

**İĞDIR-ARALIK'TA RÜZGAR EROZYONU ÇALIŞMALARI**Mücahit KARAOĞLU<sup>1</sup><sup>1</sup>*Iğdır Üniversitesi, Iğdır Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü*

Geliş tarihi: 22.12.2018 Kabul tarihi: 29.12.2018

**ÖZET**

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası yarı kurak bir iklim özelliği gösterir. Diğer yandan çevresiyle gösterdiği iklim farklılıkları sebebiyle bir mikro klima sahasıdır. Arazinin eğimi az, kültürel tarıma uygun ve vejetasyon süresi uzundur. Ancak Türkiye'nin ikinci büyük rüzgar erozyon sahasıdır ve tarıma hizmeti yoktur. Sahada etkili olan rüzgar erozyonu çevre ve sağlık açısından ciddi zararlar vermesiyle, koruma tedbirleri gündeme gelmiş ve az da olsa bir bölümünde de özverili çalışmalar yapılmıştır. Diğer yandan arazi araştırmacıların uzun yıllar dikkatini çekmiş, toprak özellikleri ve rüzgar erozyon potansiyeli hakkında çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Ancak direkt rüzgar erozyon ölçüm çalışmaları henüz yapılmamıştır. Bu çalışmada, rüzgar erozyon sahasının ve sahada yürütülen araştırma ve koruma amaçlı çalışmaların, ikinci rüzgar erozyon sahasının tanıtımı yapılmış ve yeni projeler tanıtılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası, koruma önlemleri, Iğdır Havaalanı rüzgar erozyon sahası.

**WIND EROSION STUDIES IN IĞDIR-ARALIK****ABSTRACT**

Iğdır-Aralık wind erosion area shows features of semi-arid climate and on the other hand, it is a microclimate area due to climate differences from its surroundings. The vegetation period is long. It has low slope and is suitable for cultivation. However, it is the second largest wind erosion area of Turkey and there is no agricultural services. When effective wind erosion in this field causes seriously damages on the environment and health, protection measures have been on the agenda and in a section part, which is even less devoted works have been done. On the other hand, the land has attracted researchers' attention for many years and various studies have been carried out on soil properties and wind erosion potential. However, direct wind erosion measurements have not been carried out yet. In this study, wind erosion area of Iğdır-Aralık, and the research and protection works carried out in the field, second wind erosion area was introduced and new projects were introduced.

**Key words:** Iğdır-Aralık wind erosion area, protection measures, Iğdır Airport wind erosion area.

## 1. GİRİŞ

Rüzgar erozyonu tamamen önlenemeyecek doğal bir olay veya afet, ancak toprak koruma çalışmalarıyla azaltılabilecek hızlandırılmış bir erozyon çeşididir. Rüzgar erozyonunu hızlandıran iklim hariç diğer bütün etkenler insan tarafından meydana getirildiği ve/veya sebep olduğu dikkate alınır, erozyonu kontrol altına almak, azaltmak mümkündür ve önemli bir ödevdir.

Rüzgar etkisiyle toprak parçacıklarının (sediment) ayrışması, taşınması ve rüzgar gücünün azaldığı yerde birikmesi olaylarına rüzgar erozyonu adı verilir. Jeomorfologlar ve diğer yerbilim uzmanları genellikle rüzgar erozyonunu, rüzgarla oluşan olayların (aeolian veya eolian) özel bir alt disiplini olarak düşünürler. Rüzgarla oluşan olaylar, rüzgar gücü ile yüzey özelliklerinin etkileşimleri sonucu ortaya çıkan durumları kapsar (Zobeck and Van Pelt, 2014).

Rüzgar erozyonu düz ve düze yakın, kuru ve toprak nem içeriği çok düşük, çıplak veya bitki örtüsü çok zayıf, kaba (kumlu) tekstürlü veya gevşek strüktürlü, ince tekstürlü fakat kuru toprakların bulunduğu ve kuvvetli rüzgar potansiyeli yüksek olan yerlerde görülebilir. Toprakta agregatlaşma, yüzeyde kabuk oluşumu, hava ve toprak nemi, yüzeyde bitki örtüsü yüzdesinin artırılması ve sürdürülmesi ve rüzgar kıranlar rüzgar erozyonunu azaltabilecek etkenlerdir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerin toprakları rüzgâr erozyonuna karşı hassastır. Bunun beş sebebi vardır. Birincisi, yetiştirme döneminin erken ve hasat sonrası bölümlerinde bitki örtüsünün sürekliliğini sağlamak zordur. İkincisi, topraklar kurudur ve bundan dolayı toprak taneciklerinin birbirini tutma kuvveti (kohezyon) düşüktür. Üçüncüsü, düşük organik madde miktarları kohezyonun azalmasını hızlandırır. Dördüncüsü, genellikle kurak ve yarı kurak bölge arazilerinin, bitki örtüsü engelleri ile korunması nemli bölgelerdeki kadar iyi değildir. Beşincisi, kurak ve yarı kurak bölge topraklarının büyük bir kısmı kumludur (Warren, 2007).

Rüzgar erozyonu, dünya çapında 500 milyon hektardan fazla araziye etkileyen ve yılda 500 ila 5000 Tg (Tera gram) kaçak toz oluşturan bir toprak ayrıştırma sürecidir (Grini et al., 2003). Yurdumuzda 457.243 ha rüzgâr erozyon sahasının varlığı bilinmektedir. Iğdır iline bağlı Aralık ilçesinde yer alan rüzgâr erozyon sahası 13.554 hektardır ve Konya ili Karapınar ilçesinden sonra ikinci büyük rüzgar erozyon bölgesidir (Özdoğan, 1976).

