



# KUJES

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ



**MÜHENDİSLİK  
VE FEN BİLİMLERİ  
DERGİSİ**

**JOURNAL OF  
ENGINEERING  
& SCIENCES**



**Kastamonu Üniversitesi  
Mühendislik ve Fen Bilimleri  
Dergisi**



**Kastamonu University  
Journal of  
Engineering and Science**

Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi Hakemli bir dergidir ve yılda 2 defa yayınlanır

Cilt: 2	No:1	Haziran 2016	Vol: 2	Issue: 1	June 2016	ISSN 2149-4037 E-ISSN
---------	------	--------------	--------	----------	-----------	--------------------------

<b>Sahibi:</b> Prof. Dr. Seyit AYDIN Rektör	<b>Owner:</b> Prof. Dr. Seyit AYDIN Rector
<b>Genel Yayın Yönetmeni:</b> Prof. Dr. Naci TÜZEMEN Dekan	<b>General Publishing Manager:</b> Prof. Dr. Naci TÜZEMEN Dean
<b>Editör:</b> Prof. Dr. Savaş CANBULAT	<b>Editor:</b> Prof. Dr. Savaş CANBULAT
<b>Alan Editörleri</b>	<b>Field Editors</b>
Yrd. Doç. Dr. Çiğdem SAKICI, (Peyzaj Mimarlığı)	Assist. Prof. Dr. Çiğdem SAKICI (Landscape Architecture)
Prof. Dr. İzzet ŞENER (Gıda Mühendisliği)	Prof. Dr. İzzet ŞENER (Food Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Serkan ISLAK (Kimya Mühendisliği)	Assist. Prof. Dr. Serkan ISLAK (Chymistry Engineering)
Doç. Dr. Mehmet Cengiz BALOĞLU (Genetik ve Biyomühendislik)	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Cengiz BALOĞLU, (Genetics and Bioengineering)
Prof. Dr. Fatma KANDEMİRLİ (Biyomedikal Mühendisliği)	Prof. Dr. Fatma KANDEMİRLİ (Biomedical Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Özkan ESKİ (Makina Mühendisliği)	Yrd. Doç. Dr. Özkan ESKİ (Machina Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Seçil KARATAY (Elektrik ve Elektronik Mühendisliği)	Assist. Prof. Dr. Seçil KARATAY (Electrical and Electronics Engineering)
Prof. Dr. Özkan KÜÇÜK (Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği)	Prof. Dr. Özkan KÜÇÜK (Materials Science and Nanotechnology Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Selçuk MEMİŞ (İnşaat Mühendisliği)	Assist. Prof. Dr. Selçuk MEMİŞ (Construction Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Aydın TÜRKYILMAZ (Çevre Mühendisliği)	Assist. Prof. Dr. Aydın TÜRKYILMAZ (Environmental Engineering)
Yrd. Doç. Dr. Yasemin GÜLTEPE (Bilgisayar Mühendisliği)	Assist. Prof. Dr. Yasemin GÜLTEPE (Computer Engineering)
Prof. Dr. Yaşar BOLAT (Matematik)	Prof. Dr. Yaşar BOLAT ( Mathematics)
Prof. Dr. Atif ÇETİNER (Fizik)	Prof. Dr. Atif ÇETİNER (Physics)
Doç. Dr. Talip ÇETER (Biyoloji)	Doç. Dr. Talip ÇETER (Biology)
Yrd. Doç. Dr. Halit MUĞLA (Kimya)	Assist. Prof. Dr. Halit MUĞLA (Chmistry)



Cilt: 2	No:1	Haziran 2016	Vol: 2	Issue: 1	June 2016	ISSN 2149-4037 E-ISSN
---------	------	--------------	--------	----------	-----------	--------------------------

<b>Bu Sayının Hakem Listesi</b>	<b>This Issue of the Referee</b>
Prof. Dr. R. Serap ERGENE Prof. Dr. Savaş CANBULAT Yrd. Doç. Dr. Nejdet GÜLTEPE Yrd. Doç. Dr. Hakan ŞEVİK	Prof. Dr. R. Serap ERGENE Prof. Dr. Savaş CANBULAT Assist. Prof. Dr. Nejdet GÜLTEPE Assist. Prof. Dr. Hakan ŞEVİK
<b>Dizgi Sorumluları:</b> Araş. Gör. Kaan IŞINKARALAR Araş. Gör. Hatice Bike İÇEN	<b>Compositors:</b> Ress. Assist. Kaan IŞINKARALAR Ress. Assist. Hatice Bike İÇEN
Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi 37100- Kastamonu / TÜRKİYE	
Tel: +(90)366 2802901	
Fax: +(90)366 2802900	
Web: <a href="http://dergipark.ulakbim.gov.tr/kastamonujes">http://dergipark.ulakbim.gov.tr/kastamonujes</a>	
e-mail:	
<b>Bu dergi yılda iki defa yayınlanır. (Haziran-Aralık)</b>	<b>This journal is published two times in a year. (June-December)</b>
Kastamonu University Journal of Engineering and Science Indexed and Abstracted in: Dergipark	



Cilt: 2	No:1	Haziran 2016	Vol: 2	Issue: 1	June 2016	ISSN 2149-4037 E-ISSN
---------	------	--------------	--------	----------	-----------	--------------------------

### İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

---

Investigation of organochlorine pesticide residues in the well-water of Göksu Delta	Halil Kumbur, Hüdaverdi Arslan, Emel Deniz Ünal, Zafer Özer, Gamze Koyuncu Turkey	1
Pheromone Traps Application Against Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae) In Ili- Alatau Mountains	A. Sagitov, N. Mukhamadiev, N. Ashikbaev, K. Mazarzhanova, Zh. Bolat G. Mendibaeva1, D. Abzhanbayev (Almati)	14

---



## Investigation of organochlorine pesticide residues in the well-water of Göksu Delta

Halil Kumbur<sup>1</sup>, Hüdaverdi Arslan<sup>1</sup>, Emel Deniz Ünal<sup>2</sup>, Zafer Özer<sup>2</sup>, Gamze Koyuncu Türkay<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin.

<sup>2</sup> Mersin Büyükşehir Belediyesi, Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, Mersin

### ARTICLE INFO

Received: April; 27.2016

Reviewed: June; 4.2016

Accepted: June; 4.2016,

#### Keywords:

Göksu Delta,  
Well water,  
Gas chromatography,  
Organochlorine pesticide

#### Corresponding Author:

\*E-mail: gamzekoyuncu@mersin.edu.tr

### ABSTRACT

Göksu Delta, located on Turkey's Mediterranean coast, is one of the most important wetlands in the world where agricultural activities are suspanied intensively. The use of pesticides during agricultural production in the Delta is restricted or prohibited. In this study, a total of 200 water samples from forty wells were collected seasonally to determine the degree of groundwater affected by pesticides from 2006 to 2008. The concentration of lindane and metabolites (1,2,3, Trichlorobenzene; 1,2,4, Trichlorobenzene), endosulfan isomers (alpha and beta endosulfan), aldrin, dieldrin, endrin aldehyde residues were investigated in this wells. According to the results, the maximum residue concentrations of organochlorine pesticides were determined as 1,2,4 Trichlorobenzene (259,700 ng L-1) and aldrin (41,641 ng L-1 ) at the first sampling representing the months of spring. The values determined in water samples were evaluated within the scope of Dangerous Substances Directive-Water (76/464/EU) and aldrin (10 ng L-1) was found on the environmental quality standards, especially.

### ÖZET

#### Anahtar Kelimeler:

Göksu Delta,  
Kuyu suyu,  
Gaz kromatografisi,  
Organoklorlu pestisit

Göksu Deltası, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında yer alan, tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü Dünya'daki önemli sulak alanlardan biridir. Deltada yapılan tarımsal üretim sırasında pestisitlerin kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır. Bu çalışmada; yeraltı sularının pestisitlerden etkilenme derecesini tespit edebilmek için tarımsal arazi yakınında belirlenen 40 kuyudan 2006-2008 yılları arasında mevsimsel olarak toplam 200 örnek toplanmıştır. Bu kuyularda, lindan ve metabolitleri (1,2,3, Triklorobenzen; 1,2,4, Triklorobenzen), alfa endosülfan, beta endosülfan, aldrin, dieldrin ve endrin aldehit gibi organik klorlu pestisit kalıntı derişimi araştırılmıştır. Çalışma sonunda, en yüksek pestisit kalıntı derişimleri 1,2,4 Triklorobenzen için 259,700 ng L-1 ve aldrin için 41,641 ng L-1 olarak ilkbahar aylarını temsil eden birinci örneklemelerde saptanmıştır. Su numunelerinde saptanan değerler, Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (76/464/AB) kapsamında değerlendirilmiş ve özellikle aldrin (10 ng L-1) çevresel kalite standartlarının üzerinde bulunmuştur.

