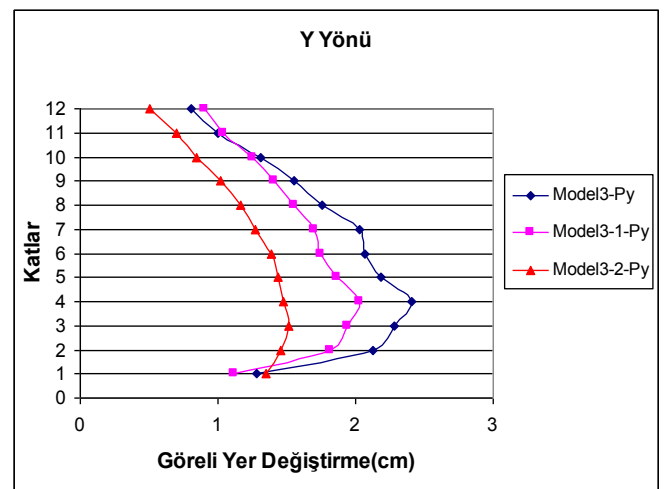
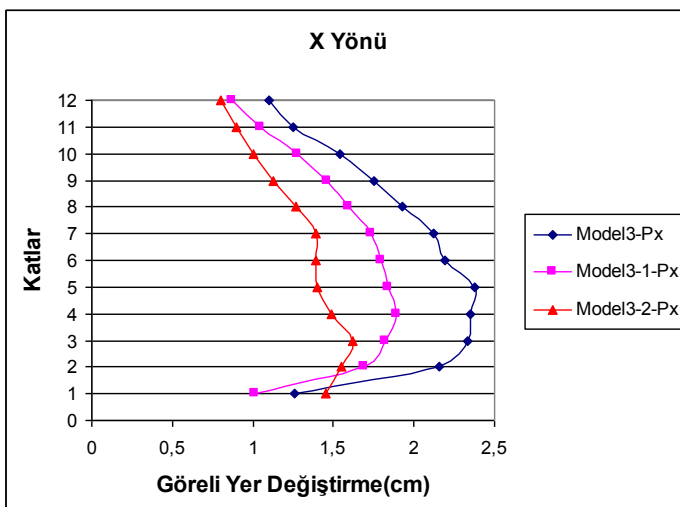
Şekil 11. Model 3. Her İki düzensizliği de olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



Şekil 12. Model 1. Burulma düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



Şekil 13. Model 2. Döşeme düzensizliği olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri



Şekil 14. Model 3. Her İki düzensizliği de olan yapının X ve Y Yönü artımsal itme eğrileri

6. Sonuçlar

Çalışma kapsamında günümüzde kullanımı ve imalatı hızla artan çelik yapıların güçlendirilmesiyle ilgili detaylı bir çalışma ortaya konmuştur. Çelik yapıların güçlendirilmesinde kullanılan iki ana yöntem ele alınarak, planda düzensizlik içeren çelik yapıların güçlendirilmesi yapılmıştır. Yapıların mevcut, çapraz elemanlarla, perdelerle güçlendirilmiş hallerine göre elde edilen kapasite, yer değiştirme değişimleri grafikler halinde sunulmuştur. Mevcut, çelik çaprazlarla ve perde elemanlarla güçlendirilen üç ayrı model için Şekil 5 ile Şekil 7 arasında modellerin kapasite eğrileri, Şekil 8 ile Şekil 10 arasında yer değiştirme eğrileri verilmiştir. Şekil 11 ile Şekil 13 arasında da görelî yer değiştirme eğrileri sunulmuştur. Böylelikle yapılan güçlendirmeye göre farklı düzensizlik durumlarındaki kapasite ve yer değiştirme değişimi değerlendirilmiştir.

Perde elemanlar kullanılarak yapılan güçlendirme sonrasında elde edilen kapasite artışı çapraz elemanlar kullanılarak elde edilen kapasite artışına göre daha fazla olmuştur. Bunun başlıca sebebi yapının perdelerle daha rijit hale getirilmiş olmasıdır. Bu açıdan betonarme perdelerle güçlendirme yapılması yapının kapasitesinin artırılması açısından daha iyi sonuçlar vermiştir. Betonarme perde elemanların eklenmesi yapının ağırlığını ve dolaylı olarak da yapıya gelen yanal deprem yüklerini de arttırabilir. Bu olumsuz durumdan kaçınmak için yapının rijitliğini veya sürekliliğini arttırmak bakımından çerçeve boşlukları arasına çelik çapraz elemanlar konularak destek sağlanabilir. Çelik çaprazlarla güçlendirme yapının kapasitesini betonarme perdelerle oranla daha az arttırmasına rağmen yatay yük altındaki yapı davranışına uyum sağlamaktadır. Bu sebeple yapı elemanlarında oluşan mafsallık koşulları kabul edilen sınırlar içerisinde kalmaktadır. İşçilik ve yapım maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen kısa sürede yapılabilmesi, deprem sonrasında acil olarak yapı hasarlarının giderilmesi ve yapının hasar görmüş bölümünün desteklenmesi için çelik çapraz uygulamaların üstün tarafları olduğu unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- ABYBHY, 2007, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete 2007, İstanbul, Türkiye.
- ATC (Applied Technology Council), Seismic Evaluation And Retrofit of Concrete Buildings, California, ABD, 40.
- Berman, J. W. and Bruneau, M., 2004, Approaches for the Seismic Retrofit of Braced Steel Bridge Piers and Proof-of-Concept Testing of a Laterally Stable Eccentrically Braced Frame. Technical Report MCEER-03-0001.
- Beskos, D.E. and Anagnostopoulos, S.A., 1997, Computer Analysis and Design of Earthquake Resistant Structures A Handbook, 549-559, Great Britain.
- Chao, S-H. and Goel, S.C., 2006, Performance-Based Design of Eccentrically Braced Frames Using Target Drift and Yield Mechanism, AISC Engineering Journal, American Institute of Steel Construction, Third Quarter, 173-200.
- Dasgupta, P. and Goel, S. C., 2006, Performance-Based Seismic Design of Steel Concentric Braced Frames, Proceedings, Eighth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, California.
- DBYYHY, 1997, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete 1997, İstanbul, Türkiye.
- Engelhardt, M.D. and Popov, E.P., 1989, Behavior of Long Links in Eccentrically Braced Frames. Report No. UCB/EERC-89-01, Berkeley, CA.
- Fajfar, P. and EERI, M., 2000, A Nonlinear Analysis Method for Performance Based Design., Earthquake Spectra, 16, 3, 573-592.

- FEMA (Federal Emergency Management Agency), 1997, Guidelines For The Seismic Rehabilitation of Buildings, 273.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency), 2000, Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, 356.
- Ghobarah, A., 2001, Performance - Based Design in Earthquake Engineering, State of Development, 23, 878-884.
- Mahim, S., Malley, J. and Hamburger, R., 2002, Overwiev of the FEMA/Sac Program For Reduction of Earthquake Hazards in Steel Moment Frame Structures, Journal of Cnstructional Steel Rsearch, 58, 511-528.
- Moghaddam, H. and Hajirasouliha, I., 2002, An investigation on accuracy of pushover analysis for estimating the seismic deformation of braced steel frames, Journal of Cnstructional Steel Rsearch, 62, 4, 341-353.
- Rai, D. C., Goel, S. C., and Firmansjah, J., SNAP-2DX, 1996, General Purpose Computer Program for Static and Dynamic Nonlinear Analysis of Two Dimensional Structures, Report No. UMCEE 96-21, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Sabelli, R., 2000, Research on Improving the Design and Analysis of Earthquake Resistant Steel Braced Frames, FEMA/EERI Report
- Yang, T.Y., Stojadinavic, B., Moehle, J., 2007, Hybrid Smilation Evalation Of Innovative Steel Braced Freming System, Proceedings, Eighth National Conference on Earthquake Engineering, SanFrancisco, California CD, 1415.
- Wilson, E. and Habibullah A., 1998, SAP 2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis, Kullanım Klavuzu.

Gümüşhane Yöresinde Yetişen Bazı Önemli Odun Dışı Orman Ürünleri ve Kullanım Miktarları

M. Said FİDAN^{1,*}, Ayşe ÖZ¹, Hakan ADANUR¹, Bülent TURAN²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ormancılık ve Çevre Bilimleri ABD, 29000, Gümüşhane.

²Gümüşhane İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 29000, Gümüşhane.

Geliş tarihi/Received 23.01.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 17.05.2013

Kabul tarihi/Accepted 03.06.2013

Özet

Türkiye bitki tür çeşitliliği, yaban hayatı kaynakları ve endemik türler bakımından zengin kaynaklara sahiptir. Türkiye'nin sahip olduğu zengin biyolojik kaynaklarının önemli bir bölümünü ormanlar barındırmaktadır. Ormanlardan elde edilen odun hammaddesi son zamanlara kadar ormancılığın temel amacı olarak vurgulanmıştır.

Ülkemizin 21,5 milyon hektar ile yüzölçümünün % 27,6'sını teşkil eden ormanlarımızın sahip olduğu biyolojik çeşitliliğinin büyük kısmını orman tali ürünü olarak bilinen odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) oluşturmaktadır. Son yıllarda odun dışı orman ürünlerine yönelik bilinçlenme ve talep gittikçe artmaktadır. Bu artışta, yerel ve ulusal ekonomiler açısından odun dışı orman ürünlerinin önemli bir gelir ve istihdam kaynağı olarak görülmeye başlanmasının yanı sıra Dünya'da genel olarak doğal ürünlere olan talebin belirgin bir şekilde artışının da payı bulunmaktadır.

Bu çalışmada, Gümüşhane ili doğal florasında bulunan ve ekonomik değeri yüksek olan bazı odun dışı orman ürünlerinin (ODOÜ) tespiti, yayılış bölgeleri, kullanım miktarları, literatür taramaları ve inceleme gezileri yapılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma ile Gümüşhane ili ve çevresinde yayılış gösteren 38 adet ve bölgede kullanılan 23 adet bitki taksonu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gümüşhane, Odun Dışı Orman Ürünleri (ODOÜ), Kullanım miktarları

Amounts of Use of Some Important Non-Wood Forest Products Growing in The Region of Gumushane

Abstract

Turkey has rich resources, plant species diversity, wildlife resources and endemic species. Turkey's forests contain an important part of Turkey's rich biological resources. Wood raw material from forests until recently emphasized as the main purpose forestry.

Surface area of 21.5 million hectares of the country with 27.6% percent of its biological diversity of forests which constitute the major part of the forest, known as the secondary product of is non-wood

* M. Said FİDAN, saidfidan@gumushane.edu.tr, Tel: (456) 2237321/210

forest products (NWFP). In recent years, awareness and demand towards non-wood forest products is increasing. This increase in terms of local and national economies is an important come into sight non-wood forest products as a source of income and employment, as well as general, the demand for natural products has prominently share of with the increase in the world.

In this study, some of the non-wood forest products have high economic value in natural flora of Gümüşhane, aimed to determine distribution zones, amounts of use, the literature search and performed review trips. With this study, have been identified distributed in 38 plants of these plants 23 taxon are used with the aim of treatment or other by the local people in the region Gümüşhane and around.

Keywords: Gumushane, Non-Wood Forest Products (NWFP), Amount of Use

1. Giriş

Mevcut orman amenajman planları verilerine göre, ülkemizde toplam ormanlık alan 21.537.091 hektar olup, ülke alanına oranı % 27,6'dır. Bu alan içerisinde normal orman alanı 11.202.837 hektar ile toplam ormanlık alanın % 52'sini, bozuk orman alanları ise, 10.334.254 hektar ile toplam ormanlık alanının % 48'sini oluşturmaktadır (URL-1, 2013). Gümüşhane ilinde 182.297,3 hektar orman alanı bulunmakta olup, ormanların toplam genel alanlara oranı ise % 31'dir (URL-2, 2013).

Günümüzde modern orman işletmeciliği faaliyetleri sonucunda elde edilen orman ürünleri, asli orman ürünleri ve tali orman ürünleri olmak üzere 2 kategori altında toplanmaktadır. Asli orman ürünleri ormandan elde edilen yapacak ve yakacak odun hammaddesini teşkil eder. Bunlar tomruk, tel direği, maden direği, sanayi odunu, kâğıtlık odun, lif-yonga odunu, sırik, çubuk ve yakacak odun olarak sınıflandırılabilir. Tali ürünler ise ağaç, ağaççık, çalı ve otsu bitkilerin odunları dışındaki her türlü uçucu yağları, meyve, tohum, çiçek, yaprak, kabuk, kök, genç dal ve sürgünleri, soğan, yumru ve rizomları ile mantarları kapsamaktadır (Kurt, 2011).

Odun dışı orman ürünleri orman içi ve açıklıklarında yetişen, insanların ve diğer canlıların kendi ihtiyaçlarını karşılamak veya gelir sağlamak için yararlandıkları her türlü bitkisel veya hayvansal ürünler olarak tanımlanmakla birlikte, özellikle son yıllarda orman kaynağından elde edilen odun ürünü hariç

tüm yararlanmalar için kullanılmaktadır (DPT, 2001a).

Bir başka tanım olarak odun dışı orman ürünlerinin sadece, orman içi ve açıklıklarda yetişen bitkisel ve hayvansal ürünlerle sınırlandırılmayacağı, odun dışı orman ürünleri kavramının, orman kaynağından elde edilen odun ürünü hariç tüm yararlanmaları (rekreasyon, hayvan otlatma, CO₂ tutma, oksijen oluşturma, gen kaynağı sağlama, bilimsel amaçlı yararlanma, su rezervi ve erozyon kontrolü sağlama gibi) içermesi gerektiği vurgulanmaktadır (Türker ve ark., 2001).

Türkiye sahip olduğu odun dışı bitkisel kaynaklı orman ürünleri açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu ürünlerin büyük bir kısmının geleneksel kullanımlara konu olması, işlenmelerinin yöresel olarak yapılması, sosyal, ekonomik ve çevresel işlevlerin muhasebelerinin yeterince yapılmaması onların ikincil orman ürünü olarak ifade edilmesine neden olmuş; envanter, koruma ve işletmeciliğine ilişkin araştırmalar yeterince yapılmamıştır. Ancak günümüzde odun dışı orman ürünlerinin değeri ve önemi daha da iyi anlaşılmış ve bu konu üzerinde Orman Genel Müdürlüğü hem orman köylülerine kazanç hem de ülke ekonomisine katkı amacıyla birtakım çalışmalar yapmaya başlamıştır (Bilgin ve ark., 2005).

Ülkemizde ODOÜ'lerin en önemli kısmını Odun Dışı Bitkisel Ürün (ODBÜ)'ler oluşturmaktadır. Dünya'da dış ticarete öneme sahip ODBÜ sayısı 150 ve yıllık dış ticaret hacmi ise 1,1 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir (DPT, 2001b).

Türkiye'nin diğer ülkelere göre zengin bir flora sahne olmasl, ÷lke genelinde 12.000'e yakın türün yayılış göstermesi, bu türlerinde 3800 kadarının endemik türlerden oluşmasından dolayı ÷lkemiz ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri tıbbi bitkiler işletmeciliğinin önemini arttırmaktadır (Anonim, 1993; Konukçu, 1998; Türker ve ark., 2000). Gümüşhane, yöresinde bulunan 196'sı endemik (URL-3, 2012) toplamda 980 bitki taksonu (URL-4, 2012) ile ÷lkemizin bitki zenginliğine önemli bir katkı yapmaktadır. 1990 yılı itibariyle ÷lkemiz orman ürünleri ihracatının yaklaşık % 97'lik bölümünü odun dışı orman ürünlerinin oluşturması gibi özelliklerinden dolayı, ÷lkemiz ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri işletmeciliğinin önemi artmaktadır (Türker ve ark., 2000; Konukçu, 2001).

Türkiye'de ODOÜ'nün ihracatı büyük çoğunlukla hammadde veya yarı-mamul olarak yapıldığından sağlanan gelir, potansiyel gelirin çok altındadır. Nitekim Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) ihracat verilerine bakıldığında defnenin yaprak, kekiğın ise ezilmemiş biçimde işlenmeden ihraç edildiğı gör÷lmektedir (Geray, 2001).

Halkımızın önemli bir kısmının kırsal bölgelerde yaşamaları nedeniyle, doğal bitkilerle sürekli olarak ilgilenmektedirler. Halk doğal bitkilerin büyük bir bölümünden gıda, baharat, boyar madde veya ilaç olarak yararlanmaktadır. Bazı bitkiler büyü yapmak amacıyla kullanılır. Bir kısım bitki ise, zehirli bileşikler taşınması nedeniyle, halk ve hayvan sağlığı yönünden önem taşımakta olduğı belirtilmektedir (Baytop, 1999).

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Gümüşhane yöresinde bulunan odun dışı orman ürünleri ile sınırlandırılmıştır. Bu çerçevede, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağılı Gümüşhane Orman İşletme Müdürlüğü ve Torul Orman İşletme Müdürlüğü sınırları araştırma alanı olarak belirlenmiştir.

Bu kapsamda, bölgedeki odun dışı orman ürünlerinin ekonomik değeri yüksek olan bazı önemli türleri ele alınmıştır. Odun Dışı Orman

Ürünlerinin toplandığı alanlar göz önünde bulundurularak Torul Orman İşletme Müdürlüğü ve Gümüşhane İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü yetkililerinden; yörede yayılış alanları bilgilerinin durumu hakkında bilgi toplanmıştır. Odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) işleyen Gümüşhane Merkezde faaliyet gösteren özel şirketlerden işlenen bitkisel ürünler ve son olarak aktarlardan halkın tedavi amaçlı kullandığı bitki türleri hakkında bilgi elde edilmiştir.

3. Bulgular

Yapılan çalışma ile Gümüşhane ili ve çevresinde yayılış gösteren 38 adet ve bölgede kullanılan 23 adet bitki taksonu tespit edilmiştir.

Gümüşhane yöresinde yetişen bazı önemli odun dışı orman ürünlerinin yayılış alanları ve tahmini potansiyelleri Tablo 1'de verilmiştir.

Gümüşhane ormanlarındaki odun dışı orman ürünlerinin sırayla yayılış alanları ve tahmini potansiyelleri dikkate alındığında en yüksek oran Kuşburnu 2.213 ha - 105.300 kg/yıl, Geven 3.015 ha - 36.000 kg/yıl, Kekik 256 ha - 44.800 kg/yıl, Böğürtlen 224,5 ha - 37.200 kg/yıl ve Cakşır Otu 200 ha - 60.000 kg/yıl; en düşük oranlar ise Huş 0,01 ha - 40 kg/yıl, Sarmaşık Otu 0,02 ha - 300 kg/yıl ve Zakkum 0,02 ha - 60 kg/yıl olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Gümüşhane İlinin, Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran ve Köse ilçelerinin hepsinde ortak bulunan türler Kuşburnu, Alıç, Yabani Erik, Isırgan Otu ve Böğürtlen olmuştur.

Gümüşhane yöresinde, aktarlardan alınan ve halkın tedavi amaçlı kullandığı bazı önemli odun dışı orman ürünleri Şekil 1'de bu ürünlerin tahmini kullanım miktarları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Gümüşhane İlinde, 2010, 2011 ve 2012 yıllarında aktarlardan alınan ve halkın tedavi amaçlı kullandığı odun dışı orman ürünlerinin ortalama olarak kullanım miktarları dikkate alındığında en yüksek oran Kuşburnu 630 kg/yıl, Böğürtlen 588 kg/yıl, İhlamur 420 kg/yıl, Kekik 199 kg/yıl, Adaçayı 167 kg/yıl, Nane 163 kg/yıl

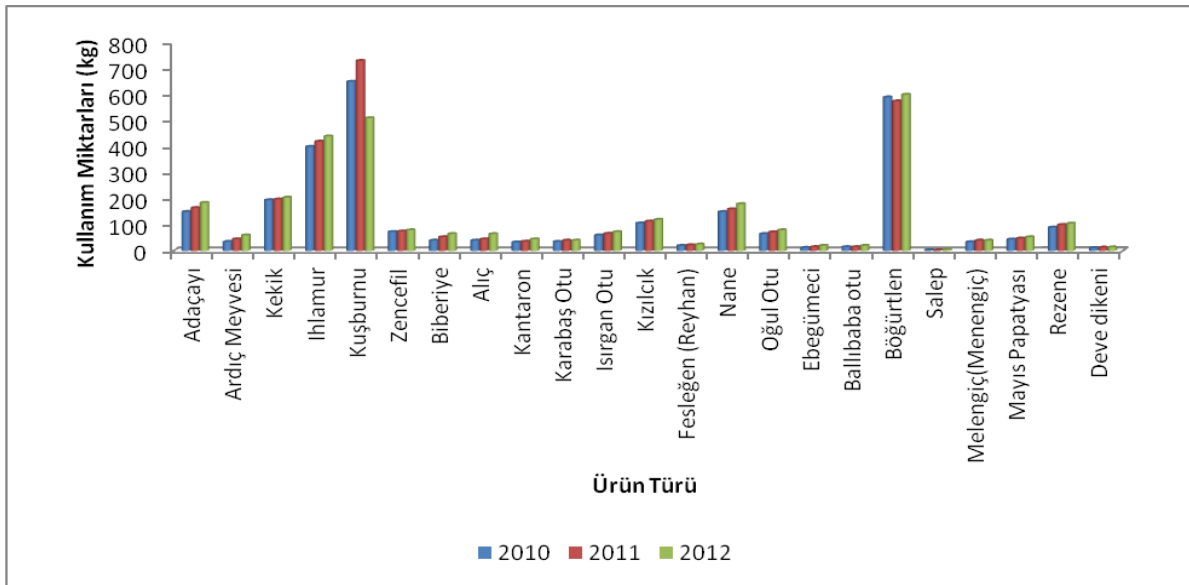
ve Kızılcık 113 kg/yıl; en düşük oranlar ise Deve Dikeni 12,6 kg/yıl ve Salep 2,2 kg/yıl olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Gümüşhane ormanlarındaki odun dışı orman ürünlerinin ilçelere göre yayılışı ve tahmini potansiyelleri

Ürün Türü	Yayılış Gösterdiği İlçe	Yayılışı (ha)	Tahmini Potansiyeli (kg/yıl)
Adaçayı	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün	30,5	3.100
Ardıç Meyvesi	Merkez, Torul	31,4	2.500
Kekik	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Köse	256	44.800
Ihlamur	Merkez, Torul, Kürtün	1,2	1.100
Defne	Merkez, Kelkit, Torul	0,6	650
Kestane	Kürtün	0,1	150
Kuşburnu	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran, Köse	2.213	105.300
Eğrelti Otu	Merkez	1	100
Alıç	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran, Köse	43,6	15.700
Üvez	Torul	0,1	100
Palamut Meşesi	Merkez, Kürtün	57	4.500
Kantaron	Kelkit	100	8.000
Karabaş Otu	Torul	0,1	100
Karayemiş	Torul, Kürtün	0,2	500
Çakşır Otu	Merkez, Kelkit	200	60.000
Yabani Erik	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran, Köse	13,0	7.000
Isırgan Otu	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran, Köse	9	2.050
Dağ Çayı	Kelkit, Kürtün	10,2	950
Ayı Mantar	Kelkit, Torul	12,2	50.800
Meşe Mantarı	Köse	0,2	50
Geven	Merkez, Kelkit, Torul, Köse	3.015	36.000
Muşmula	Torul, Kürtün	0,2	1.000
Nane	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran	31	16.300
Kuzugöbeği Mantarı	Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran	11,5	11.510
Herçesit Mantar	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Köse	15,3	17.250
Oğul Otu	Kelkit, Torul, Kürtün	6,2	3.560
Ebegümece	Kelkit, Torul	100,1	5.040
Sarmaşık Otu	Torul, Kürtün	0,1	300
Taflan	Torul, Kürtün	0,3	400
Zakkum	Torul	0,1	60
Böğürtlen	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran, Köse	224,5	37.200
Salep	Merkez, Kelkit, Torul, Kürtün, Şiran	28,3	3.410
Melengiç(Menengiç)	Merkez	1	100
Mayıs Papatyası	Kürtün	0,1	200
Huş	Torul	0,1	40
Rezene	Torul, Kürtün	0,1	270
Safran	Kelkit	0,5	100
Kızılcık	Torul, Kürtün	60	33.500

Tablo 2. Gümüşhane yöresinde, aktarlardan alınan ve halkın tedavi amaçlı kullandığı bazı önemli odun dışı orman ürünlerinin tahmini kullanım miktarları (kg)

Ürün Türü	Yıllık Tahmini Kullanım Miktarı (kg)		
	2010	2011	2012
Adaçayı	150	165	185
Ardıç Meyvesi	35	45	60
Kekik	195	198	205
İhlamur	400	420	440
Kuşburnu	650	730	510
Zencefil	73	75	80
Biberiye	40	53	65
Alıç	40	45	65
Kantaron	33	36	45
Karabaş Otu	35	40	40
Isırgan Otu	60	66	73
Kızılıcık	106	113	120
Fesleğen (Reyhan)	20	22	25
Nane	150	160	180
Oğul Otu	65	72	80
Ebegümeçi	12	15	20
Ballıbababa otu	15	15	20
Böğürtlen	590	575	600
Salep	3	3	5
Melengiç (Menengiç)	34	40	40
Mayıs Papatyası	44	48	53
Rezene	90	100	105
Deve dikenini	11	13	14



Şekil 1. Gümüşhane yöresinde, aktarlardan alınan ve halkın tedavi amaçlı kullandığı bazı önemli odun dışı orman ürünleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi, Gümüşhane İlinde odun dışı orman ürünlerinin ortalama kullanım miktarları en yüksek Kuşburnu, Böğürtlen ve Ihlamur; en düşük ise Deve dikenini ile Salep olduğu görülmektedir.

Gümüşhane Merkezde faaliyet gösteren özel bir şirketin bitki çayı yapımında kullandığı ODOÜ Şekil 2’de, bu ürünlerin kullanım miktarları ise Tablo3’de gösterilmiştir.

Gümüşhane Merkezde faaliyet gösteren ve bitki çayı işleyen özel şirketin 2010, 2011 ve 2012 yıllarında bitki çayı yapımında kullandığı odun dışı orman ürünlerinin ortalamaları dikkate alındığında en yüksek oran sırasıyla Kuşburnu 7000 kg/yıl, Kekik 3800 kg/yıl, Isırgan Otu 1933 kg/yıl, Nane 1916 kg/yıl ve Rezene 1900 kg/yıl; en düşük oran ise Ardiç Meyvesi 10 kg/yıl olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo3. Gümüşhane Merkezde faaliyet gösteren özel şirketin bitki çayı yapımında kullandığı ODOÜ miktarları (kg)

Ürün Türü	Yıllık Kullanım Miktarı (kg)		
	2010	2011	2012
Adaçayı	850	900	1.000
Ardıç Meyvesi	10	10	10
Kekik	3.500	3.900	4.000
Ihlamur	600	750	800
Kuşburnu	6.000	10.000	5.000
Alıç	900	950	1.000
Kantaron	1.800	2.000	1.100
Isırgan Otu	1.900	1.900	2.000
Nane	1.800	1.950	2.000
Bөгürtlen	850	900	1.000
Mayıs Papatyası	900	950	1.000
Rezene	1.800	1.900	2.000

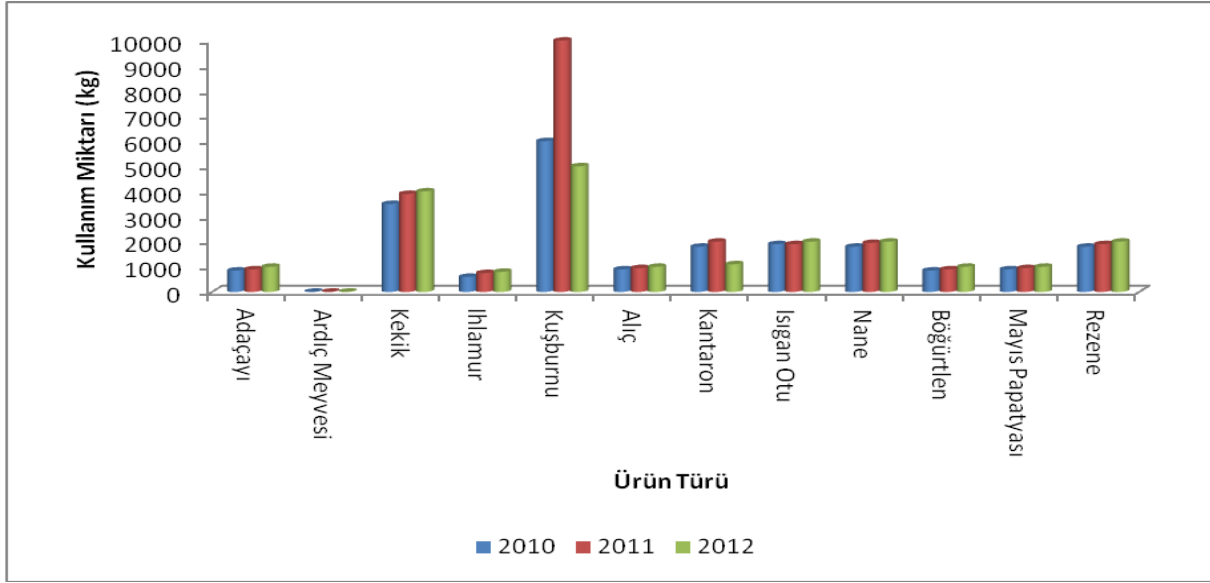
Şekil 2’de belirtildiği gibi, özel şirketin bitki çayı yapımında kullandığı odun dışı orman ürünleri kullanım miktarı ortalama olarak en yüksek Kuşburnu, Kekik ve Isırgan Otu; en düşük ise Ardiç Meyvesi olduğu görülmektedir.

Gümüşhane’de bulunan ve meyve suyu üreten özel bir firmanın Gümüşhane’den hammadde olarak aldığı ODOÜ Şekil 3’de, bu ürünlerin kullanım miktarları ise Tablo 4’de belirtilmiştir.

Tablo 4’de verildiği gibi Gümüşhane İlının, Tekke Beldesinde bulunan ve 2009 yılına kadar faaliyet gösteren meyve suyu firmasının 2006,

2007 ve 2008 yıllarında Gümüşhane’den hammadde olarak aldığı odun dışı orman ürünlerinin ortalamaları sırasıyla dikkate alındığında en yüksek oran Kuşburnu 62333 kg/yıl, Alıç 16666 kg/yıl ve Kızılcık 16000 kg/yıl; en düşük oran ise Böğürtlen 9000 kg/yıl olarak tespit edilmiştir.

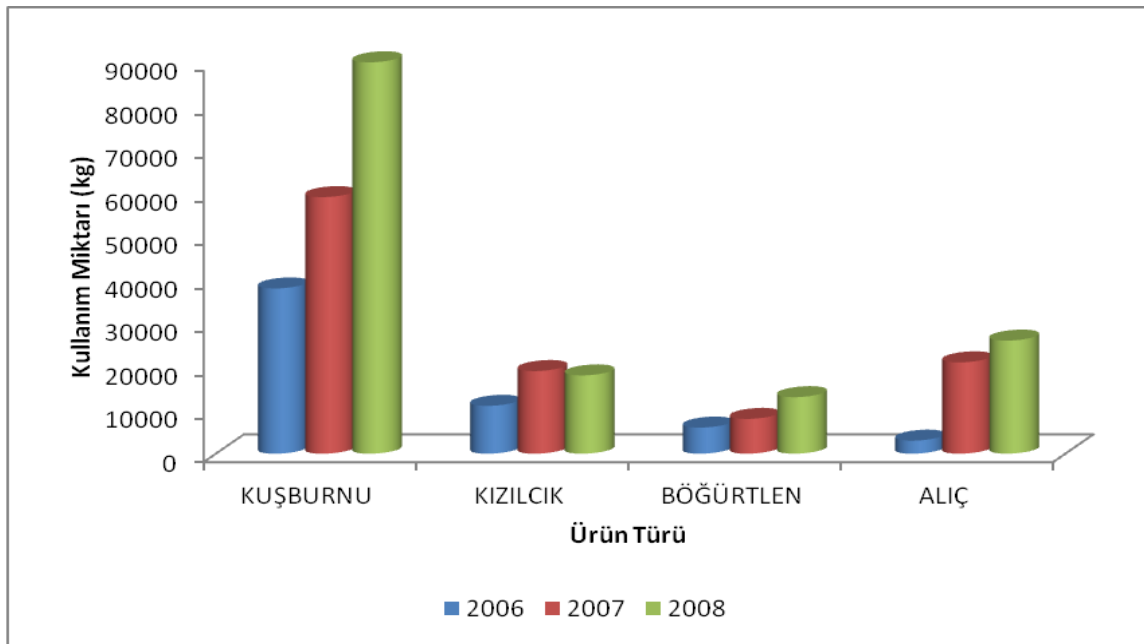
Şekil 3’de görüldüğü gibi, meyve suyu firmasının Gümüşhane’den hammadde olarak aldığı odun dışı orman ürünleri kullanım miktarı ortalama olarak en yüksek Kuşburnu, Alıç ve Kızılcık; en düşük ise Böğürtlen olduğu görülmüştür.



