

KIZILIRMAK LAGÜNLERİNİN KIYI ÇİZGİSİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLERİN ANALİZİ

D. Öztürk^a, F. A. Sesli^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139 Atakum, Samsun (dozturk, fasesli)@omu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: Kızılırmak Lagün Serisi, kıyı çizgisi değişimi, kıyı çizgisi gelişim indeksi, NSM, EPR, SCE

ÖZET:

Bu çalışmada Ramsar Sözleşmesiyle koruma altına alınan ve uluslararası öneme sahip alan özelliği taşıyan Kızılırmak Deltasında yer alan lagünlerin ve Kızılırmak Deltasının kıyı çizgisinde 1962 ve 2013 yılları arasında gerçekleşen değişimler araştırılmıştır. Kızılırmak Lagün Serisi olarak adlandırılan 12 lagün (Balık, Uzun, Gıcı, Tatlı, Altınlı, Paralı, Cernek, Liman, Tuzlu, Sülüklü, Karaboğaz ve Mülk lagünleri) ve deltanın lagünleri kapsayan yaklaşık 54 km'lik kıyısı araştırma sahasını oluşturmaktadır. Kıyı çizgilerinin belirlenmesinde 1974, 1987 ve 2013 yıllarına ait Landsat-MSS/TM/OLI uydu görüntüleri ve 1962 yılına ait 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır. Lagün kıyı çizgilerindeki değişimler için; alan, kıyı çizgisi uzunluğu ve kıyı çizgisi gelişim indekslerindeki (SDI) değişimler karşılaştırılmış ve çıkartma analizi ile lagün alanlarının değişen ve değişmeyen kısımları mekansal olarak analiz edilmiştir. Delta kıyı çizgisindeki değişimler ise NSM (Net Shoreline Movement), EPR (End Point Rate) ve SCE (Shoreline Change Envelope) yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar irdelendiğinde; baraj inşaatlarının ardından deltaya sediment akışının kesilmesi sonucunda deltanın gelişemediği ve rüzgar ve dalgaların etkisiyle gerçekleşen kıyı erozyonu sebebiyle özellikle deltanın doğu kıyılarında yer alan lagünlerin önündeki kıyı kordonlarının aşınarak daraldığı anlaşılmıştır.

KEYWORDS: Kizilirmak Lagoon Series, shoreline change, shoreline development index, NSM, EPR, SCE

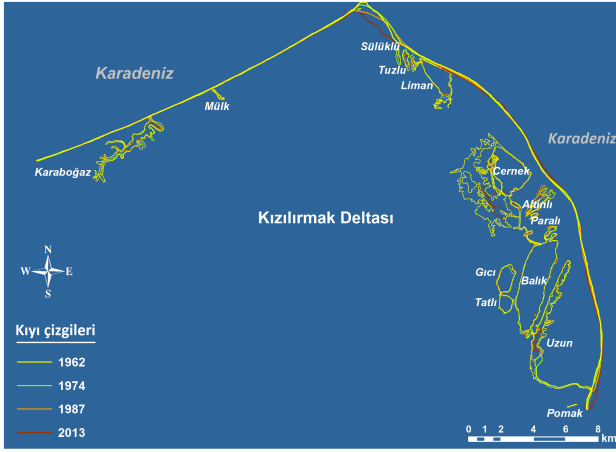
ABSTRACT:

This study examines the changes that have occurred in shoreline of Kizilirmak Lagoon Series and Kizilirmak Delta -one of the most important wetlands in Turkey protected by Ramsar Convention- between 1962 and 2013. The study area covers a sea coastline of approximately 54 km and includes 12 lagoons which are called Kizilirmak Lagoon Series (Balık, Uzun, Gıcı, Tatlı, Altınlı, Paralı, Cernek, Liman, Tuzlu, Sülüklü, Karaboğaz and Mülk lagoons). Landsat-MSS/TM/OLI satellite images of 1974, 1987, and 2013 and 1/100,000 scale topographic maps of 1962 were used for determination of the shoreline. The changes in area, shoreline length and shoreline development index (SDI) were compared to determine the changes in lagoon shorelines and the changed and unchanged parts of the lagoon areas were spatially analyzed using polygon overlay analysis. Net Shoreline Movement (NSM), End Point Rate (EPR) and Shoreline Change Envelope (SCE) methods were used to determine the changes in delta shoreline. When the results have been examined it is understood that after the construction of dams, delta development have stopped due to the disruption of sediment flow into to delta, as a result of which, coastal erosion occurred due to the increase of wind and wave erosion, leading to erosion and narrowing of barrier spit in front of the lagoons in eastern coasts of the delta.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin en büyük ve en önemli deltalarından biri olan Kızılırmak Deltası, 1355 km uzunluğundaki Kızılırmak Nehrinin binlerce yıl süresince taşıdığı alüvyonlar ile oluşmuştur (Akkan, 1970; Yılmaz, 2005; Erciyas-Yavuz, 2011; Samsun İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2014). Deltanın toplam alanı 56000 hektar olup, bununun 21700 hektarı 15.04.1998 tarihinde RAMSAR alanı ilan edilmiştir (Samsun Valiliği, 2005; Yenyurt vd., 2011; Çağırnkaya ve Meriç, 2013; Wetlands International, 2014). Deltanın kıyı uzunluğu yaklaşık 73 km olup (Özdemir, 2010) delta üzerindeki en önemli morfolojik birimler, özellikle doğu kıyılarında yer alan, kıyı kordonları (kıyı oku) ve lagünlerdir. Kızılırmak Lagün Serisi olarak adlandırılan bu lagünler, kıyı kordonları vasıtasıyla denizden ayrılmıştır (Samsun Valiliği, 2005; Can ve Taş, 2012). Kızılırmak Deltası'nın batı ve doğu sahilinde, delta ve kıyı oluşumunu meydana getiren doğal şartlar, farklı büyüklüklerdeki lagünlerin de meydana gelmesini sağlamıştır. Kızılırmak Deltası'nın doğu sahilinde on, batı sahilinde ise iki lagün yer almaktadır. Doğu sahilinde, Balık, Uzun, Gıcı, Tatlı,

Altınlı, Paralı, Cernek, Liman, Tuzlu ve Sülüklü lagünleri yer alırken batı sahilinde ise Karaboğaz ve Mülk lagünleri bulunmaktadır (Şekil 1) (Uğurlu vd., 2008; Çağırnkaya ve Meriç, 2013). Ayrıca bu lagünlerin arasında yer alan çok sayıda küçük ve geçici göller yaz aylarında kurumaktadır (Uğurlu vd., 2008; Turoğlu, 2010; Yılmaz ve Polat, 2011). Bafra Balık Gölleri olarak da adlandırılan (Ayan, 2007; Yılmaz ve Polat, 2011) bu lagünlerin tümü sığdır ve su seviyeleri yaklaşık deniz seviyesindedir (Samsun Valiliği, 2005). Tatlı ve Gıcı hariç lagünlerin denizle bağlantıları dar bir boğazla olmaktadır (Uğurlu vd., 2008). Balık, Uzun, Gıcı ve Tatlı lagünleri arasında doğal ve suni kanallarla sürekli, Cernek ve Balık lagünleri arasında ise yaz aylarında kuruyan bir bağlantı bulunmaktadır. Uzun Lagünü'nün güneydoğu köşesinde bulunan tek doğal bağlantı ile Uzun ve Balık Lagünleri'nin kuzey köşelerinde yer alan iki suni kanal denizle olan irtibatı sağlamaktadır (Yılmaz ve Polat, 2011).



Şekil 2. Kızılırmak Lagün Serisi ve Kızılırmak Deltası kıyı çizgileri (1962, 1974, 1987, 2013)

2.2 Kıyı Çizgisindeki Değişimlerin Belirlenmesi

Kızılırmak Lagün Serisi ve Kızılırmak Deltasının kıyı çizgisindeki değişimlerin analizi 1962-1974, 1974-1987, 1987-2013, 1962-1987, 1962-2013 periyotları için gerçekleştirilmiştir. Yıl aralıkları belirlenirken deltanın kıyı çizgisi üzerinde önemli etkileri olan Altınkaya ve Derbent barajlarının inşa tarihleri göz önünde bulundurulmuştur. 1962-1974, 1974-1987 ve 1962-1987 periyotlarındaki analizlerle deltanın Altınkaya ve Derbent barajlarından önceki değişimler, 1987-2013 periyodundaki analizler ile deltada bu iki barajın yapımından günümüze kadar oluşan değişimler analiz edilmiştir. 1962-2013 periyodunda ise temel inceleme aralığındaki toplam değişim araştırılmıştır.