Rüzgâr erozyon sahası Iğdır'ın 45-65 km doğusunda ve bir kısmı Kazım Karabekir Tarım İşletme Müdürlüğü arazileri içinde yer alır ve Ağrı dağı eteklerinden itibaren Aralık ilçe merkezine kadar yaklaşık 8 km eninde ve 20 km uzunluğunda bir şerit halinde uzanır (Çelebi, 1981). Yarı kurak bir iklim özelliğine sahip Iğdır'ın diğer kesimlerinde rüzgâr erozyon etkileri görülmektedir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılan çalışmalar; belli noktalarda toprak yüzey (Karaoğlu et al., 2017; Sevim ve İstanbulluoğlu, 1985) veya profil özelliklerinin belirlenmesi (Çelebi, 1981; Sevim, 1999), eşitlikler yardımıyla tahmini toprak kayıp hesaplamaları, Iğdır Havaalanı bölgesinde ikinci bir rüzgar erozyon sahasının tanıtımı ile ilgili çalışmalar (Karaoğlu et al., 2018) ile korumaya yönelik çalışmalar olarak yürütülmüştür.

Doğrudan rüzgar erozyon ölçüm çalışmaları bugüne kadar yapılmamış olup en kısa sürede bu çalışmaların başlatılması önem arz etmektedir. Böylece, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası için tek bir erozyon olayı ile yer değiştiren sediment miktarı, kaçak toz yayılımı belirlenebileceği gibi, mevsimlik ve yıllık dönemler için de rüzgar erozyon toprak kayıpları ölçülebilecektir.

Bu çalışmada, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılan çalışmalar ve sonuçları bir bütünlük içinde sunulmuş, bölgenin rüzgar erozyonu açısından yeni bir tanıtımı yapılmış ve doğrudan rüzgar erozyon ölçüm çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

## 2. İĞDIR-ARALIK RÜZGAR EROZYON SAHASI

Daha önce giriş bölümünde de belirtildiği gibi, Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası Türkiye'nin bilinen ikinci büyük rüzgar erozyon sahasıdır, 39°81'-39°92' kuzey enlemleri ve 44°32'-44°61' doğu boylamları arasında yer almakta olup, denizden yüksekliği ortalama 825 m dir ve Büyük ve Küçük Ağrı dağlarının kuzey eteklerinde yer alır (Şekil 1). Sahanın etek kısımları, çoğunlukla volkan küllerinin oluşturduğu yığınlarla kaplıdır. Rüzgar erozyonu büyük oranda bu birikintiler üzerinde etkili olmaktadır.



Şekil 1. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahası konumu

### 2.1. Rüzgar Erozyon Sahasının İklim Özellikleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü bültenine (DMİ, 1974) göre 1957-1970 yılları arasında rasat yapan meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 12.9°C, yıllık ortalama 5 cm derinlikteki toprak sıcaklığı 15.5°C, yıllık ortalama rüzgar hızı 1.4 m sn<sup>-1</sup>, hakim rüzgar yönü NW, yıllık ortalama bağıl nem %58, yıllık ortalama toplam yağış 244.2 mm; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü etüt raporlarına göre (DSİ, 1971) 12 yıllık ortalama toplam buharlaşma değeri 1094.9 mm olarak kaydedilmiştir. Ortalama rüzgâr değerlerinin en yüksek olduğu aylar Mart-Ekim aylarıdır (1.4-1.9 m sn<sup>-1</sup>). Bu aylarda sıcaklık, toprak sıcaklığı ve buharlaşma değerleri yüksek, yağış ve nem değerleri düşüktür. Bu sonuçlar iklim verilerinin rüzgâr erozyonu için uygun olduğunu göstermektedir (Karaoğlu, 2014). Iğdır-Aralık ilçesi su noksanı yıllık 553.7 mm, düzeltilmiş evapotranspirasyon yıllık 718.6 mm olarak bulunmuştur. Su noksanı Haziran-Ekim döneminde görülmektedir. Mart-Eylül döneminde rüzgâr değerleri diğer aylara göre daha kuvvetlidir. Özellikle Haziran-Eylül döneminin su bütçesi değerlerine göre kurak olması rüzgâr erozyonuna duyarlılığı arttırmaktadır (Karaoğlu, 2012).

## 2.2. Rüzgar Erozyon Sahasının Genel Durumu

Dilucu'nun başlangıcında yer alan Kazım Karabekir Tarım İşletme Müdürlüğü (eski adı Dilucu Devlet Üretim Çiftliği) ve Küçük Ağrı Dağı'na doğru uzanan arazileri de rüzgar erozyonu etkisi altındadır. Bölgede rüzgar erozyonundan birinci derecede etkilenen Aralık İlçe Merkezi ve 9 köyden oluşan toplam 10 adet yerleşim birimi mevcuttur.

Daha sonraki bölümlerde değineceğimiz çalışmalarda açıklanan sonuçlara göre genel olarak erozyon sahası topraklarının yüzey ve profil bünyeleri çoğunlukla kum ve tınlı-kum ve su tutma kapasiteleri çok düşüktür. Topraklarda, bitkilerin gelişebilmesi için yeterli miktarda bitki besin maddeleri ve organik madde mevcut değildir ve yok denecek kadar azdır. 13.554 ha erozyon arazisinin %82'si mera tahsisli olmasına rağmen, mera vasfını kaybetmiştir.