Şekil 2. Gümüşhane Merkezde faaliyet gösteren özel şirketin bitki çayı yapımında kullandığı odun dışı orman ürünleri

Tablo 4. Meyve suyu firmasının Gümüşhane'den hammadde olarak aldığı ODOÜ miktarları (kg)

Ürün Türü	Yıllık Kullanım Miktarı (kg)		
	2006	2007	2008
Kuşburnu	38.000	59.000	90.000
Kızılcık	11.000	19.000	18.000
Böğürtlen	6.000	8.000	13.000
Alıç	3.000	21.000	26.000



Şekil 3. Meyve suyu firmasının Gümüşhane'den hammadde olarak aldığı odun dışı orman ürünleri

4. Sonuçlar ve Öneriler

Odun Dışı Orman Ürünlerinin yöre içerisinde gerektiği kadar toplanmaması, değerlendirilmemesi nedeniyle, bitkisel ürünlerin el değmeden değerleri kaybetmesi ülke genelindeki toplamı düşünecek olduğunda milyonlarca doları bulan kayıp söz konusudur. Son on yılda ormandan elde edilen Odun Dışı Ürünlere yönelik artan talep nedeniyle ormanlarımızda bulunan bitkilerin çeşit ve miktarının belirlenmesi, değerlendirme olanaklarının artırılması, ekonomik, sosyal yönden çok faydası olacaktır.

Ülkemiz odun dışı orman ürünleri bitkisel ürünler bakımından çok zengin birikime sahip bir ülke olup, bu kaynakları kullanma miktarı her geçen gün hızla artmaktadır. Ormanlarımızdan elde edilen bu bitkisel ürünler diğer orman ürünleriyle karşılaştırılacak olursa, doğru ve iyi bir şekilde toplanıp değerlendirildiğinde hem bölgede yaşayan halka, hem de ülkeye milli gelir elde etme anlamında hatırı sayılır bir katkı yapacaktır.

Sonuç olarak, 196'sı endemik, toplamda 980 bitki taksonunu bünyesinde barındıran Gümüşhane yöresinde, odun dışı orman ürünlerinden çok çeşitli faydalanma imkanı bulunmakta olup; toplanmasından, işletme ve pazarlamaya kadar tüm aşamalarında, yöre halkının devamlı olarak faydalanacağı bir bölgedir. Tümevarım olarak düşünüldüğünde ülkemizin kazanımının olacağı bu kaynaklarımızın değerlendirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

Anonim, I., 1993, Ormancılık Şurası Kararları, 1-5 Kasım 1993, Ankara.

Baytop, T., 1999, Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi, Nobel Tıp Kitabevleri, 2. Baskı.

Bilgin, F., Şafak, İ., ve Kiracıoğlu, Ö., 2005, Ege Bölgesinde Defne (*Laurus nobilis* L.) Üreticiliğinin Sosyo-Ekonomik Önemi ve Üretici Profiline Belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 28, 39 s.

DPT, 2001a, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ormancılık Özel İhtisas Komisyon Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, ISBN 975-19-2555-X, 539 s, Ankara.

DPT, 2001b, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP) Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT Yayın No: 2531, ÖİK Yayın No: 547, Ankara.

Geray, U., 1998, Ulusal Çevre Eylem planı, orman Kaynakları Yönetimi, DPT yayını, ISBN 975-19-1917-7, Anlara,

Konukçu, M., 1998, Ormancılığımız, DPT Yayınları, Ankara.

Kurt, R., 2011, Türkiye Odun Dışı Orman Ürünlerinin Mevcut Durumu ve Dış Ticaret Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 141s.

OGM, 1995, Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları, T.C. Orman Bakanlığı, İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Tebliğ No:283, Ankara.

Türker, M.F., Pak, M. ve Öztürk, A., 2000, The Review of Non-Wood Forest Products Management in Turkey as from the Five Year Development Plans And Forestry Main Plans, Seminar on Harvesting of Non-Wood Forest Products, 2-8 October 2000 Menemen, İzmir.

Türker, M. F., Öztürk, A., Pak, M. ve Tiryaki E., 2001, Türkiye ormancılığında odun dışı orman ürünleri işletmeciliğinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Türkiye Ormancılar Derneği, 1. Ulusal Ormancılık Kongresi Bildiri Kitabı, Kardelen Ofset, s. 306- 316, Ankara.

URL1,http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/StratejiGelistirme/Dokumanlar/Faaliyet%20Raporlar_2011_FAALIYET%20RAPORU.pdf. 25 Aralık 2012.

URL2,[http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/ Ilere-Gore-Orman-Varligi.aspx](http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Ilere-Gore-Orman-Varligi.aspx). 25 Aralık 2012.

URL-3,<http://turkherb.ibu.edu.tr/index.php?sayfa=210&name=29&endemik=1>. 25 Aralık 2012.

URL-4,<http://turkherb.ibu.edu.tr/index.php?sayfa=210&name=29>. 25 Aralık 2012.

Arzular (Gümüşhane, KD-TÜRKİYE) Epitermal Altın Cevherleşme Sahasındaki Hidrotermal Alterasyonlar ve Kütle Değişim Hesaplamaları

E. AKARYALI^{1*}, N. TÜYSÜZ²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane, Türkiye
²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61000, Trabzon, Türkiye

Geliş tarihi/Received 04.04.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 16.07.2013

Kabul tarihi/Accepted 19.07.2013

Özet

Arzular (Gümüşhane, KD Türkiye) epitermal altın cevherleşmesi, Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu içinde KD-GB doğrultulu KB'ya eğimli ve yaklaşık DB doğrultulu K'ye eğimli damarlara fay kontrollü olarak yerleşmiştir. Sahadaki asıl cevherleşmeler Kuzdağı Sırtı mevkiinde K70D doğrultulu bir kırık zonu içinde gelişmiştir. Cevherli silis damarları 0.1-0.3 m kalınlığında olup devamlılık göstermezler. Cevherleşmede yaygın olarak boşluk dolgusu ve bantlı yapı gözlenmektedir. Ana cevher minerallerini galen, sfalerit, pirit, kalkopirit ve tetrahedritle birlikte eser miktarda altın oluşturmaktadır. Kütle değişim hesaplamalarına göre cevherden yan kayaca doğru kuvars, serizit, K'lu Feldspat kaolinit, Fe Klorit, albit, Mg klorit ve epidot en yaygın gözlenen alterasyonun mineralleridir. Damara dik bir hat boyunca örneklenen profillerde hareketsiz elementler Zr, Hf, Nb, Al ve Ti'dir. Bu hareketsiz elementler ile yapılan nispi (%) ve net (g/100g) kütle değişim hesaplamalarına göre; 1, 3 ve 5 nolu profillerde net kütle artışı, 2 ve 4 nolu profillerde ise net kütle kaybı söz konusudur.

Anahtar kelimeler: Arzular, Epitermal altın, Alterasyon, Kütle değişimi, Hareketsiz element

Mass Change Calculations and Hydrothermal Alterations Arzular Epithermal Gold Mineralization (Gümüşhane, NE, TURKEY)

Abstract

Arzular epithermal gold mineralization (Gümüşhane, NE Turkey) has emplaced as fault-controlled into NE-SW trending and NW dipping, and also about EW trending and North dipping fractures within the Eocene aged Alibaba Formation. The main mineralizations have developed along a N70E trending fracture zone in Kuzdağı Ridge area. Ore-bearing silica veins exhibit 0.1-0.3 m thicknesses and do not show continuity in the field. Cavity-filling and banded structures are widely observed in mineralizations. The main ore minerals consist of galena, sphalerite, pyrite, chalcopyrite and tetrahedrite, and also trace amounts of gold. According to mass change calculations; Quartz, sericite, K-Feldspar, kaoline, Fe chlorite, albite, Mg chlorite and epidote are most common alteration minerals from ore towards wall rock. Zr, Hf, Nb, Al and Ti are immobile

* Enver AKARYALI, eakaryali@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 233 74 25/1224

elements in the profiles that laid out along a line perpendicular to the vein. Relative (%) and net (g/100g) mass change calculations done considering these immobile elements indicated mass gains in 1, 3 and 5 numbered profiles, mass losses in 2 and 4 numbered profiles.

Key words: *Arzular, Epithermal gold, Alteration, Mass change, Immobile element*

1. Giriş

Doğu Avrupa'dan başlayıp, Orta Asya'dan Pasifik'e kadar uzanan Alp-Himalaya metalojenik kuşağının bir parçası olan Doğu Pontidler çok sayıda ve farklı tiplerde ekonomik cevherleşmeye ev sahipliği yapması nedeniyle dünyadaki sayılı bölgelerden biridir. Özellikle masif sülfür, porfiri bakır, skarn ve epitermal damar tipi Cu, Pb, Zn, Au ve Ag gibi ekonomik maden yataklarını içeren bu bölgenin jeolojisi, tektoniği ve maden yatakları bugüne kadar çok sayıda çalışmaya konu olmuştur (Gettinger, 1962; Dixon ve Pereira, 1974; Adamia, vd., 1977; Aslaner, 1977; Pejatoviç, 1979; Leitch, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yalçınalp, 1992; Kaygusuz, 1992; Bektaş ve Güven, 1995; Lermi, 1996; Sipahi, 1996; Akçay, vd., 1998; Tüysüz, 2000; Çiftçi, 2000; Lermi 2003; Saraç, 2003; Sipahi, 2005; Demir, 2005; Saraç ve Van, 2005; Eyüboğlu 2010; Akaryalı 2010; Sipahi ve Sadıklar, 2010; Sipahi, 2011; Akaryalı ve Tüysüz 2012; Karakaya vd., 2012). Çalışma konusunu oluşturan Arzular cevherleşmesi Doğu Pontid metalojenik kuşağı içerisinde bulunan, damar tipi Pb-Zn, Au ± Ag yataklarının tipik örneklerinden biridir. Bugüne kadar bu cevherleşme ile ilgili olarak, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Trabzon Bölge Müdürlüğü tarafından sadece prospeksiyon amaçlı çalışmalar yapılmıştır (Ağan, 2003, Güner ve Yazıcı, 2006-2011). Bu kapsamda, Arzular yöresinde 1998 yılındaki 1/10 000 ölçekli yarı detay çalışmalarda bir örnekte 9.8 g/ton Au ve 2001 yılındaki 1/5000 ölçekli detay çalışmalarda ise bir örnekte 13 gr/ton altının varlığı belirlenerek saha MTA'ya kazandırılmıştır (Güner ve Yazıcı, 2006). Ön prospeksiyon sırasında elde edilen yüksek Au değerleri dikkate alınarak, daha sonraki yıllarda Arzular yöresindeki çalışmalar yoğunlaştırılmış ve 2002-2006 yılları arasında toplam 19 adet sondaj yapılmıştır. Sondaj karotlarının yarılanması ile elde edilen sınırlı sayıda örneğin jeokimyasal analizleri, Arzular cevherleşmesi için 1 – 64.8 g/ton arasında değişen Au

değerlerinin varlığını göstermiştir (Güner ve Yazıcı, 2006). Bu çalışmada, Arzular (Gümüşhane) yöresinde yüzeyleyen Eosen yaşlı volkanik kayalara bağlı olarak oluşan epitermal altın cevherleşmesinin jeolojisi, mineral parajenezi, hidrotermal alterasyon türleri ve bu alterasyon zonlarında meydana gelen kütle değişimleri ortaya çıkarılmıştır.

2. Analiz Yöntemleri

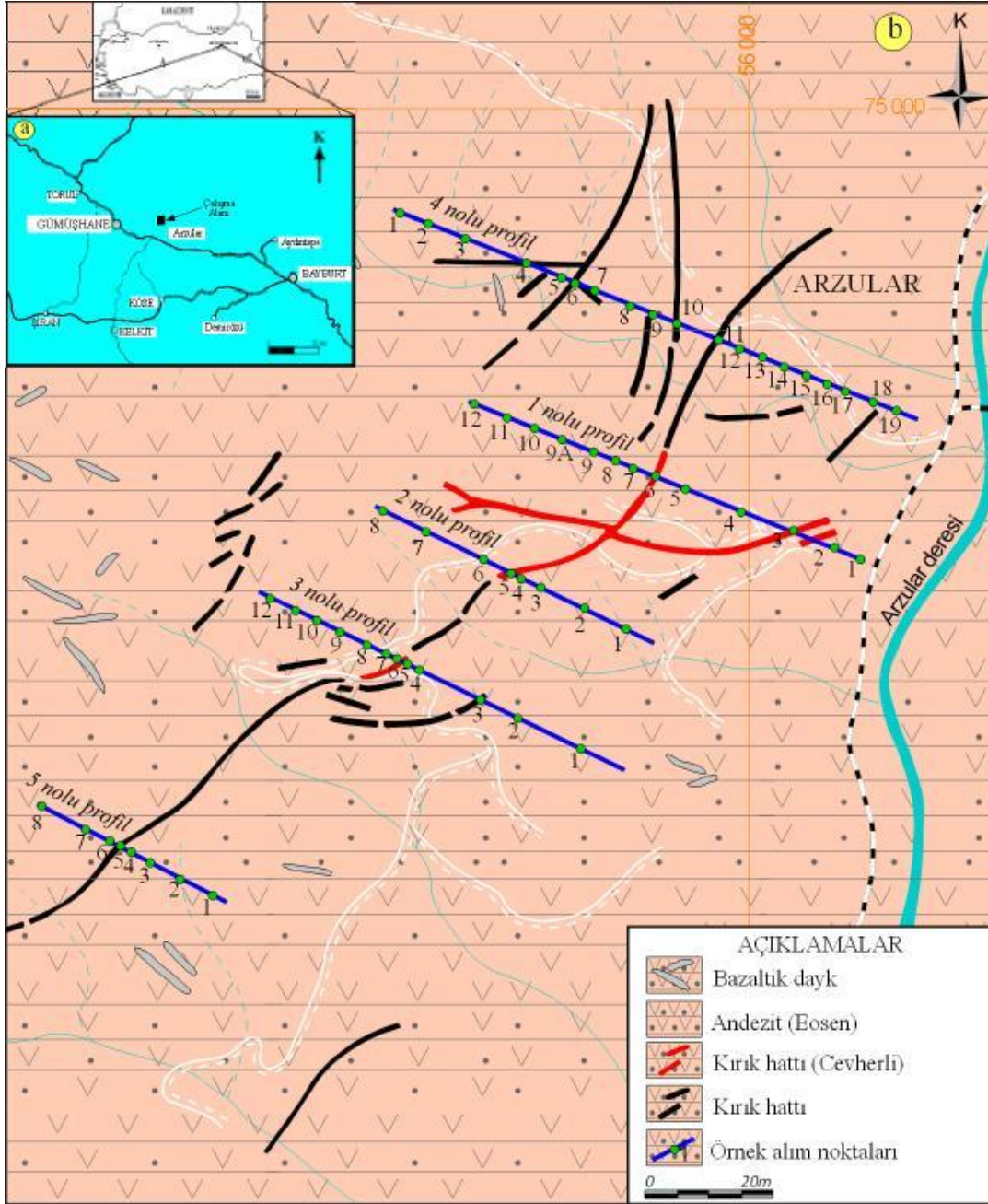
Çalışma amacına yönelik olarak, Arzular cevherleşme sahasında gözlenen kırık sistemlerine dik doğrultuda atılan 5 profil boyunca 60 adet kayaç örneği alınmış ve bu örneklerden hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Ayrıca alınan tüm örneklerin ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri ACME Analitik Laboratuvarında (Kanada) yaptırılmıştır. Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü örnek hazırlama laboratuvarında çeneli kırıcı ve halkalı öğütücü kullanılarak toz haline getirilen ve ACME Analitik Laboratuvarına gönderilen örneklerden 0.20 gramı 1.5g LiBO₂ ile karıştırılmış, %5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözündürülerek ana elementler % ağırlık, iz elementler ppm olarak ICP (Inductively Coupled Plasma) analiz tekniği ile ölçülmüştür. İlaveten toz haline getirilen örneklerden 0.25 gramı ise dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve nadir toprak elementler ppm olarak ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) analiz tekniği ile ölçülmüştür.

3. Arzular Cevherleşmesi ve Yakın Çevresinin Jeolojisi

Çalışma konusunu oluşturan cevherleşme sahası, Gümüşhane İli Arzular Beldesi'nin batısında Kuzdağı Sırtı ve civarında yer aldığından Arzular Cevherleşmesi olarak isimlendirilmiştir. Arzular Cevherleşme sahasında Eosen yaşlı andezit- bazalt ve bunların piroklastitlerinden oluşan Alibaba

Formasyonu geniş bir alanda yüzeyleme vermektedir. Cevherleşme özellikle Alibaba Formasyonu içinde yer alan andezitlere bağlı olarak gelişmiş olup (Şekil 1), bu kayalarda yer

yer yoğun alterasyon gözlenmektedir. Cevherleşmenin içine yerleştiği andezitleri ise sahada bazalt daykları kesmektedir.



Şekil 1. (a) Cevherleşme sahasının yer bulduru haritası ve (b) detay jeoloji haritası ve damara dik bir hat boyunca örnek alınan profiller (Güner ve Yazıcı 2006'dan değiştirilerek).

3.1. Arzular Cevherleşmesi

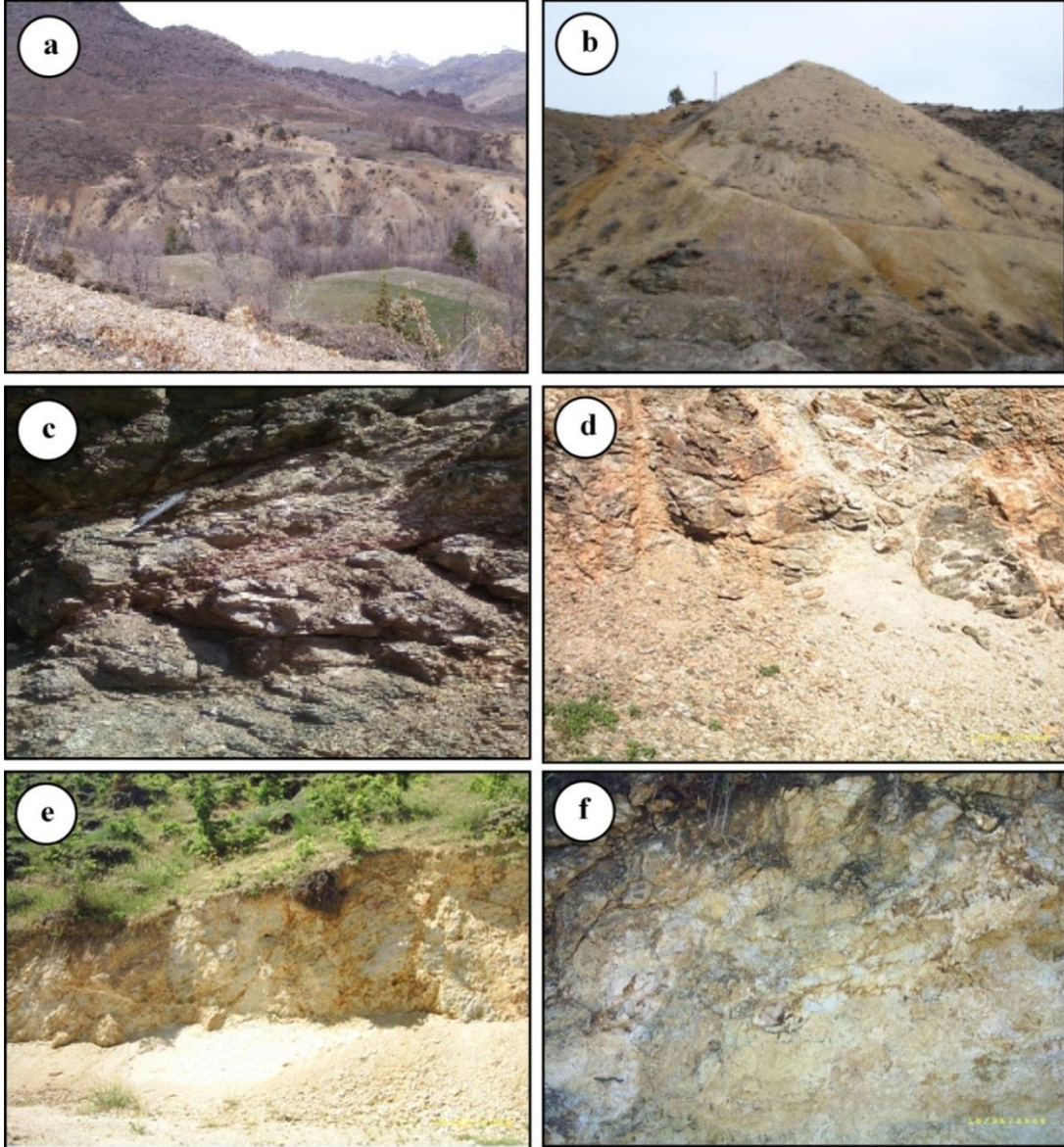
Sahada bulunan andezitler genellikle KD-GB yönlü faylardan yoğun olarak etkilenmişlerdir. Cevherleşme çalışma sahasında 1 km²'lik bir alanda Kuzdağı Sırtı ve civarında DB ve KD-GB doğrultulu fay ve kırık zonlarında

bulunmaktadır (Şekil 1). DB doğrultulu kırık zonunun uzunluğu yaklaşık 500 m kadardır. DB doğrultulu kırık hattında bu silis damarları 70° kuzeye eğimlidir. Kalınlıkları ise 10 cm ila 40 cm arasında değişmektedir. Cevherleşme sahasında KD-GB doğrultulu kırıkların uzunluğu 1500 m kadardır. Bu kırıklarda bulunun silis

damarları ve cevher mostraları K70D doğrultu ve 75° KB'ya eğilimidir. Ancak bu cevher mostraları ve silis damarları devamlılık arz etmezler. Bu mostraların kalınlıkları ise yaklaşık 20 cm ila 50 cm arasında değişmektedir.

Bu kırık zonlarının bulunduğu alanda cevherleşmeye ev sahipliği yapan andezitler,

hidrotermal alterasyona maruz kalmışlardır (Şekil 2a). Eosen yaşlı bu andezitlerde gözlenen alterasyon türleri genel olarak cevherleşmeden uzak kesimlerde limonitleşme-hematitleşme (Şekil 2b, c ve d), cevherleşmeye geçiş zonlarında killeşme (Şekil 2e) cevherleşmenin yoğunlaştığı zonlarda ise silisleşme gözlenmektedir (Şekil 2f).



Şekil 2. Arzur cevherleşme sahasında gözlenen alterasyon türleri: (a) KB-GD doğrultulu kırık sisteminde gözlenen alterasyonlar, (b) killeşme ve limonitleşme, (c) hematitleşme (d) killeşme ve limonitleşme, (e) killeşme (f) silisleşme.

3.2. Cevher Yapıları, Cevherin Yerleşimi ve Mineral Parajenezi

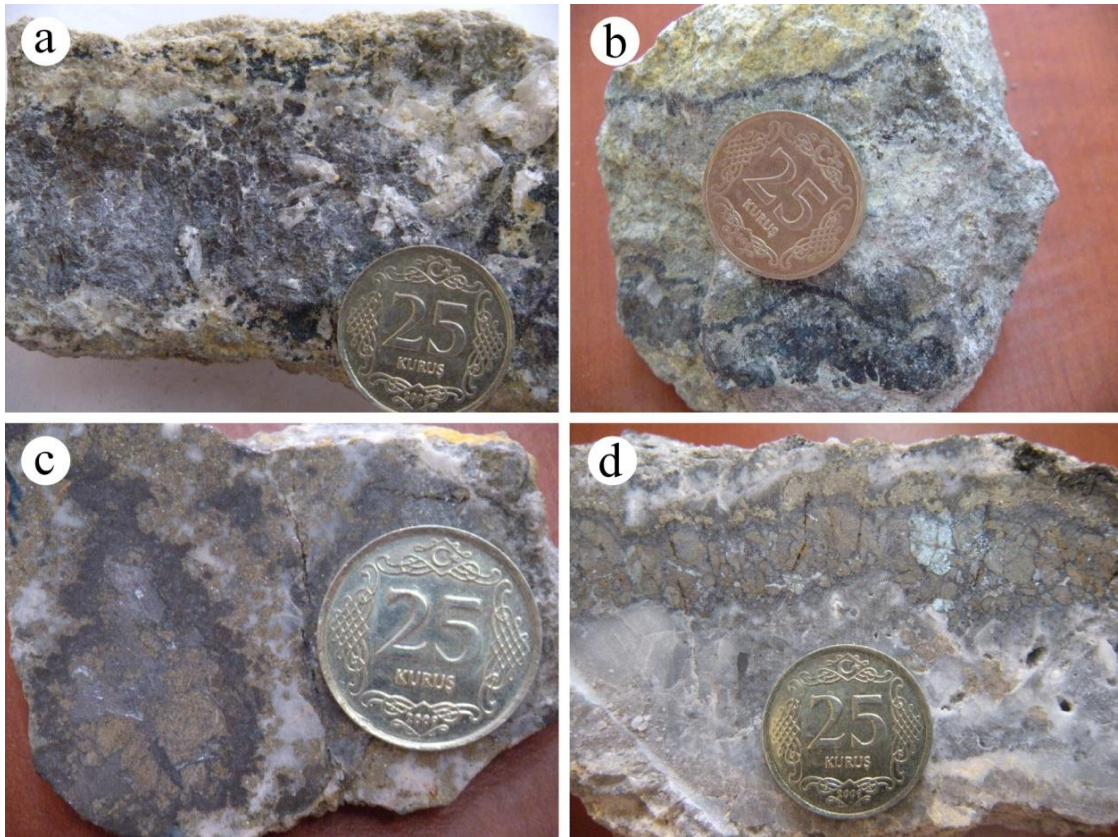
Çalışılan sahada Kuzdağı sırtı ve çevresinde, Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu içinde KD-GB

ve yaklaşık DB doğrultulu fay ve kırıklara bağlı olarak oluşan Arzur cevherleşmesinde yaygın olarak boşluk dolgusu ve bantlı yapı gözlenmektedir (Şekil 3). Sahada yapılan gözlemler neticesinde cevher içeren makro

örneklerde, sfaleritler bantlı yapılarda ve 2cm (Şekil 3a ve d), galenler ise daha ince damarlar şeklinde ve yaklaşık 0.2 cm (Şekil 3b ve c) genişliğe sahiptirler. Sahada nadiren de olsa galen, sfalerit ve piritin kuvars içinde bulunduğu breşik yapılar gözlenmiştir (Şekil 3c).

Cevherin yan kayada meydana gelen kırık ve çatlaklara boşluk dolgusu şeklinde veya onları ornatarak yerleşmesi nedeniyle sahada epijenetik bir yerleşim olduğu söylenebilir. Çalışılan sahanın dışında yüzeleme veren Dölek Graniti (Eosen) Alibaba Formasyonu'nu keserek yerleşmiştir (Karslı 2002; Çubukçu,

1998). Bu bilgidan yola çıkarak cevherin yerleşim yaşı Eosen ve sonrası olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle inceleme alanı dışında tespit edilen en genç sokulum kayacı Dölek Graniti ile cevherleşme arasında doğrudan kökensel bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Arzular cevherleşme sahasından alınan örneklerin cevher mikroskobisi incelemeleri neticesinde cevherleşme sahasının mineral parajenezi pirit, kalkopirit, sfalerit, tetrahedrit, galen ve eser miktarda altından oluştuğu belirlenmiştir. Gang minerali olarak ise çoğunlukla kuvars olmakla birlikte kalsit ve jips de bulunmaktadır.



Şekil 3. Arzular cevherleşme sahasında ornatım sonucu gelişen bantlı cevher yapıları (a) galen-sfalerit arasında bantlı yapı, (b) ince galen damarları, (c) breşik yapı, (d) kalkopirit-sfalerit arasında bantlı yapı.

4. Bulgular ve Tartışma

4.1. Yan Kayaçlarda Görülen Hidrotermal Alterasyonlar

Arzular yöresinde, cevherleşmenin içinde yer aldığı Eosen yaşlı andezitlerde, meydana gelen alterasyon mineralojisini ve mineral parajenezi ortaya çıkarmak için, belirli hatlar boyunca

alınan sistematik örnekler mikroskopta incelenmiş, yoğun altere olan örneklerden kimyasal analiz ve XRD analizi yapılmış ve MINSQ (Herrmann ve Berry 2002) yöntemiyle alterasyon mineral yüzdesi hesaplanmıştır.

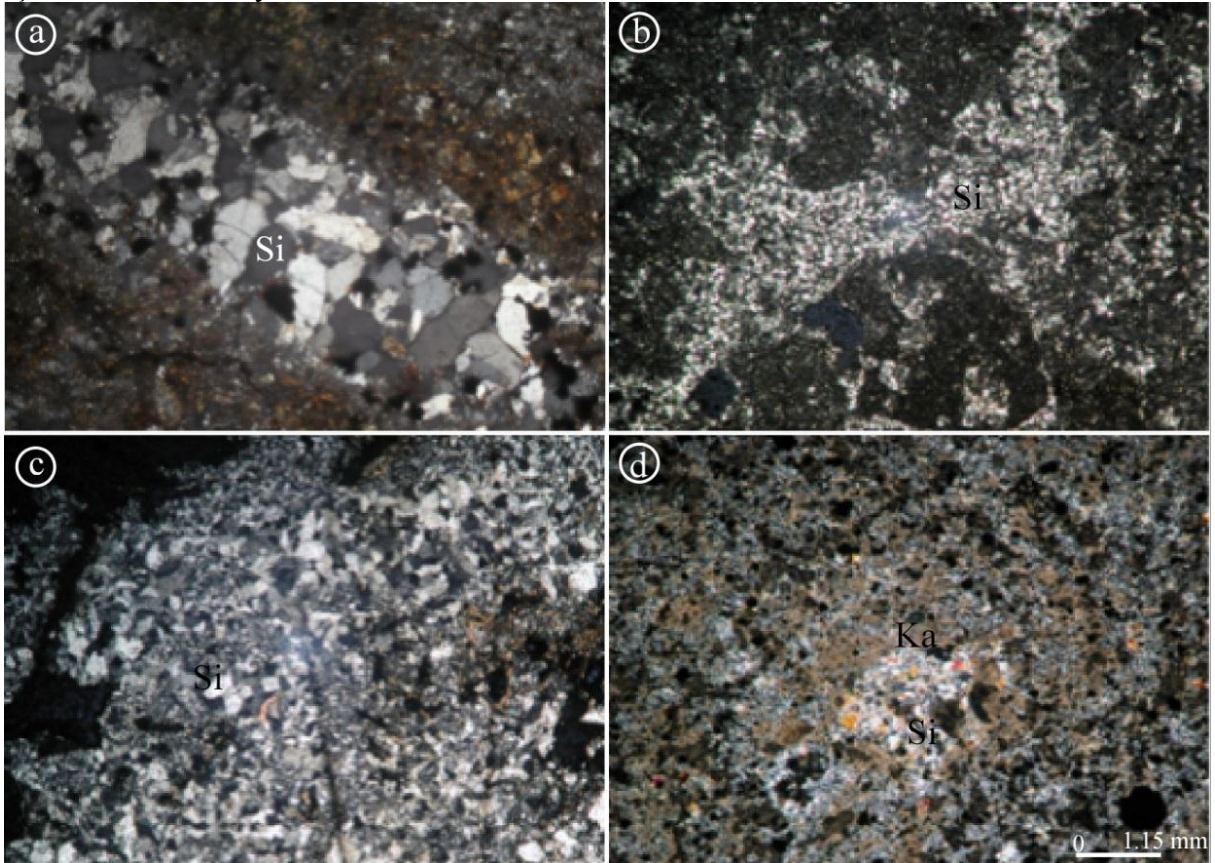
Kayaçlarda meydana gelen alterasyonun gelişiminde; farklı zaman aralıklarında bölgeye yerleşen kayaçların oluşum ortamı, tektonik

geçmişleri, volkanik aktiviteler ve çalışılan kayaçları farklı zamanlarda kesen derinlik veya yarı derinlik kayaçları gibi etkenler önemli rol oynamaktadır. Yapılan detaylı petrografik incelemeler neticesinde, Arzular cevherleşmesini içeren andezitik kayaçlarda yaygın olarak gözlenen alterasyon türlerinin, plajiyoklaslarda silisleşme serisitleşme ve karbonatlaşma, koyu renkli minerallerde ise limonitleşme, kloritleşme ve epidotlaşma olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1. Silisleşme

İnceleme alanında yüzeyleyen volkanik kayaçlardaki alterasyon türlerinden en

önemlisini oluşturan silisleşme, yaygın olarak KD-GB ve KB-GD uzanımlı fay zonları boyunca ve kayaçlardaki plajiyoklas minerallerin ayrışması sonucu gelişmiştir. Ayrıca hamur da silisleşmiştir. Cevherli zona yakın bölgelerde, ince silis damarları ve kümelenmiş kuvars taneleri şeklinde gözlenen bu alterasyon, kırık zonlarından uzaklaştıkça azalma eğilimi gösterir ve silisleşme, serisitleşme ve kalsitleşme bir arada bulunmaktadır (Şekil 4). Bu alterasyon şeklinin oluşmasında, kırık ve çatlak zonlarından yükselen silisçe zengin çözeltilerin soğuması etkili olmuştur.