## 1. Giriş

Pestisitler, çeşitli tarım ürünlerinin üretimi, taşınımı, depolanması ve tüketimi sırasında besin değerini düşüren veya zarar veren böcek, kemiriciler, yabancı ot, mantar vb.'nin etkilerinin azaltılması amacı ile kullanılan kimyasal maddelerdir (Matsumara, 1985). Organoklorlu pestisitler, aromatik veya alifatik hidrokarbonların yapılarına klor bağlanmasıyla elde edilen bileşiklerdir. Kimyasal yapılarına göre; Hekzaklorobenzen (lindan vb.), klorlu siklodien (aldrin, dieldrin, endrin, klordan, heptaklor ve endosülfan), diklorodifeniletan (DDT ve metabolitleri, metoksiklor, dikofol ve klorobenzilat) olarak sınıflandırılmaktadır (Klaassen, 2001; Weber, 2008; Bulut ve ark., 2011). Tarımsal üretimde sık kullanılan organik klorlu pestisitler çevrede bulunan en önemli organik kirleticilerden biridir. Organoklorlu pestisitler, suda çözünmezler ve buharlaşmazlar. Bu yüzden toprakta kalıcılıkları uzun sürelidir (Kansu, 1994). Buna karşılık, yağda çok hızlı çözünürler ve kolay bozunmadıkları için de yağ dokusunda birikerek canlı organizmalara zarar verebilirler. (Darko ve Acquaaah, 2007; Li ve ark, 2014). Yapılan çalışmalarda; DDT vb. bazı organoklorlu pestisitlerin, 1970'li yıllardan itibaren canlı ve insanlar üzerinde kanserojen, sinir sistemini etkileyici ve hatta mutasyon oluşturuca etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sebep ile Avrupa ülkelerinin çoğunda kullanımları, satışları kısıtlanmış veya yasaklanmıştır (Bakan ve Arıman, 2004; Tadevosyan ve ark, 2007; Kaushik ve ark, 2011).

Dünya'da, toplam 30000 pestisit türü mevcut olup, bunun 2600'ü yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Kullanılan pestisitlerin tüketimi yıllık 3 milyon ton civarındadır. Sadece % 3'ünün insan sağlığına etkileri incelenmiştir. FAO-ILO, (2009) tarımsal ilaçların yoğun kullanımı nedeni ile her sene 40.000 den fazla insanın ölümüne sebep olduğunu raporlamıştır. Kullanılan pestisitlerin % 55'inin Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da tüketildiği, Avrupa Birliği (AB)'nde ise en yüksek Hollanda'da 10 kg ha-1 pestisit tüketimi yapıldığı belirtilmiştir (Kızılaslan ve Yaşa, 2011). Türkiye'de pestisit kullanımı yıllık 30.000-35.000 ton arasında değişmektedir (Zeren ve Erem, 2000). Pestisit tüketimi genelde bölgesel olarak ağırlık kazanmakta, özellikle polikültür tarımın yapıldığı alanlarda yoğunlaşmaktadır. Tarım ilacının kullanımı bölgeler bazında sıralandığında % 27 Akdeniz, %18 Marmara ve İç Anadolu, %17 Ege, %14 Güney Doğu Anadolu, % 5 Karadeniz ve %1 Doğu Anadolu'dur. Yıllık hektar başına 400-700 g pestisit tüketilmektedir (Durmuşoğlu ve ark, 2010; Kızılaslan ve Yaşa, 2011). Tarımsal faaliyetler, Akdeniz Bölgesi'nde, Adana, Mersin ve Antalya olmak üzere 3 ilde yoğunlaşmaktadır (Zeren ve Erem, 2000). Türkiye'de pestisit kullanım oranı incelendiğinde; Adana'da % 10, Mersin'de ise bu oranın % 16'a ulaştığı görülmektedir (Mersin İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2000). Tarım ilaçları tüketim miktarı incelendiğinde, % 47'sini insektisitler (böcek öldürücüler), % 24 'ünü herbisitler (ot öldürücüler), % 16'nı fungusitler (fungus öldürücüler) ve % 13' ünü de diğer gruplar oluşturmaktadır (Delen ve ark, 2005; Turabi, 2007).

### 1.1. Pestisitlerin çevresel etkileri

Uzun yıllardır bilinçsizce kullanılan tarımsal ilaçlar doğal dengenin bozulmasına, zararlıların zamanla pestisitlere karşı direnç kazanmasına, besinlerde kalıntı bırakmasına ve ekosistemin kirlenmesine neden olmuştur. Çünkü bu kimyasallar, alıcı ortama toprak, su ve hava yolu ile karışmakta, zor parçalandıkları ve biyolojik olarak birikim gösterdikleri için çevrede uzun süre aktif kalabilmektedir. Pestisitlerin uygulandığı ortamda davranışlarını etkileyen birbirleri ile ilişkili olan 4 ana faktör bulunmaktadır. Bunlar; pestisit ve toprağın özellikleri, yöre koşulları ve uygulama şekilleridir (Edwards, 1976). Bu maddeler, uygulama alanından itibaren mobilize olmaktadır. Bunun sonucunda, bitki tarafından alınabilir, atmosfere buharlaşabilir, sürüklenebilirler. Atmosfere rüzgarın etkisiyle taşınan pestisitler, partiküllere yapışarak ve yağmurla yüzey sularına taşınmaktadır. Ayrıca, pestisitler toprak parçacıklarına da yapışarak sulama veya yağmur suyunda eriyebilir ve yeraltı sularına kadar ulaşabilir. Bu durum yıkanma yüzey suyunun hareketinin aksine suyun toprakta dikey hareketinden kaynaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, Antartika'da pestisit kalıntılarında rastlanılmış ve bu durum tarımsal kimyasalların hedef olmayan alanlardaki taşınabildiğini göstermiştir (Goldberg, 1976; Raymond ve Derek, 1992).

Edwards (1976)'a göre sucul ekosistemlerde pestisitlerin birikim hızı karasal ekosistemlerden daha yüksektir. Özellikle tarımsal sistemlerden akiferlere sızan pestisitlerin büyük bir kısmı daha uzun süre su sistemlerinde etkinliğini korumaktadır. Sucul ekosistemlerin temel besin kaynağını oluşturan planktonik organizmaların pestisit kalıntılarında maruz kalmalarına bağlı olarak besin zinciri yolu ile toplu ölümler meydana getirdiği, özellikle insektisitlerin kullanımının hedef organizmalar yanında toplu kuş, memeli ve

balık ölümlerine de neden olduğu rapor edilmiştir (Coppage, 1971; Hill ve Fleming, 1982). Endosülfan gibi bazı pestisitlerin gelişmekte olan fetüsün üreme ve bağışıklık sistemlerine de zarar verdiği tespit edilmiştir (Dökmeci, 1994; Ren ve ark, 2011). Ayrıca, sucul ekosistemde bentik sediman tarafından bağlanan pestisitler, stabil hale geldiğinden organizmalar üzerinde birikim oranını arttırmaktadır. Yapılan çeşitli araştırmalarda, sucul ekosisteme toprağın yıkanması yoluyla önemli ölçülerde giriş yapan pestisitlerin özellikle balıklarda birikime uğradığı belirtilmiştir. (Radhiah ve Rad, 1990; Vural, 2005; Jiang ve ark, 2009; Marrucci ve ark, 2013; Yu ve ark, 2013). Bu yüzden, doğada yıkımı uzun zaman alan sentetik pestisitlerin kullanımına yasal sınırlamalar getirilmiştir (Klinghard, 1993). Tiryaki (2010), Türkiye’de 2008 yılı sonu itibariyle 4100 adet ruhsatlı bitki koruma ürünü bulunduğunu, ruhsatlı etkili madde sayısının ise 418 olduğunu raporlamıştır. Avrupa Birliği (AB) tarafından, 2009 yılında pestisitlerin sürdürülebilir kullanımını sağlamak, kimyasallarla mücadelede alternatif teknikler ve entegre mücadele yöntemlerinin kullanımını teşvik etmek amacıyla 2009/128/EC nolu Pestisit Direktifi yayınlanmıştır. Bu direktife uyum kapsamında 01.01.2009 tarihi itibariyle 75 adet, 31.08.2009 tarihi itibariyle de 49 adet pestisit imalatı ve ithalatı durdurulmuştur (<http://www.tarim.gov.tr/GKGM>).

Göksu Deltası, önemli tarımsal potansiyele sahip olan ve 1990 yılında 2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 9. Maddesine istinaden Özel Çevre Koruma Bölgesi ve RAMSAR Alanı ilan edilen Dünya’nın en önemli sulak alanlarından birisidir. Bölgede yaygın olarak polikültür tarım yapılmaktadır. Sulu tarımın yapıldığı kıyı şeridinde buğday, arpa, çeltik yanında pamuk, susam, yerfıstığı, çilek, narenciye, turunçgiller, turfanda sebze, bakla ve mısır yetiştirilmektedir. Tarımsal üretim bölge dışında kalan pek çok yere pazarlama yolu ile ulaşmakta ve pestisit kalıntıları hedef alanlardan çok uzaklara yayılmaktadır. Delta sınırları içerisinde yer alan tarım arazilerinin sulanması için Göksu Nehri’nin doğu ve batı kesimlerinde hizmet vermek amacı ile iki sulama birliği (Göksu ve Silifke Sulama Birlikleri) aktif faaliyet göstermektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından açılan sulama kanallarına rağmen yöre halkı tarafından delta üzerinde tarımsal faaliyetler için birçok kuyu açılmış olup bu kuyulardan kontrolsüzce su çekilmektedir (Kumbur ve Akın, 1995; Kumbur ve ark, 2002). Bu kuyular sera ürünlerinin sulanmasında ve içme-kullanma suyu ihtiyacı için yoğun olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla, burada yerel kirlenme önemli bir faktördür. Bu nedenle Delta’da kuyu sularında yapılacak pestisit kalıntı tespiti önemlidir.