Erozyon sahasındaki doğal bitki örtüsü yaygın olarak, *Ephedra distachya* grubundan, yöresel adıyla "Ebucehil Çalısı" diye bilinen derin köklü, sıcaklık farklılıkları ve kurağa dayanıklı, çalı formundaki bitkiler oluşturmaktadır (Şekil 2). Ebucehil çalısı tahrip edilmediği takdirde, taç kısmı 3-4 m genişleyerek toprak yüzeyini örtmekte ve rüzgarla oluşan kum hareketini azaltmaktadır. Yine erozyon sahasında diğer çalı türlerinden oluşan zayıf ve yetersiz bitki örtüsü mevcuttur.



Şekil 2. *Ephedra distachya* (Ebu cehil çalısı)

Iğdır-Aralık'ta topraklar mevcut durum itibariyle ekonomik tarım için uygun olmadığından halkın büyük bir kesimi hayvancılıkla uğraşmaktadır. Erozyon sahasındaki yoğun hayvan otlatması ve geçişi sebebiyle bu bölgede erozyonu önleyen ve bölgede doğal olarak bulunan Ebucehil Çalısı, korumaya yönelik çalışmalar başlayıncaya kadar, uzun yıllar tahrip edilmiş, hatta yakacak olarak kullanılmıştır (Şekil 3).





**Şekil 3. Bölge insanının rüzgar erozyonuna katkıları**

Özellikle korumaya yönelik çalışmalar başlatılmadan önceki dönemlerde, kuvvetli rüzgârlar etkisiyle meydana gelen rüzgar erozyonunun üçüncü safhası olarak ifade edilebilecek havada asılı parçacıkların taşınması (suspension) ve diğer bir deyişle kaçak tozlar sebebiyle yaşam olumsuz etkilenmiş, kum püskürtmesi ve toz sürülmesi erozyon sahasının ortasından geçen Iğdır-Nahçıvan karayolunda trafiği durma noktasına getirmiş, rüzgârın taşıdığı sediment sahanın bitişiğindeki yerleşim yerlerinde birikmiş, sulama amaçlı tarımsal yapılar kullanılamaz duruma gelmiştir (Şekil 4, 5, 6). Bu sayılan zararların dışında taşınan sediment, yetersiz miktarda olan verimli tarım arazilerini kaplayarak toprağa zarar vermiştir.



**Şekil 4. Iğdır-Nahçıvan karayolunda rüzgar erozyonu etkileri**



**Şekil 5. Yerleşim yerlerinde sediment birikimi**



**Şekil 6. Sulama yapılarında sediment birikimi**

### 3. İĞDIR-ARALIK RÜZGAR EROZYON SAHASINDA YÜRÜTÜLEN ÇALIŞMALAR

Rüzgar erozyon sahasında bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarını iki ayrı başlık altında incelemek mümkündür. Bunlardan birincisi, sahanın yüzey ve profil toprak özelliklerinin belirlenmesi, formüller veya modeller yardımıyla potansiyel rüzgar erozyon kayıplarının tahmin edilmesi ve ikincisi ise, koruma yöntemleri uygulanarak belli alanların kontrol altına alınması ile ilgili çalışmalar olarak açıklanmıştır.

#### 3.1. Toprak Özellikleri ve Rüzgar Erozyonu Tahmin Çalışmaları

Çelebi (1981), Dil DÜÇ veya bugünkü adıyla Kazım Karabekir TİM arazileri üzerinde yürüttüğü çalışmada, işletme tesisleri ile Küçük Ağrı Dağı etekleri arasında, 6 profil ve 12 örnekleme noktasından ve üç farklı derinlikten aldığı toprak örnekleri üzerinde fiziksel analizler ve kuru elek analizi uygulamıştır. Araştırmacı yüzey topraklarının tekstür sınıflarını bütün örnekler için Tınlı-Kum olarak bulmuştur. Aşınmaya son derece uygun olan 0.84 mm'den küçük zerreler yüzdesinin yüzeyde 63.6-85.3 arasında değişim gösterdiğini, stabilite indekslerine göre tüm örneklerin erozyona hassas olduğunu ortaya koymuştur. Formülle hesapladığı toprak kayıpları değerlerini dekara 0.390-2.700 ton olarak bulmuş, kısmen önemli ve daha çok orta derecede önemli olduğunu açıklamış ve bu değerlerin, normal sınır olan 62.5 kg da<sup>-1</sup> değerinin çok üzerinde olduklarını bildirmiştir.

Sevim ve İstanbulluoğlu (1985), Iğdır ili Aralık ilçesi rüzgâr erozyon sahası topraklarına ait kuru elek analizleri sonucu, stabilite indeks değerlerini analiz uyguladıkları tüm örnekler için 1.5 sınır değerinden küçük bulmuş ve toprakların aşınabilir karakterde olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, toprak kayıplarını dekara 0.850-5.620 ton olarak bulmuşlar ve arazinin büyük bir bölümünde önemli derecede rüzgar erozyonu olduğunu bildirmişlerdir.