Şekil 4. Eosen yaşlı andezitlerde, ayrışma sonucu oluşan ikincil kuvarsların mikroskop altında çapraz nikeldeki görünümleri. (a) Kırık zonu boyunca kristalleşen kuvarslar (3 nolu profil 7 nolu örnek), (b) ve (c) andezitik kayacın hamur kısmında gözlenen silisleşmeler (1 nolu profil 6 nolu örnek), (d) ikincil kuvars ve kalsit birlikteliği (3 nolu profil 5 nolu örnek)(Si: Silisleşme, Ka: Kalsit).

4.1.2. Serisitleşme

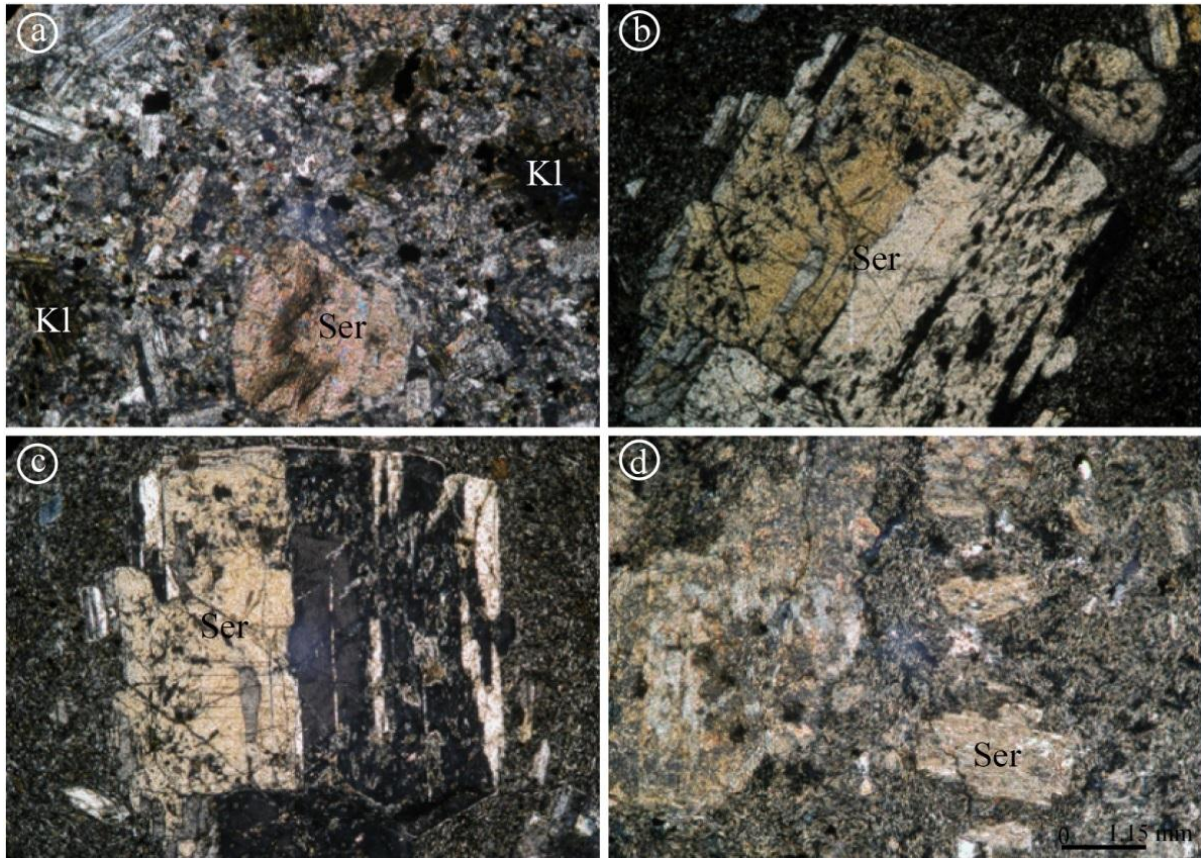
Serisitleşme, andezitlerde hem iri latalar ve hem de hamurda mikrolitler halinde bulunan plajiyoklasların en yaygın ayrışma türüdür

(Şekil 5). Genellikle zonlu yapı gösteren plajiyoklaslarda kalsiyumca zengin iç kısımlar, sodyumca zengin ve albitleşme eğilimi gösteren dış kesimlere oranla serisitleşme sürecinden daha fazla etkilenmiştir. İncelenen kesitlerin

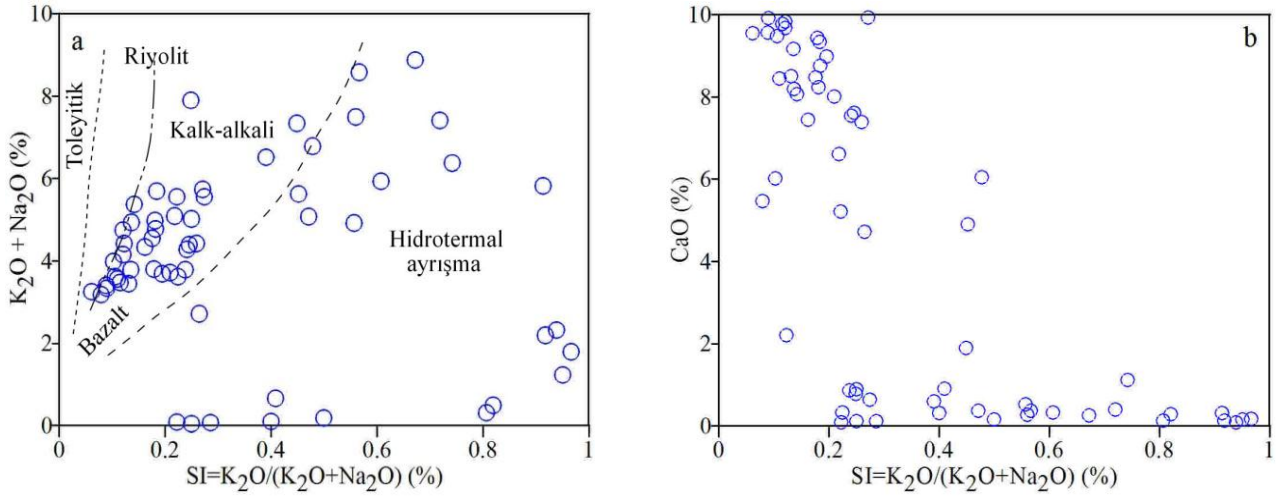
çoğunda hamurdaki şiddetli serizitleşmeye, silisleşme ve karbonatlaşmanın eşlik etmiş olduğu gözlenmiştir.

Cevherleşme sahasında damara dik bir hat boyunca tüm profillerden alınan örneklerin Myers ve MacLean (1983)' e göre hesaplanan SI (Serizitleşme İndeksi)'nin K_2O+Na_2O ' ya karşı değerleri diyagrama aktarıldığında (Şekil 6a), örneklerin bir kısmı hidrotermal ayrışma alanında yer aldığı, SI değeri arttıkça andezitlerde genelde K_2O+Na_2O değerinin arttığı, serizitleşme indeksine karşı CaO diyagramında ise (Şekil 6b), SI değeri arttıkça CaO değerinin azaldığı görülmektedir. SI'nin düşük CaO'su yüksek olan örneklerde karbonatlaşma baskın alterasyon türünü oluşturmaktadır.

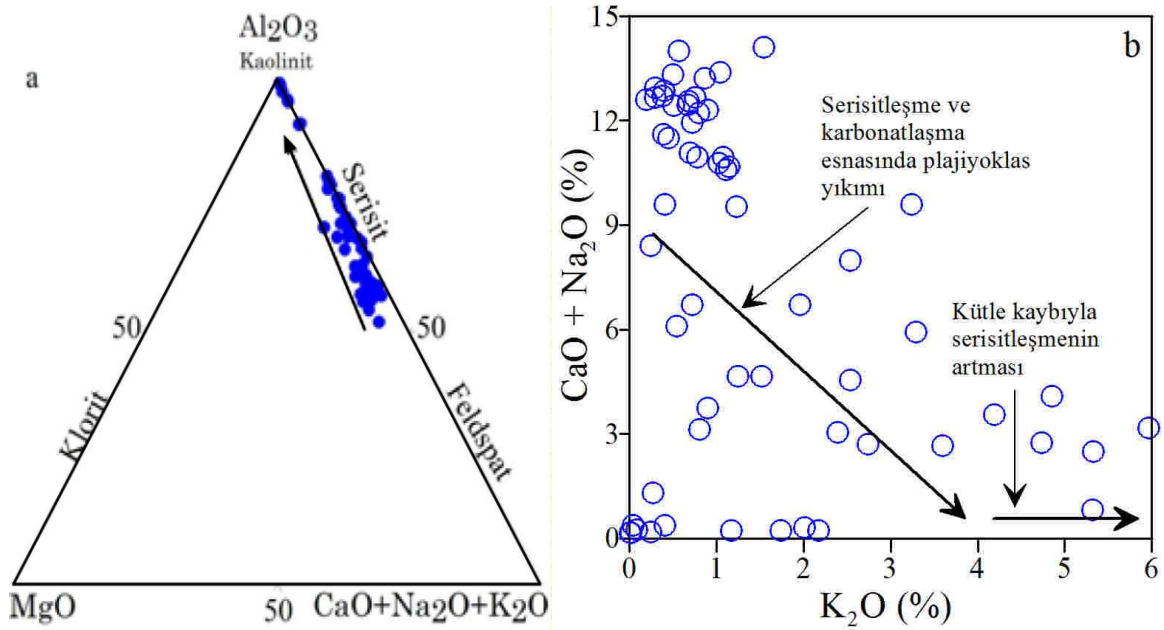
$Al_2O_3-MgO-(CaO+Na_2O+K_2O)$ üçgen ve K_2O 'ya karşı $CaO+Na_2O$ değişim diyagramı, plajiyoklazlardaki bozuşma sonucunda meydana gelen serizitleşmenin varlığını net olarak göstermektedir (Şekil 7a, b). $Al_2O_3-MgO-(CaO+Na_2O+K_2O)$ üçgen diyagramında örneklerin dağılımında feldspatlardan serizite doğru bir değişim olduğu gözlenirken, K_2O 'ya karşı $CaO+Na_2O$ grafiğinde ise $CaO+Na_2O$ değerlerinin azalmasına karşın K_2O değerlerinin artması plajiyoklazların ayrışması ile serizit oluşumu başladığını göstermektedir. Serizitleşme alkali değişimi ve hidrotermal sıvılardan K^+ ilavesi ile ilgilidir (Barrett vd., 1993). İncelenen volkanik kayalarda özellikle plajiyoklazlarda yaygın olarak görülen serizitleşmenin gelişimi sırasında, potasyumun kaynağı biyotit veya potasyumlu feldspatlar olabilir (Sipahi, 2005).



Şekil 5. Eosen yaşlı andezitlerde, plajiyoklazların ayrışması sonucu meydana gelen serizitleşmelerin mikroskop altında çapraz nikoldeki görünüşleri. (a) Serizit ve klorit birlikteliği, (1 nolu profil 12 nolu örnek) (b) ve (c) plajiyoklazların kısmen serizitleşmesi, (3 nolu profil 9 nolu örnek) (d) tamamen serizitleşmiş plajiyoklas (4 nolu profil 18 nolu örnek). (Ser: Serizitleşme, Kl: Klorit).



Şekil 6. Andezitlerin SI karşı $K_2O + Na_2O$ (a) ve CaO (b) diyagramındaki dağılımları (MacLean ve Hoy, 1991'den değiştirilerek).



Şekil 7. Andezitlerin, (a) Al_2O_3 - MgO-($CaO+Na_2O+K_2O$) üçgen diyagramındaki dağılımı (Van Gerven, 1995'ten değiştirilerek), (b) K_2O 'ya karşı $CaO+Na_2O$ diyagramındaki konumları (Barrett vd., 1993'ten değiştirilerek).

4.1.3. Kloritleşme

El örneğinde makroskobik olarak yeşilimsi rengi ile tipik olan kloritleşme, incelenen andezitik ve bazaltik volkanik kayalarda biyotit, hornblend ve klinopiroksen gibi koyu renkli minerallerin ayrışma ürünü olarak (Şekil 8) ve nadiren de onların dilinim ve kırıkları boyunca, bunlara ilaveten bazen plajiyoklasların ikiz düzlemleri ve kırıkları boyunca ve bazen de

hamuru ornatmış ve boşluklarda yeniden oluşmuş şekilde görülmektedir. Volkanik kayalardaki plajiyoklasların bozulması ile serizit ve klorit oluşumunu açıklayan Ishikawa ayrışma indeksine $[AI=100-x(\text{ ana oksitler})/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{Na}_2+\text{K}_2\text{O})]$ karşı Na_2O ve K_2O diyagramlarında (Ishikawa et al., 1976; Large vd., 2001), incelenen volkanik kayalarda AI artışına bağlı olarak Na_2O azalması ile albit-plajiyoklas kenarından serizit-klorit köşesine

doğru bir yönelme, Al azalmasına bağlı olarak K₂O artışı ile serizit ve klorit oluşumuna yönelik bir yönsemenin varlığı göze çarpmaktadır (Şekil 9a ve b).

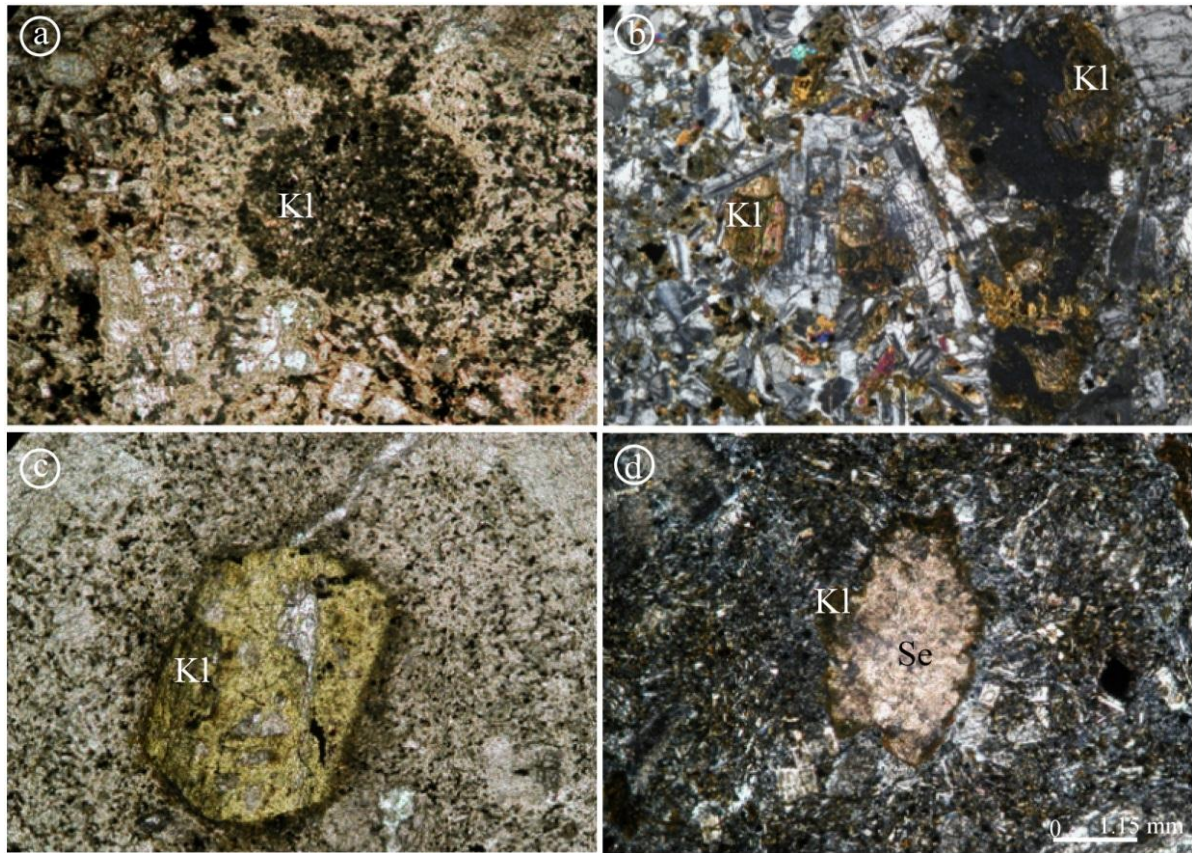
4.1.4. Epidotlaşma

Epidotlaşma incelenen volkanik kayalarda diğer alterasyon türlerine göre daha az etkili olmuş olup, yaygın alterasyon türü olan kloritleşmeden makroskobik olarak ayırt etmek oldukça güçtür. Mikroskobik olarak bakıldığında ise genellikle koyu renkli

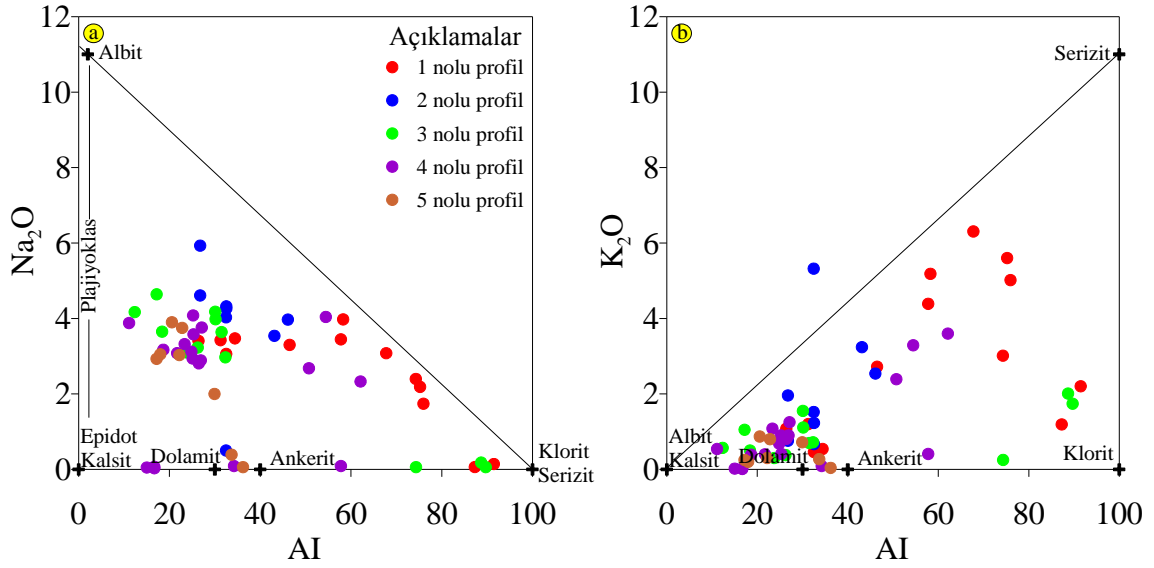
minerallerin bulunduğu kesimlerde yoğunlaşan epidotlar, bazen de matriks içinde kloritleşme ile bir arada gözlenir.

4.1.5. Karbonatlaşma

Çoğunlukla cevherleşmeden uzak kesimlerden alınan örneklerde, hidrotermal ayrışma sonucunda plajiyoklas, klinopiroksen ve amfibol minerallerinde ve özellikle de onların kırık zonları boyunca yaygın olarak gözlenen karbonatlaşma pembemsi ve beyazımsı renkleri ile karakteristiktir (Şekil 4d).



Şekil 8. Eosen yaşlı andezitlerde, mikroskopta (a) Hamurda boşluk dolgusu olarak gelişen kloritin tek nikeldeki görünümü(2 nolu profil 1 nolu örnek) (b) Çift nikelde kloritleşmiş amfibollerin görünümü(3 nolu profil 11 nolu örnek) (c) Tek nikelde kloritleşmiş klinopiroksenin görünümü (3 nolu profil 2 nolu örnek) (d) Serizit- ve klorit- birlikteliği (4 nolu profil 3 nolu örnek) (Kl: klorit, Ser: serizitleşme).

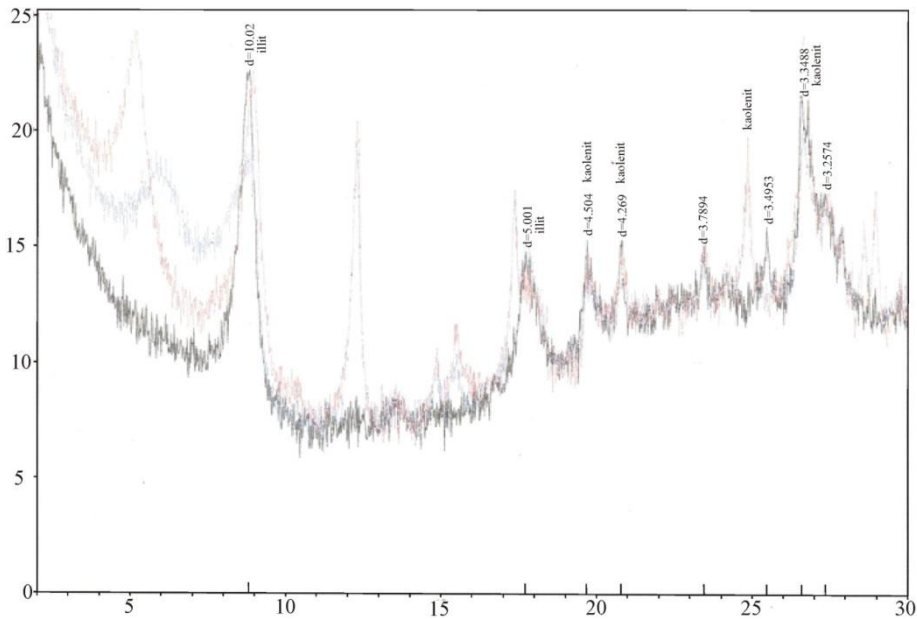


Şekil 9. Eosen yaşlı volkanitlerin AI karşı (a) Na_2O ve (b) K_2O diyagramlarındaki dağılımları (Large vd., 2001'den değiştirilerek).

4.1.6. Killeşme

Arzular cevherleşme sahasında, en yoğun olarak görülen alterasyon türlerinden biri olan killeşme, cevherleşmenin yerleştiği fay zonu boyunca ve açılan yarmalarda makroskobik olarak açık-gri beyazımsı renklerde (Şekil 2b, d ve e), mikroskobik olarak ise plajiyoklasların alterasyon ürünleri olarak izlenmektedir. Cevherleşmenin içinde bulunduğu andezitlerin ayrışması ile oluşan killerin türü ve kimyalarını

belirlemek amacıyla, Gündoğdu ve Yılmaz (1984)'nın belirttiği biçimde ayrıştırılan killerden, x-ışınları difraktogramı (doğal, etilen, glikollü ve fırınlı) ve DTA analizi yapılmıştır. Yapılan bu analizlerden elde edilen sonuçlar ve grafikler cevher sahasında yaygın olarak görülen kil türlerinin illit, simektit, klorit ve kaolen olduğunu göstermektedir (Şekil 10). Cevherli zona doğru illit ve simektit miktarı artarken yan kayaca doğru -klorit miktarının arttığı belirlenmiştir.



Şekil 10. Arzular cevherleşmesinden alınan örneğin (Örn. No:SB-14) kil fraksiyonuna ait yönlü doğal, etilen glikollü ve fırınlı çekilmiş x-ışınları difraktogramları (x eksen 2θ açıları).

4.1.7. Limonitleşme ve Hematitleşme

Özellikle fay ve kırık zonları boyunca, cevher içeren bölgeye gelen oksijen içeren suların, piritli bölgelerde oluşturduğu limonitleşme sarımsı renklere (Şekil 2b ve d), hematitleşme ise kırmızımsı renklere gözlenmektedir (Şekil 2c). Bunun dışında hematitleşme ve limonitleşme çalışma alanında özellikle KB ve KD doğrultulu fay zonları boyunca bütün kayaçlarda yaygın olarak görülen alterasyon türlerinden biridir.

4.2. Yan Kayaçlarda Tespit Edilen Mineral, Element ve Kütle Değişimleri

Bu bölümde Arzular cevherleşmesinin geliştiği bu kırık sistemlerindeki cevher damarına dik bir hat boyunca yüzeyden sistematik olarak alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçlarını kullanarak cevherleşme sahasında meydana gelen, mineralojik, elementel ve kütleli değişimler ayrı ayrı ele alınmıştır.

Çalışma alanında cevher damarına dik bir hat boyunca yapılan örnekleme, yaklaşık 1 km uzunluğundaki kırık hattını temsil edecek şekilde 5 ayrı profil (1, 2, 3, 4 ve 5 nolu profiller) üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Her bir profil üzerinde örnekleme yapılırken, örnekler arası mesafe makroskobik gözlemlere bağlı olarak, arttırılmış veya azaltılmıştır. Damara doğru yaklaştıkça kayaçlarda meydana gelebilecek, mineralojik, element ve kütleli değişimleri detay görebilmek için örnekler daha sık aralıklı alınırken, damardan uzaklaştıkça seyrek bir örnekleme tercih edilmiştir. Cevher içeren damara atılan bu 5 profilde, toplam 60 adet örnek alınmış ve bunların tamamı ana, iz ve nadir toprak elementler olmak üzere toplam 57 element için analiz edilmiştir.

4.2.1. Mineral Değişim Hesapları

Cevherleşme sahasından alınan örneklerin, ana, iz ve nadir toprak element analizleri kullanılarak, cevher oluşumu sırasında ve cevher oluşuktan sonra, yan kayaçlarda meydana gelen ayrışma mineralojisi ve damara doğru bu ayrışma minerallerinde meydana gelen değişimi hesaplamak mümkündür (Böhlke,

1989; Mountain vd., 1996 ve Herrmann ve Berry, 2002). Çalışma sahasında, cevher damarına dik bir hat boyunca, atılan 5 profilden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları kullanılarak, Herrmann Berry (2002) tarafından geliştirilen MINSQ yöntemiyle, yan kayaçta oluşan alterasyon mineralojisi ve mineral değişim yüzdeleri hesaplanmıştır.

4.2.1.1. MINSQ Yöntemi

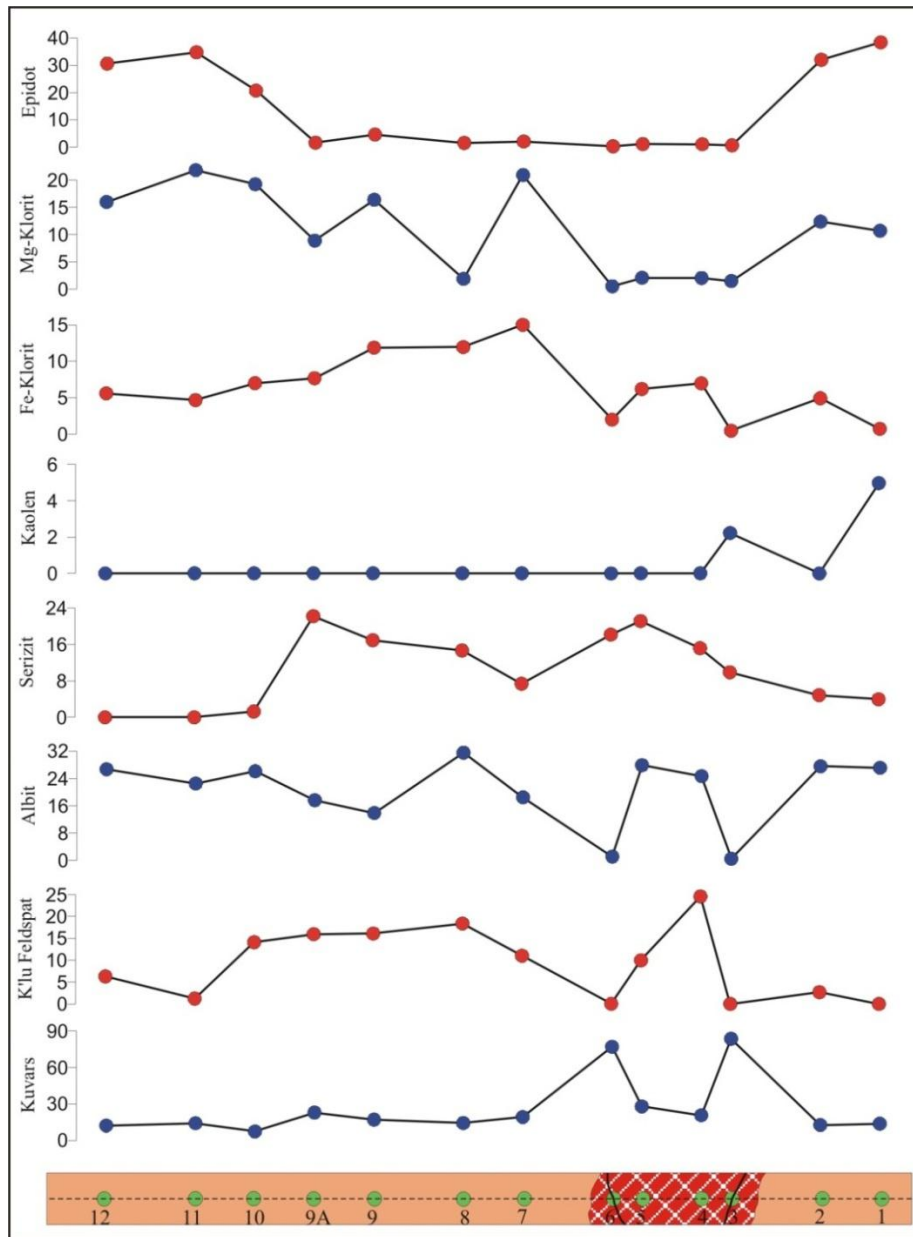
Herrmann ve Berry, (2002) tarafından geliştirilen MINSQ yöntemi, bir veri çözümleme programı olup, hesaplamalarda en küçük kareler yöntemini esas almaktadır. Program Microsoft Excel TM çözümleyicisi kullanılarak kolaylıkla çalıştırılabilmektedir. Bu veri çözümleme programı sayesinde, herhangi bir kayacın mineralojik olarak içeriğini, aynı kayacın kimyasal analizleri ile sayısal olarak hesaplamak mümkündür. Ancak, programı kullanmadan önce kayaçların mineralojik bileşimleri belirlenmeli ve o kayaç içindeki minerallerin kimyasal analizleri yapılarak bileşimleri ortaya konulmalıdır (Böhlke, 1989). Bu çalışmada yan kayaçta belirlenen minerallerin mikrokimyasal analizleri yapılamadığından, minerallerin bileşimleri (Deer vd., 1992 ve Dana, 1993)'den alınmıştır.

MINSQ veri çözümleme programının çalıştırılmasında kayaçların normatif mineralojisi ve cinsleri tespit edilen kil mineralleri daima dikkate alınmalıdır. MINSQ programına, kayaçta bolluğu tespit edilmek istenen minerallerin (1 mol) kimyasal bileşenleri (ağırlıkça %) ile aynı kimyasal bileşenler için analiz edilen kayaca ait analiz sonuçları aktarılır. Programa aktarılan mineral sayısı, kimyasal bileşen sayısından her zaman az olmalıdır. Veri çözümleme işlemi, programın birkaç kez çalıştırılması ile artık değer (residuel, r^2) 1 veya 1'den küçük değer elde edilmesine kadar yapılır. Artık değer 0.5 veya daha küçük olması yapılan hesaplamaların tatmin edici sonuç verdiğini ifade eder. Herrmann ve Berry, (2002)'ye göre, hesaplamalar neticesinde, eğer 1'den daha büyük artık değer elde edilmiş ise, kayaçta hesaplama dahil edilmeyen başka alterasyon minerallerinin olduğu düşünülmelidir.