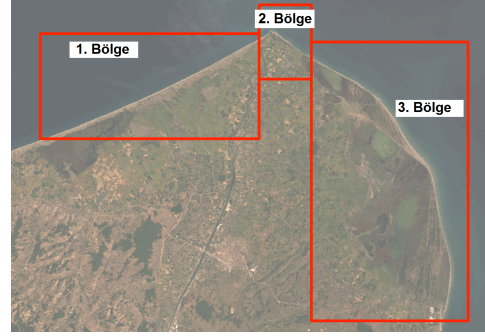
2.2.1. Lagünlerin Kıyı Çizgisindeki Değişimler: Lagünlerin kıyı çizgilerindeki değişimler için çakıştırma analizi kullanılmış, değişim alanları hem mekansal hem de kantitatif olarak belirlenmiştir. Farklı yıllara ait poligon katmanlarının çakıştırılması ile elde edilen katmanda her alan Tablo 2'de olduğu şekilde kodlanmıştır.

1. Katman	2. Katman	Sonuç katman
1 (arazi)	1 (arazi)	1 Arazi (değişim yok)
1 (arazi)	0 (su)	1-0 Lagün alanında genişleme (arazi kaybı / erozyon)
0 (su)	1 (arazi)	0-1 Lagün alanında küçülme (arazi artışı / akreasyon)
0 (su)	0 (su)	0 Su (değişim yok)

Tablo 2. Boolean yorumlama tablosu (Moran, 2003)

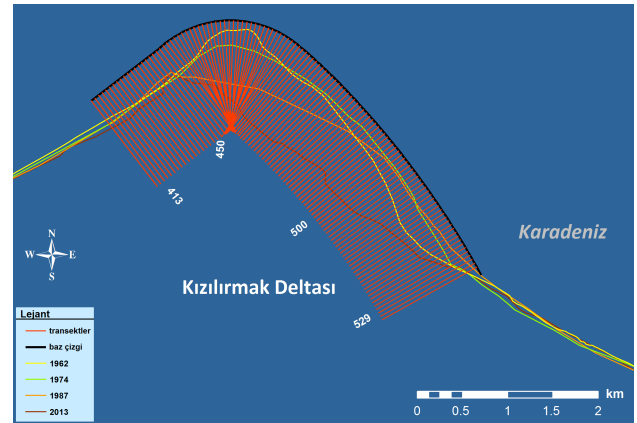
Çalışmada ayrıca 1962, 1974, 1987 ve 2013 yılları için lagünlerin alan ve kıyı çizgisi uzunlukları (çevre) belirlenmiş, alan ve çevre ölçülerine dayalı olarak $D_s = l(4\pi A)^{-0.5}$ bağıntısı ile kıyı çizgisi gelişim indeksleri hesaplanmıştır. Burada l lagünün çevre uzunluğu, A ise lagünün alanıdır (Pérez-Ruzafa vd., 2007; Dodds ve Whiles, 2010). Kıyı çizgisi gelişim indeksi göller için şekil formunun düzensizliğinin bir ölçüsüdür (Likens, 2010).

2.2.2. Delta Kıyı Çizgisindeki Değişimler: Kızılırmak Deltasının kıyı çizgisindeki değişimlerin belirlenmesinde çalışma alanı kendi içerisinde 3 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 3). Düz bir uzanım gösteren ve değişimler yönünden en stabil olan batı kıyısı 1., nehrin denize döküldüğü ve delta kıyı çizgisi değişimlerinin en fazla olduğu bölüm 2., deltanın sağ sahil kısmı ise 3. bölge olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Delta kıyı çizgisi değişim analizi için Kızılırmak Deltasının ayrıldığı alt bölümler

Kıyı çizgisindeki değişimlerin belirlenmesi için öncelikle kıyı çizgilerinin deniz yönünde yaklaşık 1 km paralelinde toplam 54.35 km uzunluğunda ana hat oluşturulmuştur. Ana hat üzerinde 50 m aralıklarla 1. Bölge için 412, 2. Bölge için 117, 3. Bölge için 559 olmak üzere toplam 1088 adet transekt oluşturulmuştur. 1. Bölgeye ait transektler Şekil 4'te gösterilmektedir. Belirlenen periyotlarda meydana gelen değişimler, oluşturulan transektlere göre her 3 bölge için CBS ortamında NSM, EPR ve SCE yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. NSM yönteminde incelenen tarihlerden en eski ve en yeni tarihli kıyı çizgileri arasındaki mesafe hesaplanırken (Manca vd., 2013) EPR yönteminde NSM ile elde edilen sonuçlar inceleme periyodundaki yıl sayısına bölünür ve m/yıl biriminde sonuç elde edilir (Dolan vd., 1991; Gentz vd., 2007; Thieler vd., 2009; Ford, 2013). SCE yönteminde ise her bir transekte ana hatta en yakın ve en uzak kıyı çizgisi arasındaki mesafe hesaplanmaktadır. Bu yöntemde NSM'den farklı olarak, meydana gelen en büyük değişimler tarihten bağımsız olarak hesaplanmaktadır (Thieler vd., 2009; Manca vd., 2013). Delta kıyı çizgilerindeki değişimlerin belirlenmesinde ayrıca çakıştırma analizi de uygulanmış ve alansal değişimler ortaya konulmuştur.