Bu çalışmada, Türkiye’de ve pek çok ülkede kullanımı yasaklanmış olan lindan, 1,2,3, Triklorobenzen, 1,2,4, Triklorobenzen, alfa endosülfan, beta endosülfan, aldrin, dieldrin ve endrin aldehit organoklorlu pestisitlerinin Göksu Deltası kuyu sularında 2006-2008 yılları arasındaki kalıntı derişimleri araştırılmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Çalışma Alanı**

Göksu Deltası, Akdeniz’in kuzey doğusunda Mersin İli Silifke İlçesi’nde yer almaktadır (Şekil 1). Toplam koruma alanı 236000 ha, sulama alanı ise 5500 ha’dır. Göksu Deltası’nda Akgöl ve Paradeniz Gölü olarak bilinen iki büyük göl yer almaktadır. Paradeniz Gölü (592 ha) ve Akgöl (820 ha) alanı kaplayan çok sayıda irili ufaklı sığ ve çoğunlukla mevsimsel göl ve göllerin çevresindeki binlerce hektarlık tuzcul bataklıklardır. Akgöl tatlı su karakteri taşıyan deltanın en büyük gölüdür. Akgöl’de uzun dönem için sedimantasyonun neden olduğu ötrofikasyon tehlikesi vardır. Uzun dönemli hidrografi, havzadaki minimum akışı  $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  civarında tutan önemli bir yer altı suyunun varlığını göstermektedir. Birbirini takip eden birkaç yağışlı yıl, yer altı suyunun artmasına neden olmaktadır (Hollis, 1994). Akgöl, Göksu Deltası’nda drenaj havzasının bir parçasıdır. 1960’lı yıllarda yüksek tuzluluk oranı olan, bitkinin neredeyse hiç olmadığı bir göl iken, bugün zengin bataklık bitki örtüsüne sahip, besin elementlerinin arttığı tatlı su gölü haline dönüşmüştür. Gel-git olayına bağlı olarak tuzluluk oranları değişen bu göllerde, ortalama olarak tuzluluk Paradeniz’de %19, Akgöl’de %1-2 civarındadır. Paradeniz Gölü ise denizle irtibatlı olup tuzludur ve kum setti ile denizden ayrılmaktadır .Ortalama derinliği 1.5 m’dir (Kumbur ve ark, 2013).

Göksu Deltası, uygun iklim koşulları yanında farklı habitatları da içinde barındıran pek çok canlı türünün yaşadığı özel bir bölgedir. Bölge zengin vejetasyonun yanı sıra, kuşlar, göçmen kuşlar ve çeşitli deniz canlıları bakımından da zengin çeşitlilik gösterir. Türkiye’de bulunan 502 kuş türünden 334’ü ve 507 bitki türü Göksu Delta’sın da bulunmaktadır (Başibüyük, 1992; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).



Delta, ekolojik olarak ötrofik (bol gıdalı) bir sulak alandır (Crivelli ve Rosecchi, 1993). Toprakların bileşeni yüzeyden alt yüzey horizonlarına doğru derinlikle değişmektedir. Özellikle Göksu Deltası gibi nemli iklim koşullarında yağmur suları toprağa geçmekte ve çözünebilir pestisitler toprak çözeltisi ile taşınabilmektedir. Böylece tarım alanları ile Akdeniz arasında tampon görevi yapan Paradeniz ve Akgöl lagünlerinin oluşturduğu sazlık ve bataklık sulak alanlarda birikime neden olabilmektedir. Balıkçılığının yapıldığı bu lagünlere taşınan sedimentlerdeki pestisitler burada yetişen balıklar tarafından alınıp yapılarında birikime uğrayabilmektedir.



**Şekil 1.** Göksu Deltasının konumu

## **2.2. Örneklemeye ve Analizler**

Göksu Deltası tarımsal arazi yakınında belirlenen Göksu Sulama Birliğine ait 20 ve Silifke Sulama Birliği'ne ait 20 kuyu olmak üzere toplam 40 kuyudan mevsimsel olarak 2'şer L su numunesi alınmış ve örneklemeye işlemi standart numune alma metodlarına göre mevsimsel olarak yapılmıştır (APHA,AWWA-WPCP, 2005).Buna göre; alınan örnekler polietilen şişelere koyularak buz kutularında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen numuneler, analiz edilinceye kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Her kuyuda biri kontrol amaçlı olmak üzere toplam 5 dönemde örneklemeye yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda organik klorlu pestisit kalıntı derişimlerinin ortalama değerleri verilmiştir. Şekil 2'de örneklemeye noktaları, Tablo 1'de ise noktaların koordinatları verilmiştir.

## **2.3. Ekstraksiyon**

Analizlerin ön işlemleri AOAC Metot 970.52 (AOAC, 1995a), suda pestisit kalıntı analizleri ise EPA Metot 680 (EPA, 1985) esas alınarak gerçekleştirilmiştir. 500 mL su örneği 1 L'lik ayırma hunisine alınarak üzerine 10 g Sodyum tiyosülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ve 50 mL diklorometan ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) eklenerek 3 dakika çalkalandıktan sonra çözücü fazı bir başka ayırma hunisine alınmıştır. 25 mm çaplı 50 cm yüksekliğindeki kolona susuz  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  'dan 10 cm olacak şekilde eklenerek kolondan toplanan organik çözücü geçirilmiştir. Kolonun temizlenmesi için örnekten sonra 4 mL  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  geçirilerek özütleme işlemi tamamlanmıştır. Özüt, döner buharlaştırıcıda 50 °C' de yaklaşık 4 mL kalana kadar buharlaştırılmıştır. Daha sonra 6 mL n-hekzan ilavesi ile derişirme tüpüne aktarılan örnek saf azot gazı ile oda sıcaklığında 0,5 mL kalıncaya kadar sıyırma işlemine tabi tutulmuştur (Geyikçi ve Büyükgüngör, 2002). Analiz işlemleri üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Son olarak viallere alınan örnekler Gaz Kromatografisi (GC) cihazında okutulmuştur. Elde edilen sonuçların ortalama değerleri verilmiştir



Şekil 2. Mersin İli Silifke İlçesi örnekleme noktaları

Tablo 1. Örnekleme noktaları ve koordinatları

.Kuyu No	Koordinatlar		Kuyu No	Koordinatlar	
	X	Y		X	Y
S 1	586136	4025608	G 1	562749	4423945
S 2	587356	4024567	G 2	566128	4341208
S 3	589621	4024049	G 3	566936	4348769
S 4	589796	4024029	G 4	568364	4382944
S 5	590254	4024029	G 5	568494	4254891
S 6	589993	4024495	G 6	570304	4374697
S 7	590457	4024671	G 7	573094	4257485
S 8	590272	4223127	G 8	562038	4222449
S 9	599566	4022247	G 9	569349	4323148
S 10	591272	4016900	G 10	579384	4273849
S 11	591253	4021670	G 11	569394	4378993
S 12	590559	4021881	G 12	569304	4336348
S 13	589885	4022188	G 13	568599	4385961
S 14	588095	4027307	G 14	575869	4294058
S 15	588197	4024503	G 15	565838	4359856
S 16	588216	4024728	G 16	562397	4294854
S 17	588183	4024946	G 17	579321	4245596
S 18	588136	4024884	G 18	574950	4385756
S 19	587892	4024884	G 19	563995	4295876
S 20	588116	4024328	G 20	564830	4223449

G: Goksu Sulama Birliği S: Silifke Sulama Birliği

## 2.4. Kromatografi Analizleri

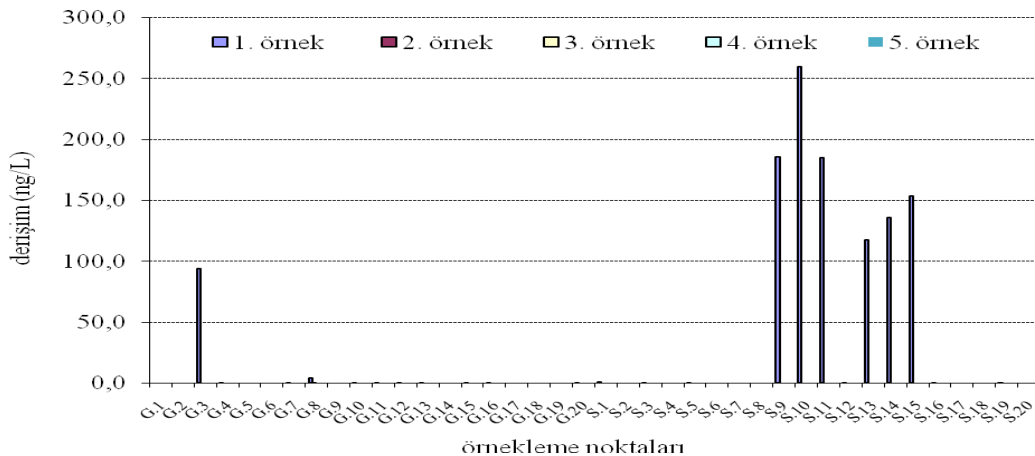
Örneklerin analizleri mikro elektron yakalama iyonizasyon dedektörü ( $\mu$ -ECD) ile donatılmış otomatik enjektörlü 6890 model Hewlett Packard Gaz Kromatografi (GC) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analizler, film kalınlığı 0.25  $\mu$ m, uzunluğu 30 m ve çapı 0.32 mm olan HP5 kolon ile gerçekleştirilmiştir. GC, 1 dakika boyunca 50 ° C'de işlem görmüş, daha sonra sıcaklık 5 ° C dk-1 hız ile 290 ° C'ye yükselmiştir. Taşıyıcı gaz olarak dakikada 20 mL akışta azot gazı kullanılmıştır. Dedektör ve enjektör sırasıyla, 250 oC' de sabitlenmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Göksu Deltası; alüvyon çakıl, kum, silt, kil ve kumlu kil karışımlarından oluşmaktadır. Deltanın belli bir kısmında yüzeyde yer alan 20-30 m kalınlığındaki kil, altında yer alan geçirgenliği göreceli olarak yüksek iri taneli sedimanların oluşturduğu akiferi basınçlı bir akifer yapmaktadır. Deltada, bölgesel yayılmış artezyen akifere, basınçlı akifere ve serbest akifere rastlanmaktadır (Demirel ve Özpınar, 2007).