4.2.2. Damara Dik Bir Hat Boyunca Alterasyon Mineral Değişimi

Arzular cevherleşme sahasında, yan kayaçlarda meydana gelen alterasyon mineral değişimini belirlemek amacıyla damara dik bir hat boyunca 5 farklı profildeki (1, 2, 3, 4 ve 5 nolu profiller) örneklerin kimyasal analiz sonuçları, MINSQ yöntemiyle, alterasyon mineralojisi ve mineral değişim yüzdeleri ve bu mineral yüzdelerine ait temel istatistiksel parametreler tüm profiller için hesaplanmış olup örnek olarak 1 nolu profil hattı için hesaplanan veriler Tablo 1'de

verilmiştir. Belirlenen mineral yüzde sonuçlarına bakıldığında, örnekleme yapılan tüm profillerde yan kayaçtan cevhere doğru belirgin bir mineral zonlanması dikkat çekmektedir. 1 nolu örnek alım profilinde alterasyon mineralojisi olarak, cevherli zonda kuvars, K'lu feldspat, albit, serizit ± kaolen ± Fe'li klorit, cevherden uzak (propilitik) zonda ise baskın alterasyon minerali albite ilaveten epidot, Mg'lu klorit Fe'li klorit, ± serizit tespit edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. 1 nolu profilden alınan örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarının MINSQ yöntemiyle (Herrmann Berry 2002) hesaplanan alterasyon minerallerin cevherli zondan yan kayaçlara doğru olan değişimi.

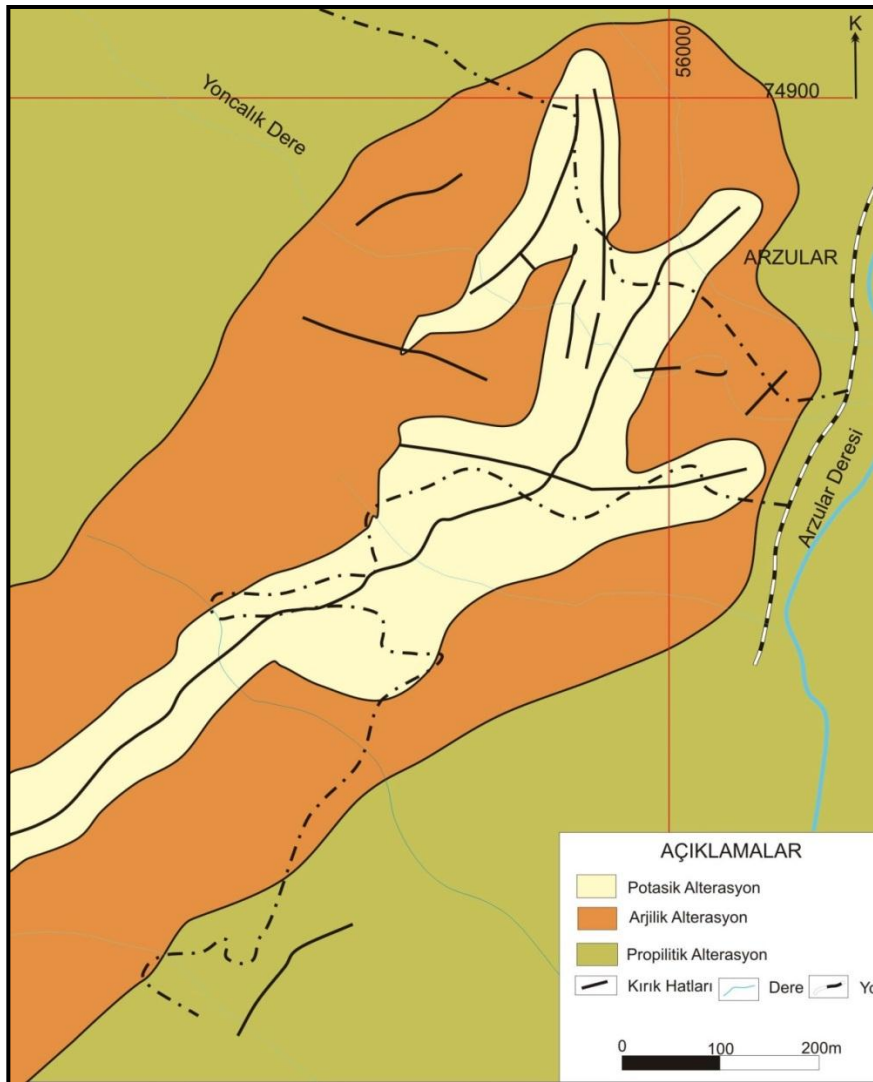
Tablo 1. Arzular cevherleşmesine dik bir hat boyunca (1 nolu profil) alınan örneklerin tüm kayaç analizlerinden MINSQ yöntemiyle (Herrmann ve Berry, 2002) hesaplanan mineralojik bileşimleri (%) ve sonuçlarına ait temel istatistik parametreler (Not: Mineral yüzdeleri Excel’de 0.000001 kesinlik, 0.1 % tolerans ve 1000 döngü şartlarında hesaplanmıştır, 3, 4, 5 ve 6 nolu örnekler cevherli zona aittir).

Mineral (Örnek)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9A	10	11	12
Kuvars	13,62	12,60	83,68	20,62	27,85	77,09	19,17	14,22	16,98	22,84	7,27	14,04	12,11
K’lu Feldspat	0,00	2,69	0,00	24,61	9,97	0,03	11,04	18,39	16,12	15,98	14,13	1,22	6,29
Albit	27,16	27,59	0,51	24,70	27,93	1,13	18,51	31,57	13,92	17,66	26,15	22,56	26,73
Serizit	3,97	4,86	9,89	15,19	21,16	18,18	7,38	14,69	16,94	22,22	1,26	0,00	0,00
Fe-Klorit	0,73	4,94	0,48	6,98	6,21	2,00	15,03	11,98	11,89	7,68	7,00	4,68	5,61
Mg-Klorit	10,70	12,38	1,50	2,04	2,09	0,52	20,91	1,89	16,38	8,89	19,23	21,80	15,98
Kalsit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,19
Epidot	38,39	32,00	0,67	1,07	1,11	0,32	2,08	1,52	4,61	1,64	20,74	34,74	30,61
Kaolen	4,96	0,00	2,22	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Barit	0,00	0,04	0,00	0,29	0,07	0,02	0,11	0,11	0,08	0,13	0,06	0,00	0,05
Pirit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04
Kalkopirit	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Galen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rutil	0,46	0,78	0,21	0,00	0,00	0,18	0,71	0,96	0,79	0,77	0,68	0,69	0,73
Toplam	100,00	98	99,18	95,51	96,47	99,50	94,95	95,35	98	98	97	100	98,36
Rezidüel (r)	0,24	0,03	0,00	0,51	0,56	0,00	0,16	0,03	0,05	0,05	0,05	0,36	0,09
Ag (ppm)	<0.1	0.1	0.8	28.9	>100.0	8	2.4	1.8	0.6	1.5	0.5	<0.1	0.1
Au (ppb)	<0.5	5.1	1177	48.4	45.1	161.9	24.7	126.9	7	31.6	4.7	6	9

2 nolu örnek alım profilinde, cevherli zonda kuvars, kaolen, Fe'li klorit, serizit, yan kayaca doğru ise albit, epidot, Mg'lu klorit \pm K'lu feldspat alterasyon mineral birlikteliliğini oluşturmaktadır. 3 nolu profilde alterasyon mineral birlikteliliği; cevherli zonda kuvars, K'lu feldspat, Fe'li klorit, kaolen \pm serizit propilitik zonda ise albit, epidot, Mg'lu klorit ve serizit olarak belirlenmiştir. Diğer bir örnek alım profili olan 4 nolu profilde cevherli kısımlarda kuvars, serizit ve kaolen, propilitik zonda ise albit, K'lu feldspat, Fe'li ve Mg'lu klorit ile epidot alterasyon mineral birlikteliliğini oluşturmaktadır. Arzular cevherleşme sahasında son örnek alım profilinde (5 nolu) alterasyon mineral birlikteliliği; cevherli zonda kuvarsa ilaveten Fe'li klorit, kaolen \pm serizit, propilitik zonda ise

albit, K'lu feldspat, Mg'lu klorit ve epidottan oluşmaktadır (Şekil 12).

Arzular cevherleşme sahasında, KD-GB ve yaklaşık DB doğrultulu birbirini kesen iki kırık sisteminde gelişmiş olan cevher damarına dik bir hat boyunca atılan 5 adet profilden alınan örneklerin gerek kimyasal analiz sonuçları, gerekse de MINSQ programı ile elde edilen mineral yüzde hesaplamalarına göre, kuvars içeriklerinde altere andezitten yoğun cevher zonuna doğru belirgin bir pozitif anomali gözlenmesi, silisleşme ile cevherleşmenin beraber hareket ettiğinin açık bir göstergesi olmakla birlikte, bu örneklerin aşırı silisleşmesinde cevherleşmenin yerleştiği faya paralel olarak gelişmiş kırıklarda hareket eden hidrotermal sıvıların etkin bir rol oynadığı açıktır.



Şekil 12. Arzular cevherleşme sahasının alterasyon haritası.

4.3. Kütle Değişim Hesaplamaları

Hidrotermal ayrışma, kayaçların yapısında bulunan elementlerin miktarlarında artma ya da azalma görülmesinde önemli bir etkidir. Kütle değişim hesaplamalarına göre, kayaçlarda meydana gelen kütle ve kimyasal değişimleri belirlemek için farklı araştırmacılar (Gresens, 1967; Grant, 1986 MacLean ve Kranidiotis, 1987; MacLean, 1990; Huston, 1993; Huston ve Cozens, 1994; Barret ve MacLean, 1994) tarafından farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Kütle değişim hesapları, altere olmuş kayaçların kimyasal bileşimi, altere olmamış ya da nispeten çok az altere olmuş kayaçların bileşimleriyle kıyaslanarak yapılmaktadır. Bu hesaplamalarda, kayaçlarda hidrotermal alterasyon sonucu ortaya çıkan metazomatik olayları inceleyen Gresens (1967) yöntemi, pek çok araştırmacının başvurduğu ilk kaynaktır. Bu yöntemi Grant (1986) analitik verilerin elle kullanımını gerektirmeyecek kadar basitleştirmiş ve hem grafiksel hem de bilgisayar yardımıyla kullanılabilir hale getirmiştir. Gresens metodunun esası *değişime uğramış kayaçtaki bileşenlerin konsantrasyonu ile değişime uğramamış kayaçtaki bileşenlerin konsantrasyonu* arasındaki ilişkiye dayanır. Grant, bu lineer ilişkiyi kullanarak, Gresens eşitliklerini yeniden düzenlemiştir. Arzular cevherleşmesinde, damara dik bir hat boyunca atılan 5 profilden alınan örneklerde yapılan kütle değişim hesaplamalarında, Grant (1986)'ın izokon yönteminin Huston (1993) tarafından değiştirilmiş versiyonu kullanılmıştır.

4.3.1. İzokon Yöntemi

Huston (1993) tarafından geliştirilen izokon yönteminde, ilk olarak altere ve en az altere olmuş kayaçlarda hareketsiz elementler (Al, Ti, Y, Zr ve Nb gibi) elementler arası korelasyon katsayısından yararlanarak belirlenir, akabinde ise bu hareketsiz elementler arasında en yüksek pozitif korelasyonu veren elementler tespit edilmesiyle hazırlanan izokon yöntemi ile hazırlanan x-y grafiğinde, elde edilen bu doğrunun eğimi (m) belirlenir ve eğer ayrışmamış kayaca göre ayrışmış kayaçta kütle değişimi söz konusu değil ise $m = 1$, kütle artışı

var ise $m < 1$ ve kütle kaybı belirlenmişse $m > 1$ olacaktır. Bu bilgiler ışığı altında, ayrışmadan en az etkilenen kayaca göre her ayrışmış kayacın göreceli (nispi) kütle değişimi yüzde olarak hesaplanır.

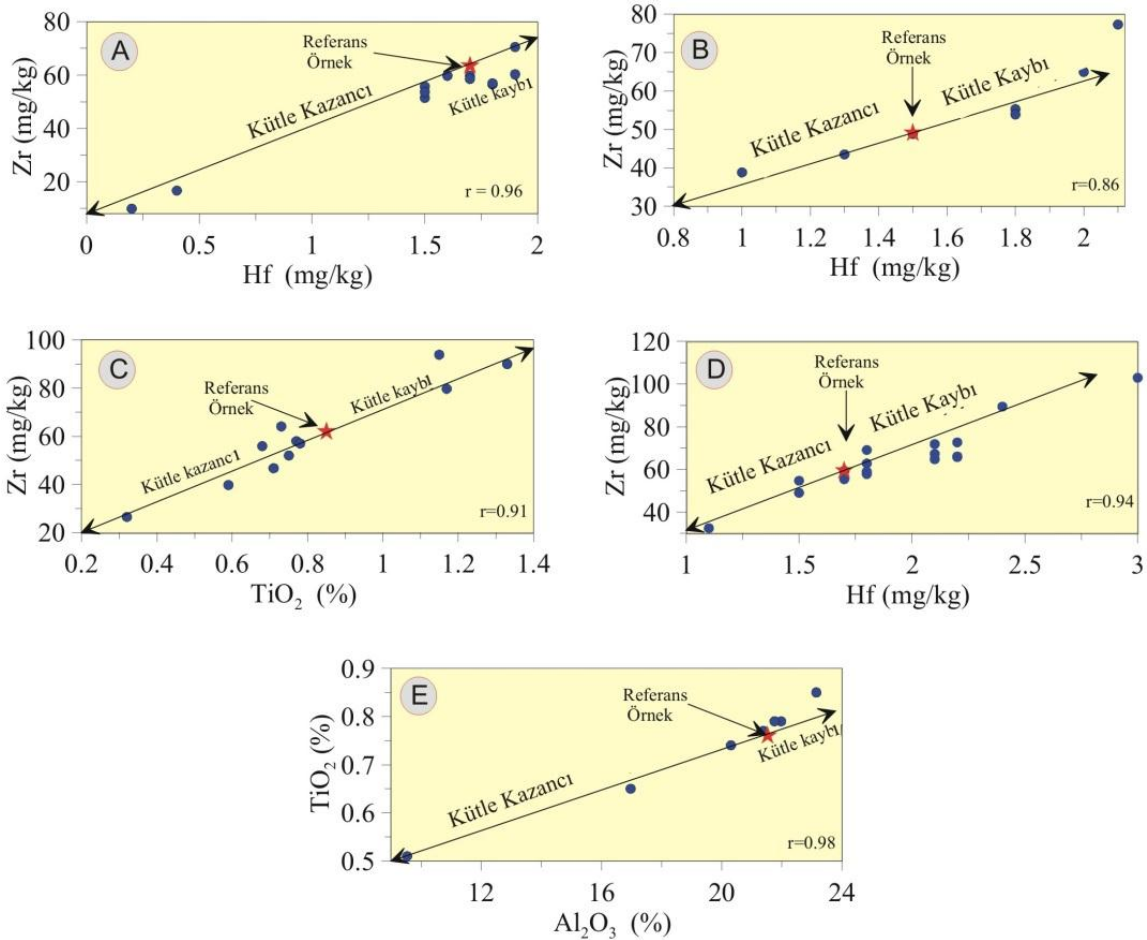
4.3.2. Yan Kayaçlarda Meydana Gelen Kütle ve Kimyasal Değişimler

Maden yataklarında, kütle ve kimyasal değişimleri hesaplamak amacıyla yapılan çalışmaların çoğunda, Al, Zr, Ti, Y ve Nb alterasyondan en az etkilenen veya hareketsiz oldukları belirlenen elementlerdir (MacLean ve Kranidiotis, 1987, MacLean 1990). Arzular cevherleşmesinde, damara dik doğrultuda, belli aralıklarla 5 adet profilden alınan sistematik örneklerin analiz sonuçlarına göre en yüksek pozitif korelasyona sahip elementler tespit edilmiştir. Nadir toprak element (NTE) analizleri, bu çalışma kapsamında, yapılan hesaplamalarda ortalama olarak kullanılmıştır. Buna göre, 1, 2, ve 4 nolu profillerde en yüksek korelasyona sahip element çifti olarak Zr-Hf, 3 nolu profilde Zr-TiO₂, 5 nolu profilde ise Al₂O₃-TiO₂ belirlenmiştir (Şekil 13). Cevher oluşum süreci boyunca, genel olarak Al, T, Zr, Hf, Y ve Nb'nin hareketsiz olarak davrandıkları benzer çalışmalarla kanıtlanmıştır (Winchester ve Floyd, 1978; Finlow-Bates ve Stumpel, 1981; Maclean ve Kranidiotis, 1987; Elliott-Meadows ve Appleyard, 1991; Huston, 1993; Kaur, vd., 2008; Yaylalı-Abanoz ve Tüysüz, 2010). Grafikler üzerinde de görüleceği üzere tüm örneklerin tek bir hat boyunca sıralanması, cevherleşmeye eşlik eden andezitlerin homojen ilksel bileşime sahip oldukları şeklinde açıklanabilir.

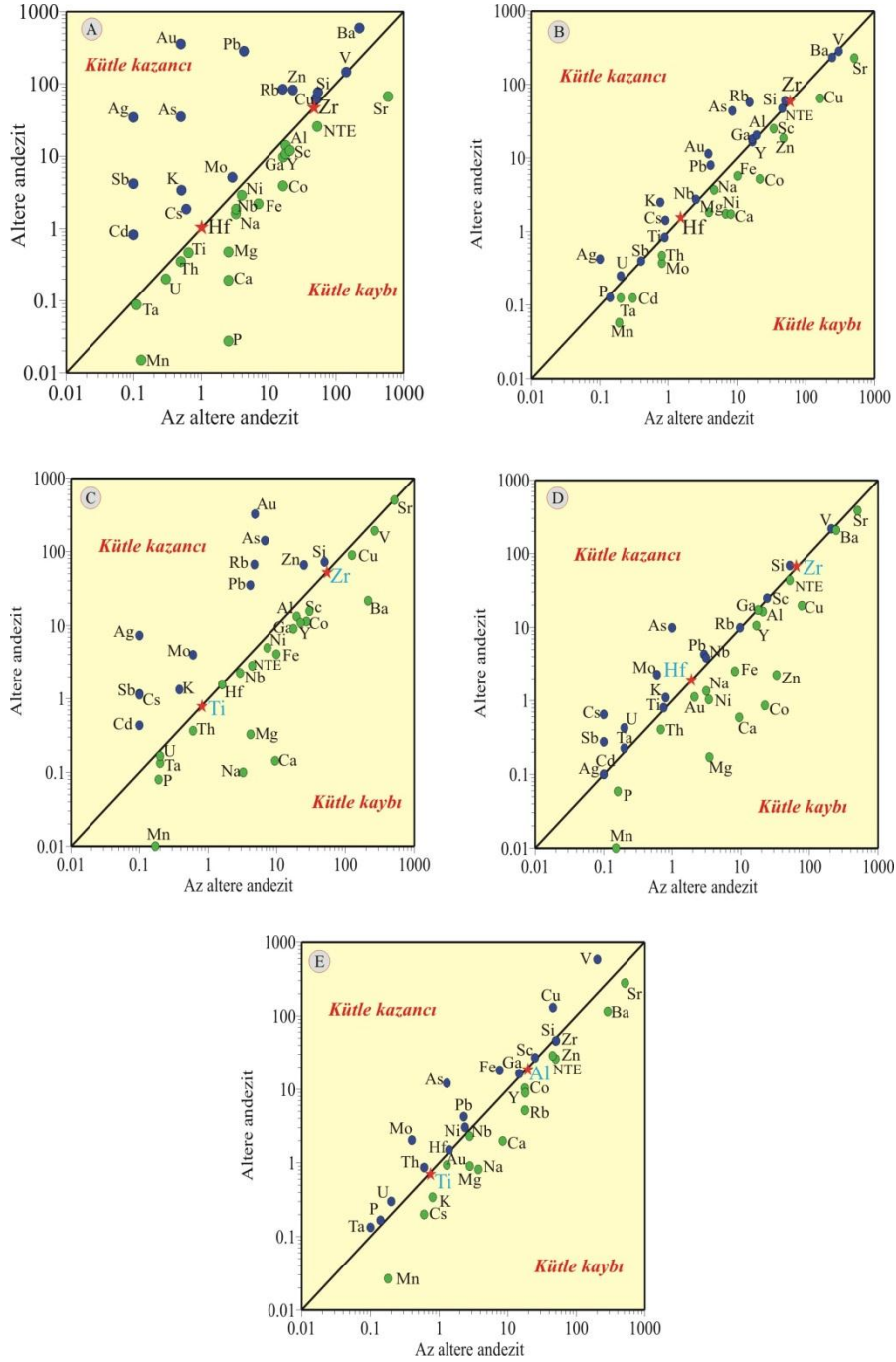
Hazırlanan izokon (log-log) diyagramlara (Şekil 14) göre; 1 nolu profilde cevherli zonda (3, 4, 5 ve 6 nolu örnekler) ana elementlerden Al ve Ti, Ta, Nb, Ni, U, V, Cu ve Th gibi iz elementlerin izokon doğrusunun yakınına düşmesi bu elementlerde hemen hemen hiç kütle değişiminin olmadığını, Mn, Ca, Na, Fe, Mg, , Ga, Y, Co, Nb, Ni, Sc, NTE ve Sr elementlerinde kütle kaybının olduğu Si, K, Pb, Zn, Au, Ag, As, Sb, Cd, Mo, ve Ba elementlerinde ise önemli miktarda kütle kazanımı olduğu (Şekil 14A), 2 nolu örnek alım

profilinden alınan örneklerin (kimyasal analiz sonuçlarına göre cevherli zonda (5 ve 6 nolu örnekler) Si az olmakla birlikte K, Cs, Ag, Au, Pb, As ve Rb elementlerinde gözlenen kütle artışına karşın Mn, Ca, Fe, Mg, Mo, Zn, Cu, Cd, Ni, Co, Ta, Th -ve Sr elementlerinde kütle kaybı gözlemlendiği, diğer elementlerde ise cevherli zonda herhangi bir değişimin söz konusu olmadığı belirlenmiştir (Şekil 14B). 3 nolu profilde cevherli zonda (4, 5, 6, ve 7 nolu örnekler)Al, Sr, Nb, Hf ve U gibi iz elementlerde hemen hemen hiç kütle değişiminin olmadığı, K, Si, Au, Ag, Sb, As, Pb, Zn, Mo, Cd, Rb ve Cs elementlerinde önemli miktarda kütle kazanımının olduğu diğer elementlerde ise kütle kaybının olduğu belirlenmiştir (Şekil 14C). 4 nolu profilde cevherli zonda (9, 10, 11, ve 12 nolu örnekler) Si, K, Pb, As, Sb., Mo, U ve Cs elementleri izokon doğrusunun üstünde yer alarak kütle kazancına, Ca, Na, Mg, Fe, Mn, Sr, Au, Zn, Cu, Ni, Co, P, Th ve Y elementleri ise

izokon doğrusun altında yer alarak kütle kaybına uğradıkları tespit edilmiştir. Diğer elementlerde ise kütle değişiminin olmadığı söz konusu elementlerin izokon doğrusunun üzerinde yer aldığından kolaylıkla anlaşılabilir (Şekil 14D). 5 nolu örnek alım profilinden elde edilen örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına göre; cevherli zonda (4 ve 5 nolu örnekler)Si ve P gibi ana elementlerin yanı sıra Hf, Ni, Ga, Nb, Sc ve Ta gibi iz elementler izokon doğrusu üzerinde yer alarak bu elementlerin kütlelerinde herhangi bir değişiminin olmadığı, Fe, Cu, Pb, Mo, As, Th, U ve V elementlerinin izokon doğrusu üstünde kalarak bu elementlerin kütlelerinde önemli miktarda kütle kazancı olduğu, K, Ca, Na, Mg, Mn, Zn, Au, Sr, Ba, NTE, Y, Co, Rb, Cs elementleri ise izokon doğrusu altında kalarak bu elementlerin kütlelerinde kütle kaybı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 14E).



Şekil 13. Arzular cevherleşme sahasında, örnekleme profillerinde hareketsiz elementler arasındaki ilişkiyi gösteren diyagram (A: 1 nolu profil, B: 2 nolu profil, C: 3 nolu profil, D: 4 nolu profil, E: 5 nolu profil,).



Şekil 14. Arzular cevherleşme sahasında, örnekleme profillerinden alınan örneklerin tüm kayac kimyasal analiz sonuçlarının, cevherli zonda az altere andezite karşı altere andezit için hazırlanan log-log izokon diyagramları (A: 1 nolu profil 3, 4, 5 ve 6 nolu örnekler, B: 2 nolu profil 4, 5 ve 6 nolu örnekler, C: 3 nolu profil 4, 5, 6 ve 7 nolu örnekler, D: 4 nolu profil 9, 10, 11 ve 12 nolu örnekler, E: 5 nolu profil 4 ve 5 nolu örnekler; Grant 1986).

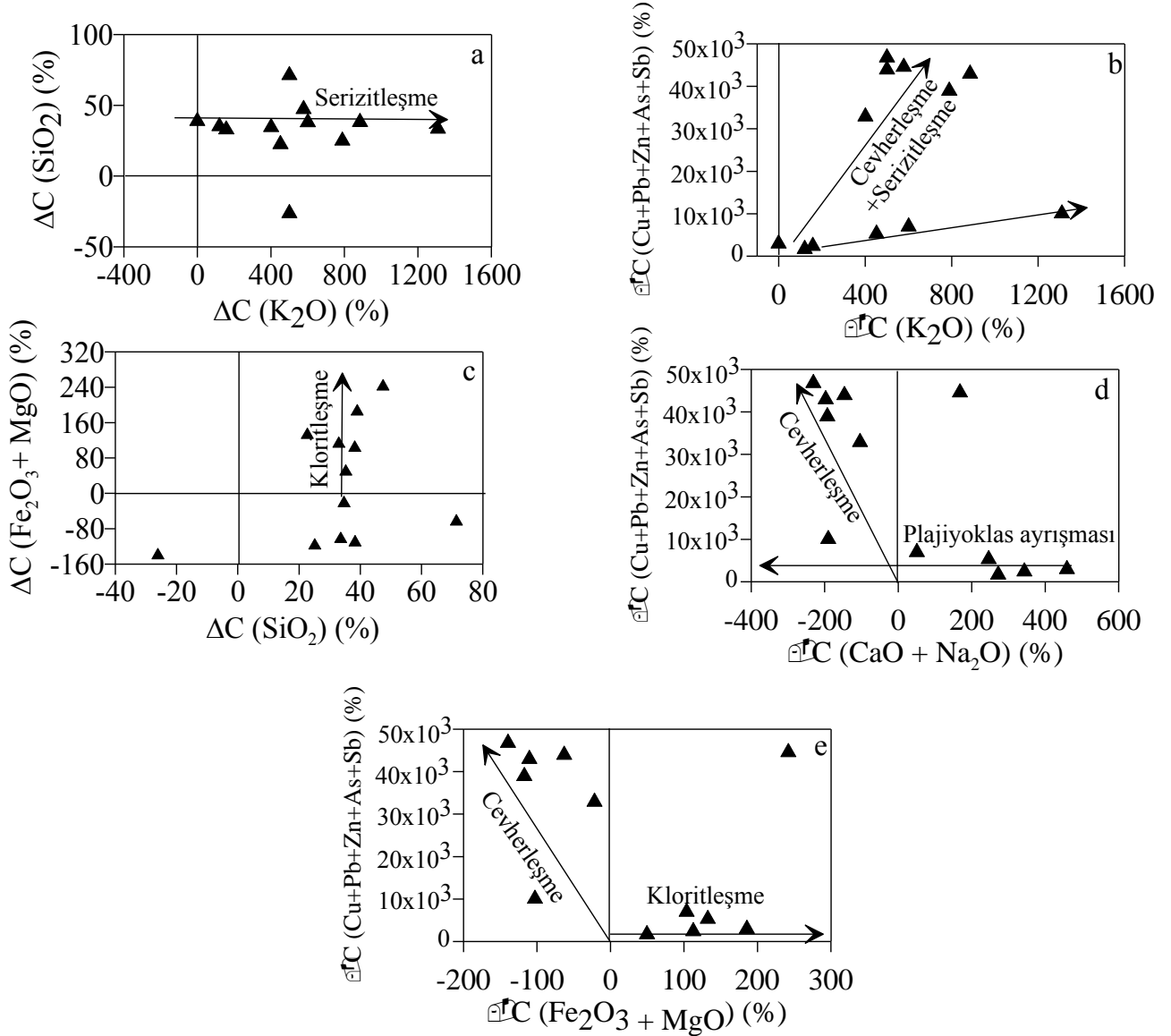
4.3.2.1. Nispi Kütle Değişim Hesaplamaları

Tüm örnekleme profilinde, az altere kayaca göre nispi kütle değişimleri $\Delta C_i^A (\%) = 100 \times [C_i^A / (m \times C_i^O) - 1]$ formülü kullanılarak, MINSQ (Herrmann ve Berry, 2002) yönteminde açıklandığı gibi propilitik zon (1, 11 ve 12 nolu

örnekler), cevherli zon (3, 4, 5 ve 6 nolu örnekler) ve tüm hat için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara örnek olarak 1 nolu profilde cevherli zon için hesaplanan nispi kütle değişim hesaplamaları Tablo 2’de verilmiştir.

Buna göre 1 nolu profilde, en az altere kayaca (1 nolu örnek) göre ayrılmış kayacıkta (2-12 örnekler arası) hesaplanan ve kayacıkta nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler incelendiğinde silisleşmiş örneklerin serizitleştiği (Şekil 15a), buna karşın cevherleşme ile serizitleşme arasında pozitif bir ilişkiye bağlı olarak cevherleşme süresince kayacıkların serizitleştiği

(Şekil 15b), nispi kütle hesaplamalarına bağlı olarak 1 nolu örnek alım profili boyunca ilksel olarak silisleşmiş olan örneklerin sonradan kloritleştiği (Şekil 15c), Na ve Ca azalmasına bağlı olarak plajiyoklas ayrışması gerçekleşirken cevherleşme sürecinin devam ettiği (Şekil 15d), kloritleşme ile cevherleşme herhangi bir ilişki olmadığı (Şekil 15e) belirlenmiştir.



Şekil 15. 1 nolu profilde, en az altere kayaca göre ayrılmış kayacıkta hesaplanan ve kayacıkta nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler ile bu değişimler sonucu yan kayacıkta oluşabilecek alterasyon minerallerini gösterir diyagramlar.