Şekil 4. Kızılırmak Deltasının alt bölümlerinde değişim analizi için oluşturulan ana hat ve transektler

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Lagünlerin ve deltanın kıyı çizgisindeki değişimler farklı yöntemlerle belirlendiğinden, sonuçların daha iyi anlaşılabilmesi için bulgular 3.1 ve 3.2'de ayrı ayrı ele alınmıştır. 3.3'te delta kıyı çizgisindeki değişimlerin lagünler üzerindeki etkileri tartışılmıştır.

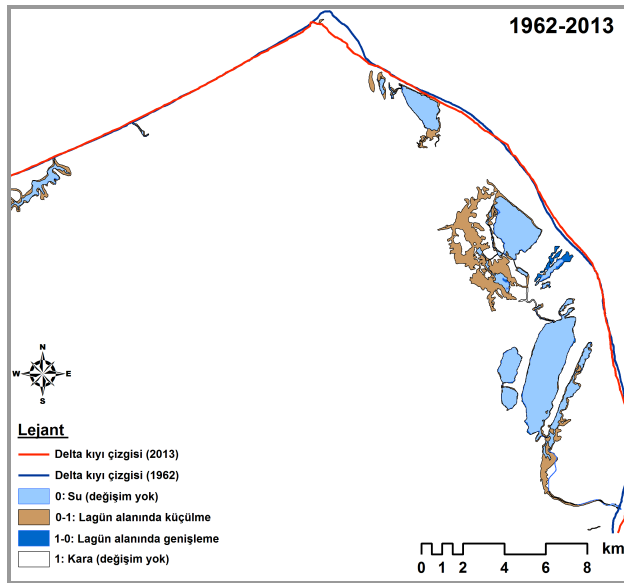
3.1 Kızılırmak Lagün Serisi Kıyı Çizgilerindeki Değişimler

Kızılırmak Lagün Serisini oluşturan Altınlı, Balık, Cernek, Gıcı, Karaboğaz, Liman, Mülk, Paralı, Sülüklü, Tatlı, Tuzlu ve Uzun Lagünlerinin kıyı uzunluğu, alansal ve şekilsel özelliklerinin değişimini belirlemek için 1962, 1974, 1987 ve 2013 yıllarındaki alan, çevre ölçüleri ve kıyı çizgisi gelişim indeksi hesaplanmıştır (Tablo 3).

Lagün	Kıyı çizgisi uzunluğu (m)				Alan (ha)				SDI			
	1962	1974	1987	2013	1962	1974	1987	2013	1962	1974	1987	2013
Altınlı	4022	7625	11551	11580	32.4	77.3	109.3	87.4	1.99	2.45	3.12	3.49
Balık	23213	20564	25083	23341	850.9	829.7	858.9	827.9	2.24	2.01	2.41	2.29
Cernek	69847	18742	22336	26234	1093.5	447.1	460.5	475.7	5.96	2.50	2.94	3.39
Gıcı	4770	4917	4936	4855	128.2	123.7	139.8	130.4	1.19	1.25	1.18	1.20
Karaboğaz	24215	18326	19390	17476	247.1	157.2	131.1	113.4	4.35	4.12	4.78	4.63
Liman	16572	10409	10056	9987	260.8	241.7	213.0	206.0	2.89	1.89	1.94	1.96
Mülk	2107	2082	2438	2417	7.9	10.0	8.0	5.4	2.12	1.86	2.43	2.92
Paralı	1536	1096	1967	1488	7.9	6.5	12.9	6.9	1.54	1.21	1.55	1.60
Sülüklü	2216	1929	0	0	17.0	10.0	0	2.79	1.73	0	0	0
Tatlı	3325	3400	3303	3145	68.8	71.5	70.4	64.2	1.51	1.13	1.11	1.11
Tuzlu	2981	2454	2269	2484	29.2	22.6	14.6	14.6	1.13	1.46	1.67	1.84
Uzun	20732	16725	18048	18872	293.2	197.3	235.2	141.3	1.56	3.36	3.32	4.48
Toplam	175536	108269	121377	121879	3036.9	2194.5	2253.7	2073.2				

Tablo 3. Kızılırmak Lagün Serisinin kıyı uzunluğu, alan ve kıyı çizgisi gelişim indeksi (1962, 1974, 1987, 2013)

Lagünlerin genişleme ve karasallaşma alanlarının mekansal olarak belirlenmesi için 1962, 1974, 1987 ve 2013 yıllarına ait lagün katmanları kullanılmış, 1962-1974, 1974-1987, 1987-2013, 1962-1987, 1962-2013 periyotları için uygulanan çakıştırma analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 4'te verilmiştir. Şekil 5'te 1962-2013 periyodunda lagünlerin genişleyen ve karasallaşan alanları gösterilmektedir.