Sevim (1999), Iğdır ili Aralık ilçesi rüzgâr erozyon sahasını temsilen açılan 18 adet profilden aldığı 118 adet toprak örneğine kimyasal analizler, fiziksel analizler ve kuru elek analizleri uygulamıştır. Araştırmacı, toprak örneklerinin tekstür sınıflarını Kum, Tınlı-Kum, Kumlu-Tın olarak bulmuştur. Toprağın 0-2.5 cm derinliğinde aşınabilen zerrelerin (< 0.84 mm) %70.4-88.6, aşınamayan zerrelerin ise (> 0.84 mm) %29.6-11.4 arasında ve sonuç olarak toprakların rüzgâr erozyonuna duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında, bir sonraki bölümde değinilecek olan, belli alanlarda koruma çalışmaları yürütülmüştür. Korunmuş, yarı korunmuş ve korunmamış alanları kapsayan bir çalışma (Karaoğlu et al., 2017), erozyon sahasının 12 ha'lık bölümünde yüzey toprak örnekleri (0-10 cm) 500 m ara ile 12 ha lık alan içinde 48 noktadan alınmıştır (Şekil 7). Yüzey toprak örneklerinde fiziksel analizler ve aşınabilir materyal yüzdesini belirlemek için titreşimli kuru eleme aleti ile kuru eleme yapılmıştır. Aşınabilir materyal yüzdeleri (%EF) her parsel için iki farklı eşitlik ile hesaplanmıştır. Arazide yapılan erozyon etütleri ile her parselde mevcut bitki örtüsü ve yüzdesi, toprak yüzey engbeleri, örnek alınan noktaların denizden yüksekliği ve buna bağlı olarak parsel eğimleri belirlenerek araştırma alanına ait topografik harita oluşturulmuştur. Tahmini toprak kayıpları rüzgâr erozyon eşitliği (WEQ) ile belirlenmiştir.

Deneme parsellerinin yüzey toprak tekstürleri kumlu tın ve tınlı ince kum, organik madde miktarları çok düşük, kireç miktarları orta ve fazla, pH hafif ve orta alkali ve elektriksel iletkenlik değerleri tuzsuz olarak belirlenmiştir. Tahmini toprak kayıpları korunmamış parseller için 0-48.18 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Kuru elemelerde 0.84 mm den büyük materyal miktarları %0.48-30.47, 0.106 mm den büyük materyal miktarları %47.17-87.73 ve 0.02 mm den küçük materyal miktarları ise %0.40-6.79 olarak belirlenmiştir. Aşınabilir materyal miktarları ise fiziksel eşitlik (% < 0.84 mm) için %69.53-99.52, OM ve CaCO<sub>3</sub> fonksiyonlu eşitlik için %31.10-60.50 olarak hesaplanmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testine göre P<0.05 önem seviyesinde; organik madde



miktarları, elektriksel iletkenlik değerleri, EF2 değerleri, WEQ değerleri korunmuş, çitle çevrilmiş ve korunmamış parseller için birbirinden farklı bulunmuştur.

	23,47											
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>D5</b>	<b>D6</b>	<b>D7</b>	<b>D8</b>	<b>D9</b>	<b>D10</b>	<b>D11</b>	<b>D12</b>	
	1,78											
<b>C1</b>	<b>C2</b>	23,47	23,47	18,53								
		2,37	2,94	3,12								
<b>B1</b>	<b>B2</b>		18,53	35,52								
			5,12	3,75								
<b>A1</b>	<b>A2</b>	48,17	23,77	25,02								
		1,86	3,66	5,35								

*A7-B12: 25 m aralıkla dikilmiş 2.5 m boylu akasya (acacia albida) ağaçları ile korunmuş parseller, A3-B6: Çitle çevrilmiş parseller başka koruma yok, diğer parseller ise korunmamış parsellerdir, 1.78-5.35: > 0.84 mm olan parçacık yüzdesi, bu değerlerin düşük olması erozyona hassasiyeti gösterir, 18.53-48.17: Tahmini toprak kayıpları t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> (WEQ)*

### Şekil 7. Çalışma sonuçları

Araştırmacılar sonuç olarak, bütün parseller için doğrudan rüzgâr erozyon ölçümleri gerekli olmakla birlikte, arazide yapılan erozyon etütleri sonucunda korunmamış, düz veya düze yakın parsellerden C3, C4, C5, D2 ve daha fazla çalılık olan A3, A4, A5, B4, B5 parselleri erozyon ölçümleri için en uygun olanlar olarak bildirmişlerdir.

2014 yılında Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Iğdır ve çevresindeki otomatik istasyon sayısını toplam olarak 5 adede ulaştırmıştır. Tuzluca, Iğdır Havaalanı, Iğdır, Karakoyunlu ve Aralık'ta kurulan otomatik istasyonlar mikroklima özelliği gösteren Iğdır için önemli bir kazanç olmuştur ve konu ile ilgili araştırmacıların dikkatini çekmiştir.

Iğdır ve çevresindeki 5 otomatik istasyonun rüzgar verilerini esas alarak yürütülen bir durum çalışmasında (Karaoğlu et al., 2018) araştırmacılar rüzgar erozyonu için, 9 m yükseklikteki, eşik değer olan 8 m sn<sup>-1</sup> (Mezösi et al., 2015) ve üzerindeki değerlerin sayılışlarını incelemişler ve Iğdır Havaalanı çevresinde kuvvetli bir rüzgar potansiyeli belirlemişlerdir.

Iğdır Havaalanı otomatik istasyonundan elde edilen kuvvetli rüzgar sayılışları, 2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık dönemde, diğer bütün istasyonlardan fazla bulunmuştur. Daha önceki çalışmalarda rüzgar erozyonu için en hassas dönem olarak belirlenen Mart-Ekim aylarında en fazla sayılışlar üzere toplam değeri 731; Aralık'ta toplam değeri 558; Karakoyunlu'da toplam değeri 567; Tuzluca'da toplam değeri 601 ve Iğdır merkezde toplam değeri 385 olarak belirlenmiştir.