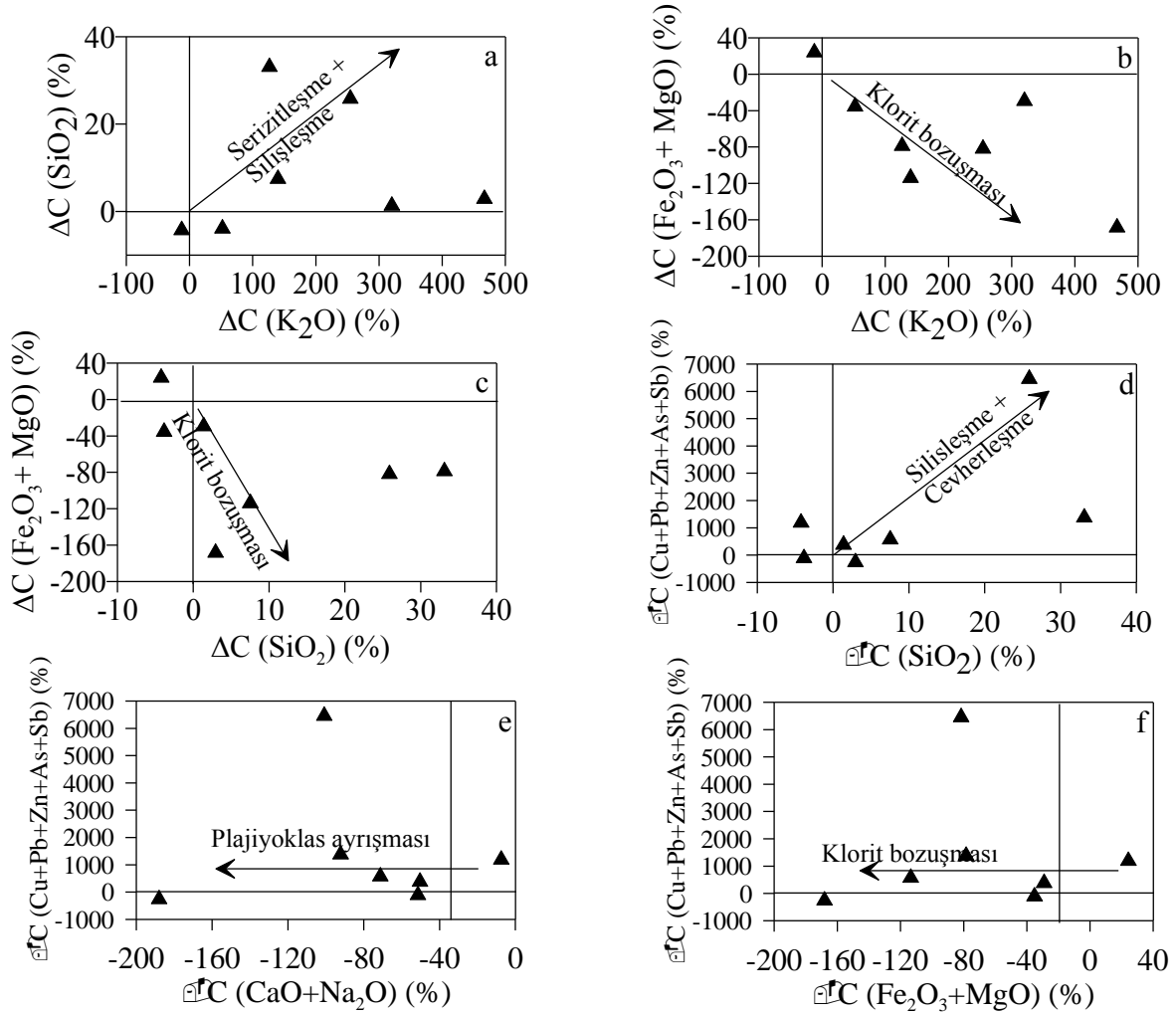
Tablo 2. Altère ve az altère kayaçlardaki elementlere ait analiz sonuçları ve bu sonuçlar kullanılarak hesaplanan nispi (%) ve net (g/100g) kütle değişimi (1 nolu profil-cevher zonu, 3, 4, 5 ve 6 nolu örnekler)

Element	ni	CiO	CiA	CiS	ΔC -Nispi	ΔC -NET
Zn	1	23.00	82.50	3.59	540.53	445.94
Ag	2	0.10	34.43	688.60	61382.14	21133.87
K	3	0.51	3.37	19.82	1079.97	36.40
As	4	0.50	35.00	280.00	12400.00	4340.00
Sb	5	0.10	4.15	207.50	7310.71	303.39
Cu	6	50.80	62.53	7.39	119.80	74.91
Cd	7	0.10	0.83	58.10	1382.14	11.47
Pb	8	4.30	284.73	529.73	11724.34	33382.70
Au	9	0.50	358.18	6447.24	127821.43	457830.79
NTE	10	52.90	25.67	4.85	-13.35	-3.43
Ni	11	4.00	2.88	7.92	28.57	0.82
Na	12	3.27	1.60	5.87	-12.63	-0.20
Rb	13	16.30	84.70	67.55	827.91	701.24
Cs	14	0.60	1.85	43.17	450.60	8.34
Ba	15	222.00	594.25	40.15	378.00	2246.27
Mo	16	2.90	5.08	28.03	212.81	10.81
U	17	0.30	0.20	11.33	19.05	0.04
Co	18	16.40	3.88	4.26	-57.75	-2.24
Nb	19	3.30	1.85	10.65	0.11	0.00
Sr	20	587.30	66.83	2.28	-79.68	-53.25
Th	21	0.50	0.35	14.70	25.00	0.09
Fe	22	7.08	2.19	6.81	-44.76	-0.98
Sc	23	18.00	14.00	17.89	38.89	5.44
Si	24	54.17	76.41	33.85	151.89	116.06
P	25	2.54	0.03	0.30	-97.89	-0.03
V	26	142.00	146.50	26.82	84.23	123.40
Ga	27	16.60	9.68	15.74	4.13	0.40
Y	28	18.00	10.70	16.64	6.15	0.66
Ti	29	0.65	0.47	20.97	29.12	0.14
Ta	30	0.10	0.10	30.00	78.57	0.08
Ca	31	2.54	0.19	2.32	-86.64	-0.16
Al	32	20.75	11.92	18.38	2.58	0.31
Mn	33	0.13	0.02	5.08	-72.53	-0.01
Mg	34	2.54	0.48	6.43	-66.25	-0.32
Hf	35	1.17	0.93	27.82	41.94	0.39
Zr	36	63.50	35.50	20.13	-0.17	-0.06
Eğim (m):				0.56		

CiO az altère kayaçtaki element miktarı, CiA altère kayaçtaki i elementinin ortalama konsantrasyonu, ni elementlere verilen değerler, CiS hesaplanmış ölçeklendirme değerleri, (g/100g) elementlerin az altère kayaca göre net kütle değişimi, NTE toplam nadir toprak elementler olarak ele alınmıştır.

2 nolu profilde cevherli zonda, K ve Si nispi artış gözlenirken, Fe, Mg, Ca ve Na elementlerinin değerlerinde, propilitik zona göre cevherli zonda nispi azalma göstermesi; serizitleşme ile silisleşme sürecinin bir arada gerçekleştiğini (Şekil 16a), cevherleşmeye ile silisleşmenin beraber geliştiğini (Şekil 16d), Fe'li ve Mg'lu klorit ise sadece propilitik zonda

yoğunluk kazandığı kloritleşmenin cevherleşmeye bağlı olarak gelişmediğini, kloritlerin cevherli zona doğru bozuştuğunu (Şekil 16b, c ve f), cevherli zonda Ca ve Na'daki nispi azalmaya bağlı olarak ise cevher oluşum süresince plajiyoklas ayrışmasının gerçekleştiğini (Şekil 16e) ifade etmektedir.



Şekil 16. En az altere kayaca göre ayrılmış kayacda hesaplanan ve kayacda nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler ile bu değişimler sonucu yan kayacda oluşabilecek alterasyon minerallerini gösterir diyagramlar (2 nolu profil).

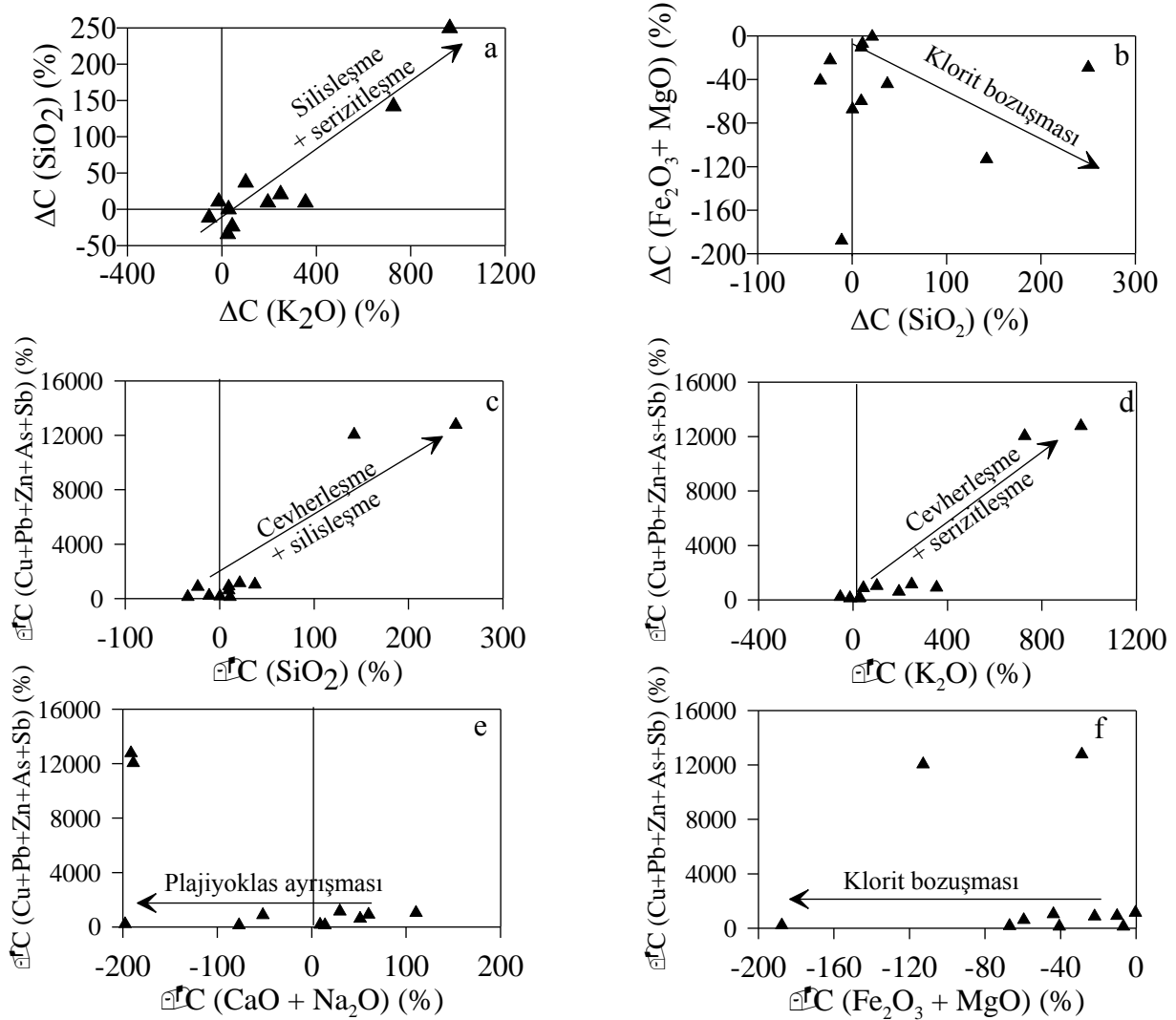
3 nolu profilde elde edilen nispi kütle değişimlerine göre, tüm zonlarda K ve Si elementinin artış göstermesi serizitleşme ve silisleşme sürecinin bir arada geliştiğini (Şekil 17a), gösterirken K ve Si'nin cevherli zonda artma göstermesi cevherleşme ile serizitleşme ve silisleşmenin bir arada geliştiğini göstermektedir (Şekil 17c, d). Propilitik zonda Fe ve Mg elementlerinde nispi azalma miktarının cevherli zonda daha fazla azalma

göstermesi klorit bozuşması ile açıklanırken (Şekil 17b), benzer şekilde Ca ve Na elementlerinde meydana nispi azalmanın propilitik zona göre cevherli zonda daha yoğun gerçekleşmesi ise cevher oluşumu sırasında plajiyoklas ayrışmasının gerçekleşmesi ile açıklanabilir (Şekil 17e). Fe ve Mg elementlerinin cevherli zona göre propilitik zonda daha yoğun zenginleşmesi, cevherleşme

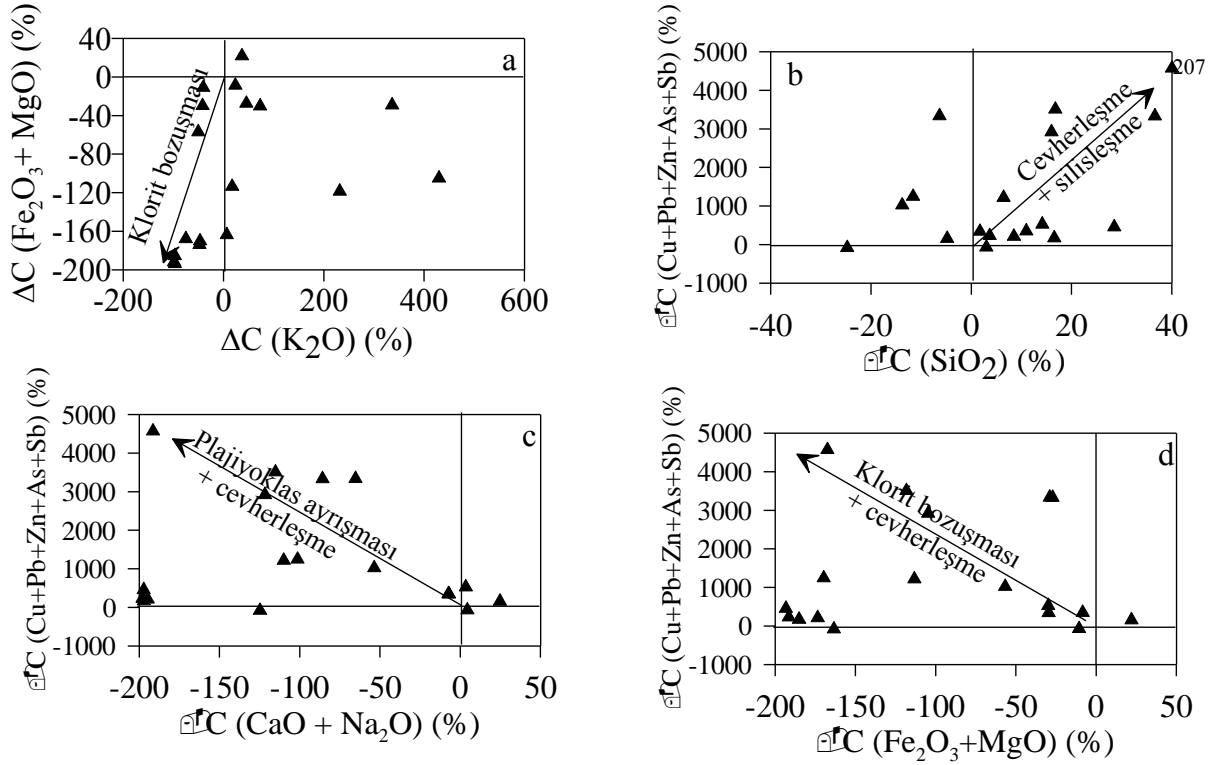
süresince klorit bozuşmasının meydana geldiğini göstermektedir (Şekil 17f).

4 nolu profildeki örneklerden hesaplanan nispi kütle değişimlerine göre; Si artışının diğer zonlara göre cevherli zonda fazla olması cevherleşme oluşumu süresince silisleşmenin de gerçekleştiği (Şekil 18b), serizitleşme gerçekleşirken kloritin bozuştığı (Şekil 18a), nispi kütle değişimlerine göre, Ca ve Na elementlerinde meydana nispi azalmanın propilitik zona göre cevherli zonda daha yoğun gerçekleşmesi cevher oluşumu sırasında plajiyoklas ayrışması (Şekil 18c), Fe ve Mg'nin cevherli zonda daha fazla nispi azalma göstermesi ise klorit bozuşması (Şekil 18d)

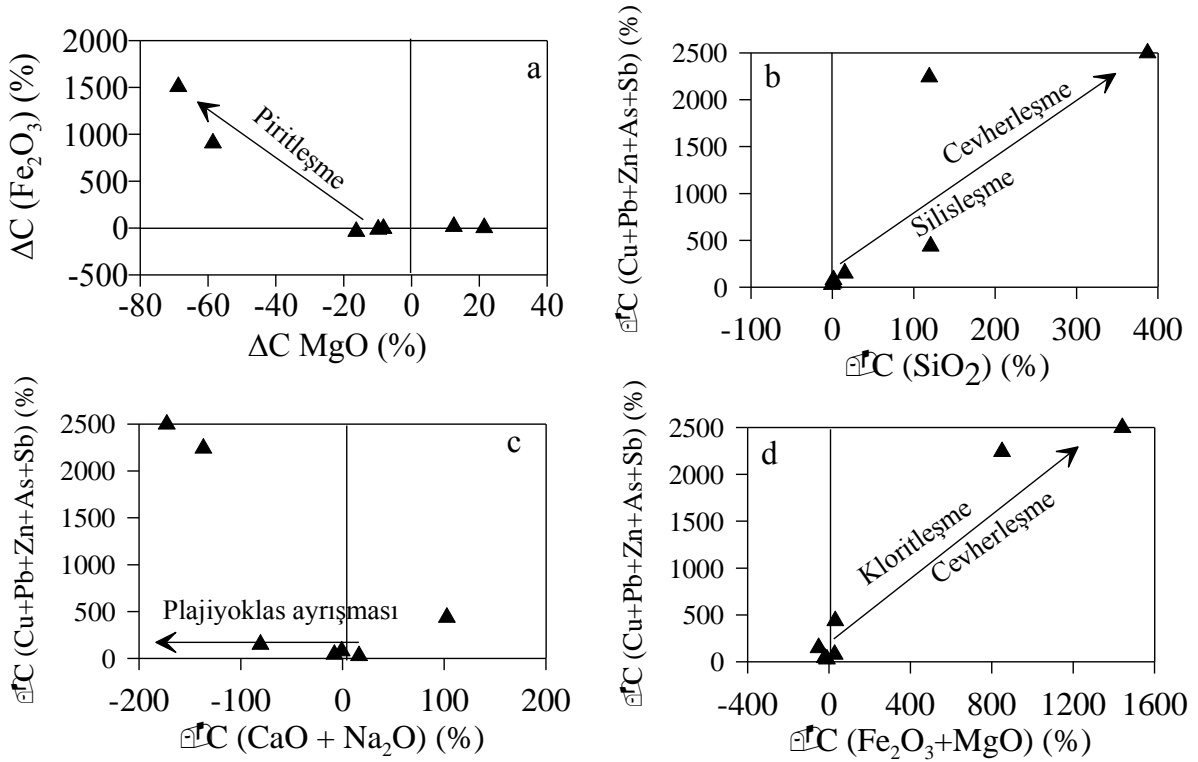
olayları ile açıklanabilir. Son olarak 5 nolu profil için elde edilen nispi kütle değişim hesaplamalarına göre, Fe'nin cevherli zonda daha fazla nispi artış göstermesi piritleşme (Şekil 19a), Ca ve Na elementlerinde meydana nispi azalmanın propilitik zona göre cevherli zonda daha yoğun gerçekleşmesi cevher oluşumu sırasında plajiyoklas ayrışması ile açıklanabilir (Şekil 19c). Si'nin cevherli zonda propilitik zona göre zenginleşmesi, cevherleşme süresince silisleşmenin gerçekleştiğini (Şekil 19b) ifade etmektedir. Cevherli zonda Fe miktarındaki nispi artışı, cevher oluşumu süresince kloritleşme sürecinin devam ettiği şeklinde açıklanabilir (Şekil 19d).



Şekil 17. En az altere kayaca göre ayrılmış kayacda hesaplanan ve kayacda nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler ile bu değişimler sonucu yan kayacda oluşabilecek alterasyon minerallerini gösterir diyagramlar (3 nolu profil).



Şekil 18. En az altere kayaca göre ayrılmış kayaçta hesaplanan ve kayaçta nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler ile bu değişimler sonucu yan kayaçta oluşabilecek alterasyon minerallerini gösterir diyagramlar (4 nolu profil).



Şekil 19. En az altere kayaca göre ayrılmış kayaçta hesaplanan ve kayaçta nispi kütle artışı veya azalmasına (%) neden olan elementler arasındaki ilişkiler ile bu değişimler sonucu yan kayaçta oluşabilecek alterasyon minerallerini gösterir diyagramlar (5 nolu profil).

4.3.2.2. Net Kütle Değişim Hesaplamaları

Damara dik bir hat boyunca alınan örneklerden net (g/100g) kütle değişimleri ΔC_i^A (g / 100 g) = $[\Delta C_i^A (\%) / 100] \times [C_i^A (g / 100 g)]$ formülü kullanılarak propilitik zon, cevherli zon ve tüm hat için hesaplanmıştır. Bu hesaplamalara örnek olarak 1 nolu profilde cevherli zon için hesaplanan nispi kütle değişim hesaplamaları Tablo 2’de verilmiştir. Ayrıca bu bölümde tüm profiller için Grant (1986)’a göre izokon doğrusundan yararlanarak hesaplanan eğim (m) değerlerine göre kütle kazanç ve kayıpları ise $\% \Delta M^A = 100 \cdot (1/m - 1)$ formülünden yararlanarak kayaçların genel olarak kütlelerinde meydana gelen % olarak net kazanç ve kayıpları hesaplanmıştır.

Net kütle değişim hesaplamaları neticesinde, 1 nolu profilde cevherli zonda yer alan dört örneğin ortalamasına göre Si (111.21 g) ve K (35.09) artışı cevherleşmeye serizitleşmenin eşlik ettiğini gösterirken yine aynı zonda Ca (-0.17 g) ve Na (-0.32 g) net kütle azalması cevher oluşumu süresince plajiyoklas ayrışmasını göstermektedir (Şekil 19a). Ayrıca cevherli zonda Pb 32535 g/100g zenginleşerek baskın cevher minerali galen ve Zn 432 g/100g zenginleşerek sfalerit mineralinin oluşumunu sağlamışlardır (Şekil 20a). Arzular cevherleşme sahasında 1 nolu profilde, cevherli zonda $m < 1$ (0.56) olarak belirlenmiş ve cevherli zonda da kütle artışı olduğu tespit edilmiştir. 1 nolu profilde, tüm hat boyunca alınan örneklerde kayaçların ortalama olarak kütlelerinde % 24.26’lık bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir.

2 nolu profilde cevherli zonda ise Si (6.65g) ve K (5.48g) artışı silisleşme ve serizitleşmenin birlikteliğini gösterirken yine aynı zonda Ca (-1.23 g) ve Na (-0.82 g) net kütle azalması cevher oluşumu süresince plajiyoklas ayrışmasını göstermektedir (Şekil 19b). Ayrıca cevherli zonda Pb 98.25 g/100g, Au 22.42 g/100g, Ag 2.65 g/100g zenginleşmişlerdir. (Şekil 20b). Arzular cevherleşme sahasında 1 nolu örnekleme profilinde olduğu gibi 2 nolu örnekleme profilinde de, Grant (1986)’a göre izokon doğrusundan yararlanarak hesaplanan eğim (m) değerine bakıldığında cevherli zonda

$m > 1$ (1.14) olarak belirlenmiş ve kütle kaybı olduğu tespit edilmiştir. Kayaçların ortalama olarak kütlelerinde % 10.17’lik bir kaybın meydana geldiği hesaplanmıştır.

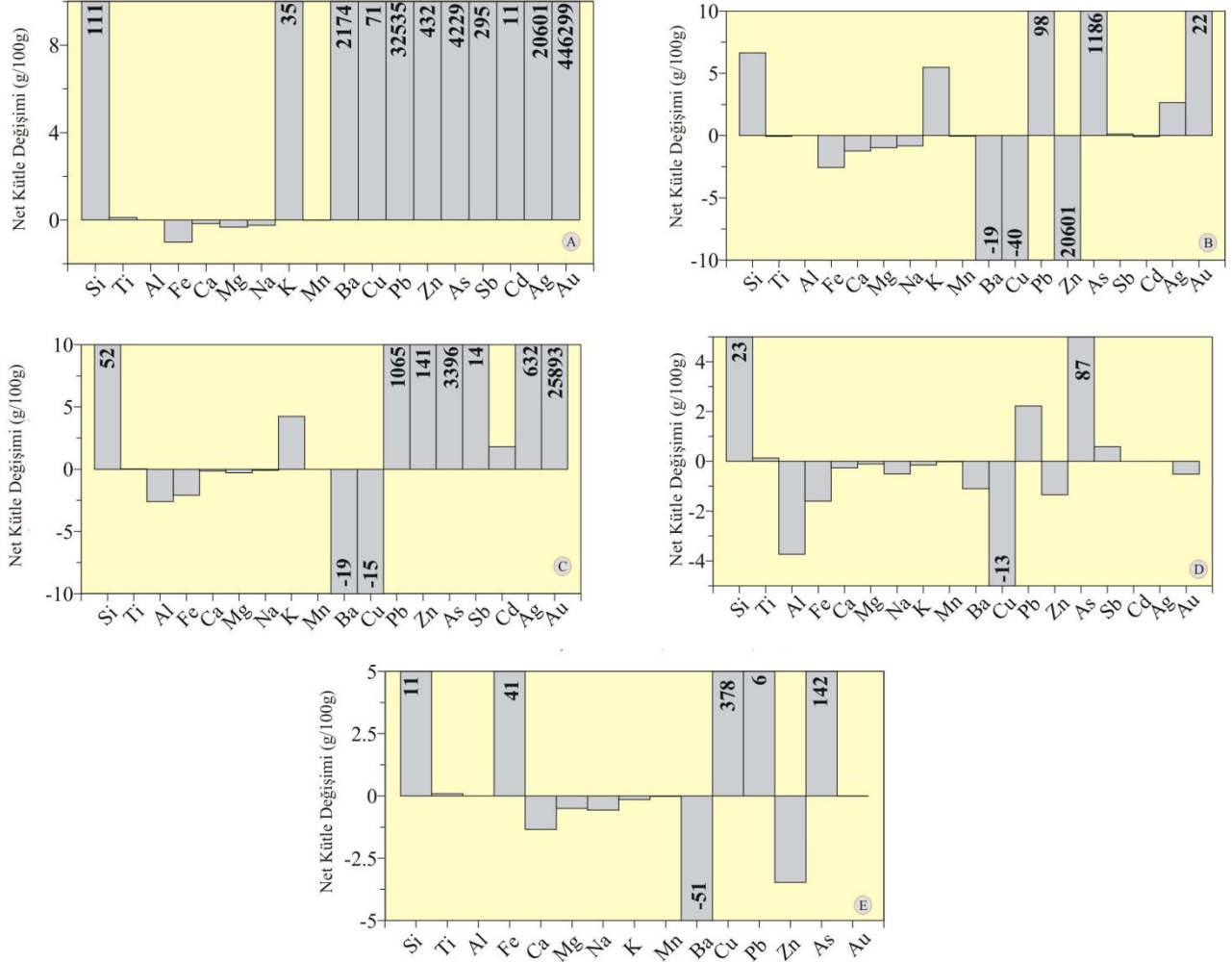
3 nolu profil boyunca alınan örneklerin net (g/100g) kütle değişimi hesapları sonucunda cevherli zonda Si (52.23g) ve K (4.24g) artışı cevherleşme süresince silisleşme ile serizitleşmenin bir arada gözlemlendiğini yine aynı zonda Ca (-0.14 g) ve Na (-0.10g) net kütle azalması cevher oluşumu süresince plajiyoklas ayrışmasını göstermektedir (Şekil 19c). Ayrıca cevherli zonda Pb 87.90 g/100g, Au 25893.04 g/100g, Ag 632.88 g/100g zenginleşmişlerdir. (Şekil 20c). Bu profilde cevherli zonda hesaplanan eğim (m) değerine bakıldığında $m < 1$ (0.84) belirlenmiş ve bu zonda kütle artışı tespit edilmiştir. 1 ve 2 nolu profillerde olduğu gibi benzer şekilde 3 nolu profilde de, tüm hat boyunca alınan örneklerde eğim (m) değerinden yararlanarak yapılan hesaplamalarda kayaçların ortalama olarak kütlelerinde % 2.64’lük bir artışın meydana geldiği tespit edilmiştir.

4 nolu profil boyunca alınan örneklerden elde edilen net (g/100g) kütle değişim hesaplamalarına göre cevherli zonda Si (23.50g) net kütle artışı ve K (-0.15g) net kütle azalımı göstermesi ile açıklanırken, yine aynı zonda Ca (-0.26 g) ve Na (-0.50 g) net kütle azalması cevher oluşumu süresince plajiyoklas ayrışmasının etkili olduğu şeklinde açıklanmaktadır (Şekil 19d). Ayrıca cevherli zonda Pb 2.22 g/100g, net kütle kazancı, Au -0.52 g/100g, Cu -13.66 g/100g ve Zn -1.34 g/100g oranında net kütle azalması belirlenmiştir (Şekil 20d). Cevherli zonda $m > 1$ olarak elde edilmiş (1.02) cevherli zonda kütle azalması olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer örnek alım profillerinde olduğu gibi 4 nolu profilde de, tüm hat boyunca alınan örneklerde eğim (m) değerinden yararlanarak yapılan hesaplamalarda kayaçların ortalama olarak kütlelerinde (% -7.65) azalmanın meydana geldiği görülmektedir.

Çalışılan sahada 5 nolu profil boyunca alınan örneklerden net (g/100g) kütle değişim hesaplamalarına göre cevherli zonda Cu 378.39 g/100g, net kütle kazancı, Au -0.01 g/100g, ve

Zn - 3.47 g/100g oranında net kütle azalması olduğu (Şekil 20e), izokon doğrusundan yararlanarak hesaplanan eğim (m) değerinin cevherli zonda $m < 1$ (0.72) olduğu ve eğim

değerine bağlı olarak kütle kazancı olduğu ve kayaların ortalama olarak kütlelerinde % 9.97 artışının meydana geldiği tespit edilmiştir.



Şekil 20. Arzular cevherleşmesine dik bir hat boyunca cevherli zonlarda yer alan örneklerinin ortalamasına göre hesaplanan net (g/100g) kütle değişim diyagramları (A: 1 nolu profil, B: 2 nolu profil, C: 3 nolu profil, D: 4 nolu profil, E: 5 nolu profil).

5. Sonuçlar

- Arzular cevherleşmesi, K70D doğrultulu 75° KB'ya eğimli ve DB doğrultulu 70° K'ye eğimli damarlara fay kontrollü olarak Alibaba Formasyonu içindeki andezitlerde gelişmiş ve kalınlıkları 0.1-0.3 m arasında değişen silis damarları ile ilişkidir. Cevherleşmenin ana cevher minerallerini sfalerit, galen, pirit, kalkopirit, tetrahedrit oluşturmakla birlikte parlak kesitlerde eser miktarda altın bulunmaktadır. Gang

minerali olarak ise çoğunlukla kuvars bulunmaktadır.

- Çalışılan sahada cevher damarlarına dik bir hat boyunca 5 adet profil üzerinden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları MINSQ veri çözümü programı ile değerlendirildiğinde, cevherden yan kayaca doğru kuvars, serizit, K'lu Feldspat kaolinit, Fe Klorit, albit, Mg klorit ve epidotun cevherleşme sahasında gözlenen alterasyonların mineral parajenezini oluşturduğu belirlenmiştir.