Örneklemenin yapıldığı tarımsal sulama amaçlı açılan kuyuların Delta genelinde hakim olan serbest akiferde olması ve tarımsal üretimde uzun yıllardır kullanılan pestisitlerin artık toprakta adsorbe olamaması nedeni ile yeraltı sularına kadar ulaşmaktadır. Göksu Deltası'nda sera ve tarla tarımında ilaçlamanın yoğun olduğu kış mevsimini takiben 1. örneklemenin yapıldığı ilkbahar ayları, elde edilen yüksek pestisit değerlerini açıklamaktadır. Kuyularda her bir pestisit için elde edilen maksimum kalıntı organoklorlu pestisit derişimleri Şekil 3-10'da verilmiştir.

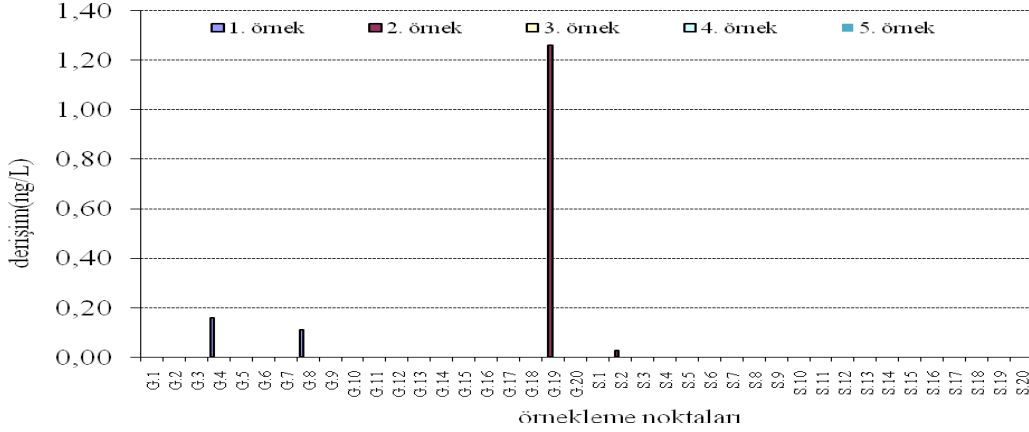
Örneklemenin yapıldığı Silifke Sulama Birliği sınırında kalan kuyu sularında 5 örnekleme sonucu değerlendirildiğinde aldrin-dieldrin, lindan ve metabolitleri olan 1,2,3-TCB ve 1,2,4-TCB kalıntı derişiminin, endrin metaboliti olan endrin aldehit ve endosülfan izomerlerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek kalıntı pestisit derişimlerine, ilkbahar ve yaz aylarını temsilen yapılan 1. ve 2. örneklemelelerde saptanmıştır. Kurak yaz ve sonbahar mevsimlerinde toprakta kontamine olan organik kirleticilerin kış aylarında yağışlarında etkisi ile mobilize olduğu ve örnekleme noktalarında pestisit kirliliğini meydana getirdiği düşünülmektedir. Silifke Sulama Birliği sınırlarında ilkbahar aylarında kuyu sularında yapılan kalıntı analizler sonucunda 1,2,4 TCB (259,70 ng L-1) ve aldrin (41,6410 ng L-1) en fazla 1. örneklemede çilek üretimi yapılan ve ilaç kullanımının yoğun olduğu 10 ve 19 no'lu kuyularda saptandığı ve bu kuyularda derişimlerinin dieldrin, endrin aldehit,  $\alpha$  ve  $\beta$  – endosülfan, lindan ve 1,2,3 – TCB göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, 1.örneklemede kış mevsimi yağışları ile toprağın yıkanması uygulanan pestisitlerin serbest bir akifere sahip olan ile düşük yeraltı suyu seviyelerine sahip olan kuyularda daha yüksek derişimlerde bulunduğunu göstermektedir.



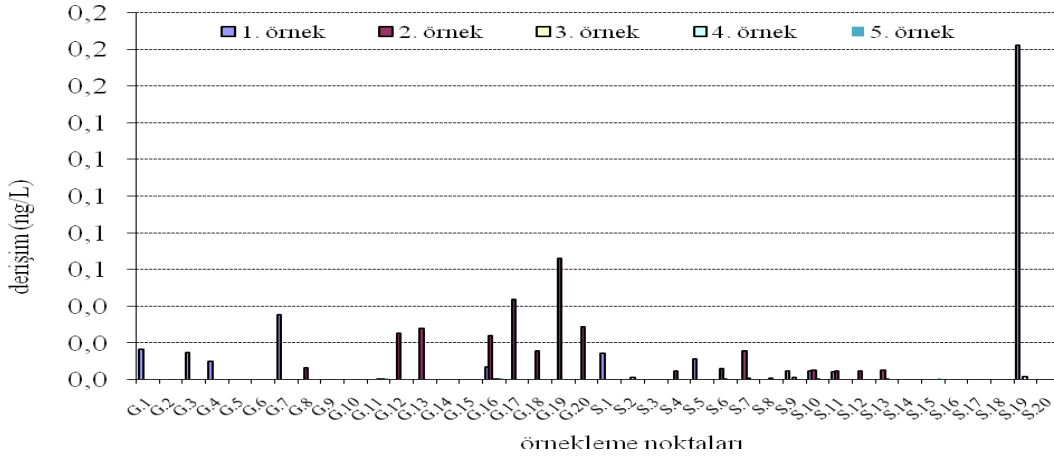
Şekil 3. Örnekleme Noktalarında 1,2,4-Triklorbenzen Derişimi Değişimi (ng L<sup>-1</sup>)



Diğer örnekleme tarihlerinde  $\alpha$ -endosülfan kalıntısına rastlanmazken  $\beta$ - endosülfan kalıntı derişiminin 1. örneklemeye kıyasla düşük olduğu görülmektedir. 1.örneklemede kış mevsimi yağışları ile toprağın yıkandığı ve uygulanan pestisitlerin serbest bir akifere sahip olan ve yaz ve sonbaharın kurak geçmesi nedeni ile düşük yer altı su seviyesine sahip olan kuyularda yüksek pestisit kalıntısının olduğu düşünülmektedir.



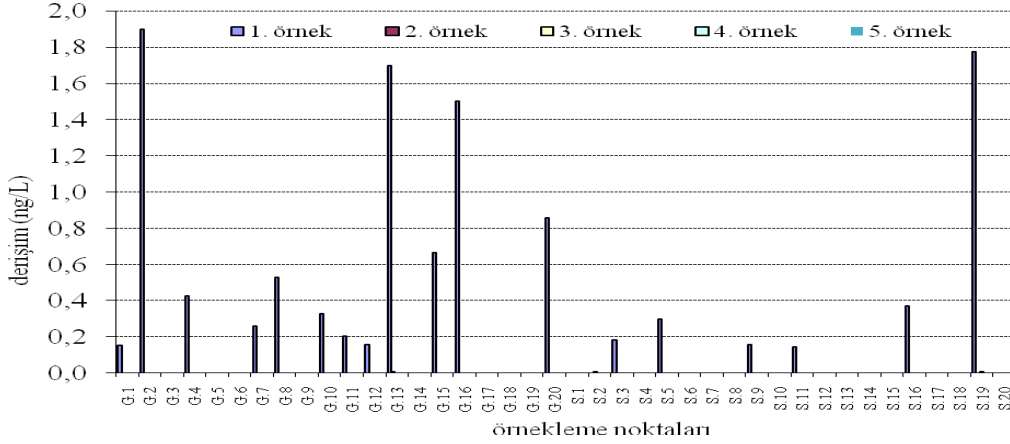
**Şekil 6.** Örnekleme Noktalarında  $\alpha$ -Endosulfan Derişimi Değişimi (ng L<sup>-1</sup>)



**Şekil 7.** Örnekleme Noktalarında  $\beta$ -Endosulfan Derişimi Değişimi (ng L<sup>-1</sup>)

Siklodien sınıfında yer alan aldrin (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>6</sub>), termitleri (beyaz karıncalar), çekirgeleri, mısır kök solucanını ve diğer bazı zararlı öldürmek için kullanılan bir organoklorlu bir pestisit olup, kullanımı 1979 yılında yasaklanmıştır. Aldrin uygulaması direk toprağa yapılmaktadır. Kurak geçen 2006 yaz ve sonbahar dönemini takiben düşük yeraltı su seviyelerine sahip örnekleme noktalarına kış aylarında yağışlarla yıkanarak ulaşmaktadır. Siklodien sınıfında yer alan pestisitlerin en önemli özelliği izomerizmdir. Bu nedenle isodrin, onun epoksiti (yükseltgenme ürünü) endrin, aldrin ile dieldrin aynı formüle sahip olmalarına rağmen stereokimyalarının (izomerizm) değişik olması nedeniyle birbirlerinden farklı fizikokimyasal özellikler taşımaktadırlar. Aldrin, biyokimyasal reaksiyonlarla veya çevrede oksidasyona uğrayarak epoksit dieldrin, endrin ve heptaklor epoksit oluşturmaktadır. Örnekleme noktalarında saptanan dieldrin kalıntı derişimi hem aldrinin matabolize olmasından hem de ACE-EX, Agrico Dieldrin %10 Dust, Agrico Dieldrin %15, Agrico Dieldrin %5 Granules vb ticari adı ile satılan dieldrin etken maddeli organoklorlu pestisitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Dieldrin ve endrin aldehit, aldrinden daha kuvvetli insektisit özelliği olan, daha kalıcı etkili maddelerdir. Araştırmada Silifke





Şekil 10. Örneklem Noktalarında Endrin Aldehit Derişimi Değişimi (ng L<sup>-1</sup>)

Proje çalışmasının bir diğer örneklem alanı Göksu Sulama Birliği sınırında kalan örneklem noktaları kendi aralarında değerlendirildiğinde ilk örneklemede saptanan pestisit kalıntı derişimleri diğer örnekleme noktalardan daha yüksektir. İlk örnekleme kış yağışlarını takiben Mart (2007) ayında yapılmış olup topraktan yıkanan pestisit kalıntılarının saptanan yüksek değerlere ulaşmasını açıklamaktadır. Göksu Sulama Birliği'ne ait kuyularda en yüksek kalıntı pestisit derişimi, 3 no'lu kuyuda yapılan ilk örneklemede 1,2,4 TCB (93,5 ng L<sup>-1</sup>) olarak bulunmuştur. Bu bölgede tüm örneklem noktalarında sıklıkla karşılaşılan pestisit grubu siklodien sınıfı olup aldrin, dieldrin ve endrin aldehit etrafında yoğunlaşmaktadır. Siklodien sınıfı pestisit kirliliği incelendiğinde ilk örnekleme noktalarındaki yüksek değerlerin düştüğü görülmektedir. Siklodien sınıfının metabolitlerindeki artış bu azalmayı açıklamaktadır. Bu durum aldrinin metabolitlerine parçalandığını göstermektedir.