Burada dikkat çeken husus, Türkiye'nin ikinci en büyük rüzgâr erozyon sahası olarak bilinen Aralık'a ait kuvvetli rüzgâr esme sayılışları, Iğdır havaalanı, Karakoyunlu ve Tuzluca'ya ait kuvvetli rüzgâr esme sayılışlarından daha azdır. Tuzluca ve Karakoyunlu'da çıplak araziler fazla değildir ve çok engebelidir (Şekil 8). Ancak Iğdır havaalanının bulunduğu bölge hem rüzgâr potansiyeli ile hem de geniş çıplak arazilere sahip olması sebebiyle Iğdır'ın **ikinci rüzgâr erozyon sahası** olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 1).





Şekil 8. Iğdır rüzgar erozyon sahaları

Çizelge 1. Kuvvetli rüzgâr sayılışları ( $\geq 8 \text{ m. sn}^{-1}$ )

İSTASYON	E-B	R	YIL	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	T
İĞDIR	39.9227 44.0523	856	2014	1	2	14	14	17	18	13	14	9	4	1	-	107
			2015	2	-	7	20	11	14	2	10	3	6	4	1	80
			2016	6	2	16	13	21	14	17	9	11	1	2	7	119
			2017	1	2	9	12	15	13	7	6	8	2	1	3	79
İĞDIR HAVALANI	39.9775 43.8779	937	2014	-	2	13	8	5	10	5	2	7	10	7	4	73
			2015	9	13	16	28	30	30	28	25	18	19	3	7	226
			2016	9	11	24	24	27	27	29	25	25	6	5	9	221
			2017	3	6	20	25	29	29	29	21	18	17	6	8	211
ARALIK	39.8683 44.5117	826	2014	3	4	17	18	19	23	17	18	18	6	4	3	150
			2015	5	5	11	19	17	16	19	17	9	11	6	5	140
			2016	9	3	16	17	25	21	21	15	18	6	4	6	161
			2017	2	3	8	17	18	14	14	9	7	7	4	4	107
KARA KOYUNLU	39.9739 44.1814	846	2014	2	16	28	28	30	29	29	19	17	7	4	2	211
			2015	5	2	13	20	16	15	18	13	5	5	7	2	121
			2016	9	6	16	15	20	20	20	16	13	3	2	8	148
			2017	0	0	6	15	16	13	13	9	4	6	1	4	87
TUZLUCA	40.0447 43.6672	1110	2014	6	12	30	30	31	30	31	16	16	4	5	2	213
			2015	6	7	10	26	19	24	19	14	9	6	5	1	146
			2016	5	4	18	14	20	16	21	18	12	5	-	8	141
			2017	-	1	7	13	16	16	14	13	8	7	1	5	101

E-B: Enlem-Boylam; R: Rakım; T: Toplam

Araştırmacılar sahanın rastgele beş bölgesinden beş tekrarlı olmak üzere toplam 25 adet toprak örneği olarak fiziksel analizler, titreşimli eleme aleti ile kuru eleme ve aşınabilir materyal değerleri (EF) her örnek için iki farklı eşitlik ile hesaplanmıştır. Buldukları sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Tüm örneklerin organik madde miktarı (0,07-1,61) çok az ve az seviyesinde ve kireç miktarları (1,22-9,50) kireçli ve orta kireçli olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre 1-4 nolu toprak örneklerinin rüzgârla aşınabilirlik grubu (WEG) 3 ve toprak aşınabilirlik indeksi (I) 193 Mg.ha<sup>-1</sup>.y<sup>-1</sup>, 5 nolu toprak örneklerinin rüzgârla aşınabilirlik grubu (WEG) 2 ve toprak aşınabilirlik indeksi (I) 300 Mg.ha<sup>-1</sup>.y<sup>-1</sup> bulunmuştur.

pH değerleri (7,97-8,60) hafif alkali ve kuvvetli alkali olarak ölçülmüştür. Topraktaki tuz miktarını ifade eden elektriksel iletkenlik değerleri 154-1739 µS/cm arasında ölçülmüştür. Bu değerlere göre örneklenen topraklar tuzsuz ve çok hafif tuzlu olarak belirlenmiştir.

Kuru eleme sonuçlarına göre 840 µ değerinden büyük toprak parçacıkları yüzdesi 1-4 nolu toprak örnekleri için %35,62-55,77; 5 nolu toprak örnekleri için %6,94-17,51 değerleri arasında bulunmuştur. 106 µ değerinden büyük toprak parçacıkları yüzdesi rüzgâr erozyonu esnasında sıçrama ile yer değiştiren toprak parçacıklarıdır. 1-4 nolu toprak örnekleri için %30,80-51,12; 5 nolu toprak örnekleri için %48,04-79,49 değerleri arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar örneklenen bütün toprakların rüzgâr erozyonuna hassas olduğunu, 5 nolu toprak örneklerinin daha hassas olduğunu göstermektedir.

EF1 ve EF2 bütün örnekler için yüksek ve 5 nolu örnekler için çok yüksek bulunmuştur. İğdır havaalanı çevresi toprakları rüzgâr erozyonuna hassas topraklardır. Kurak iklim dönemlerinde (Mart-Ekim) kuvvetli rüzgârlar ile birlikte rüzgâr erozyonu olayları sıkça görülebilecektir.