- Kütle değişim hesaplamalarında kullanılmak üzere profillerde Zr (1, 2, 3 ve nolu), Hf (1, 2 ve 4 nolu), Al ve Ti (3 ve 5 nolu) hareketsiz element olarak belirlenmiştir.
- Tüm profillerde cevher oluşumu süresince Na ve Ca ile Fe ve Mg elementlerindeki nispi azalmaya bağlı olarak sırasıyla plajiyoklas ayrışması ve klorit bozuşması tespit edilmiştir. Cevherli zonlarda Au değerleri 1, 2 ve 3 nolu profillerde nispi artış gösterirken 4 ve 5 nolu profillerde ise nispi azalma göstermiştir.
- Çalışılan sahada 1, 3 ve 5 nolu profillerde kütle artışı söz konusu olup bu kütle artışlarının ortalama yüzdeleri sırasıyla % 24.26, % 2,64 ve % 9.97 şeklindedir. 2 ve 4 nolu profillerde ise kütle kaybı belirlenmiş olup bu profillere ait ortalama kütle kayıp yüzdeleri sırasıyla % -10.17 ve % - 7.65 şeklindedir. Ortalama olarak en fazla kütle kazancı (%24.26) 1 nolu profilde en fazla kütle kaybı (%-10.17) ise 2 nolu profilde belirlenmiştir.
- Tüm profiller boyunca yapılan mineral, kütle ve kimyasal değişimlere bakıldığında, cevher oluşturan sıvıların silisyumca nispeten zengin bileşimde olduğu, cevherin silisleşmeye ve serizitleşmeye bağlı olarak oluştuğu, cevher oluşumu süresince plajiyoklas ayrışmasının ve klorit bozuşmasının gerçekleştiği, cevherli zonda yüksek Fe içeriğinden dolayı piritleşme olduğu, cevherden uzak zonlarda Fe'li ve Mg'lu kloritlerin baskın alterasyon mineralleri olduğu, sıvıların taşıdığı cevher oluşturan elementlerin aralarındaki korelasyonların yüksek olması ve benzer zonlarda zenginleşmiş olmaları bölgedeki cevherleşmenin aynı fazda oluştuğu sonuçlarına varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir bölümü olup, Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 2006.112.005.2 nolu proje ile desteklenmiştir. Yazarlar, söz konusu

çalışma süresince arazi ve büro çalışmaları sırasında yardımlarından dolayı Jeoloji Mühendisleri Hasan Basri DEMİR ile Berat Anıl YERÖZ'e teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Adamia, S., Lordkitanidze, M.B. ve Zakariadze, G.S., 1977. Evolution of an Active Continental Margine as Exemplified by the Alpine History of Caucasus, *Tectonophysics*, 40, 183-189.
- Ağan, A., 2003. Sobran-Gümüşhane Sahasının Jeoloji Raporu, MTA Genel Md, Ankara.
- Akaryalı, E., Arzular (Gümüşhane KD-Türkiye) Altın Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal Ve Kökensel İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (2012), 223s.
- Akaryalı, E., ve Tüysüz, N., 2013. The genesis of the slab window-related Arzular low-sulfidation epithermal gold mineralization (Eastern Pontides, NE Turkey). *Geoscience Frontiers*, 4 pp. 409-421.
- Akçay, M., Gündüz, Ö. ve Çoban, H., 1998. A Multi-phase Intrusion Around the Gümüşhane Village (Artvin) and Associated Mineralisation Types: A Geologic and Geochemical Approach, *Geosound*, 33, 1-18.
- Aslaner, M., 1977. Türkiye Bakır-kurşun-çinko Yataklarının Jeolojik ve Bölgesel Sınıflamasıyla Plaka Tektoniği Yönünden İncelenmesi, KTÜ Yerbilimleri Fakültesi, Yayın No: 12, Trabzon.
- Barret, T.J., Cattalani, S. ve MacLean, W.H., 1993. Volcanic Lithochemistry and Alteration at the Delbridge Massive Sulfide Deposit, Noranda Quebec, *Jour. Of Geochem. Expoloration*, 48, 135-173.
- Bektaş, O. ve Güven, İ.H., 1995. Alaskan Aphinitic Type Ultramafic and Mafic Complexes as the Root Zone of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE

- Turkey), Geology of the Black Sea Region, 189-196. Ankara.
- Böhlke, J.K., 1989. Comparison of Metasomatic Reactions Between a Common CO₂-rich Vein Fluid and Diverse Wall Rocks: Intensive Variables, Mass Transfers, and Au Mineralization at Alleghany, California, Econ. Geology, 84, 291-327.
- Çiftçi, E., 2000. Mineralogy, Paragenetic Sequence, Geochemistry and Genesis of the Gold and Silver Bearing Upper Cretaceous Mineral Deposits, North eastern Turkey, Ph. D Thesis, University of Missouri-Rolla, Missouri.
- Çubukçu, A., 1998. Kaletaş (Gümüşhane) Epitermal Altın Cevherleşmesinin Jeolojisi, Jeokimyası ve Mineralojisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dana, J. D., 1993. Manuel of Mineralogy, John Wiley and Sons, Inc. 21st. Eds., New York - Chichester - Brisbane - Toronto - Singapore, 681 s.
- Deer, W. A., Howie, R. A. ve Zussman, J., 1992. An Introduction to the Rock - Forming Minerals, John Wiley and Sons, Inc. 21st. Eds., New York, 696 s.
- Demir, Y., 2005. İstala ve Köstere (Zigana/Gümüşhane) Cu-Pb-Zn Madenleri ve Yan Kayaçlarının Mineralojisi ve Dokusal Özelliklerinin Karşılaştırılması İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dixon, J.C. ve Pereire, J., 1974. Plate Tectonics and Mineralization in the Tethyan Region, Min. Deposita, 9, 185-198.
- Elliot-Meadows, S. ve Appleyard, E., 1991. The Alteration Geochemistry and Petrology of the Lar Lake Cu-Zn Deposit, Lynn Lake Area, Manitoba, Canada, Econ. Geol., 86, 486-505.
- Eyüboğlu, Y., 2010. Late Cretaceous High-K Volcanism in the Eastern Pontide Orogenic Belt: Implications for the Geodynamic Evolution of NE Turkey, International Geology Review, 52, 142-186.
- Finlow-Bates, T. ve Stumppfl, E., 1981. The Behavior of the So-Called Immobile Elements in Hydrothermally Altered Rocks Associated with Volcanogenic Submarine-Exhalative Ore Deposits, Miner. Deposit, 16, 319-328.
- Gettinger, T.E., 1962. 1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Trabzon Paftası ve İzahnamesi, MTA Yayını, Ankara,
- Grant, J.A., 1986. The Isocon Diagram a Simple Solution to Gresens Equations for Metasomatic Alteration, Econ. Geol., 81, 1976 - 1982.
- Greesens, R.L., 1967. Composition-volume Relationships of Metasomatism, Chemical Geology, 2, 47-65.
- Gündoğdu, M. N. ve Yılmaz, O., 1984. Kil Mineralojisi Yöntemleri, I. Ulusal Kil Konferansı, Bildiriler Kitabı: 319-330.
- Güner, S. ve Yazıcı, E.N., 2006. Gümüşhane-Arzular Altın Sahası Tanıtım Raporu, MTA Raporu, Trabzon.
- Güner, S., ve Yazıcı, E.N., 2011. Gümüşhane – Bayburt – Trabzon Kıymetli Metal (Au – Ag) ve Baz Metal (Cu – Pb – Zn) Sahaları Envanter Raporları, (yayınlanmamış), Trabzon.
- Hermann, W. ve Berry, R.F., 2002. MNSQ-A Least Squares Spreadsheet Method for Calculating Mineral Proportions from Whole Rock Major Element Analyses (yayınlanmamış).
- Huston, D. L., 1993. The Effect of Alteration and Metamorphism on Wall Rocks to the Balcooma and Dry River South Volcanic-Hosted Massive Sulphide Deposits,

- Queensland, Australia, Jour. Of Geoch. Expl., 48, 277-307.
- Huston, D. L. ve Cozens, G. J., 1994. The Geochemistry and Alteration of the White Devil Porphyry Implications to Intrusion Timing. Mineral Deposita, 29, 275 - 287.
- Kaygusuz, A., 1992. Dağbaşı (Araklı-Trabzon) ve Çevresinin Mineralojik ve Petrografik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, Trabzon, 63s.
- Karakaya, M.Ç., Karakaya, N., Küpeli, Ş. ve Yavuz, F., 2012. Mineralogy and Geochemical Behavior of Trace Elements of Hydrothermal Alteration Types in the Volcanogenic Massive Sulfide Deposits, NE Turkey, Ore Geology Reviews, 48, 197-224.
- Karslı, O., 2002. Granitoid kayaçlarda magma etkileşimleri için petrografik mineralojik ve kimyasal bulgular: Dölek ve Sarıçiçek Plütonları (Gümüşhane, KD-Türkiye), Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enst., Trabzon.
- Kaur, P., Chaudhri, N., Hofmann, A. W., Raczek, I., Okrusch, M., Skora, S. ve Baumgartner, L. M., 2008. Two Stage, Extreme Albitisation of A-type Granite from NE Rajasthan, India, J. of Petrol. (in press).
- Large, R. R. Gemmel, J. B. ve Paulick, H., 2001. The Alteration Box Plot: A Simple Approach to Understanding the Relationship between Alteration Mineralogy and Lithogeochemistry Associated with Volcanic - Hosted Massive Sulfide Deposits, Economic Geology. 96, 957 - 971.
- Leitch, C.H.B., 1981. Mineralogy and Textures of the Lahanos and Kızılkaya Massive Sulfide Deposits, Northeastern Turkey, and their Similarity to Kuroko Ores, Min. Deposita, 16, 241-257.
- Lermi, A., 1996. Kanköy (Yomra-Trabzon) Cevherinde Toprak-Bitki Jeokimyasının Uygulanması ve İndikatör Bitki Türü Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Lermi, A., 2003. Midi (Karamustafa/Gümüşhane, KD Türkiye) Zn-Pb Yatağının Jeolojik, Mineralojik, Jeokimyasal ve Kökensele İncelemesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- MacLean, W.H. ve Kranidiotis, P., 1987. Immobile Elements as Monitors of Mass Transfer in Hydrothermal Alteration: Phelps Dogge Massive Sulfide Deposit, Matagami, Quebec, Econ. Geology, 82, 951-962.
- MacLean, W.H., 1990. Mass Change Calculations in Altered Rock Series, Mineral Deposita, 25, 44-49.
- MacLean, W.H. ve Hoy, L. D., 1991. Geochemistry of Hydrothermal Altered Rocks at the Home Mine, Noranda, Quebec. Econ. Geology., 86, 3, 506 - 528.
- Mountain, B.W. ve Anthony, E.W.J., 1996. Mass Transfer and the Path of Metasomatic reactions in Mesothermal Gold Deposits: An Exaple from Flambeau Lake, Ontario, Econ. Geology, 91, 302-321.
- Myers, R. E. ve MacLean, W. H., 1983. The Geology of the New Inscop Copper Deposit, Noranda District, Quebec, Canadian Jour. Earth. Sci., 20, 1291-1304.
- Pejatoviç, S., 1979. Pontid Tipi Masif Yataklarının Metalojeni, MTA Yayın No: 177. Ankara.
- Saraç, S., 2003. Doğu Karadeniz Bölgesi Demirli Skarn yataklarının Karşılaştırılmalı Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ, FBE, Trabzon, 269s.

- Saraç, S., ve Van, A., 2005. Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki Skarn Yataklarının Karşılaştırılmalı Kimyasal ve Mineralojik Özellikleri: Doğu Pontid Kuzey Zonu (KD Türkiye), Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29(2), 27-44.
- Sipahi, F., 1996. Camiboğazı ve Sarıtaş□ Yaylaları Arasındaki bölgenin Petrografisi Ve Maden Yatakları Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, FBE, Trabzon, 69s.
- Sipahi, F., 2005. Zigana Dağı (Torul-Gümüşhane) Volkanitlerindeki Hidrotermal Ayrışmaların Mineraloji ve Jeokimyası, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enst., Trabzon.
- Sipahi, F. ve Sadıklar, M.B., 2011. Zigana (Gümüşhane, KD-Türkiye) Volkanitlerinin Alterasyon Mineralojisi ve Kütle Değişimi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 53, 2-3, 97-128.
- Sipahi, F., 2011. Formation of skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey) N. Jb. Miner. Abh. 188/2, 169–190
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Tüysüz, N., 2000. Geology, Lithochemistry and Genesis of the Murgul Massive Sulfide Deposit, NE Turkey, Chem. Erde, 60, 231-250.
- Van Gerven, M., 1995. Geochemische Nebengesteinsalterationen und Erfassung Signifikanter Zonierungen im Bereich des Jade - Erzfeldes, Okinawa - Trog, Japan, Dipl. - Geol., Freie Universitate, Rohstoff - und Umweltgeologie, Berlin, 186 s.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A., 1977. Geochemical Discrimination of Different Magma Series and Their Diferantation Products Using Immobile Elements, Chem. Geol., 20, 97-127.
- Yalçınalp, B., 1992. Güzelyayla (Maçka-Trabzon) Porfiri Cu-Mo Cevherleşmesinin Jeolojik Yerleşimi ve Jeokimyası, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yaylalı-Abonoz, G. ve Tüysüz., 2010. Chemical, Mineralogical, and Mass-Change Examinations Across a Gold Bearing Vein Zone in the Akoluk Area, Ordu, NE, Turkey, N.Jb.Mineral., 187/1, 11-22.

Kara Dut (*Morus nigra* L.) Bitkisinin In Vitro Çoğaltımı

Ö. KALKIŞIM^{1*}, A.TURAN², F. N. AZERİ¹, D. ÖZDEŞ¹

¹Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, 29100 Gümüşhane, Türkiye

²Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Fındık Eksperliği Programı, Giresun, Türkiye

Geliş tarihi/Received 05.04.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 16.05.2013

Kabul tarihi/Accepted 03.06.2013

Özet

Karadutun (*Morus nigra* L.) doku kültürü ile çoğaltılabilme imkanlarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, erişkin ağaçların obur dallarından alınan nodal eksplantlardan çoklu sürgün teşvikini sağlamaya yönelik etkili bir protokol standardize edilmek üzere, bitki büyüme düzenleyicilerin farklı konsantrasyon ve kombinasyonu ile zenginleştirilmiş MS ortamları denenmiştir. Beş ayrı konsantrasyonda BAP (6-enzylaminopurine; 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 mg/L) ile desteklenmiş ve ayrıca BAP, NAA (naphthalen acetic acid; 0,25 mg/L) ve TDZ (Thidiazuron; 0,1 mg/L)'nin birlikte kullanıldığı MS temel besi ortamları kullanılmıştır. İnokülasyondan 45 gün sonra nodal eksplantlardan sürgün rejenerasyon yüzdesi, her eksplant başına düşen sürgün sayısı (sürgün/eksplant), ortalama sürgün uzunluğu (cm) ve her eksplant başına düşen yaprak sayısı (yaprak/sürgün) belirlenmiştir. BAP (2,0 mg/L), TDZ (0,1 mg/L) ve NAA (0,25 mg/L) ile desteklenen MS ortamı gövde rejenerasyonunda ve diğer tüm parametreler bakımından en yüksek etkiyi göstermiştir. İn vitro dan elde ettiğimiz sürgünler köklendirme ortamlarına alınmıştır. Köklendirme ortamlarından en iyi köklenme yüzdesi ve eksplant başına düşen kök sayısı BAP (1,0 mg/L) ve NAA (0,5 mg/L)'in birlikte kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Yaptığımız bu çalışmadan elde edilen veriler dut bitkisinin doku kültürü yolu ile seri üretiminde kullanılabilir bir protokol sunmaktadır. Ayrıca bu araştırmanın sonuçları daha sonra yapılacak olan diğer çalışmalar için temel oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler: Karadut, *Morus nigra* L., Doku kültürü, In vitro çoğaltım

In vitro Multiplication of Black Mulberry (*Morus nigra* L.)

Abstract

In this study, which was aimed to determine the multiplication potentially of black mulberry (*Morus nigra* L.) by tissue culture, in order to standardize an effective protocol oriented to provide multiple shoots of nodal explant obtained from glutton branch of adult tree, the MS mediums, which were enriched with different concentrations and combinations of plant growing regulators, were tried. The MS mediums, at 5 different concentrations of BAP (6-benzylaminopurine; 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 mg/L) and also a combination of BAP, NAA (naphthalen acetic acid; 0.25 mg/L) and TDZ (Thidiazuron; 0.1 mg/L), were used. After 45 days of inoculation, the regeneration percentage of shoots, the numbers of shoots per explant (shoots/explant), average shoots length (cm), the number leaf per explant (leaf/explant) were determined. The MS medium, supported with BAP (2.0 mg/L), TDZ (0.1 mg/L) and NAA (0.25 mg/L), was the most effective with respect to trunk regeneration and

all other parameters. The shoots obtained from in vitro were taken to rooting mediums. In rooting mediums the best rooting percentage and the number of roots per explant were obtained with a combination usage of BAP (1.0 mg/L) and NAA (0.5 mg/L) The data obtained from this study presents a protocol for the serial productions mulberry with tissue culture. On the other hand the results of this study will provide a basis for further studies.

Keywords: Black mulberry, *Morus nigra* L., Tissue culture, In vitro multiplication

1. Giriş

Dut, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen bir meyve türüdür. Dut (*Morus spp.*), Urticales takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine girmektedir. Genellikle kireçli-killi ve güney yönündeki toprakları sever ve kuraklıktan fazla etkilenmez. Meyvesinden faydalanılan ve yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan dut türleri *M. alba* L., *M. nigra* L. ve *M. rubra* L.'dir

Dünyada 10-12 türü olduğu bildirilen (Candolle, 1967) dut türleri içerisinde yer alan ve meyvesi için yetiştirilen mor dut (*M. rubra* L.), beyaz dut (*Morus alba* L.) ve karadut (*Morus nigra* L.) türleri ülkemizde de geniş yayılma alanı bulmuştur (Davis, 1972). Gümüşhane ili ve çevresinde özellikle pestil ve köme yapımında kullanılmakta olup ticari önemi vardır.

Dutun vejetatif olarak çoğaltılması amacıyla denenen aşı ile çoğaltmada istenilen başarı düzeyinin sağlanamaması (Miralimov, 1963) araştırmacıları diğer vejetatif yöntemleri denemeye yönlendirmiştir. Bu yöntemlerden biri olan çelikle çoğaltmayla ilgili yapılan bazı çalışmalarda değişik sonuçlar alınmıştır. Bazı araştırmacılar başarılı sonuçlar elde ettiklerini (Alexandrow, 1988) bildirirken, bazıları da düşük köklenme yüzdesi elde ettiklerini kaydetmişlerdir (Ünal vd. 1992). Dutun, diğer bir vejetatif çoğaltma metodu olan ve birçok avantajlı yönleri bulunan doku kültürü ile çoğaltılması konusunda ise yurt dışında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazılarından başarılı sonuçların alındığı kaydedilmiştir. Sharmila vd. (1990), tek bir eksplanttan 20 adet bitkicik oluştuğunu ve dutun doku kültürü ile ticari olarak üretilebileceğini bildirmişlerdir. Dutun doku kültürü ile

çoğaltılması konusunda yapılan çalışmaların bazıları MS ortamından (Sharmila vd. 1990; Patel vd. 1983; Bapat vd. 1987; Tewary ve Roa, 1990; Jain vd. 1990; Yadav vd. 1990; Tewary vd. 1989; Sharma ve Thorpe, 1990) bazıları Snir ortamından (Ivanika, 1987), bazılarında ise Linsmaier ve Skoog's ortamından (Jain ve Datta, 1992), başarılı sonuçların alındığını bildirmişlerdir. Eksplant tipinin önemli olduğu ve başarıyı etkilediği kaydedilmiştir. Jain ve ark.(1990), tepegözlerinden alınan eksplantlarda, sürgün oluşumunun yan gözlerden alınanlara göre daha iyi olduğunu vurgulamışlardır. Patel ve ark. (1983) ise gövde, yaprak petiol eksplantlarından kallus, tepegözlerinden alınan eksplantlardan ise sürgün oluşumunu gözlediklerini belirtmişlerdir. Sharma and Thorpe (1990), de nodal segmentlerin pozisyonunun etkili olduğunu, sürgün gelişimi açısından yukarıdan aşağıya doğru bir artışın olduğunu bildirmişlerdir.

Gerek duyulan hormon konsantrasyonu açısından ise türler yanında çeşit ve eksplant tipleri arasında da farklılıkların olduğu kaydedilmiştir (Jain vd. 1990; Sharma ve Thorpe, 1990).

Yapılmış olan bu çalışmalar sonucunda, yurt dışında, dutun doku kültürü ile üretilmesi ticari anlamda üretim yapılabilecek aşamaya getirilmiş olmasına rağmen, ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Aynı zamanda yapılan piyasa araştırmalarında, karadut fidanına olan talebin karşılanamadığı görülmüştür. Bunun nedeninin az sayıda bulunan karadut bitkilerinin yeterli ölçüde hızlı üretilmemesi olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, dutun doku kültürü ile üretilme şartlarının araştırılması ülkemiz açısından yararlı bir çalışma olacaktır. Bu amaç doğrultusunda, planlanan bu çalışma kapsamında Gümüşhane ilinde mevcut olan

karadut türünün in vitro ortamda sürgün geliştirmesi üzerine eksplant tipi ile farklı hormon türü ve dozlarının etkisinin araştırılmıştır. Bu amaçla, üç değişik hormon türü ile bunların farklı dozlarının sürgün tomurcuklarındaki rejenerasyona etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitki Materyali ve Eksplant Hazırlığı

Bu çalışmada kullanılan bitki materyali Gümüşhane ilinde yetişen karadut (*Morus nigra* L.) ağaçlarından temin edilmiştir. Karadut ağaçlarından alınan obur dallar, yaprakları temizlendikten sonra musluk suyu altında tutulmuş ve deterjan (Tween 20) ile iyice yıkanarak steril edilmiştir. Yıkanan dal parçaları % 0,5 (a/h)'lik sistemik fungusit (Bavistin, BASF) ile 30 dakika muamele edilmiştir. Daha sonra üç kez steril distile su ile iyice çalkalanmıştır. Bitki dal parçaları bir veya iki nod içerecek şekilde 3-5 cm'lik parçalara kesilmiş ve %70 (h/h)'lik alkolde 3 dakika yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Ardından iki kez steril distile su ile yıkanmıştır. Son olarak %0,1(a/h)'lik civa klorür ($HgCl_2$) solüsyonunda 12 dakika yavaşça çalkalanmıştır. $HgCl_2$ kalıntısı kalmayınca kadar steril distile su ile 5-6 defa yıkanarak sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır (Zaki vd. 2011).

2.2. Kültür Ortamlarının Hazırlığı ve Aseptik Kültür Ortamlarının Hazırlanması

Çalışmamız, farklı konsantrasyonda hormonlar ile zenginleştirilen MS temel ortamında gerçekleştirilmiştir. MS temel besi ortamı standart protokole göre hazırlanmıştır. Temel rejenerasyon ortamı; MS tuzları, vitaminleri, sukroz (%3,0 (a/h)'lık) ve agar (%0,7 (a/h)'lik) içermektedir. Tüm bitki büyüme düzenleyicileri ortamın pH değeri 5,7'ye ayarlanmadan önce eklenmiştir. Her kültür kabına 20 mL'lik ortam dökülmüş ve 121 °C'de 15 dakika 105 kPa basınçta steril edilmiştir. Yüzey sterilizasyonu yapılarak hazırlanmış olan eksplantlar, farklı konsantrasyon ve kombinasyonda bitki büyüme düzenleyicileri içeren MS besi yerlerine ekilmiştir. Kültürler, inokülasyondan sonra

25±2 °C'de ve %70-80 bağıl nemde beyaz floresan lambalar (foton ışık yoğunluğu; 55-75 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ile 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık foto periyotta inkübe edilmiştir. Çalışmada kullanılan ortamlar ve bitki büyüme düzenleyicilerinin konsantrasyonu ve kombinasyonu Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Mikroçoğaltım için kullanılan besi ortamları ve hormon konsantrasyonları

Ortamlar	BAP mg/L	TDZ mg/L	NAA mg/L
MS1 (Kontrol)	-	-	-
MS2	1,0	-	-
MS3	2,0	-	-
MS4	3,0	-	-
MS5	4,0	-	-
MS6	5,0	-	-
MS7	1,0	0,1	-
MS8	2,0	0,1	-
MS9	3,0	0,1	-
MS10	4,0	0,1	-
MS11	5,0	0,1	-
MS12	1,0	0,1	0,25
MS13	2,0	0,1	0,25
MS14	3,0	0,1	0,25
MS15	4,0	0,1	0,25
MS16	5,0	0,1	0,25

BAP; 6-benzylaminopurine, NAA; naphthalene acetic acid, TDZ; Thidiazuron

Tablo 2. Farklı konsantrasyon ve kombinasyondaki bitki büyüme düzenleyicilerinin (oksin: NAA, IAA ve Sitokinin: BAP) in vitro'dan elde edilen *Morus nigra* L. sürgünlerinin köklenmesi üzerine etkisi

Kısaltmalar	BAP mg/L	IAA mg/L	NAA mg/L
K1 (Kontrol)	-	-	-
K2	-	-	-
K3	-	-	-
K4	-	-	-
K5	-	0,25	-
K6	-	0,5	-
K7	-	1,0	-
K8	1,0	0,25	-
K9	1,0	0,5	-
K10	2,0	1,0	-
K11	1,0	-	0,25
K12	1,0	-	0,5
K13	2,0	-	1,0
K14	3,0	-	2,0

BAP; 6-benzylaminopurine, IAA; Indole acetic acid, NAA; naphthalene acetic acid

2.3.Verilerin değerlendirilmesi

Çalışmamızda farklı MS ortamına ait değerler için SPSS 19 paket programında varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi tam şansa bağlı deneme desenine göre yapılmış olup, ortalamaların karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Büyüme Düzenleyicilerin Sürgün Oluşumuna Etkisi

Dutun seri ve çabuk üretimi için yapılan daha önceki doku kültürü çalışmalarına dayanılarak, bitki büyüme düzenleyicisi olan BAP (6-Benzylaminopurine), NAA (Naphthalene acetic acid) ve TDZ (Thidiazuron)'nin farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarını içeren uygulama ortamlarına ekilen ekplantlardan, ortamlara ekildikten 45 gün sonra elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi, her eksplant başına düşen sürgün sayısı (sürgün/eksplant), ortalama sürgün uzunluğu (cm) ve her eksplant başına düşen yaprak sayısı (yaprak/sürgün) belirlenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi yapılmış olup, sonuçlar Tablo 3 ve 4'te verilmiştir.

Tablo 3. MS uygulama ortamlarının, *Morus nigra* L. bitkisinin nodal eksplantlarının sürgün rejenerasyon yüzdesi, sürgün sayısı, ortalama sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı üzerine etkisi

Ortam	Rej. (%)	Ortam	Sür. sayısı /Eksplant	Ortam	Ort. Sür. Uzunluğu (cm)	Ortam	Yap. sayısı /Eksplant
K13	92,12 a *	K13	5,37 a	K12	6,06 a	K13	4,94 a
K12	80,11 b	K12	4,96 b	K13	5,86 ab	K12	4,60 ab
K7	76,28 c	K14	4,73 b	K14	5,60 bc	K14	4,47 b
K14	71,92 d	K8	4,59 bc	K8	5,52 c	K15	4,46 b
K15	70,66 d	K15	4,18 cd	K7	5,11 d	K8	4,38 b
K16	68,25 e	K16	4,17 cd	K9	5,06 de	K7	4,20 bc
K2	66,43 efg	K7	4,10 de	K10	5,05 de	K16	3,88 c
K8	63,41 f	K2	4,04 de	K15	5,02 de	K9	3,86 cd
K3	61,71 fg	K3	3,79 de	K16	4,93 de	K10	3,61 d
K9	59,63 gh	K9	3,67 e	K2	4,73 e	K11	3,58 d
K5	58,48 hi	K10	3,14 f	K3	4,73 e	K2	2,93 e
K10	56,74 ij	K11	3,08 f	K11	4,18 f	K3	2,82 ef
K11	56,45 ij	K4	3,05 f	K5	4,02 fg	K4	2,66 efg
K4	54,46 j	K5	2,74 f	K4	3,99 fg	K6	2,48 fg
K6	52,75 k	K6	2,03 g	K6	3,75 g	K5	2,39 g
K1	35,26 l	K1	1,23 h	K1	3,21 h	K1	2,37 g

*%1 seviyesinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar çok önemlidir (p<0,01).

Tablo 4. MS uygulama ortamlarının, *Morus nigra* L. bitkisinin nodal eksplantlarının köklenme yüzdesi ve kök sayısı üzerine etkisi

Ortam	Köklenme (%)	Ortam	Kök sayısı/ Eksplant
K12	78,33 a *	K12	8,46 a*
K11	66,66 b	K11	7,43 b
K13	60,00 bc	K13	6,40 c
K14	53,33 cd	K14	5,56 d
K2	48,33 de	K9	4,46 e
K3	46,66 def	K10	3,80 ef
K4	40,00 efg	K2	3,76 ef
K1	38,33 fg	K8	3,66 ef
K9	35,00 g	K3	3,63 ef
K10	21,66 h	K7	3,43fg
K7	16,66 hi	K5	3,16 fg
K8	16,66 hi	K6	2,70 gh
K6	13,33 hi	K4	2,33 h
K5	11,66 i	K1	1,36 i

*%1 seviyesinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar çok önemlidir (p<0,01).

Hormonsuz MS ortamı (M1) ile karşılaştırıldığında bitki büyüme düzenleyicileri ile desteklenen ortamlara ekilen nodal eksplantlardan oluşan sürgün sayısı yüzdesi daha yüksek sonuç vermiştir. Nodal eksplantlar, kültür ortamına ekildikten 2 hafta sonra çoklu sürgün gözleri oluşturmaya başlamıştır. Bu eksplantlardan alınan rejenerasyon sonuçlarına göre özellikle BAP konsantrasyonu'nun 1,0 mg/L ve 2,0 mg/L olduğu ortamlarda sürgün sayısı artış göstermiştir. Sadece BAP eklenmiş ortamlarda rejenerasyon yüzdesi konsantrasyonun 1,0-2,0 mg/L olduğu durumlarda artış gösterirken, 0,1 mg/L TDZ ile

birlikte bu artış daha fazla olmuş, ayrıca BAP, TDZ ve NAA'in birlikte bulunduğu ortamlarda ise sürgün rejenerasyonundaki artış en fazla düzeyde olduğu gözlenmiştir. Özetle en iyi rejenerasyon yüzdesi, BAP, TDZ ve NAA'nın birlikte kullanıldığı M13, M12 ve M7 uygulama ortamlarından elde edilmiş olup sırasıyla değerleri %92,12, %80,11 ve %76,28 olarak gözlenmiştir.

Çalışmada, sürgün rejenerasyonu yüzdesi dışında diğer parametre olarak belirlenen eksplant başına sürgün sayısı, ortalama sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı sonuçlarına

bakıldığında ise, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu değerleri sadece BAP ve BAP ile birlikte 0,1 mg/L TDZ eklenen ve BAP, TDZ ve NAA'nın birlikte eklendiği ortamlarda aynı düzende sonuçlar vermiştir. Sadece BAP eklenen ortamlardan M2 ve M3'de sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu artış göstermiştir. M2 ortamında sürgün sayısı değeri 4,04 iken M3 ortamında sırasıyla 3,79 değerinde olmuştur. Ortalama sürgün uzunluğu bakımından ise, sürgün sayısı değerlerine paralel olarak, M2 ve M3 ortamındaki ortalama sürgün uzunluğu 4,73'lük değerle en fazla sonucu vermiştir. BAP ile TDZ'nin birlikte kullanıldığı ortamlara gelindiğinde, sadece BAP'ın kullanıldığı ortamlarda görüldüğü gibi en fazla değer artışı yine 1,0 ve 2,0 mg/L BAP kullanılan M7 ve M8 ortamlarında görülmüştür. Buna göre M8 ortamında sürgün sayısı 4,59'lük değer ve ortalama sürgün uzunluğu 5,52 ile en yüksek değeri vermiştir. İkinci sırada bu artışı, sürgün sayısında 4,10'lük, sürgün uzunluğunda ise 5,11'lik değer ile M7 ortamı izlemiştir. BAP ile 0,1mg/L TDZ ve 0,25 mg/L NAA'nın birlikte kullanıldığı M12,M13,M14,M15 ve M16 ortamlarından elde edilen sonuçlarda, eksplant başına düşen sürgün sayısı M13 ortamında 5,37 olarak kaydedilmiş olup diğer tüm ortamlara göre en fazla artış değerini göstermiştir. Yine aynı şekilde ortalama sürgün uzunluğu bakımından, M12 ortamı, 6,06'lık değer ile bu düzene paralel olarak maksimum artış değeri vermiştir. Kaydetmiş olduğumuz sürgün başına düşen yaprak sayısı değerleri incelendiğinde ise, diğer parametrelerde olduğu gibi BAP'ın 1,0-2,0 mg/L olduğu ortamlarda artış gözlenmiş, maksimum artış ise 4,94'lük değer ile, 2,0 mg/L BAP, 0,1 mg/L TDZ ve 0,25 mg/L NAA kullanılan M13 ortamında görülmüştür.

İn vitro sürgünlerin inoküle edildiği, BAP, IAA ve NAA'nın farklı konsantrasyon ve kombinasyonu ile zenginleştirilen farklı MS ortamlarından elde edilen köklenme yüzdeleri ve eksplant başına düşen kök sayısı Tablo 4 de verilmiştir. Köklendirme ortamlarından alınan sonuçlara göre, BAP (1,0 mg/L) ve NAA (0,5 mg/L) birlikte kullanıldığı ortam köklenme yüzdesinde ve kök sayısında en iyi sonucu vermiştir. Sadece NAA ile zenginleştirilmiş K1, K2, K3, K4 ortamlarında 0,5-1,0 mg/L

NAA'nın köklenmede etkili olduğu görülmüş, bu etkinin 1,0 mg/L BAP ile birlikte arttığı tespit edilmiştir. Bulgulara göre, sadece 0,5 ve 1,0 mg/L NAA eklenen K2 ve K3 ortamlarında köklenme yüzdesi sırasıyla 48,33 ve 46,66 iken, 1,0 mg/L BAP+ 0,5 mg/L NAA eklenmiş K12 ortamında köklenme yüzdesi 78,33'lük maksimum bir değer vermiştir, bunu 66,66'lık değer ile 1,0 mg/L BAP ve 0,25 mg/L NAA'nın eklendiği K11 ortamı izlemiştir. IAA köklenmede en az etkiyi göstermiştir, fakat etkisi BAP ile birlikte artış gösterebilmiştir. Aynı şekilde, eksplant başına düşen kök sayısı da köklenme yüzdesine paralel sonuçlar göstermiştir. K12 ortamında kök/eksplant değeri 8,46'lık değer ile maksimum sonuç vermiştir, bunu sırasıyla K11, K13, K14 ortamları, 7,43-6,40 ve 5,56'lık değerlerle izlemiştir.