Şekil 5. Kızılırmak Lagün Serisi değişim alanları (1962, 1974, 1987, 2013)

Lagün	1962-1974		1974-1987		1987-2013		1962-1987		1962-2013	
	Genişleme (ha)	Küçülme (ha)	Genişleme (ha)	Küçülme (ha)	Genişleme (ha)	Küçülme (ha)	Genişleme (ha)	Küçülme (ha)	Genişleme (ha)	Küçülme (ha)
Altınlı	46.7	1.7	36.6	4.6	1.2	23.1	77.3	0.3	57.2	2.1
Balık	22.3	43.5	43.7	14.6	3.1	34.2	30.3	22.4	15.7	38.9
Cernek	14.3	660.7	29.8	16.4	58.4	43.3	26.4	659.4	16.3	634.0
Gıcı	6.4	10.8	16.7	1.0	0.6	9.9	11.8	0.5	5.2	3.0
Karaboğaz	12.1	102.0	12.5	38.6	4.8	22.5	2.0	118.0	1.6	135.4
Liman	22.4	41.5	5.7	34.4	3.0	10.0	7.6	55.4	5.3	60.1
Mülk	3.5	1.4	2.0	4.0	0.8	3.3	2.1	2.0	1.2	3.6
Paralı	1.1	2.4	6.5	0.2	0.5	6.4	5.2	0.2	1.8	2.7
Sülüklü	1.1	8.2	0	9.9	0	0	0	17.0	0	17.0
Tatlı	5.6	2.8	3.6	4.8	0.1	6.1	2.6	1.4	0.7	5.2
Tuzlu	1.8	8.4	1.1	9.0	2.7	2.7	0.1	14.7	0.6	15.2
Uzun	5.4	101.5	48.7	10.8	2.4	96.3	9.3	67.5	2.1	153.5

Tablo 4. Kızılırmak Lagün Serisinde genişleyen ve karasallaşan alanlar

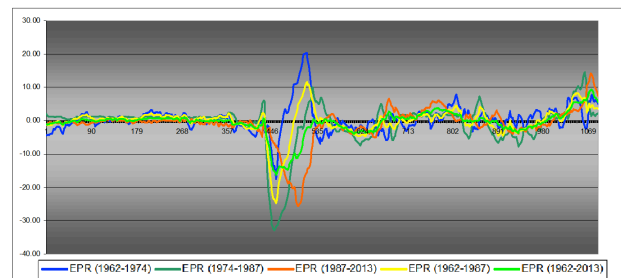
3.2 Delta Kıyı Çizgisindeki Değişimler

Deltanın 1962-1974, 1974-1987, 1987-2013, 1962-1987 ve 1987-2013 periyotları için 1088 transekte göre NSM ve SCE yöntemiyle ile kıyı çizgisi değişim miktarları ve EPR yöntemiyle kıyı çizgisi değişim oranları (Tablo 5) hesaplanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde en büyük değişimin 2. Bölgede gerçekleştiği görülmüştür. 2. Bölgede 1962-2013 periyodunda gerçekleşen en büyük erozyon -827 m'dir. Bu bölgede kıyı çizgisi değişim oranları incelendiğinde ortalama değişimin 1962-1974 periyodunda 2.9 m, 1974-1987 periyodunda -10.9 m, 1987-2013 periyodunda -11.8 m olduğu görülmektedir. 2. Bölgede 1974-1987 periyodunda kendini hissettiren erozyon 1987-2013 periyodunda artarak devam etmiştir. 1962-2013 periyodunda ortalama değişim oranları, değişim yönünden en stabil bölge olan 1. Bölgede 0 m, 2. Bölgede -8.1 m ve 3. Bölgede 0.5 m'dir.