### 3.2. İğdır-Aralık Rüzgâr Erozyon Sahasında Korumaya Yönelik Çalışmalar

1977-1978 yıllarında Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 14 adet yer altı sulama kuyusu açtırılmıştır.

1983 yılında sahayı temsil eden 100 dekarlık alanda, Erzurum Topraksu Araştırma Enstitüsüne bağlı Araştırma ve Deneme İstasyonu kurulmuştur.

1995 yılında Köy Hizmetleri İğdır Proje Müdürlüğüne (İl Özel İdaresi Tarım Hizmetleri Müdürlüğü) devredilen sahada, 2002-2003 yıllarında gönderilen ödenekler ile 14 adet yer altı sulama kuyusu faaliyete geçirilmiştir.

2004 yılında hazırlanan ve 2005 yılında tamamlanan Proje ile 380 ha sahada Damla Sulama Tesisi kurulmuş, koruma amacıyla çevresine 22.500 m Kafes Tel Çit çekilmiştir.

2006 yılında, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti tarafından finanse edilen, Düzey 2 Bölgeleri Kalkınma Programı Küçük Ölçekli Alt Yapı Hibe Programı kapsamındaki proje teklif çağrısına “Rüzgâr Erozyonu Önleme Projesi” ile başvurulmuştur.

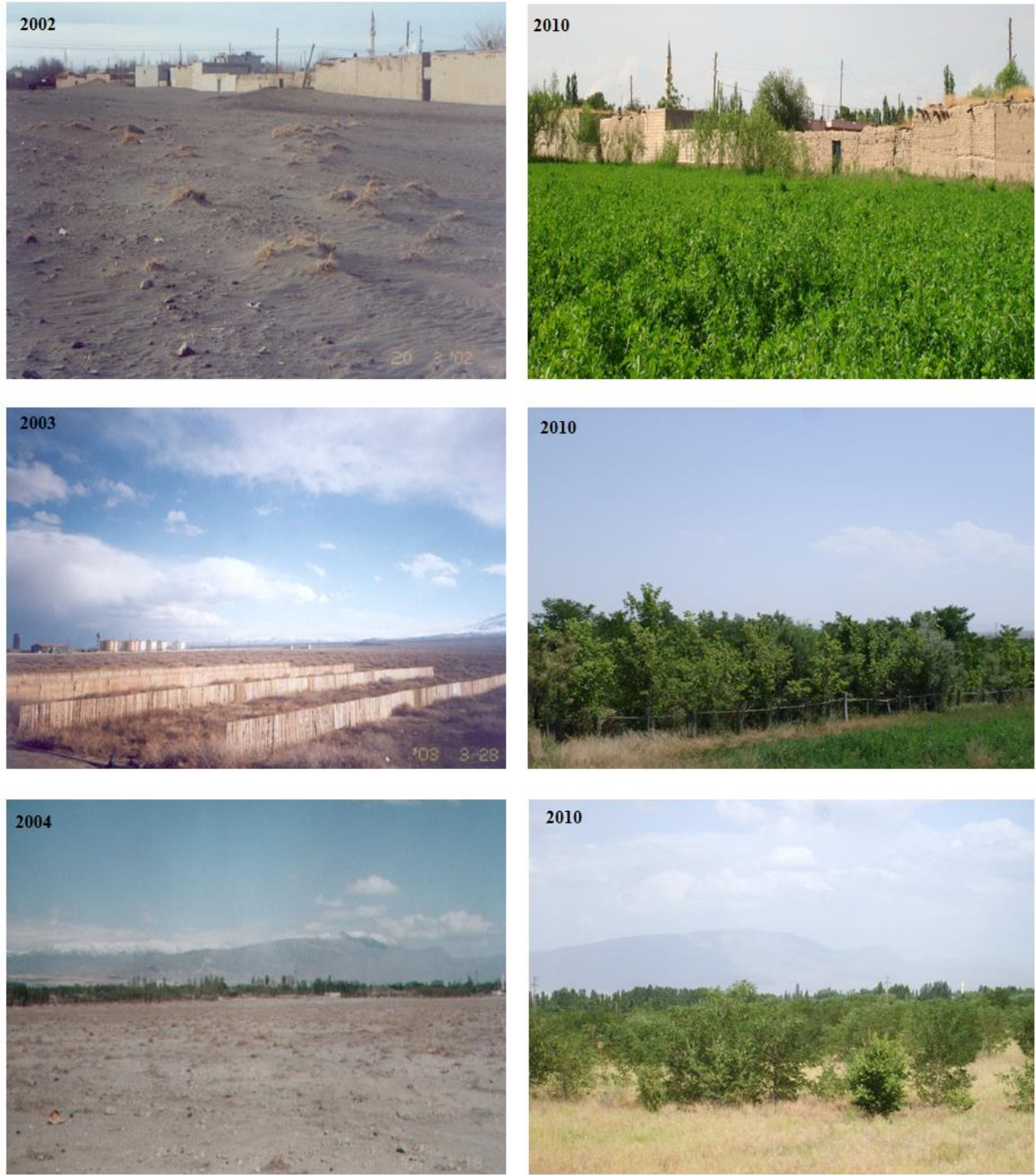
Avrupa Birliği normlarına göre hazırlanan ve kabul edilen 791.749,00 Euro yaklaşık maliyetli proje bedelinin, sözleşme gereği %90’ı (712.574,10 Euro) AB tarafından hibe olarak verilmiş, geriye kalan %10 miktar (79.174,90 Euro) ise İl Özel İdaresi tarafından karşılanmıştır.