Göksu Deltası'ndaki yeraltı suları denize dökülen Göksu Nehri ile ilişkilidir. Bu nedenle yeraltı sularında saptanan bir pestisit kirliliği deniz suyuna, sedimana ve besin zincirinin en üst basamaklarına artarak taşınabilecektir. Delta'da yapılan çeşitli kalıntı tespit çalışmaları sonucu organizmalarda (Ayaş ve ark, 1997), toprakta, bitkide ve sedimentte (Avcı, 2004), suda, çökeltide ve balıklarda (Yalvaç, 2005) ng L<sup>-1</sup> – mg L<sup>-1</sup> aralığında organoklorlu pestisit ve organofosforlu pestisit kalıntılarında rastlanılmıştır. Bu da pestisitlerin uzun süre buldukları ortamda bozunmadan kalabildiklerini, kronik olarak sucul canlılarda birikerek besin zinciri yolu ve topraktan yeraltı sularına ve içme sularına kadar gelerek kirliliğin insanlara ulaşabileceğini göstermektedir. Ayrıca, koruma altında bulunan alanda göçebe kuşların beslenmesi ile nesli tehlikede olan canlıların, risk altında kalarak birlikte göç ettikleri alanlarda besin zinciri yolu ile direkt temas etmeyen canlıları da etkilediğini düşünülmektedir.

#### 4. Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda organoklorlu pestisitlerin sucul ekosisteme karıştığı ve uzun süre ortamda kalabildiğini tespit edilmiştir. Ayrıca araştırma sonuçları pestisitlerin kullanımının yasaklanmış olsa bile metabolitlerine dönüştüğü ve özellikle bahar mevsiminde yüksek derişimlerde Göksu Deltası yeraltı ve kuyu sularında bulunabildiğini göstermektedir. Bu duruma organoklorlu pestisitlerin kimyasal özelliklerinin, biyobirikime ve uzun süre taşınma kapasitesine sahip olmalarının neden olduğunu düşünülmektedir.

Bu çalışmada araştırılan lindan ve metabolitleri (1,2,3, Triklorobenzen; 1,2,4, Triklorobenzen), endosülfan ve izomerleri (alfa endosülfan, beta endosülfan), aldrin, dieldrin ve endrin aldehit, Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi 2000/60/EC ile 26.11.2005 tarih ve 26005 sayılı Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği ((76/464/AB) kapsamında değerlendirilmiştir. Bu pestisitler, 14 adet kirleticinin yer aldığı ve su kaynaklarında bulunması istenmeyen veya deşarj standartları getirilen çok tehlikeli maddeler sınıfında yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre sadece aldrin çevresel kalite standartlarının üzerinde bulunmuştur.

Pestisit kullanımı ile ilgili en önemli sorun; çevresi ile ne zaman, nerede, nasıl etkileşime girdiği ve uzun zaman sürecinde insana ve doğaya verebileceği zararın kesin olarak saptanmasının güçlüğüdür. Bu nedenle yasal çerçeveler içerisinde doğada yıkımı zor ve uzun zaman alan sentetik pestisitlerin kullanımına sınırlamalar getirilmelidir. Son ilaçlama zamanı ve hasat arasında geçmesi gereken süreye dikkat edilmeli ve üreticiler bu konuda eğitilmelidir. Deltada kimyasal mücadeleden kaçınılarak biyolojik mücadeleye yönelilmeli ve zaman içerisinde Göksu Deltası'nda ekolojik tarıma geçilmelidir.

Delta'da belirlenen pestisit kirliliği yeraltı sularının Göksu Nehri ile denize taşınımından dolayı noktasal olmayacaktır. Bu yüzden, Göksu Deltası gibi koruma altına alınan alanlarda pestisit kullanımının kontrol altında tutulması, gıda ürünleri ve su kaynaklarında pestisit kalıntılarının düzenli olarak tespit edilmesi, kalıntı analiz metotlarının güncellenmesi, pestisitlerin ekosisteme olan akut ve kronik etkilerinin belirlenmesi bunun için ekotoksikite testlerinin yapılması gerekmektedir. Bölgede su kaynaklarında kalıntı pestisit ve metabolitlerinin envanteri çıkartılmalı, değişimler sürekli izlenerek risk değerlendirilmesi ve atık yönetimi planlaması yapılmalıdır.

## 5. Teşekkür

Bu çalışma, BAP-MUH F CM (HK) 2006 -1 proje nolu Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiş olup ilgili kuruma finansal desteklerinden dolayı, Göksu Sulama Birliği ve Silifke Sulama Birliği çalışanlarına ise arazi çalışmalarındaki yardımları ve verdikleri bilgiler için teşekkür ederiz.

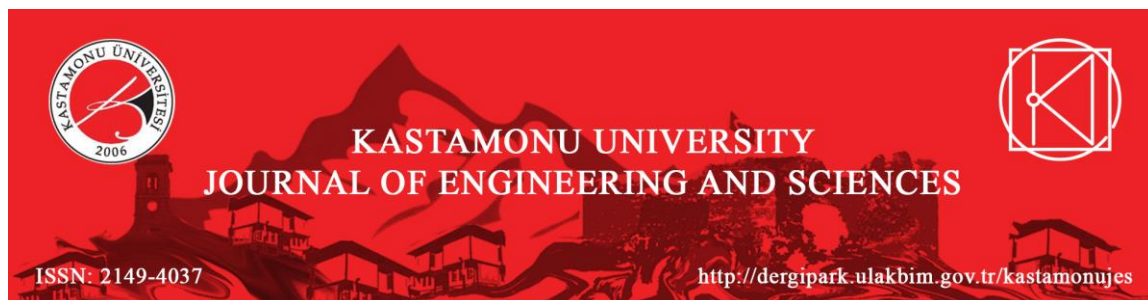
## 6. Kaynaklar

- AOAC, (1995a). Organochlorine and organophosphorous pesticide residues: General multiresidue method. Sec. 10.1.01, Method 970.52. In Official Methods of Analysis of AOAC International , 16th ed., P.A. Cunniff (Ed.), AOAC International, Gaithersburg, MD, 1-10.
- APHA (Ed.), (2005). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 20th Edition. APHA,AWWA-WPCP.
- Avcı ED, (2004). Göksu deltası toprak, bitki ve çökellerinde methamidophos kalıntısının araştırılması, YLS Tezi Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, 1-82.
- Ayaş Z, Barlas N, Kolonkaya D, (1997). Determination of organochlorine pesticide residue in various environments and organisms in Goksu Delta, Turkey, Aquatic Toxicology, (39), 171-181.
- Bakan G, Arıman S, (2004). Persistent organochlorine residues in sediments along the coast of mid-black sea region of Turkey, Marine Pollution Bulletin 48, 1031- 1039.
- Başbüyük M, (1992). Göksu deltası su kirlilik düzeyi ve su kalitesinin belirlenmesi, YLS Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya AnaBilim Dalı, 1-82.
- Bulut S, Akkaya L, Gök V, Konuk M, (2011). Organochlorine pesticide (OCP) residues in cow's buffalo's and sheep's milk from Afyonkarahisar region, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 181, 555-562.
- Coppage DL, (1971). Characterization of fish brain acetylcholinesterase with an automated pH stat for inhibition studies. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 6 (4), 304-310.
- Crivelli AJ, Rosecchi E, (1993). Fisheries and Aquaculture in Göksu Delta, Station Biol. De la Tour du Valat.
- Darko G, Acquaaah S. (2007). Levels of organochlorine pesticides residues in meat. International Journal of Environmental Science and Technology, 4 (4): 521 – 524.
- Delen N, Durmuşoğlu E, Güncan A, Güngör N, Turgut C, Burçak A, (2005). Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre, 1-21.
- Demirel Z, Özpınar Z. (2007). Göksu deltası su kalitesinin fotometrik yöntemlerle belirlenmesi, YLS Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-97.
- Durmuşoğlu E, Tiryaki O, Canhilal R. (2010). Türkiye'de pestisit kullanımı, kalıntı ve dayanıklılık sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, Ankara. 2, 589-607.
- Dökmeci İ, (1994). Akut zehirlenmelerde tanı ve tedavi, Toksikoloji Trakya Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakoloji Bölümü, Nobel Tıp Kitabevi, 547.