	NSM					SCE
	1962-1974	1974-1987	1987-2013	1962-1987	1962-2013	1962-2013 veri: 1962, 1974, 1987, 2013)
1. Bölge						
min	-56	-32	-54	-60	-109	-109
maks	40	33	17	55	45	55
ort	0	12	-12	11	0	2
2. Bölge						
min	-210	-428	-666	-620	-827	-827
maks	244	131	-17	290	40	133
ort	35	-141	-308	-106	-414	-486
3. Bölge						
min	-82	-102	-131	-117	-200	-202
maks	94	190	370	207	476	476
ort	5	1	21	5	26	30
1. Bölge						
min	-4.6	-2.5	-2.1	-2.4	-2.2	
maks	3.3	2.5	0.7	2.2	0.9	
ort	0.0	0.9	-0.4	0.4	0.0	
2. Bölge						
min	-17.5	-32.9	-25.6	-24.8	-16.2	
maks	20.3	10.0	-0.7	11.6	0.8	
ort	2.9	-10.9	-11.8	-4.2	-8.1	
3. Bölge						
min	-6.9	-7.8	-5.0	-4.7	-3.9	
maks	7.9	14.6	14.2	8.3	9.3	
ort	0.4	0.1	0.8	0.2	0.5	

Tablo 5. Delta kıyı değişimi özet istatistik bilgileri (NSM ve SCE kıyı değişim miktarını, EPR ise kıyı değişim oranını vermektedir)

Her bir transekteki değişim oranları Şekil 6'daki EPR grafiğinde görülmektedir. En büyük değişimler 430 ile 550 transektleri arasında gerçekleşmiştir.



Şekil 6. EPR grafiği

Deltadaki alansal değişimleri hesaplamak için ana hat, bölge sınırlarındaki transektler ve kıyı çizgileri birleştirilerek poligonlar oluşturulmuş ve çakıştırma analizi uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 6'da gösterilmektedir. Buna göre deltada net alan olarak 1962-1974 periyodunda 34.2 ha büyüme, 1974-

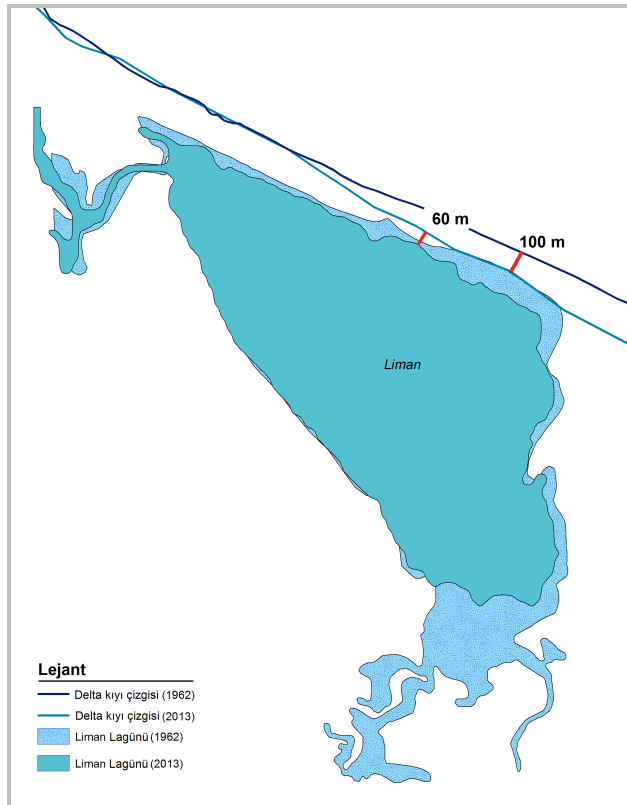
1987 periyodunda 32.8 ha küçülme ve 1987-2013 periyodunda ise 118.5 ha küçülme meydana gelmiştir. 1962-2013 periyodu değerlendirildiğinde 324.4 ha alan kaybolurken 207.2 ha alan kazanılmıştır. Net kayıp ise 117.2 ha'dır.

Periyot	Kayıp / Kazanç	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	Toplam	Net
1962-1974	Kayıp (ha)	18.0	14.8	32.8	65.6	34.2
	Kazanç (ha)	17.4	37.2	45.2	99.8	(kazanç)
1974-1987	Kayıp (ha)	2.8	67.5	61.2	131.5	32.8
	Kazanç (ha)	26.6	9.8	62.3	98.7	(kayıp)
1987-2013	Kayıp (ha)	25.6	152	66.7	244.3	118.5
	Kazanç (ha)	2.1	0	123.7	125.8	(kayıp)
1962-1987	Kayıp (ha)	14.2	71.1	69.1	154.4	1.2
	Kazanç (ha)	37.3	35.7	82.6	155.6	(kazanç)
1962-2013	Kayıp (ha)	25.4	188	111	324.4	117.2
	Kazanç (ha)	25.1	0.6	181.5	207.2	(kayıp)