2007 yılı sonunda bitirilen proje ile 927 ha sahanın daha etrafı Tel Çit ile çevrilerek koruma altına alınmış, 135 ha çıplak alanda da rüzgâra karşı kamıştan “Sap Perde” yapılmıştır.

2008 sonu itibarıyla, Çevre ve Orman Bakanlığından temin edilen 223.000 adet fidan dikilerek ağaçlandırma yapılmış ve 380 ha alanda erozyon önlenmiştir.

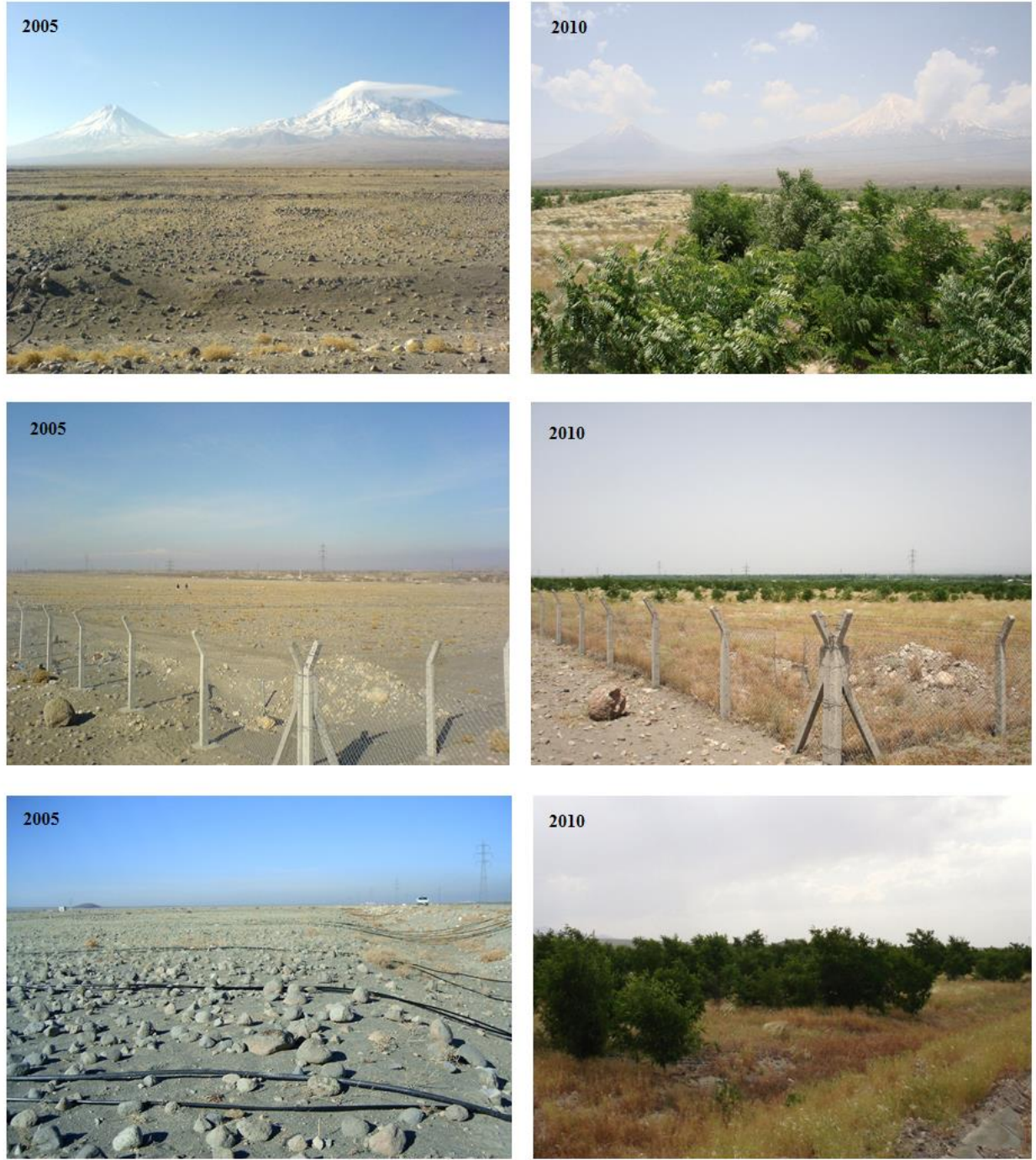
2009 yılında, OGM tarafından 70 hektar alana 166.000 adet, 2010 yılında 80 hektar alana 123.000 adet olmak üzere toplam 150 hektar alana, 289.000 adet fidan dikimi yapılmıştır. Karaağaç, Akçaağaç, Aylantus, Akasya, Badem, İğde, Gladiçya fidanları içerisinde susuzluğa ve tuzluluğa karşı en dayanıklı Akasya ve İğde ağaçları olmuştur.