- Edwards CA, (1976). Environmental pollution by pesticides, Plenum Press, London ve New York, (3), 542.
- EPA, (1985). Method 680. Determination of pesticides and PCBs in water and soil/sediment by gas chromatography/mass spectrometry, Physical and Chemical Methods Branch Environmental Monitoring and Support Laboratory Office of Research and Development, U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio 45268, 1-51.
- FAO-ILO, (2009). Safety and Health, United Nations, Statistical Databases. <http://faostat.fao.org>. (Erişim tarihi:24 Şubat 2015)
- Geyikçi FN, Büyükgüngör H, (2002). Organik klorlu pestisitlerden benzen hegz a klorür ve izomerlerin yer altı ve yüzey sularında oluşturduğu kirliliğin araştırılması, Çevre Bilimleri, 5, 39-46.
- Goldberg ED, (1976). The health of oceans, UNESCO Press, 176.
- Hill EF, Fleming JW, (1982). Acetylcholinesterase poisoning of birds: Field monitoring and diagnosis of acute poisoning, Environmental Toxicology and Chemistry, (1), 27-38.
- Hollis GE, (1994). Mediterranean wetland management, Göksu and Kızılırmak Deltası: Priorities for Turkish Wetlands. Tr.J. of Zoology, 18, 95-105.
- Jiang YF, Wang XT, Jia Y, Wang F, Wu MH, Sheng GY, Fu JM, (2009). Occurrence, distribution and possible sources of organochlorine pesticides in agricultural soil of Shanghai, China, Journal of Hazardous Materials, (170), 989-97.
- Kansu A, (1994). Genel Entomoloji, Kıvanç Basımevi, Ankara.
- Kaushik CP, Sharma HR, Gulati D, Kaushik A, (2011). Changing patterns of organochlorine pesticide residues in raw bovine milk from Haryana, India. Environmental Monitoring and Assessment, 182, 467-475.
- Kızılaslan N, Yaşa Ö. (2011). Türkiye'deki tarımsal mücadele üretim tüketim ve dış ticaretinin avrupa birliği uyum sürecinde gelişim seyri. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2), 103-116.
- Klaassen CD, (2001). Casarett&Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. 6th Ed.USA:McGraw-Hill, 763-774.
- Klinghard MB, (1993). Chromosomes as sensitive toxicity indicators, possibilities and limits, Fish Ecotoxicol. and Ecophysiology, 3 (2), 45-55.
- Kumbur H, Akın H, (1995). İçel ilin'de içme ve kullanma sularının kirlilik durumunun araştırılması, İller Bankası Dergisi, sayı 4.
- Kumbur H, Özer Z, Arslan H, (2002). İçel çevre kirliliği haritası çıkarılması ve çözüme yönelik modeller oluşturulması, DPT Projesi, Proje No: 97K 121910.
- Kumbur H, Koyuncu G, Gülşen HE, (2013). Mersin İli Silifke ilçesi içmesuyu, atıksu ve yağmur suyu master planı, Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.
- Li J, Sun X, Yao Z, Zhao X. (2014). Remediation of 1,2,3-trichlorobenzene contaminated soil using a combined thermal desorption-molten salt oxidation reactor system. Chemosphere 97, 125-129.
- Marrucci A, Marras B, Campisi SS, Schintu M, (2013). Using SPMDs to monitor the sea water concentrations of PAHs and PCBs in marine protected areas (Western Mediterranean), Marine Pollution Bulletin, (75), 69-75.
- Matsumara F, (1985). Toxicology of Insecticides:Plenum Pres., New York, USA, 598.
- Radhiah V, Rad KJ, (1990). Toxicity of the pyrethroid insecticide fenvelerate to a fresh water fish, t. mossabbica (peters): changes in glycogen metabolism of muscle, Ecotoxicology and Environmental Safety, (19), 116-121.
- Raymond MHC, Derek G, (1992). Grift, annual cycle pcbs and organohalogen pesticides in air in southern ontario, atmospheric transport and sources, Environmental Science & Technology, (26), 276-283.
- Ren A, Qiu X, Jin L, Ma J, Li Z, Zhang L, Zhu H, Finnel RH, Zhu T, (2011).Association of selected persistent organic pollutants in the placenta with the risk of neural tube defects, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (108), 12770-12775.
- Tadevosyan A, Reynolds SJ, Kelly FM, Fuortes L, Mairapetyan A, Tadevosyan N, Petrosyan M, Beglaryan S, (2007). Organochlorine pesticide residues in breast milk in Armenia. Journal of Pre-Clinical and Clinical Research, 1, 84-88.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://www.csb.gov.tr/projeler/ockb/index.php?Id=7786&Sayfa=sayfa&Tur=webmenu>, (Erişim Tarihi 17.03.2015)

- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <http://www.csb.gov.tr/gm/tabiat/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=194> (Erişim Tarihi: 17.03.2015).
- T.C.Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Mersin İl Müdürlüğü, (2003). Zirai Mücadele İcraatları verileri.
- T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü verileri, <http://www.tarim.gov.tr/GKGM>
- Tehlikeli maddelerin su ve çevresinde neden olduğu kirliliğin kontrolü yönetmeliği (76/464/ AB) Resmi Gazete Tarihi: 26.11.2005 Resmi Gazete Sayısı: 26005. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.9638&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=TEHL%DDKEL%DD%20MADDELER%DDN%20SU%20VE%20C7EVRES%DDNDE%20NEDEN%20OLDU%20DU%20K%20DDRL%DDL%DD%D0%DDN%20KONTROL%DC%20Y%D6NETMEL%DD%D0%DD> (Erişim Tarihi: 08.02.2015)
- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S, (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 38039, Kayseri, 26(2): 154-169.
- Turabi MS, (2007). Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre ve Sergisi, TMMOB Zir. Müh Odası ve TMMOB Kimya Müh Odası, Bildiriler Kitabı, 50-61.
- Vural N, (2005). Toksikoloji, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları, (73), 342 -363.
- Weber CI, Muresan GH, Georgescu B, (2008). Organochlorine pesticide residues analysis from cow milk: a review. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies, 65 (1-2), 43-48.
- Yalvaç M, (2005). Göksu deltası sucul ekosisteminde endosülfan ve methamidophos kalıntı düzeylerinin araştırılması, Doktora Tezi, ME.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 1-187.
- Yu HY, Li FB, Yu WM, Li YT, Yang GY, Zhou SG, Zhang TB, Gao YX, Wan HF, (2013). Assessment of organochlorine pesticide contamination in relation to soil properties in the Pearl River Delta, China, Science of the Total Environment, (447), 160–168.
- Zeren O, Erem G, (2000). Adana ve İçel ilindeki pestisit kullanım düzeyi, Çevre Bilim ve Teknolojisi Dergisi, TMMOB Yayınları, 1(1):29-33.



## Pheromone Traps Application Against Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae) In Ili-Alatau Mountains

A. Sagitov<sup>1</sup>, N. Mukhamadiev<sup>1</sup>, N. Ashikbaev<sup>1</sup>, K. Mazarzhanova<sup>2</sup>, Zh. Bolat<sup>1</sup>

G. Mendibaeva<sup>1</sup>, D. Abzhanbayev<sup>1</sup> (Almati)

<sup>1</sup> Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine, Kazakhstan

<sup>2</sup> S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Astana, Kazakhstan

---

### ARTICLE INFO

Received: June: 28.2016;

Reviewed: June: 29.2016

Accepted: June: 29.2016

#### Keywords:

Pheremone  
Coleoptera  
Kazakhstan

### ABSTRACT

Article presents data in monitoring of bark beetles by means of pheromone traps in Ile Alatau Mountains. Main stages of development of the European spruce bark beetle, *Ips typographus* L, and other beetle species were determined, in order to develop control measures against these pests..

---

### 1. Introduction

The territory of Kazakhstan has very sparse forest cover. The total area of the state forest fund in Kazakhstan is just over 27.7 million hectares, which cover 4.6% of total land area of the country. Total forest area is 12.3 million hectares, including 1.6 million hectares of evergreen coniferous trees in the family Pinaceae (13.08%). The spruce (*Picea* spp.) covers 1.9 hectares (1.52%) among other conifers.

Forest conditions in Kazakhstan are of particular concern. Forest fire, storms, and insect pests cause great damage to Kazakhstan forest resources. The Tien Shan spruce (*Picea tianschanica*) is an endemic plant to Central Asia, Tien Shan, Ile-Alatau and Zhongar-Alatau that occurs in the mountain coniferous forests 1300-3600 metres above sea level. The 480 hectares of the forest plantations was damaged by a windstorm on May 17, 2011, in Ile-Alatau Mountains (Image 1). According to a preliminary assessment, about 50 thousand significantly damaged spruce trees have been reported sweeping down by hurricane in the Medeu National Park. The Medeu accident is not the only one example of mass destruction of forests by hurricane [1,2].

It is well known that the windfalls and windbreaks cause significant damage to forestry. These natural phenomena contribute to the interruption of the tree roots and thereby weaken their stability, which are the favourable environment for the mass breeding of harmful insects, i.e. stem pests such as bark beetles, longhorn beetles, jewel beetles and horntails. This problem applies especially to mountain forests of Ile-Alatau and Zhongar-Alatau, where trees suffer from stem pests much more. It was established, as windthrow, which is trees uprooted or broken by wind, gets denser, so the pest population in this area increases. Thus, broken trees initially should be cleaned up, in order to interrupt the stem pest

establishment [3, 4]. This is because of the lack of appropriate cleaning events after hurricane in the areas of windthrow that might have disastrous consequences.