Tablo 6. Kızılırmak Deltasının alan kayıp ve kazançları

3.3 İrdeleme

Sonuçlar irdelendiğinde delta kıyı çizgisindeki değişimlerin lagün sistemlerini tehdit eder duruma geldiği anlaşılmıştır. Bunun en çarpıcı örneği Liman Lagünüdür. Liman lagünü delta kıyı çizgisindeki değişimlerin en tehlikeli etkisine maruz kalan lagündür. 1962 yılında lagün ve deniz arasındaki minimum mesafe 100 m iken 1987 yılına gelindiğinde 116 m değerine ulaşmış, ancak 2013 yılı itibariyle bu değer 60 m'ye kadar düşmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Liman Lagününde kıyı kordonu daralması

Benzer şekilde Tuzlu Lagünü de sağ sahilde kıyıya yakın lagünlerden olup, lagünün bulunduğu yerde delta kıyı çizgisi 1962-2013 periyodunda 80 m gerilemiştir. Bu çalışma neticesinde; delta kıyılarında özellikle 1987 yılı sonrası yaşanan erozyon ile kıyı kordonlarının aşınmasının Kızılırmak Lagün Serisinde Liman ve Tuzlu lagünlerini zorladığı ortaya çıkmaktadır. Yılmaz (2005), Samsun Valiliği (2005) ve Ayan (2007)'de vurgulandığı üzere, Kızılırmak Nehri üzerinde inşa

edilen barajlar (kıyıya yakınlığından dolayı özellikle Altınkaya ve Derbent Barajları) neticesinde deltanın büyümesi durmuş, dalga ve rüzgar erozyonunun etkisini daha fazla hissettirmesiyle delta kıyıları aşınmaya başlamıştır. Bu durum deltanın özellikle doğu kesimini daha fazla etkisi altına almış, bu bölgedeki kıyı kordonlarının aşınarak küçülmesi lagünleri ve dolayısıyla tüm sulak alan sistemini tehdit etmeye başlamıştır. Özellikle Liman Lagünü'nün denizle birleşme tehlikesi ortaya çıkmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ramsar alanı olarak tanımlanan Kızılırmak Deltası, uluslararası önem taşıyan ve çok önemli sulak alanlara sahip bir alandır. Ancak insanların bu doğal alanlar üzerinde süren yıkıcı tahribatı sulak alanları tehlikeye atmakta ve doğal denge bozulmaktadır. Bu çalışma ile Kızılırmak Nehrinin üzerinde inşa edilen barajlar sonrasında delta kıyılarında ve lagünlerde meydana gelen değişimler ortaya konulmuştur. Kızılırmak Nehri üzerinde inşa edilen barajlar deltaya sediment taşınımını durdurmuş, dalga ve rüzgar erozyonu delta kıyılarını hızla aşındırmıştır. Netice itibariyle deltada hızla alansal küçülme gerçekleşmiştir. Kızılırmak Nehrinin bol alüvyon taşıdığı dönemlerde karasallaşma eğilimi gösteren lagünler de, nehrin üzerine inşa edilen barajların ardından yaşanan kıyı erozyonu nedeniyle tehlike altına girmiştir. Özellikle deltanın doğu kesiminde yaşanan hızlı erozyon kıyı kordonlarını aşındırarak daraltmıştır. Bu durum lagünleri ve tüm sulak alan sistemini tehlikeye atmaktadır. Bu nedenle kıyıların korunması için gerekli önlemler alınmalı, delta ve nehir havzası üzerinde her türlü müdahale, olası tüm etkileri ayrıntılı olarak araştırılarak uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akkan, E., 1970. *Bafra Burnu - Delice Kavşağı Arasında Kızılırmak Vadisinin Jeomorfolojisi*. A.Ü. DTCF Yay., Ankara, 158.
- Alpar, B., 2009. Vulnerability of Turkish coasts to accelerated sea-level rise. *Geomorphology*, 107, 58-63. doi:10.1016/j.geomorph.2007.05.021.
- Ayan, A.K., 2007. Kızılırmak Deltasında Doğal Kaynak Kullanımı, 59. <<http://kizilirmakdeltasi.net/2014/dosya/rapor.pdf>>
- Can, Ö., Taş, B., 2012. Ramsar Alanı İçinde Yer Alan Cernek Gölü ve Sulak Alanının (Kızılırmak Deltası, Samsun) Ekolojik ve Sosyo-Ekonomik Önemi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 5(2), 1-11.
- Çağırnkaya, S.S, Meriç, B.T., 2013. *Türkiye'nin Önemli Sulak Alanları, RAMSAR Alanlarımız*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Hassas Alanlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 168.
- Dodds, W.K., Whiles, M.R., 2010. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology*. Academic Press, Burlington, 811 p.
- Dolan, R., Fenster, M.S., Holme, S.J., 1991. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. *J. Coastal Res.*, 7(3), 723-744.
- DSİ, 2014. <http://barajlar.dsi.gov.tr> (27 Nisan 2014 tarihinde erişildi).
- Erciyas-Yavuz, K., 2011. Önemli bir doğa alanı: Kızılırmak Deltası. Samsun Sempozyumu, 13-16/10/2011, Samsun.