İğdır-Aralık rüzgâr erozyon sahasında yürütülen proje destekli ve koruma amaçlı bu çalışmalar sonuçlarını vermiştir. Bu gelişmeler Şekil 9 ve 10 da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 9. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında koruma çalışmaları ve sonuçları





Şekil 10. Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında koruma çalışmaları ve sonuçları



### 3.3. Iğdır-Aralık Rüzgar Erozyon Sahası İçin Hazırlanan Projeler

Kars Kafkas Üniversitesine bağlı olarak eğitime başlayan Iğdır Ziraat Fakültesi, 2008 yılında kurulan Iğdır Üniversitesine bağlanmış ve eğitim faaliyetlerine aralıksız devam etmektedir. Aynı tarihlerde açılan Toprak Bölümü ve Anabilim Dalı daha sonra ismi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü olarak değiştirilmiş ve aralıksız olarak eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. Iğdır ilinde üniversitenin ve ziraat fakültesinin eğitim ve araştırma faaliyetlerine başlamasıyla mevcut tarımsal faaliyetlere yeni boyut kazandırılmış ve çalışmalar Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde de kendini göstermiştir.

Iğdır-Aralık rüzgar erozyon sahasında, 2018 yılı sonu itibariyle, 1 adet bağımsız BAP projesi (FBE-2013-B10) tamamlanmış ve sonuçları bir önceki bölümde sunulmuştur. 1 adet Yüksek Lisans tez BAP (2018-FBE-L) projesi yürütülmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalar ve hazırlanan projeler mevcut durum ve potansiyel belirleme amaçlı olmuştur. TÜBİTAK-2219-1059B191401911 nolu proje desteği ile 1 öğretim üyesi 1 yıl süreyle yurtdışı post-doktora programına katılmış ve rüzgar erozyonu konusunda çalışmalar yapmıştır. Yeni kabul edilen 1 adet bağımsız BAP projesi ile doğrudan rüzgar erozyon ölçümlerine başlanacak ve çalışmalara yeni bir dönem açılmış olacaktır.

## 4. SONUÇLAR

Koruma tedbirleri alınmazsa, rüzgar erozyonu hem çevremizi hem de sağlığımızı tehdit eden bir afet haline gelmektedir. Koruma çalışmalarının kısa ve orta vadeli sonuçları bu çalışmada sunulmuş ve bunların oldukça ümit verici olduğu gözlenmiştir. Doğal bir olay olduğu için rüzgar erozyonunun tamamen önlenmesi çok zor olup, ancak işleyişini yavaşlatmak ve muhtemel zararlarını önlemek amaçlı tedbirlerin alınması mümkündür. Bu yüzden, doğrudan ölçümler ve/veya modelleme çalışmaları ile yer değiştiren sediment miktarının bilinmesi oldukça önemlidir. Bu verilerle bir çok çalışmalar daha kolay ve daha sağlıklı bir şekilde yapılacaktır.

## KAYNAKLAR

- Çelebi, H., 1981. Iğdır Devlet Üretme Çiftliği Arazisinde Rüzgâr Erozyonuna İlişkin Araştırmalar. Atatürk Üni. Yay. No: 578. Ziraat Fak. Yay. No: 262. Araştırma Serisi No: 173. E.A.Ü. Basımevi, Erzurum.
- Grini, A., G. Myhre, C.S. Zender, J.K. Sundet, I.S.A. Isaksen, 2003. Model simulations of dust source and transport in the global troposphere: Effects of soil erodibility and wind speed variability. Institute Report Ser., 124. Dep. of Geosciences, Univ. of Oslo.
- DMİ, 1974. Ortalama ve ekstrem kıymetler meteoroloji bülteni. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Başbakanlık Basımevi, Ankara, (MGM).
- DSİ, 1971. Iğdır projesi Iğdır ovası ıslahı ve sulaması, Iğdır Dil Devlet Üretme Çiftliği Arazisi Detaylı Drenaj Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Etüd Raporları No. 570, S: 16, Ankara.
- Karaoğlu, M., U. Şimşek, E. Erdel, F. Tohumcu, 2018. A case study: Wind characteristics of ıgdir province in terms of wind erosion and introduction of second wind erosion area. Fresenius Environmental Bulletin, ISSN: 1018-4619., 27(11), 7460-7469.
- Karaoğlu, M., U. Şimşek, F. Tohumcu, E. Erdel, 2017. Determining surface soil properties of wind erosion area of Iğdır-Aralık and estimating the soil loss. Fresenius Environmental Bulletin, ISSN: 1018-4619., 26(5), 3170-3175.
- Karaoğlu, M., 2014. Erozyon, rüzgâr erozyonu ve Iğdır-Aralık örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, ISSN: 2148-3647, 1(2), 167-172.

- Karaoğlu, M., 2012. Iğdır yöresi topraklarının erozyon açısından değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, ISSN: 2146-0574, 2(1), 23-30.
- Mezösi, G., V. Blanka, T. Bata, F. Kovács, B. Meyer, 2015. Estimation of regional differences in wind erosion sensitivity in Hungary. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 97-107.
- Özdoğan, N., 1976. Rüzgâr erozyonu ve rüzgâr erozyonu sahalarında alınacak başlıca tedbirler. Topraksu Genel Müdürlüğü Genel Yayın No: 306. Ankara.
- Sevim, Z., Iğdır-Aralık'ta rüzgâr erozyonu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü. (1999). Erzurum.
- Sevim, Z. ve A. İstanbulluoğlu, Kars-Aralık'daki toprakların rüzgâr erozyonuna ilişkin özellikleri. Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği. Sempozyum 7. Atatürk Üniversitesi Yayınları. (1985). Erzurum.
- Warren, A., 2007. Sustainability: A view from the wind-eroded field. Journal of Environmental Sciences, 19, 470-474.
- Zobeck, T.M., R.S. Van Pelt, 2014. Wind Erosion. USDA Agricultural Research Service. Lincoln, Nebraska. Publications from USDAARS/UNL Faculty. Paper 1409, 209-227.