4.Tartışma ve Sonuç

Karadut'un nodal eksplantlarından rejenerasyon potansiyelinin incelendiği bu çalışma, karadutun doku kültürü yolu ile klonal üretimi için dikkat çekici sonuçlar vermiştir. Kontrol olarak kullanılan MS besiyeri ortamlarına ekilen eksplantlardan verimli rejenerasyon sonuçları alınamazken, BAP, TDZ ve IAA'nın birlikte kullanıldığı ortamlardan maksimum rejenerasyon sonucu alınmıştır. Sadece BAP eklenen ortamlarda, 1,0-2,0 mg/L BAP miktarı rejenerasyonu arttırmıştır, aynı şekilde sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısında da artış sağlanmıştır. Benzer şekilde, Zaki ve arkadaşları (2011) karadut bitkisinin mikroçoğaltımı üzerine yaptıkları çalışmalarında, 0,5 mg/L ve 1,5 mg/L BAP ile zenginleştirdikleri ortamlardan elde ettikleri sürgün rejenerasyonu değerleri sırasıyla %80 ve %90 değerinde olmuştur, yine aynı ortamlarda eksplant başına düşen sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu değerlerini de maksimum olarak elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Anis ve ark. (2003) gövde çoğaltımını BAP (2,5 mg/L) ve Glutamin (1 mg/L) ile zenginleştirilmiş MS ortamına eksplantları kültüre alarak başarmışlardır. Buna ek olarak Sajeewan ve ark. (2011) beyaz dut ile yapıkları çalışmalarında BAP'ın 1,0 mg/L olduğu ortamlardan %68,33'lük maksimum rejenerasyon değerlerini elde etmişlerdir. Aynı şekilde sürgün sayısı, uzunluğu ve köklenme

yüzdesi de bu konsantrasyonda maksimum artış göstermiştir.

Bu çalışmada sadece BAP eklenen ortamlarda, özellikle 1,0 mg/L ve 2,0 mg/L BAP içeren ortamlarda maksimum rejenerasyon yüzdesi, sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı ve köklenme elde edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde 2012.02.M102.1 kodlu proje ile sağladığı maddi destekten dolayı Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

Alexandrow, A., 1988. Effect of temperature on the rooting of ripe wood mulberry cutting, *Plant Sci.*, XXV(2), 56-68.

Anis, M., Faisal, M. ve Singh, S.K., 2003. Micropropagation of Mulberry (*Morus alba* L.) through in vitro culture of shoots tip and nodal explants, *Plant Tissue Culture*, 13(1), 47-51.

Bapat, V.A., Mhatre, M., Rao, P.S. ve Mhatre, M., 1987. Propagation of *Morus indica* L. (mulberry) by encapsulated Shoot buds, *Plant Cell Reports*, 6(5), 393-395.

Davis, P.H., 1972. *Flora of Turkey*. IV. Edinburg Uni. Press, Edinburg, 657 p.

De Candolle, A., 1967. *Origin of cultivated plants*. Hafner Publishing Company, New York and London, 408 p. Ivanika, J., 1987. In vitro micropropagation of mulberry, *Morus nigra* L. *Scientia Horticulture*, 32(1-2), 33-39.

Jain, A.K. ve Datta, R.K., 1992. Shoot organogenesis and plant regeneration in mulberry (*Morus bombycis* Koidz) factors influencing morphogenetic potential in callus cultures, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 29(1), 43-50.

Jain, A.K., Dandin, S.B. ve Sengupta, K., 1990. In vitro propagation through axillary bud multiplication in different mulberry genotypes, *Plant-Cell-Reports*, 8(12), 737-740.

Miralimov, J.V., 1963. Budding mulberries in the same years as the rootstocks are planted, *Shelk*, 2, 12-14.

Patel, G.K., Bapat, V.A. ve Rao, P.S., 1983. In vitro culture of organ eksplants of *Morus indica*; plant regeneration and fruit formation in axillary bud culture, *Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie*, 111(5), 465-468.

Sajeevan, R.S., Jeba Singh, S., Nataraja, K.N. ve Shivanna, M.B., 2011. An efficient in vitro protocol for multiple shoot induction in mulberry, *Morus alba* L. Variety, VI. International Research Journal of Plant Science, 2(8), 254-261.

Sharma, K.K. ve Thorpe, T.A., 1990. In vitro propagation of mulberry (*Morus alba* L.) through nodal segments, *Scientia Horticulture*, 42(4), 307-320.

Sharmila, C., Soumita, C., Datta, S.K. ve Chattopadhyay, S., 1990. Quick in vitro production of mulberry (*Morus alba*) plantlets for commercial purpose, *Indian Journal of Experimental Biology*, 28(6), 522-525.

Tewary, P.K. ve Roa, G.S., 1990. Multiple shoot formation through shoot apex culture of mulberry, *Indian Journal of Forestry*, 13(2), 109-111.

Tewary, P.K., Gupta, B.K. ve Roa, G.S., 1989. In vitro studies on the growth rate of callus of mulberry (*Morus alba* L.), *Indian Journal of Forestry*, 12(1), 34-35.

Ünal, A., Özçağırın, R. ve Hepaksoy, S., 1992. Karadut ve mordut çeşitlerinde odun çeliklerinin köklenmesi üzerinde bir araştırma, I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, İzmir-Türkiye, Cilt 1, S: 267-270.

Yadav, U., Lal, M. ve Jaisval, V.S., 1990. Mikropropagation of *Morus nigra* L. From shoot

tip and nodal eksplant of mature trees, Scientia Horticulture, 44(1-2), 61-67.

Zaki, M., Kaloo, Z.A. ve Sofi, M.S., 2011. Micropropagation of *Morus nigra* L. from nodal segments with axillary buds, World Journal of Agricultural Science, 7(4), 496-503.

Türkiye Batı Geçit Bölgesi 2004-2005 Ürün Yetiştirme Sezonu İleri Kademe Makarnalık Buğday Islah Çalışmaları

M. YILDIRIM^{1,*}, N. BOLAT², M. ÇAKMAK², S. BELEN²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan MYO, 29100 Gümüşhane, Türkiye

²Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

Geliş tarihi/Received 09.04.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 30.05.2013

Kabul tarihi/Accepted 03.06.2013

Özet

Bu çalışma, Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün "Batı Geçit Bölgesi Makarnalık Buğday Islahı" programının yalnız 2004-05 dönemini kapsamaktadır. Çalışmanın amacı, Orta Anadolu ve geçit bölgelerindeki farklı lokasyonlara iyi adapte olmuş, kurağa dayanıklı, iyileşen koşullara olumlu karşılık veren ve kalitesi yüksek makarnalık çeşitleri ıslah etmektir. Çalışmada, enstitünün kendi geliştirdiği ıslah materyalinin yanı sıra uluslararası kaynaklardan (IWWIP materyali EDUYT'den 10 ve PYTDW'den 17 hat) sağlanan materyaller kullanılmıştır. İleri kademedeki denemelerde Gözlem Bahçesi (F₆) ve Ön Verim Denemesi (F₇) için augmented, Verim Denemesi (F₈) için Triple-Lattice ve Bölge Verim Denemesi (F₉) için Tesadüf Blokları Deneme Desenleri kullanılmıştır. Gözlem Bahçesinde bulunan 150 hattın 28'i, Ön Verim Denemelerinde 160 hattın 31'i, Verim Denemesinde 64 hattın 19'u, Bölge Verim Denemelerinde 20 hattın 5'i dane verimi ve kalite özelliklerine göre bir sonraki ıslah kademesine aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık Buğday, Islah, Verim, Kalite, İleri Hat

Durum Wheat Breeding Studies of Advanced Lines in Western Transition Zone of Turkey During 2004-2005 Growing Season

Abstract

This study covers "West Transition Zone Durum Wheat Breeding" program of Eskişehir Anatolian Agricultural Research Institute during 2004-05 growing season. The aims of this study were to develop durum wheat varieties adapted to different locations of the transition zones and Central Anatolian, drought-resistant, high-quality and well responded to favorable conditions. In the study, besides breeding materials developed by the institute, international sources (IWWIP materials; 17 of PYTDW lines and 10 of EDUYT lines were also used as well. In advanced lines trials, the augmented was used for observation nursery (F₆) and the preliminary-yield trial (F₇); and the triple-lattice was used for yield trials (F₈); and the randomized block design was used for location yield trials (F₉). 28 in 50 lines within observation nurseries, 31 in 160 with in preliminary-yield trial and 19 in 64 with in yield trials and 5 in 20 with in location yield trials were transferred to the next level of improvement according to grain yields and quality values.

Key Words: Durum Wheat, Breeding, Yield, Quality, Advanced Line

(*) Mustafa YILDIRIM, myildirimkm@gmail.com Tel: (456) 317 39 91

1. Giriş

Buğday, 30-40° kuzey ve 27-40° güney enlemleri arasında başarıyla yetiştirilen en geniş adaptasyon alanına sahip kültür bitkisidir (Keser, 1996). Dünyada, tarımı yapılan ürünlerin %41'ini oluşturan tahıllar içinde buğday %48'lik bir paya sahiptir. Dünyada buğdayların %7'sini makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır. Dünya buğday ekim alanları son 25 yıl içinde yaklaşık %10 azalmasına karşılık dekara verim %50 ve üretim %38 artmıştır. Halen ekim alanı 208 milyon hektar, üretim 557 milyon ton ve ortalama verim 268 kg da⁻¹'dir (FAO, 2004). Ülkemizin 14 milyon hektarlık tahıl ekiliş alanının 9.4 milyon hektarını buğday ekilişi oluştururken, bu alanın %12'si makarnalık buğdaydır. Ülkemizde makarnalık buğdaylar 1.1 milyon hektar alanda 2.4 milyon tonluk bir üretim payına sahiptir (USDA, 2005). Türkiye, makarnalık buğday gen merkezlerinden birisidir (Zencirci, 1993.) Bu bakımdan ülkemiz coğrafyasındaki çeşitlilik nedeni ile makarnalık buğday yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. Ülkemiz makarnalık buğdayın üretimi bakımından dünyanın önemli üretici ülkelerinden biridir (Özden, 2001).

Cumhuriyetin ilk yıllarında 13 milyon olan nüfusumuz için toplam buğday üretimi içinde makarnalık buğday üretimi bölgelere göre değişmekle beraber %40-80 oranındaydı. Tarım Bakanlığı tarafından 1967 yılında uygulanan ithal tohum kampanyası ile makarnalık buğday ekim alanlarında gerileme başlamıştır (Kınacı, 1993). 1995 yılı verilerine göre, Türkiye'nin kuruda makarnalık buğday verimi 163 kg da⁻¹ düzeyindeyken, yeni ulusal çeşitlerin tescili ile bu değer 2004 yılında 218 kg da⁻¹'a yükselmiştir. Ülkemizde en fazla makarnalık buğday üreten bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesidir (Anonim, 2006).

Cumhuriyetin ilk yıllarından itibaren Ülkemiz genelinde açılan araştırma enstitülerinin çalışmaları ile çok sayıda makarnalık buğday çeşidi ıslah edilmiştir. Bu enstitülerden biri olan Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü

(kuruluş 1925) özellikle Batı Geçit Bölgesi için çok sayıda makarnalık buğday çeşidi ıslah ettirmiştir (GKTAE, 2012). Enstitü kuruluşunun ilk yıllarında kuru alanlar için ekmeclik buğday ıslah çalışmaları yürütmüştür. Enstitü, 1963 yılında ilk olarak, Kırmızı-5132 ismiyle makarnalık buğday tescil ettirerek makarnalık buğday ıslah çalışmalarını başlatmış ve bu güne kadar geçit ve iç bölgeler için 7 adet makarnalık buğday tescil ettirmiştir.

Bu çalışmada, devam eden makarnalık buğday ıslah çalışmalarının 2004-05 ürün sezonundaki verileri değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Eskişehir'de 2004-05 ürün sezonunda uzun yıllar ortalamasının oldukça altında (toplam 276.6 mm) yağış alınmıştır (Tablo 1). Ancak, bitki gelişiminin kritik dönemlerinde yağışın iyi alınmış olması ve dane doldurma döneminde havaların serin gitmesi verimdeki düşmeleri önlemiş ve uzun yıllar ortalaması civarında bir verim alınmıştır. 2004-05 deneme sezonu için sonbaharda ekimler Ekim ayı sonunda yapılmıştır. Deneme alanlarına ekimle birlikte 15 kg da⁻¹ DAP (18-46) gübresi ve üst gübre olarak 20 kg da⁻¹ AN (%26) verilmiştir (Yıldırım ve ark., 2007).

Makarnalık Gözlem Bahçesinde (MGB) toplam 150 hat 2 ayrı lokasyonda (Eskişehir ve Hamidiye) 4 sıra x 3 m hasat alanı olarak ekilerek değerlendirilmiştir. Augmented deneme desenine göre kurulan denemede Kunduru, Yelken, Kızıltan çeşitleri standart olarak kullanılmıştır (Tablo 2).

Makarnalık Ön Verim Denemesinde (MÖVD) toplam 160 adet hat ve çeşit 2 tekerrür x 5m x 4 sıra hasat alanı olarak Eskişehir ve Hamidiye'de 2 ayrı lokasyonda ekilmiştir. Augmented deneme desenine göre kurulan denemede Kunduru, Altıntaş, Yelken, Kümbet ve Kızıltan çeşitleri standart olarak kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 1. Eskişehir’de uzun yıllar (1926-2005) ve 2004-2005 deneme yılı yağışları (mm).

Aylar	2004-05 aylık	Uzun yıllar aylık	2004-05 Mevsim Toplamı	Uzun Yıllar Mevsim Toplamı
Eylül	0	14.1		
Ekim	4.3	25.5		
Kasım	23.3	29.4		
Sonbahar			27.6	69
Aralık	23.5	46.1		
Ocak	4.5	39		
Şubat	32.6	32.8		
Kış			60.6	117.9
Mart	52.9	33.7		
Nisan	35.2	33.6		
Mayıs	59.5	44.2		
İlkbahar			147.6	111.5
Haziran	13	31.6		
Temmuz	17.3	12.7		
Ağustos	10.5	6.2		
Yaz			40.8	50.5
Toplam			276.6	348.9

Tablo 2. 2004-05 Makarnalık gözlem bahçesi (MGB) ve makarnalık ön verim denemesinde (MÖVD) ekilen ve seçilen hatların sayıları.

Deneme	Lokasyon	Deneme Deseni	2005	2006’ya Seçilen	
				Deneme	Sayı
MGB	1; 2	Augmented	150	MVD	28
MÖVD	1; 2	Augmented	160	MVD	31
Toplam			310		59

1. Eskişehir; 2. Hamidiye

Makarnalık Verim Denemesi (MVD) 59 adet hat, 5 standart çeşit ile 5m x 6 sıra hasat alanı 8x8 üç tekerrürlü Triple-Lattice deneme

deseninde Eskişehir ve Hamidiye’de iki ayrı lokasyonda kurulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. 2004-05 Makarnalık verim denemesi (MVD) ve makarnalık bölge verim denemelerinde (MBVD) ekilen ve seçilen hat sayıları.

DenemeAdı	Lokasyonlar	Deneme Deseni	2004-05 Ekilenler	2005-06 için Seçilenler
MVD	1; 2	8x8 (Trip.Lat.)	64	MBVD: 19
MBVD	1; 2; 3; 4; 5; 6	25x4	25	06-OBVD.KM: 4
Toplam			89	23

1. Eskişehir; 2. Hamidiye; 3. Emirdağ (Afyon), 4. Ulubey (Uşak); 5. Altıntaş (Kütahya); 6. Çumra (Konya)

Makarnalık Bölge Verim Denemesi (MBVD) Eskişehir, Hamidiye, Altıntaş/Kütahya, Afyon, Uşak, ve Çumra/Konya’da kurulmuştur. Standart olarak Kunduru, Altıntaş, Yelken, Kümbet ve Kızıltan çeşitlerinin kullanıldığı denemede 20 hat denenmiştir. Deneme tesadüf

blokları deseninde 4 tekerrürlü, parsel boyutları hasatta 5 m x 6 sıra (sıra arası 20 cm)’dir. Seleksiyon dane verimi, kalite ve diğer tarımsal özelliklerine göre yapılmıştır (Tablo 3). Kalite analizleri, ülkesel ıslah projelerinde kullanılan yöntemlere göre Anadolu Tarımsal araştırma

Enstitüsü Laboratuvarında yapılmıştır (Anonim, 2005).

Makarnalık ileri kademe denemelerinde ölçülen her karakter için varyans analizi yapılmış ve AÖF (asgari önemli fark) göre gruplandırmalar yapılmıştır. Oluşan gruplarda her karakter için ayrı ayrı değerlendirmeler yapılmış ve karakterin önem sırasına göre hatlar üzerinden bir sonraki generasyon için seçim yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

a) Makarnalık Gözlem Bahçesi (MGB) ve Ön Verim Denemesi (MÖVD)

MGB'de deneme genel verim ortalaması 370, standartların genel ortalaması 371 kg da⁻¹

olurken seçilen hatların genel ortalaması 411 kg da⁻¹ olmuştur (Tablo 4). Gözlem ve verimlerinin değerlendirilmesi sonucunda 28 hat seçilerek 2005-06 MVD ve HasGB'ye (Hastalık Gözlem Bahçesi) alınmıştır (2005-06 döneminden itibaren MÖVD kaldırıldığından 2004-2005 MGB'ler doğrudan 2005-06 MVD'ye aktarılmıştır. MGB'den kalitesi iyi olan 7 hat 2005-2006 KalGB'ye (Kalite Gözlem Bahçesi) alınmıştır. 2004-05 Makarnalık Ön Verim Denemesi sonucu 31 hat 2005-06 MVD ve HasGB'ye ve kalitesi iyi olan 5 hat KalGB'ye alınmıştır. MÖVD ortalaması Eskişehir ve Hamidiye'de sırasıyla 464 ve 217 kg da⁻¹ arasında ve standartların ortalaması 493 ve 225 kg da⁻¹ arasında olurken, seçilen hatların ortalaması 505 ve 218 kg da⁻¹ arasında verim düzeylerine sahip olmuşlardır (Tablo 4).

Tablo 4. 2004-05 Kuru gözlem bahçesi (MGB) ve kuru ön verim denemesinde (MÖVD) standartlar ve seçilen hatların dane verimleri ortalaması (kg da⁻¹).

Deneme	Lokasyonlar	Değerlendirme	Deneme Ort.	Standartlar	Seçilenler
MGB	Eskişehir/Hamidiye	Ortalama	370	371	411
MÖVD	Eskişehir	En az		474	432
		En çok		536	592
		Ortalama	464	493	505
	Hamidiye	En az		213	174
		En çok		252	281
		Ortalama	217	225	218

b) Makarnalık Verim Denemesi (MVD)

Makarnalık Verim Denemesinde Kunduru, Altıntaş, Yelken, Kümbet ve Kızıltan çeşitleri standart olarak kullanılmıştır. Bu denemede verim, hastalıklara dayanıklılık ve kalite yönünden iyi olan 19 hat bir sonraki kademe

olan 2005-06 MBVD ve HasGB'ye, kalite değerleri iyi olan 5 hat da Kalite GB'ye seçilmiştir. Denemenin verim ortalaması Eskişehir ve Hamidiye'de sırasıyla 573 ve 256, standartların verimi ortalaması 599 ve 271 kg da⁻¹ olurken, seçilen hatların verimleri 595 ve 264 kg da⁻¹ arasında hesaplanmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. 2004-05 Makarnalık verim denemesinde (MVD) standart ve seçilen hatların dane verimleri ortalaması (kg da⁻¹).

Deneme	Lokasyonlar	Değerlendirme	Deneme Ort.	Standartlar Ort.	Seçilenler Ort.
MVD	Eskişehir	En az		489	398
		En çok		676	672
		Ortalama	573	600	594
	Hamidiye	En az		266	203
		En çok		275	304
		Ortalama	256	271	264

Makarnalık verim denemesinde kalite değeri olarak danenin genel görünüşü, 1000 dane ağırlığı yanında mikro-SDS ve protein oranı da dikkate alınmıştır (Tablo 6). Makarnalık verim

denemesinde mikro-SDS ve protein oranı bakımından seçilen hatların ortalaması standart çeşit ortalamasından yüksek bulunmuştur.

Tablo 6. 2004-05 Makarnalık verim denemesinde (MVD) standart ve seçilen hatların kalite değerlerinin ortalama verileri.

Deneme	Lokasyonlar	Değerlendirme	Deneme Ort.	Standartlar	Seçilenler
				Ort.	Ort.
Protein (%)	Eskişehir	En az	13.3	12.2	12.1
		En çok		13.3	14.3
		Ortalama		12.7	13.4
	Hamidiye	En az	14	12.7	13.5
		En çok		14.2	14.5
		Ortalama		13.6	14.0
Mikro-SDS (ml)	Eskişehir	En az	5.5	4.5	3
		En çok		10	13
		Ortalama		6.2	7
	Hamidiye	En az	7.4	6.5	4
		En çok		11.5	13
		Ortalama		8.3	8.9

c) Makarnalık Bölge Verim Denemesi (MBVD)

Makarnalık Bölge Verim Denemelerinde toplam 6 lokasyon üzerinden (Konya, Hamidiye, Eskişehir, Uşak, Kütahya ve Afyon) değerlendirme yapılmıştır. Denemede kullanılan 5 standart çeşit (Kundur, Altıntaş, Kızıltan, Yelken ve Kümbet) ile 20 hat kıyaslanmıştır. 20 hat içerisinde verim ve kalite özellikleri yönünden öne çıkan 4 hat (13, 14, 17 ve 18 nolu hatlar) Ankara, Konya ve Edirne ile ortaklaşa kurulan Ortak Bölge Verim Denemesine (OBVD) seçilmiştir. Bu 4 hatta ilave olarak 05OBVD-KM-4 kodlu hat 06OBVD'ye gönderilmiştir. Makarnalık Bölge Verim

Denemelerinde tüm lokasyonların ortalaması 316 kg da⁻¹ olurken, OBVD-KM'ye seçilen hatların ortalama verimleri 336 kg da⁻¹ ve standartların ortalaması 325 kg da⁻¹ olmuştur. Standartlardan Altıntaş'ın verimi 338 kg da⁻¹ ile en yüksek olurken, Kümbet'in verimi 306 kg da⁻¹ ile en düşük olmuştur (Tablo 7). Hatlar hem verim hem de kalite bakımından standartlara üstünlük sağlamışlardır. Seçilen 4 hattın 3 tanesi (Hat-13, Hat-14 ve Hat-17) kardeş hat olmadıkları halde pedigrilerinde Altıntaş çeşidinin olduğu gözlenmiştir. Bu durum Altıntaş'ın iyi bir ebeveyn olduğunu göstermektedir (Tablo 7).

Tablo 7. 2004-05 Makarnalık bölge verim denemesinde (MBVD) standartlar ve seçilen hatların lokasyon ortalamasına ait dane verimi ve kalite değerleri.

Çeşitler ve Hatlar	Verim (kg da ⁻¹)	1000 dane ağırlığı (g)	Hektolitire (kg)	Mikro-Sds (ml)	Protein (%)
Kunduru	335	47	82	8,3	14.1
Altıntaş	338	41	81	8,5	13.7
Kızıltan	310	44	79	7,1	14.1
Yelken	334	43	81	6,3	14.0
Kümbet	306	42	81	12.3	14.1
13	323	43	81	8.6	14.2
14	344	46	82	6.4	14.1
17	340	45	82	7.5	14.2
18	336	42	83	9.2	14.0
Seçilenler Ort.	336	44	82	7.9	14.1
Standartlar Ort.	325	43	81	8.5	14.0
Deneme Ort.	316	42	81	8.0	14.1

4. Sonuç

Bu çalışma Anadolu'nun Batı Geçit Bölgesi 2004-2005 dönemi ileri kademe makarnalık buğday ıslah çalışmaları, Tarım Bakanlığı'nın Tarımsal Araştırmalar bünyesinde yürüttüğü projenin bir bölümüdür. Genel anlamda tüm ileri kademelerde standartların üzerinde dane verimi ve kalitesine sahip hatların olduğu müşahade edilmiştir. Bölge verim denemesinden sonra seçilen hatların diğer standartlar gibi türk tarımına hizmet etme yolunda ümitvar çeşit adayları oldukları görülmüştür. Özellikle, makarnalık buğdaylarda ekmekliklere göre daha çok tercih edilen kalite değerleri standartların ortalamasından yüksek bulunmuştur. Bölge verim denemelerinden seçilen hatlar ulusal enstitüler arası işbirliği çerçevesinde diğer enstitülerin hatları ile 2005-06 döneminde Ortak Bölge Verim Denemelerine alınmaktadır.

5. Kaynaklar

- Anonim, 2005. Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Makarnalık Buğday Kalite Analiz Protokolü.
- Anonim, 2006. Doğrudan Gelir Desteği ve Çiftçi Kayıt Sistemi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı yayınları.
- FAO, 2004. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome www.fao.org

GKTAE, 2012. Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Çeşit Tanımları.

Keser, M., 1996. Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tanıtım Kitapçığı.

Kınacı, E., 1993. Cumhuriyetten Bugüne Makarnalık Buğday Araştırmalara ve Gelişmeler. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu. Sayfa:49-55. Ankara.

Özden, Ç., 2001. Makarna Dış Pazar Araştırması. T.C. Başbakanlık Dış Tic. Müs. İhracaatı Geliştirme Etüt Merkezi Raporu. Ankara.

USDA, 2005. Global Durum Wheat Production. Production Estimates and Crop Assessment Foreign Agricultural Service. www.usda.gov.

Yıldırım, M., Bolat, N., Çakmak, M., Belen. S. ve Karaduman, Y., 2007. Kırmızı Daneli Buğdaylarda Çeşit Karışımlarının (5x5) Diallel Analizi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. Bildiriler-1. s.521-524. Erzurum.

Zencirci, N., Aktan, B. ve Atlı, A., 1993. Türkiye Makarnalık Buğday yerel Çeşitlerinin Genetik Zenginliğinin Modern Çeşitlere Katkısı. Makarnalık Buğday ve Mamülleri Sempozyumu. Sayfa:107-112. Ankara.

X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi - Kısım 1- İntegral Düzeltme

S. M. KARABIDAK*

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

Geliş tarihi/Received 04.06.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 08.07.2013

Kabul tarihi/Accepted 10.07.2013

Özet

Yarıiletken dedektörlerinin kullanıldığı spektrometrik kantitatif ve kalitatif analizlerinde, analizlerin doğruluğu için sayma kayıplarının belirlenmesi ve telafi edilmesi önemlidir. Spektrometrelerdeki bu sayma kayıpları yığılma pulsları, uzatılan ve uzatılmayan sistem ölü zamanlarından veya bu üç mekanizmanın ikili ve üçlü bileşimlerinden meydana gelir. Bu çalışmada, yukarıda ifade edilen üç faktörden ileri gelen sayma kayıplarını telafi etmek için yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu doğrultuda bir program geliştirildi. Önerilen yöntemi test etmek için bir takım deneysel çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, önerilen yöntemin düşük ve orta dereceli sayma oranlarında etkin bir düzeltme sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pikleşme zamanı, Ayırma zamanı, Ölü Zaman, Sayma kaybı, Yarıiletken dedektörler.

Dead Time Correction at X and Gamma-Rays Detectors - Part 1- Integral Correction

Abstract

Determination of and compensating for count losses for the correctness of analyses in spectrometric analysis of qualitative and quantitative use of semiconductor detectors are of importance. These counting losses in spectrometry are due to the pulse pile-up, paralyzable and non-paralyzable system dead time or dual and triple combination of these three mechanisms. In this work, a new method is suggested for compensate for counting losses resulting from above-mentioned three factors. For this purpose, a source code was developed. A number of experimental studies were performed to test the proposed method. As a result, it was seen to provide an effective correction of proposed method at low-and middle-grade counting rates.

Key words: Peaking time, Resolving time, Dead time, Counting losses, Semiconductor detectors.

(*) Salih Mustafa KARABIDAK, smkarabidak@gumushane.edu.tr, Tel: (456) 233 74 25/1121

1. Giriş

Yarıiletken dedektörün aktif hacmi içerisinde gelen radyasyon ile üretilen iyonizasyon, dedektör elektrotları arasına uygulanan elektrik alanı ile taşınan yüklü parçacıkların oluşturulması olarak tanımlanır. İyonize parçacıkların üretilmesi ve toplanması, gelen fotonun enerjisine ve dedektör ortamına bağlı rastgele istatistiksel değişimlerin bir konusudur. Öz ayırma sınırlaması, gelen radyasyonu bir elektrik sinyaline çevirme sürecinde de vardır (Tennelec, 1986). Çıkış sinyali, yarıiletken gama ve x ışını dedektörlerinde saymaların doğru bir şekilde elde edilmesi ve analizinin sağlanması için çeşitli işlemlere maruz bırakılır. Gelen radyasyon tarafından üretilen yüklü parçacıkların toplanması ve işlenmesi için gerekli olan zaman birçok uygulamada önemlidir. Eğer yük toplama zamanı yükselticinin pikleşme zamanı ile karşılaştırılmayacak kadar kısa değil ise düzeltilmiş sinyal sayısında bir kayıp görülecektir (Gerardi vd., 2006). Yük toplama zamanı; dedektör geometrisine, ortama, elektrik alana ve dedektör aktif hacminde etkileşmenin olduğu noktaya bağlıdır.

Optimize edilen bir spektrometre sistemi deneysel sınırlılıkların verilen bir kurgusu içinde elde edilebilir en iyi enerji çözünürlüğünü sağlar. Sistemi en uygun hale getirme; herhangi bir sistemde elektronik donanımın uygun seçimini, çözünürlük uyuşmasının bilgisini ve sayma oranı performansını gerektirir. Dedektör, ön yükseltici, yükseltici ve analog dijital çevirici birleşimi radyasyon belirleme sistemi elektroniğinin en kritik parçasıdır. Dünyanın en iyi yükselticisi dahi zayıf sinyal-gürültüsü veya sistemin ön ucunun uygunsuz seçimi ile oluşan sayma oranı kısıtlamalarını telafi edemeyebilir. Uygun yükselticinin seçimi iyi dedektör ve ön yükseltici birleşiminin performansını artırır. Sistem ayırma gücü; kaynak ve dedektör etkileşimi, dedektör-ön yükseltici-yükseltici birleşimi, puls işlemci şekli ve sistem sayma oranı ile belirlenir (Tennelec, 1986).

Modern gama ve x ışını spektrometrelerinin çıktısındaki ana sınırlama aktif dedektör hacminde iyonize radyasyon ile üretilen yüklerin toplanması ve ardışık olarak kullanılan

elektronik modüllerle puls işlemesi için geçen süredir (Pomme, 2001). Tüm dedektör sistemlerinde, iki ayrı pulsu iki ayrı olay olarak kaydetmek durumunda olan sayma sisteminin ölü zaman olarak adlandırılan minimum bir toplama zamanı vardır. Bu ölü zaman boyunca, sistem gelen diğer fotonlara karşılık vermediğinden bu olaylar kaybedilir. Çok kanallı puls analizörü veya sayma sistemi kullanıcılarının karşılaştığı ana sorunlardan birisi, analizör ve sayma sisteminin ölü zamanından kaynaklanan sayma kayıplarının sonuçlarını düzeltmektir. Bu problem, bilinen ya da ölçülen toplam araç için gerçek zamanından daha ziyade işlem zamanının tüm sayma çalışmalarında yerine getirilmesi ile otomatik olarak çözülebilir (Deighton, 1961).

Sayma sistemlerinin ölü zaman davranışının iki modeli sıklıkla kullanılır: *paralyzable* (uzatılan) ve *non-paralyzable* (uzatılmayan). Bu iki model, yalnızca doğru sayma oranı yüksek olduğunda farklı olan diğer durumlarda aynı birinci dizin düzeltme kaybı öngörmektedir (Knoll, 2000). Yüksek ve orta ölçekli sayma oranlarında bu modellerin her ikisi uygulanabilir değildir. Bu nedenle ölü zaman kayıpları için düzeltme, veri değerlendirmenin önemli bir görevidir (Szentmiklosi vd., 2007).