- Ford, F., 2013. Shoreline changes interpreted from multi-temporal aerial photographs and high resolution satellite images: Wotje Atoll, Marshall Islands. *Remote Sens. Environ.*, 135, 130–140. doi:10.1016/j.rse.2013.03.027.
- Gentz, A.S., Fletcher, C.H., Dunn, R.A., Frazer, L.N., Rooney, J.J., 2007. The predictive accuracy of shoreline change rate methods and alongshore beach variation on Maui, Hawaii. *J. Coastal Res.*, 23(1), 87–105. doi:10.2112/05-0521.1.
- Likens, G.E., 2010. *Lake Ecosystem Ecology: A Global Perspective*. Academic Press, Amsterdam, 463 p.
- Manca, E., Pascucci, V., Deluca, M., Cossu, A., Andreucci, S., 2013. Shoreline evolution related to coastal development of a managed beach in Alghero, Sardinia, Italy. *Ocean Coast. Manage.*, 85, 65–76. doi:10.1016/j.ocecoaman.2013.09.008.
- Moran, C.A.A., 2003. Spatio-Temporal Analysis of Texas Shoreline Changes Using GIS Technique, Master Thesis, Texas A&M University, 106 p.
- Özdemir, S., 2010. Kızılırmak Deltası'nda Aktüel Kıyı Çizgisi Değişiklikleri ve Sonuçları, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun, 61.
- Pérez-Ruzafa, A., Mompeán, M.C., Marcos, C., 2007. Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. *Hydrobiologia*, 577, 107–125, doi:10.1007/s10750-006-0421-8.
- Samsun İl Kültür Turizm Müdürlüğü, 2014. Kızılırmak Deltası. <http://www.samsunkulturturizm.gov.tr/TR,59848/kizilirmak-deltası.html> (19 Ağustos 2014 tarihinde erişildi).
- Samsun Valiliği, 2005. *Samsun İl Çevre Durum Raporu*, 475.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A., Zichichi, J.L., Ergul, A., 2009. *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 - An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1278.
- Turoğlu, H., 2010. Kızılırmak deltası ve yakın çevresinin jeomorfolojik özellikleri ve insan yaşamındaki etkileri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Anadolu Araştırmaları Dergisi*, 19, 99–111.
- Uğurlu, S., Polat, N., Kandemir, Ş., 2008. Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltalarındaki (Samsun) Lagün Göllerinin Balık Faunası. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3), 475–483. doi:10.3153/jfsc.com.mug.200742.
- Uzun, A., 2006. Samsun deltaları ve beklenen değişimler. İçinde: *Geçmişten Geleceğe Samsun*, Yılmaz, C. (ed.), Samsun Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Eğitim Hizmetleri Daire Başkanlığı Yayınları, Samsun, 541–548.
- Wetlands International, 2014. Information Sheet on Ramsar Wetlands (RIS) – 2006-2008 version. http://sites.wetlands.org/reports/ris/2TH011_RIS_FINAL.pdf (3 Nisan 2014 tarihinde erişildi).
- Yeniyurt, C., Hemmami, M., Çağırankaya, S., Koopmanschap, E., 2011. *Türkiye'nin Ramsar Alanlarında Sulak Alan Yönetim Planları Değerlendirme Raporu*. Doğa Derneği, Ankara, 34.
- Yılmaz, C., 2005. Kızılırmak Deltası'nda meydana gelen erozyonun coğrafi analizi. TURQUA Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02-05/06/2005, İstanbul.
- Yılmaz, S., Polat, N., 2011. Bafra Balık Gölleri (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan haskefal (*Mugil cephalus* L., 1758)'in yaş ve büyüme özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(4), 1–19.
- Yüksek, Ö., 2008. Samsun'un batı kıyılarındaki erozyonların incelenmesi. TMMOB Samsun Kent Sempozyumu, 27-29/11/2008, Samsun.
- Zeybek, H.İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Özdemir, S., 2011. Kızılırmak Deltası'nda kıyı çizgisi değişikliklerinin sonuçları. Samsun Sempozyumu, 13-16/10/2011, Samsun.