Xylophagous insects, such as the six-toothed bark beetle – *Ips sexdentatus* Boern. and the ribbed pine borer - *Rhagium inquisitor* L., which have not been previously inhabited in the Tien Shan Mountains, were detected among windthrown trees. They were probably introduced here through infested wood materials and were established in 1960-70 years of the last century. According to Zh. Ismuhambetov, construction of city infrastructure and industrial facilities in Central Asia, in the South and South-Eastern Kazakhstan was carried out by local forest resources. However, local wood production did not satisfy the increasing demand for wood construction material. Therefore, in order to build the Turkestan and Siberian railway, since 1930 the wood construction materials were imported from Siberia and other places of the former “Soviet Union”. Timber import into Kazakhstan is still essential today [5].

The vast majority of imported timbers were undressed logs and were infected with stem pests. Timber was directly transported into the zone of spruce forests of the Tien Shan Mountain for construction and energy purposes in the 1960-70s of the last century. Imported wood materials left for a long time in the territory of local forests, sometimes for a period up to a year. Thus, it could be the ideal infection source for introduction and acclimatization of exotic insect pest, which were not dwelling before the Tien Shan Mountains.

Problem of infection was raised for the first time by Prof. P. Marikovskiy [6], who witnessed a possible infection source from imported timber that had traces of severe damage of stem pests in the ravine of Bolshaya Almatinka, located in the Ile-Alatau Mountains, Talgar region, which is 25-30 km away from Almaty city.

One of the authors of the study, who studied insect species composition of the Tien Shan spruce forest, also detected the same invader-insects between a period of 1962 and 1964 on wood materials imported for dam construction and for energy source to heat sanatoria, rest houses, pioneer camps in the train stations, such as Bratsk, Tuymen, Yenisei, Asino, and in the zone of spruce forest of the Ile-Alatau Mountains, such as Talgar ravine, Malaya and Bolshaya Almatinka, Large Almaty Lake. Detected invaders were the three species of woodborers, (including long horned beetle *Monochamus sartor*, the ribbed pine borer *Rhagium inquisitor* L.), the 15 species of bark beetles, (including the six-toothed bark beetle *Ips sexdentatus* Boern.), and the three species of horntails.

Pest invasion through wood importation could cause substantial damage to the Tian Shan Mountains. However, in the 1960s of the last century the Council of Ministers of the Kazakh SSR declared special order that prohibited the importation and storage of timber, infested with pests and infected with pathogens, to forest territory or nearby territories of the State Forest Funds. Unfortunately, almost half a century later, it can be stated with confidence that the above mentioned special order was not successfully implemented, as the quarantine insect pests are detecting in the area of the windthrow today.

The Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine (KazRIPPQ) was considering the possibility of risks of future pest invasion of the above mentioned quarantine insect species through imported timber from the windthrow areas and their establishment in the spruce forests of Almaty city and other nearby territories. Therefore, the KazRIPPQ appealed to the appropriate authorities of the Republic of Kazakhstan to follow the quarantine rules.

According to our view, there are several circumstances that lead to the possible invasion and establishment of the “new pests”. First of all, coniferous plant species, such as spruce, pine, fir, and larch have common pest problems, e.g. bark beetles, longhorn, horntails and stem borers. For example, insect pest composition of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) planted in many regions of the Tien Shan Mountain shares common pest problem with the Tien Shan spruce [7, 8]. Secondly, the insect pest species composition of the Tien Shan spruce consists of the 63 species, whereas on the Siberian spruce dwelling the 170 species of herbivores that indicate to the presence of available ecological niches on the local conifers [8]. Under these circumstances, there is a reason to conclude that the Tien Shan spruce has a great potential of pest establishment from the Siberian coniferous species. Moreover, some of the invaded pest species able to well-adapt and flourish in the new environment compared to their place of origin, where their development constrained with their natural enemies and environmental conditions.

After a half-century of prediction of P. Marikovski [6] regarding risk to the Tien Shan spruce forest, eventually today his prediction has become a real problem. Nowadays the overall concept of plant protection is changing. The main objective of a pest management strategy is not a total pest eradication, but control of pest population under economic threshold. Forest restoration, preservation and sustainability are emphasised for a self-sustaining forest ecosystem in order to control the mass reproduction of insect pests. Only the complex of appropriate tools and techniques based on extensive knowledge about forest ecosystem can help towards achieving this goal. One of the main components of the concept called the Integrated Pest Management (IPM) is the application of pheromone traps. Insects use pheromones to mark territories around nests, intra- and interspecies communication, direction of the food items, and to provide meeting of the opposite sex.

The concept of the IPM is based on accurate information about insect populations. Information regarding the population ecology can be obtained by using pheromone traps. The IPM strategy is based on the application of the most selective means of pest control. Pheromones enable us directly control pests without affecting other beneficial organisms in the forest ecosystem. Moreover, pheromones as volatile compounds easily can be distributed into the space and have any traces on the treated area [9].

Advantages of pheromone traps application were highlighted since Soviet times as in the “Guidelines for the application of pheromones for monitoring and protection of spruce against bark beetle” [10]. Nowadays the pheromone traps application is still essential and reflected in the “Guidebook for localization and liquidation of outbreaks of harmful organisms” [11].

Europe has much more experience in dealing with pests by using pheromones. A.M. Maslov has done the extensive literature review regarding analysis of this topic called “Spruce drying up due to European spruce bark beetle, *Ips typographus* L., and the integrated pest control” [12].

In Norway, the 600 000 pheromone traps, which had the mean number of insects caught per trap of 4 700-7 400, were applied. Overall, the 2.9 trillion beetles in 1979, and the 4.5 trillion beetles in 1980 were trapped by means of pheromones that significantly decreased damage caused by the European spruce bark beetle.

In Sweden, in order to control the spruce bark beetle the common agronomic activities, such as a sanitation cutting of trees, use of trap trees or trap logs, and even the insecticide application (the insecticide lindane) were carried out by 1978. The pheromone application started in 1978 (30 000 pcs), and were applied annually: in 1979 – 316 880 pcs, in 1980 – 336 720 pcs, in 1981 – 335 448 pcs, in 1982 – 119 564. Population of the spruce bark beetle dropped to normal levels of abundance in 1983, so the installation of pheromones was stopped this year.

In Germany, the 100 000 pcs of pheromone traps were applied annually between the same period against the European spruce bark beetle.

A. D. Maslov concludes his study with the following expression: « International evaluation of the pheromone traps application against the European spruce bark beetle stated that chemical substances, which influence to the behavioural features of bark beetles, is not a panacea, but valuable attributes of an integrated pest management in combination with proper agronomic and forestry methods...» [13].



**Image 1.** View of the windthrow area in Gorelnik in 2012, Medeu, Almaty

## **2. Material and methods**

The spruce bark beetle monitoring was carried out by utilizing two different types (barrier and triangle) of the pheromone traps called *Ips vabot* – A, produced in Belarus and Moldova. The traps made in Moldova showed higher efficacy. Flight season of beetles was recorded when an average temperature was 180 C, the end of April – beginning of May. Installing pheromone traps occurred between a periods from 20th of April until 10th of July in the blocks No. 12 and No. 13, as well as in plantations of the age of four class of Malaya Almatinka forestry. Total quantity of pests trapped in the pheromones that has individual numbers was counted every 7-12 days. In addition, dispensers were replaced every 35-40 days.

In 2014, pheromone traps were installed at different altitude levels in the Medeu National Park: block No. 13 at an altitude H1630, N43009.644, E007002.869; blocks No. 4 and 5, in the Mohnatka field at an altitude H1776, N43009.524, E077003.176 and at an altitude H1778, N43009.961, E077002.986; blocks No. 6 and 7, in Chimbulak, No. 57 H2395, N43002.067, and E007004.750.

Pheromone trap installation process occurred on the 4th of April at the “Mohnatka” field in Medeu, in coordinate H1778, N43009.961, E077002.989; and in Chimbulak at the blocks No. 12 and No. 13, as well as in plantations of the age of 4 classes at the height of an adult’s breast. Beetle’s flight season was recorded in the second and third decades of April during the flowering stage of dandelion plant. The mass of flying of beetles was observed at an average temperature of 180 C, the end of May – beginning of June.

Research field works were carried out in the Medeu National and Ile-Alatau State National Parks, whereas laboratory works were conducted at the the Kazakh Research Institute for Plant Protection and Quarantine. The general methodology guideline in forest protection was used to fulfil a project report.

In order to register population development rate of stem pests, in particularly bark beetles, round shaped traps with diameter 50 cm (for small sized forest pests  $d=30$  cm, for longhorn beetles  $d=1$  m), were placed inside of tree stems with moderate infection [15, 16].

Visual assessment of the stem pest infestation enabled us to divide into different categories according to a degree of plant weakening at the experimental sites during the monitoring. The forest evaluation was performed using a visual and recognition, as well as route methods. The main tasks of a recognitional evaluation are: to detect on time a pest pressure that have negative effect on forest; to establish the main infection sources of future forest pest and disease outbreaks at the early stage of their development; to estimate degrees of tree damage and a relative mean size of dried trees. In particular, visual assessment methods of pest detection rely on key diagnostic features, such as pest and disease

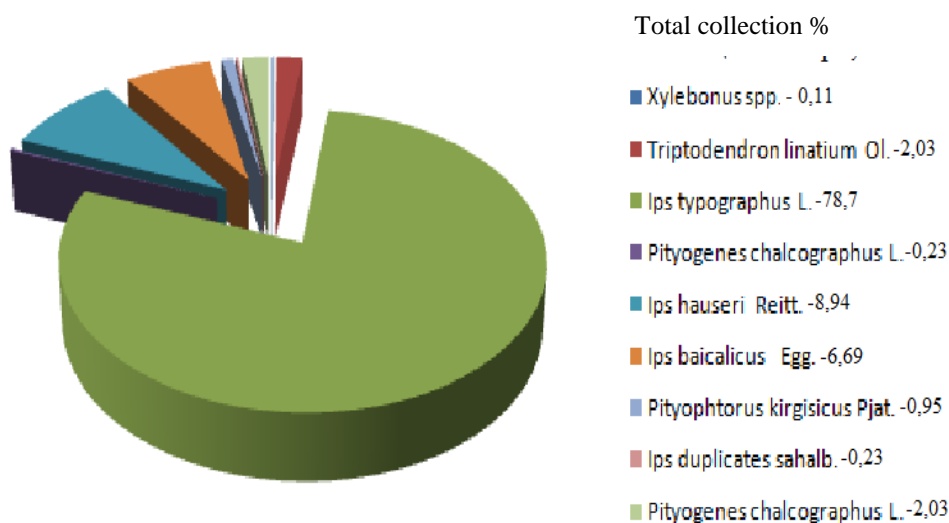
presence, severity of pest damage, a weakening of plant conditions and other related features of negative forest health conditions.