Nükleer spektrometre ölçümlerinde; puls kayıpları, puls işleme süresince analog dijital dönüştürücünün (ADC) neden olduğu gelen puls başına *uzatılmayan* ölü zamanı ile geleneksel olarak ilişkilidir. *Uzatılmayan* kavramı, puls işleme boyunca yeni bir pulsun ADC'ye gelmesi ile uzatılmayan ölü zaman periyodu anlamına gelmektedir (ADC giriş kapısı kapatılır). *Uzatılan* olarak adlandırılan sistemler (yükselticinin bulunduğu sistemler) için ölü zaman, en son pulsun ulaşma zaman aralığından başlayarak uzatılır. Ayrıca pile up pulsu, *uzatılan* ölü zamandan kaynaklanan puls kaybının bir türü olarak yorumlanabilir (Pomme, 1998). Bir T_P pikleşme zamanı aralığı içine düşen ardışık pulslar yığılma (pile up) pulsu şeklinde davranır ve bir yığılma pulsu reddetme (PUR) devresi tarafından reddedilen bir puls olarak spektrumdan atılır.

Sayma oranı hemen hemen sabit tutulduğunda ölü zamandan kaynaklanan sayma kayıpları hem

uzatılan hem de *uzatılmayan* ölü zamanlar için türetilen temel ve basit formüllerle düzeltilebilir (NCRP, 1985). Bununla birlikte, sayma oranı önemli ölçüde değiştiğinde veya dalgalandığında matematiksel formüllere dayalı düzeltmeler zor ve karmaşık olabilmektedir. Bu meselenin üzerinden gelebilmek için, sayma suresi boyunca her an ölü zaman etkilerinin otomatik olarak telafi edilmesine imkân veren bir yöntem Kawada (1976) tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde, ölü zamandan ileri gelen sayma kaybına eş sayıda puls ilk dizin yaklaşımında kapı tekniğinin kullanılması ile rastgele rastlantı pulsları olarak üretilir ve ertelemeden sonra çıkan puls katarına eklenir (Kawada vd., 1998).

Değişen ölü zaman problemi nükleer spektrometre ölçümlerindeki hataların çok iyi bilinen bir kaynağıdır. Böylesi durumlarda ölü zaman kayıpları, yalnızca değişen ölü zamana bir radyasyon kaynağı baskın olursa düzeltilebilir. Çözümler birkaç değişik biçimde sunulur: Ölü zamanı sabitleme (Schönfeld, 1966; Görner ve Höhnel, 1970; Wiernik, 1971), belki de gerekli olmayan ölü zaman ve sayma etkinliği kaybı ile sonuçlanan sabit bir ölü zamanda problemi çözme gibi (Blaauw vd., 2001). Fakat sonuçlar sistem ölü zamanından kaynaklanan sayma kayıpları telafi etmekten uzaktır.

Galushka (1993) kaydedilen olayların gerçek bir serisi içine pulsların eklenmesi ile ölü zaman etkisini düzeltmek amaçlı bir teknik önermiştir ve Müller (1993) bu yöntemin geçerliliğini analiz etmiştir. “Kayıp serbest sayma tekniği”, dijital spektrometreler üretilmeden önce Harms’ın (1967) “diferansiyel ölü zaman” düzeltme yöntemini geliştiren Westphal (1979) tarafından önerilmiştir. Sayma kayıpları PUR devresi ve ADC çevirme zamanından ileri gelen ölü zamanla artar. Sayma kayıplarını telafi etmek için birkaç yöntem önerilmiştir. Bu yöntemlerden biri Ortec firması tarafından üretilen DSPEC PLUS TM dijital spektrometresinde kullanılan “sıfır ölü zaman” yöntemidir. Bu yöntem Pomme (2001) tarafından test edilmiştir.

O halde, yalnızca ölü zaman boyunca oluşan sayma kayıplarını telafi etmek nasıl

mümkündür? Bizim niyetimiz orijinal puls sürecini yeniden oluşturmak değildir. Aksine amacımız dikkate alınan zaman aralıkları için asıl sayma oranının veya asıl olayların sayısının güvenilir bir tahminini elde etmektir. Bunu yapabilmek için ya ölü zaman süreci başına ortalama kayıplar için doğru bir değere ya da bireysel düzeltmelere ulaşabilmek için yardım edecek bir yöntem gereksinim duyarız. Çalışmada, bir radyoaktif kaynak ya da bir puls üreticisinin kullanılması yerine analitik bir düzeltme yöntemi geliştirildi. Bu düzeltme için, *pile up*, *uzatılan* ve *uzatılmayan* puls kaybetme mekanizmalarının üçünü birlikte içine alan bir program kodlandı. Bu düzeltme toplam (integral) bir düzeltme olarak ifade edilebilir ve sistemin toplam işlem zamanına (live time) bağlı bir ölçme prensibine dayalıdır. Ayrıca bu düzeltme yöntemi sistem ölü zamanının saymada baskın olmadığı sayma oranlarında ideal olduğu ifade edilebilir. Ek olarak işlem zamanı prensibinin matematiksel özü integral matematiktir. Bu nedenle integral matematik yalnızca sabit (durağan) Poisson süreçlerinde (zamanla değişmeyen) uygulanabilir. Dikkat edilmelidir ki uzun yarı ömürlü radyoizotoplarla yapılan deneysel çalışmalarda zamanla değişmeyen Poisson süreci geçerliliğini korumaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

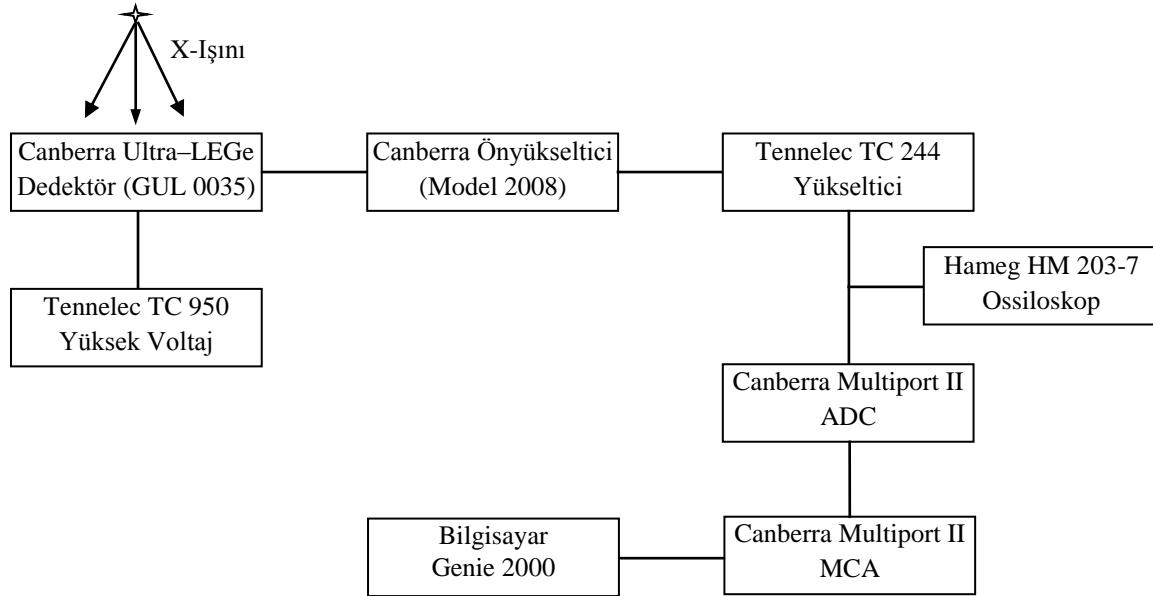
2.1. Deneysel Çalışmalar

K x-ışını şiddetleri ve yığılma pikleri, Amersham firmasından satın alınan 50 mCi’lik halka radyoaktif bir kaynak olan ²⁴¹Am’dan yayınlanan 59,54 keV enerjili fotonların kullanılmasıyla Alfa Aesar firmasından alınan % 99,9 saflıkta bakır (Cu) elementi için ölçüldü. Numunelerden yayınlanan K α ve K β fotonlarını saymada 5,9 keV’de 150 eV’lik bir çözünürlüğe sahip Canberra marka aşırı düşük enerjili Ge (Ultra-LEGe) dedektörü (GUL0035 model) kullanıldı. Sayma sisteminde ortak olarak Genie 2000 spektroskopi yazılımı, Canberra firmasının ön yükselticisi (model 2008), Tennelec TC 244 spektroskopi yükseltici ve Canberra firmasının multiport II ADC ve MCA modülleri kullanıldı. Ayrıca, tüm pulsların genişliğini ölçmek için Hameg firmasının Hm 203–7 model osiloskobu kullanıldı. Ölçümlerde kullanılan x ve gama-

ışını spektrometre sistemi kurgusu Şekil 1’de şematik olarak gösterilmektedir.

Kα foto pik alanları, OriginLab firmasının Originpro 7.5 yazılımının multi-Gaussian fonksiyonu modülü ile birlikte polinomik arka

plan (background) giderme modülü kullanılarak ölçülmüş spektrumun fit edilmesiyle ayrıştırılmasından sonra pik alanları belirlendi. Ayrıca grafik fit denklemleri bu yazılımın polinomik fit modülü ile elde edildi.



Şekil 1. Ölçümlerde kullanılan X ve Gama-ışını spektrometre sisteminin blok şeması.

2.2. Yapılan Çalışmalar

2.2.1. Pikleşme Zamanı ile Minimum Ayırma Zamanı Arasındaki İlişki

Yükselticinin 0,5, 0,75, 2, 3, 8 ve 12 μ s’lik pikleşme zamanlarına karşılık gelen tüm puls genişliği HM 203-7 osiloskop yardımı ile belirlendi. Belirleme işleminde Şekil 2 dikkate Burada T_R yükselticinin minimum ayırma zamanı, T_W tüm puls genişliği ve T_P yükselticinin pikleşme zamanıdır. Yükseltici üzerinden ayarlanan ilgili pikleşme zamanlarına karşılık tüm puls genişliği osiloskop ekranından okundu. Daha sonra Denklem (1) ile ilgili pikleşme zamanlarına karşılık gelen minimum ayırma zamanları hesaplandı. Pikleşme zamanına karşılık minimum ayırma

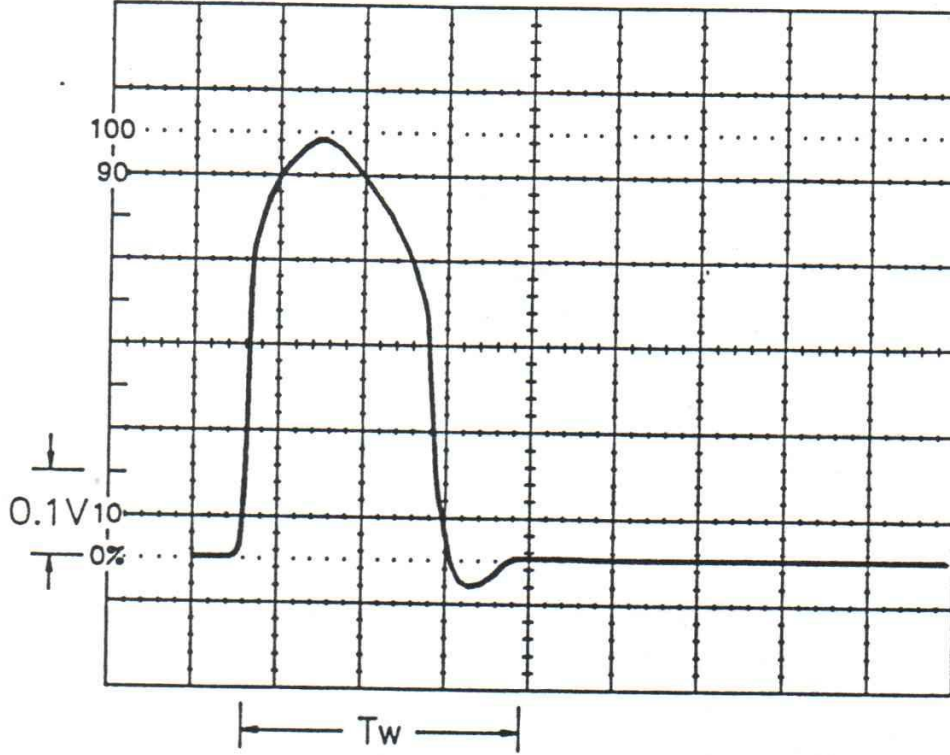
alındı. Minimum ayırma zamanı, pikleşme zamanı ve tüm pulsların genişliği arasındaki ilişki aşağıdaki denklem ile belirlenir (Tennelec, 1986):

$$T_R \geq \frac{T_W}{T_P} - 1 \quad (1)$$

zamanı arasındaki ilişkiyi belirlemek için grafiği çizildi ve fit denklemleri elde edildi (Karabıdak vd., 2011).

$$T_R = B_2 T_P^2 + B_1 T_P + A \quad (2)$$

burada A, B1 ve B2 katsayıları sırasıyla 3,73746E-6, -0,03894 ve 5067,18198’dir.

Şekil 2. Tüm puls genişliği (T_w) (Tennelec, 1986).

2.2.2. Sayma Sisteminin Ölü Zamanının Belirlenmesi

Sistemin efektif T_D ölü zamanı aşağıdaki kategorilerden birine uyar (Tennelec, 1986):

$$T_R > 1,5\mu s + T_C \quad (3)$$

veya

$$T_R < 1,5\mu s + T_C \quad (4)$$

Burada T_C ADC'nin çevirme zamanıdır. Şayet pile up pulsu reddetme devresinin minimum ayırma zamanı $T_C + 1,5$ mikro saniyeden daha büyük ise, bu durumda sistemin ölü zamanı;

$$T_D = T_P + T_R \quad (5)$$

ile verilir. Aksi durumda sistemin ölü zamanı,

$$T_D = T_P + 1,5\mu s + T_C \quad (6)$$

şeklinde. Buradaki $1,5\mu s$ pile up pulsu reddetme devresi aktif durumda iken ardışık iki pulsu açık bir şekilde ayırmak için yükseltici üretici tarafından yükselticiye eklenen ilave bir zamandır. Bu nedenle bu ilave zaman pulsun ADC'den MCA'ya geçmesi ve yazılım tarafından kaydedilmesi (yaklaşık olarak $0,5 - 2\mu s$ civarı) için gerekli olan bir zaman olarak dikkate alınabilir (Gilmore ve Hemingway, 2003). Ölçümlerde 100 MHz elektronik saate sahip Wilkinson türü bir ADC kullanıldı. Bu nedenle ilgili enerji çizgisinin ADC çevirme zamanı aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Spieler, 1999):

$$T_C = \frac{E}{\Delta E} T_{Clock} \quad (7)$$

Burada E çizgi enerjisi, ΔE kanal başına enerji (Canberra, 1998) ve T_{Clock} ADC'nin işlem frekansıdır. Sayma sisteminin ölü zamanı, Denklem (3) ve (4) ile verilen şartlar göz önüne alındığında Denklem (2), (5) ve (6) ifadeleri kullanıldığında aşağıdaki gibi verilebilir (Karabıdak vd., 2011):

$$T_D = B_2 T_P^2 + (B_1 + 1) T_P + A \quad (8)$$

veya

$$T_D = T_P + 1.5 \mu s + \frac{E}{\Delta E} T_{C \text{ lock}} \quad (9)$$

2.2.3. Sayma Sisteminin Ölü Zamanından Kaynaklanan Sayma Kayıplarının Düzeltmesi

Sistem ölü zamanından kaynaklanan sayma kayıpları için sayma oranları ile ilişkili iki yaklaşım mümkündür. Geleneksel düzeltme formülleri ilk yöntemde kullanılır: bu gözlenen sayma oranlarına dayanır ve ölçme sürecinin sonunda uygulanır. İkinci yöntemde ise bunun tersine görünüşte ölçüm sonucunun veya hesaplanan sayma oranının bilinmesini gerektirmeyen kayıplar için anında düzeltme ya da telafi edilmesini öngören farklı bir yolla çalışmaktadır. İkinci yöntemde, T_D uzunluğundaki bir ölü zamanda saymaların belirli bir k sayısının kaybedilmesi olasılığının tahmin edilmesi mümkündür. Poisson olasılığı ile ilgilendiğimiz için bu olasılık aşağıdaki şekilde verilebilir (Kawada vd., 1998; Müller, 1993):

$$P_k = \frac{(nT_D)^k}{k!} e^{-nT_D} \quad (10)$$

Burada n her bir kanaldaki sayma oranıdır. Her bir ölü zamandan kaynaklanan beklenen L sayma kaybı aşağıdaki ifade ile verilir:

$$L = \sum_{k=1}^{\infty} k P_k = e^{-nT_D} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(nT_D)^k}{(k-1)!} = nT_D \quad (11)$$

Bu durumda, her bir kanaldaki toplam ölü zaman (TDT) ile şu şekilde hesaplanır (Karabıdak vd., 2009):

$$TDT = \text{Sayma} * T_D \quad (12)$$

Sayma sisteminin toplam ölü zamanı (STDT) kanalların tümü üzerinden;

$$STDT = \sum_{i=\text{kanal sayısı}} (TDT)_i \quad (13)$$

ile verilir. Her bir kanaldaki sayma oranı ise

$$n = \frac{\text{Sayma}}{T_L} \quad (14)$$

ifadesi ile verilir. Burada T_{Live} sistemin işlem zamanıdır. Denklem (11) dikkate alındığında sistemin ölü zamanından kaynaklanan toplam sayma kaybı (L) aşağıdaki formül ile elde edilir (Karabıdak vd., 2009):

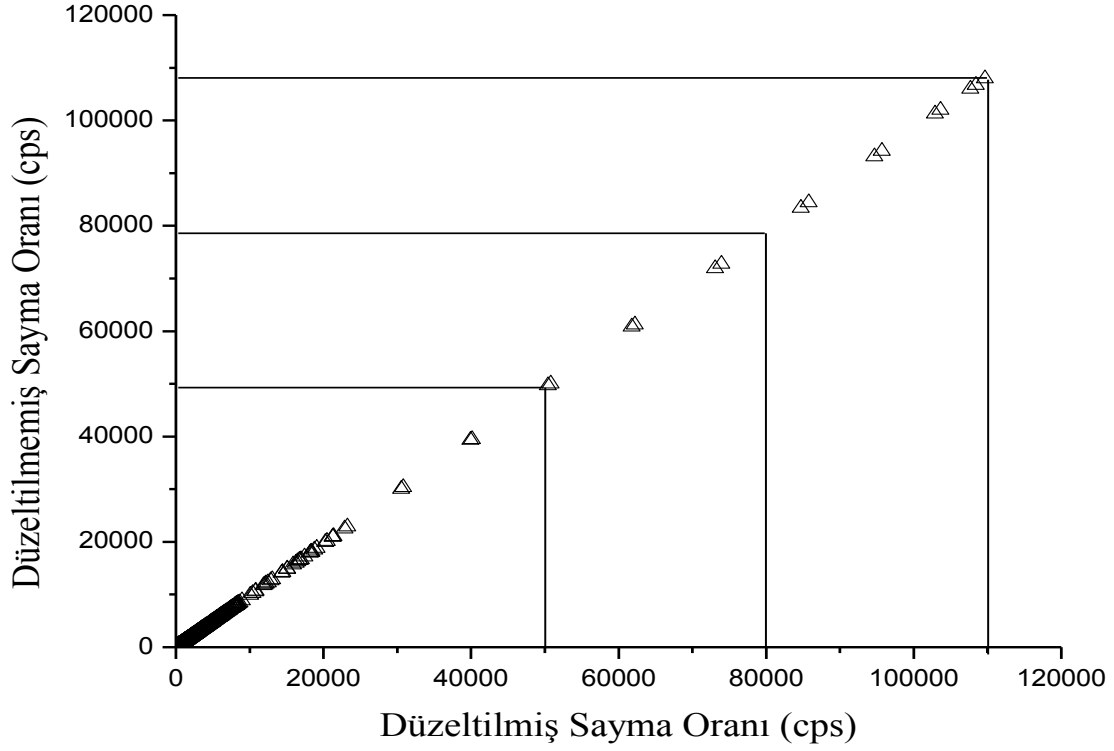
$$L = n * STDT \quad (15)$$

Böylece de düzeltilmiş sayma (CC)

$$CC = \text{Sayma} + L \quad (16)$$

3. Bulgular, Sonuç ve Tartışma

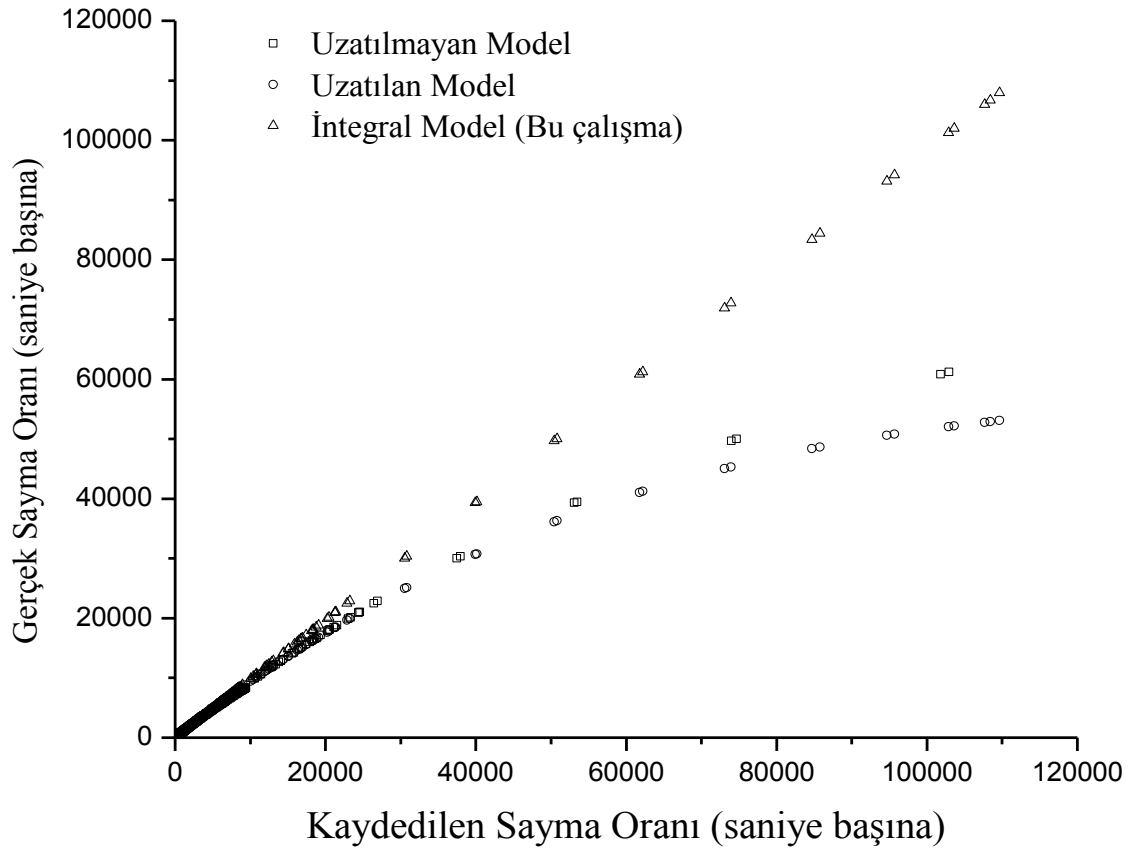
Bu çalışmada önerilen yöntem ile yapılan ölü zaman düzeltmesi sonucu elde edilen düzeltilmiş sayma oranı ile düzeltilmemiş sayma oranı arasındaki ilişki Şekil 3'te verilmiştir. Çalışmada önerilen yeni model (analitik model) sayma oranı düzeltmesinde integral düzeltme öngörmektedir. Bu model ölü zamanın sayma sistemi üzerinde baskın olmadığı düşük ve orta dereceli sayma oranlarında etkilidir. Ayrıca önerilen yeni yöntemle hem ADC'nin toplam ölü zamanını hem de sistemin toplam ölü zamanını elde etmek mümkündür. Bu durum giriş kısmında verilen diğer düzeltme yöntemlerinde mevcut değildir. Ayrıca sıkça kullanılan uzatılan ve uzatılmayan düzeltme yöntemleri sırasıyla yalnızca amplifier ve ADC durumlarını dikkate aldıklarından modern spektrometreler de her iki durumu içinde barındırdığı için bu geleneksel yöntemlerin kullanılması sıkıntılıdır. Buna ek olarak, orta dereceli sayma oranlarında bu geleneksel düzeltme (uzatılan ve uzatılmayan) yöntemleri istenilen düzeltmeleri sağlamamaktadırlar. Böylece, sistem ölü zamanlarından ileri gelen sayma kayıpları için istenen düzeltmeler (*uzatılan* veya *uzatılmayan* ya da her ikisini kapsayan birleşik bir sistem için) kolaylıkla yapılabilir.



Şekil 3. Önerilen ölü zaman modeli ile düzeltilmiş ve düzeltilmemiş sayma oranları arasındaki ilişki.

Bu düzeltme direkt olarak sayma süresi ile ilişkili olduğundan düşük ve orta dereceli sayma oranlarında yani ölü zamanın baskın olmadığı sayma oranlarında etkin bir düzeltme sağlar. Ayrıca pik şekli her bir durumda aynıdır. Bu nedenle de hem ölçüm sonucu elde edilen pik hem de düzeltilmiş sayma aynı

istatistiğe uyar. Çalışmada önerilen model ve diğer sıklıkla kullanılan iki model (uzatılan ve uzatılmayan) karşılaştırmalı grafikleri Şekil 4'te verilmiştir. Buradan da görüldüğü üzere önerilen integral model diğer iki modele göre oldukça iyi sonuç vermektedir.



Şekil 4. Bu çalışmada önerilen model ile diğer iki modelin karşılaştırılması.

Sistem ölü zaman kaybı ve saf Cu elementinin K_{α} ve K_{β} tesir kesitleri yükselticinin mümkün üç pikleşme zamanına göre test edildi. Önerilen yöntem hem sayma sisteminin ölü zamanını tahmin etmede hem de saf Cu elementinin K_{α}

ve K_{β} tesir kesitlerinin hesaplanmasında çok daha doğru sonuçlar verdi. Saf Cu elementinin hesaplanan tesir kesitleri Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Bir uygulama örneği: Saf Cu elementinin K_{α} ve K_{β} tesir kesitleri.

Tesir Kesiti	Pikleşme Zamanı (μ s)						Teorik*
	3		8		12		
	Düzeltilmemiş	Düzeltilmiş	Düzeltilmemiş	Düzeltilmiş	Düzeltilmemiş	Düzeltilmiş	
Cu $\sigma_{K_{\alpha}}$ (b/atom)	44,8	52,6	48,4	53,1	50,0	52,9	52,3
Cu $\sigma_{K_{\beta}}$ (b/atom)	5,97	7,08	6,4	7,31	7,39	6,98	7,21

*Scofield (1973).

Sonuç olarak, bu çalışmada önerilen integral düzeltme yöntemi ile *pile up pulsu*, *uzatılan ve uzatılmayan sistem ölü zamanları* olarak ifade edilen üç mekanizmanın birleşiminden ileri gelen sayma kayıplarını 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 ve orta dereceli sayma oranlarında sayma kaybını yeteri kadar düzeltebilmektedir.

Kaynaklar

Blaauw, M., Fleming, R.F. ve Keyser R., 2001, Digital signal processing and zero dead time counting, J. Radioanal. Nucl. Chem., 248, 309-313.

Canberra, 1998, Germanium detectors, User's Manuel, Canberra Industries, pp. 7.3.

Deighton, M.O., 1961, Statistical errors arising from use of a gate pulse train for total live time measurement during pulse amplitude analysis, Nucl. Instr. and Meth., 14, 48-52.

Galushka, A. N., 1993, The method of Poisson's fluxes of accidental events registration, Communication through J. M. Muller.

Gerardi, G., Abbene, L., Manna, A.L., Fauci, F. ve Raso, G., 2006, Digital filtering and analysis for a semiconductor x-ray detector data acquisition, Nucl. Instr. and Meth. A., 571, 378-380.

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

Görner, W. ve Höhnel, G., 1970, An automatic life time correction in multichannel counting of short-lived nuclides, Nucl. Instr. and Meth., 88, 193-195.

Harms, J., 1967, Automatic dead-time correction for multichannel pulse-height analyzers at variable counting rates, Nucl. Instr. and Meth., 53, 192-196.

Karabıdak, S. M., Çevik, U. ve Kaya, S., A new method to compensate for

counting losses due to system dead time, Nucl. Instr. and Meth. A., 2009, 361-364.

Karabıdak, S.M., Kaya, S., Çevik, U. ve Çelik A., 2011, Determination of proper peaking time for Ultra-LEGe detector, Radiation Measurements, 46, 446-450.

Kawada, Y., 1976, A new method of measuring resolving times of counting systems and its application, In Proc. Of the 13th annual Meeting on Radioisotopes in the Physical Sciences and Industry, Tokyo, Japan.

Kawada, Y., Kobayashi, S., Watanabe, K., Kawamura, T. ve Hino, Y., 1998, Automatic Compensation of dead time effects, Appl. Radiat. Isot., 49, 1123-1126

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

Müller, J. W., 1993, Some remarks on the Galushka method, Report BIPM 93/2.

NCRP, 1985, A Handbook Radioactivity Measurements Procedures, NCRP Reports No.58.

Pomme, S., 1998, Time distortion of a poisson process and it effect on experimental uncertainty, Appl. Radiat. Isot., 49, 1213-1218.

Pomme, S., 2001, Experimental test of the "Zero Dead Time" count-losses correction method on a digital gamma-

ray spectrometer, Nucl. Instr. and Meth. A., 472, 245-252.

gamma-ray spectrometry, J. Radioanal. Nucl. Chem., 271, 439-445.

Scofield, J. H., 1973, Lawrence Livermore Laboratory, Report UCRL-51326.

Tennelec, 1986, Instruction Manual TC 244 Amplifier, Oxford Instruments Inc.

Schönfeld, F., 1966, Alpha - a computer program for the determination of radioisotopes by least-squares resolution of the gamma-ray spectra, Nucl. Instr. and Meth., 42, 213-218.

Westphal, G.P., 1979, On the performance of loss-free counting – a method for real-time compensation of dead-time and pile-up losses in nuclear pulse spectroscopy, Nucl. Instr. Meth., 163, 189-196.

Spieler, H., 1999, Introduction to radiation detectors and electronics, http://www.physics.lbl.gov/~spieler/physics_198_notes_1999/index.html.

Wiernik, M., 1971, Comparison of several methods proposed for correction of dead time losses in the gamma-ray spectrometry very short-lived nuclides, Nucl. Instr. and Meth., 95, 13-18.

Szentmiklosi, L., Belgya, T., Molnar G.L. ve Revay, Z.S., 2007, Time resolved

Gümüşhane Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

- KORKMAZ K.A., AY Z., ÇARHOĞLU I., ÇELİK D., NUHOĞLU A.; Planda Düzensizlikleri Olan Çelik Yapıların Güçlendirilme Tiplerinin Değerlendirilmesi.....29-39
- FİDAN M.S., ÖZ A., ADANUR H., TURAN B.; Gümüşhane Yöresinde Yetişen Bazı Önemli Odun Dışı Orman Ürünleri ve Kullanım Miktarları.....40-48
- AKARYALI E., TÜYSÜZ N.; Arzular (Gümüşhane, KD-TÜRKİYE) Epitermal Altın Cevherleşme Sahasındaki Hidrotermal Alterasyonlar ve Kütle Değişim Hesaplamaları.....49-76
- KALKIŞIM Ö., TURAN A., AZERİ F.N., ÖZDEŞ D.; Kara Dut (*Morus nigra* L.) Bitkisinin In Vitro Çoğaltımı.....77-84
- YILDIRIM M., BOLAT N., ÇAKMAK M., BELEN S.; Türkiye Batı Geçit Bölgesi 2004-2005 Ürün Yetiştirme Sezonu İleri Kademe Makarnalık Buğday Islah Çalışmaları.....85-90
- KARABIDAK S.M.; X ve Gama-Işını Dedektörlerinde Ölü Zaman Düzeltmesi -Kısım 1- İntegral Düzeltme.....91-100

Gümüşhane University

Institute of Science and Technology

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bağlarbaşı Mahallesi
29100 GÜMÜŞHANE Tel: 0 456 233 75 36 Belge Geçer: 0 456 233 74 27

URL:<http://fbe.gumushane.edu.tr/gufbedergi.html>

E-posta:gufbed@gumushane.edu.tr