After conducting visual and recognitional evaluation, afterwards a route assessment follows that register trees according to their pathological features. As a result, there were six categories of spruce tree infestation. Among these categories, mainly categories 2, 3 and 4 (2- weak trees, 3- very weak trees, 4- drying trees) were detected during our route evaluation. The main causes of these weak, very weak and drying trees, including infested with stem pests, were also visually determined [17].

### 3. Results

Insect pests trapped in the pheromones were the following species: Family of bark beetles (Ipidae), including the lineate bark beetle (*Triptodendron linatum* Ol.), European spruce bark beetle (*Ips typographus* L.), Hauser's bark beetle (*Ips hauseri* Reitt.), bark beetle (*Ips duplicatus* Sahalb.), six-toothed spruce bark beetle (*Pityogenes chalcographus* L.), Baikal bark beetle (*Pityogenes baicalicus* Egg.), Kyrgyz bark beetle (*Pityophtorus kirgicus* Pjat.); Longhorns, including spruce woodcutter (*Tetropium Staudingeri* Pic.), Ribbed pine borer (*Rhagium inguisitor* Z.) and the Tien Shan horntails (*Sirex tianshanicus* Sem.). All above-mentioned pests pose potential hazard in subsequent years for both healthy and attenuated spruce plantations in the conditions of the Ile-Alatau.

The highest quantity of beetles were registered in August, when the 865 pcs of insects were collected, including the 610 pcs (53%) of *Ips typographus* L., the 99 pcs (30%) of *Ips hauseri* Reitt., the 115 pcs (11%) pitted engraver, and 11 pcs (3%) longhorns, as well as 30 pcs (3%) of other insects, including bugs, opiliones, click beetles (Image 2).



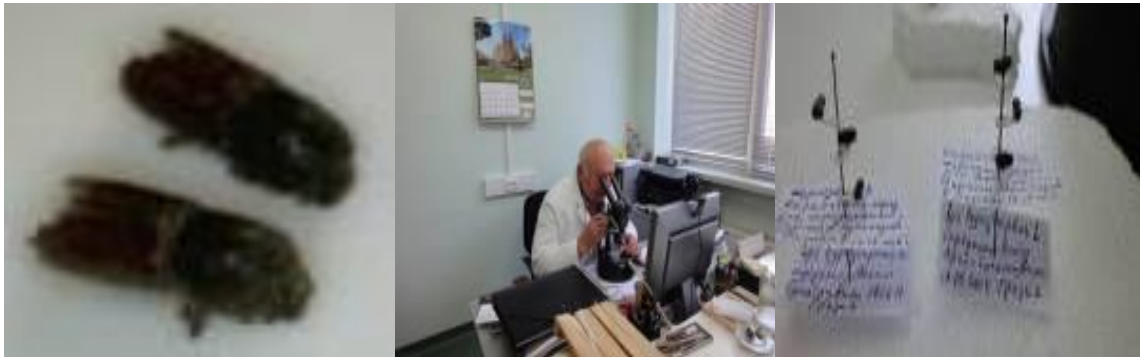
**Image 2.** Total percentage of bark beetles

Overall, the European spruce bark beetle, *Ips typographus* L. had the highest percentage, which was equal to 78.7%.

According to preliminary examination, the *Ips typographus* L., *I. hauseri* Reitt., *Pityogenes* sp., *Arhopalus rusticus* L. were the well-distributed insect pests, which were the mostly detected on weakened or fallen trees in the territory of wind throw area of Medeu ravine.

In order to confirm the identification of the European spruce bark beetle, samples of this insect sent to Archil Supatashvili, who is a prominent taxonomist of bark beetles and head of Department for

Forest Protection of the Institute of Forestry in Tbilisi, Georgia. The results of pest identification confirmed that it was the same beetle species (Image 3).



**Image 3.** Prof. A. Supatashvili and pest identification process, 2013

In order to assess tree conditions of different category, experimental plots with the Tien Shan spruce plantation of third and fourth classes (N=100 trees) were established in the windthrow areas (Gorelnik and block №4) of Medeu, Malo-Almatinka and Butakovka forestry.

As indicated in Table 1, in 2013 fallen trees covered 27-29 percent of total forest territory, while in 2014 it increased up to 50 percent. Xylophagous insects, such as bark beetle, long horn beetles, jewel beetles and weevils, attacked rooted trees. Overall, forest health condition was unsatisfactory and posed risks to other healthy plantations around. This was because healthy trees were under repeated mass attacks by stem pests.

Table 1 – Results of evaluation for forest health condition on the experimental sites in 2013

Location of monitoring sites	Categories of tree health condition,				Unfallentrees, %	Total number of trees, pcs	Fallen trees, %
	I	II	III	IV			
Medeu (dam) H- 2200 N-43°09'354 E-077°03'012	3	22	40	5	70	100	29
Butakovka H- 2082 N- 43°10'338 E- 077°06'248	-	-	65	7	72	100	27

Trees infested with stem pests are major source of pest invasion. Damaged areas with secondary pests had wind throw trees and their remains (tree stumps, branches, trunks), which were distributed especially in the inaccessible mountainous areas.

## References

1. M. Umnov Japanese Bark Beetle as dangerous forest pest // *Lesnoehozyaistvo*. –M., 1956 – № 11., – p. 46-47., (In Russian)
2. D. Lozovoi, I.Tropin Big Spruce Beetle as major pest of coniferous forest in Georgia // *Lesnoehozyaistvo*. –M., 1963 – № 12.,– p. 48, (In Russian)



3. E. Berg, D. Henry, C. Fastie, A. DeVolder, S. Matsuoka. Spruce beetle outbreaks on the Kenai Peninsula, Alaska, and Kluane National Park and Reserve, Yukon Territory: Relations hip to summer temperatures and regional differences in disturbance regimes. // *Forest Ecology and Management*. – 2006. – p. 219 – 232
4. P. Marikovskiy Threat to coniferous forest of the Tien Shan // *Lesnoehozyaistvo*. – M., 1962., – № 8., – p. 50-51 (In Russian)
5. Zh. Ismuhambetov. Insect pests introduced through Siberian timber is a threat for the Tien Shan. Proceeding of the Kazakh Research Institute of Plant Protection, Almaty, VIII, 1964., – p. 245-250 (In Russian)
6. P. Marikovskiy Threat to coniferous forest of the Tien Shan // *Lesnoehozyaistvo*. – M., 1962., – № 8., – p. 50-51 (In Russian)
7. Zh. Ismuhambetov Quarantine is a necessity. *Journal of Agricultural Science in Kazakhstan*, Almaty, 1964, № 10. – p.98 (In Russian)
8. Zh. Ismuhambetov Insect pests of the Tien Shan spruce and pest control methods, Almaty, 1976. – p. 70 (In Russian)
9. A.Sagitov , N. Mukhamadiev S., N. Ashikbaev. A.Lynch, C. O'Connor., I.Panyushkina – U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Tucson, Arizona, USA; School of Natural Resource and the Environment, University of Arizona, Tucson, USA; Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson. Arizona, USA. The historical role of *Ips hauseri* (Coleoptera: Curculionidae) in the spruce forest of Ile-Alatausky and Medeo National Parks, Materials of international scientific conference for plant protection and ecological sustainability of agrobiocenosis, Almaty, 2014, p. 92-94.
10. K. Lebedeva, V. Minyailo, Y. Pyatnova Insect pheromones, Moscow, “Nauka”, 1984. – 268:34; p. 246-250 (In Russian)
11. Recommendation for the application of pheromones for a monitoring and protection of spruce plantations against the European spruce bark beetle, Moscow, 1987 (In Russian)
12. Guide book for localization and liquidation of the pest outbreaks, Annex 4 for the issue of Rosleshoz from 29.12.2007 № 523 (In Russian)
13. A. Maslov «Integrated spruce protection against outbreaks of the European spruce bark beetle in the European part of Russia», monograph, Pushkino, 2001 (In Russian)
14. A. Maslov «The European spruce bark beetle and spruce forest drying», All Russian Research Institute for Forestry and Mechanization of Forest Industry, monograph, Pushkino, 2010, p. 137 (In Russian)
15. A. Ilinski and I. Tropin Observation, monitoring and forecasting the outbreaks of needle and leaf-feeding insects of USSR forests // *Forestry*. – M., 1965. – p. 276-278.
16. Recommendation on monitoring, detection and forecasting the outbreaks of forest stem pests – M., 1975.
17. A. Supatashvili, L. Kobakhidze Use Of Pheromones against –*Ips typographus* L. In Borjomi Valley – Georgia // *Conference Materials BiologicalControl: Development, Issues and Prospects* (Poznan, Poland, May 14-17, 2013). – Poland, – 2013. – P. 100.