

T.C
İstanbul Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Coğrafya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

KARASU KUMULLARI BİTKİ ÖRTÜSÜ VE
KORUMA SORUNLARI

Seda AKKURT

2501120061

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Meral AVCI

İstanbul, 2014



Y Ü K S E K L İ S A N S

TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı :Seda AKKURT Numarası :2501120061
Anabilim/Bilim Dalı :Coğrafya Tez Savunma Tarihi :18.07.2014
Danışman :Prof.Dr.Meral AVCI Saati :10:30
Tez Başlığı :”Karasu Kumulları Bitki Örtüsü ve Koruma Sorunları”

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği’nin 36. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜ’NE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUyla karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Prof.Dr.Meral AVCI		Kabul
2-Prof.Dr.Hüseyin TUROĞLU		Kabul
3-Yrd.Doç.Dr.Nurgül KARLIOĞLU		Kabul.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATİ (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Prof.Dr.Ünal AKKEMİK		
2-Doç.Dr.Hasan ÖZDEMİR		

ÖZ

Karasu Kumulları Bitki Örtüsü ve Koruma Sorunları

Seda Akkurt

Karasu kıyılarında doğu ve batı yönlü uzanan kumul sahasının kaynağını, büyük ölçüde Sakarya Nehri'nin taşıyıp yığıldığı sedimentler oluşturmaktadır. İnceleme sahası bu kumul alanlarını kapsamaktadır ve üzerindeki bitki örtüsü tür çeşitliliği açısından dikkat çekmektedir.

İklim elemanlarının ortaya konmasında Sakarya ve Akçakoca meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır. Sakarya'da yıllık ortalama sıcaklık 14,3°C, Akçakoca'da 12,8°C; Sakarya'da yıllık ortalama yağış 834,6 mm, Akçakoca'da ise 1076,3 mm'dir. Yağış ortalamalarının aylara düzenli olarak dağılışı, bölgede bitkilerin yaşama ve yetiştirme koşullarını engelleyecek kurak bir devre olmamasını sağlamaktadır.

Bitki örneklerinden 75 tanesinde teşhis yapılabilmiş, 4 tanesi tanımlanamamıştır. Bu 75 bitki türü Sakarya Nehri'nin doğusu ve batısında çeşitli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bunlar dağılışı haritasında gösterilmiştir.

Bölgedeki bitki örtüsü, doğal ve beşeri faaliyetler sonucu yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır.

Anahtar kelimeler: Karasu, bitki coğrafyası, koruma sorunları, kıyı erozyonu, biyolojik çeşitlili

ABSTRACT

Karasu Sand Dune Vegetation and Conservation Issues

Seda Akkurt

Main source of the sand dune extending from east to west on the shore of Karasu is the sediments mostly carried and accumulated by Sakarya River. The area of investigation includes these sand dunes varying in height which attracts attention with its diversity in plant cover.

Data from weather stations in Sakarya and Akçakoca are used in help. The average annual temperature is 14,3 °C in Sakarya, 12,8 °C in Akçakoca and the average annual rainfall is 834,6 mm in Sakarya and 1076,3 mm in Akçakoca. The area provides a suitable environment for the plants.

Among the plants collected from the area, 75 plants have been identified and 4 plants couldn't be defined. It has been established that the plant distribution is different in terms of intensity and species in the areas specified as the area of investigation in two sections on the west and east of Sakarya River. The presence of plant cover has been revealed by showing the distribution map of 75 plant species.

The plants in the region face the danger of extinction as result of the natural and human activities

Key words: Karasu, plant geography, conservation issues, coastal erosion, biodiversity.

ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan “Karasu Kumulları Bitki Örtüsü ve Koruma Sorunları” başlıklı bu çalışma amacı ülkemizin nispeten az incelenen kumul alanlarından birisinin bitki dağılışını ortaya koymak, aynı zamanda kıyı kumullarındaki bitki örtüsünün zenginliği hakkında farkındalık yaratıp, koruma sorunlarıyla birlikte bazı çözüm önerilerine değinmekti. Tez konusu için alan olarak Karasu kumullarının seçilmesinde, sahanın Türkiye'deki sayılı kıyı kumullarından biri olmasının yanı sıra üzerindeki bitki örtüsü bakımından da korumaya değer bir alan olmasıdır. Yaptığımız arazi çalışmaları esnasında kumulların bitki örtüsünü ve dağılışını araştırırken bir yandan da yöre halkının kumul alana bakışını anlamaya çalıştık. Bu nedenle sık sık konuyla ilgili görüşlere başvurduk, yerel yönetimden bilgi edindik. Sonuç olarak bitki örtüsü bakımından özel bir alan olan kumul sahasının korunması konusunda öneriler geliştirmeye çalıştık.

Tez konusunun belirlenmesine büyük katkı sağlayan, yapmam gereken çalışmalar hakkında yol göstererek hiçbir desteğini esirgemedi hep yanımda olan, değerli fikir ve bilgilerinden yararlandığım danışman hocam sayın Prof. Dr. Meral Avcı'ya minnettarlığımı sunarım. Bu süreçte yaşadığım sorunları çözmemde daima bana vakit ayıran sayın Prof. Dr. Sedat Avcı hocama, bitkilerin tür teşhisinde ve tasnifinde yardımcı olup yol gösteren İ.Ü. Orman Fakültesi öğretim elemanı sayın Dr. Hatice Yılmaz hocama ve arazi çalışmalarında bana eşlik eden sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Seda AKKURT

İstanbul, 2014

İçindekiler

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
Şekiller Listesi	viii
Tablolar Listesi	x
Fotoğraflar Listesi.....	xi
GİRİŞ	15
1. Araştırma Sahasının Yeri, Sınırları ve Genel Özellikleri	15
2. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi.....	17
3. Materyal ve Metot	18
4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar	19
I. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN YETİŞME KOŞULLARI	21
1.1. İklim.....	21
1.1.1. Sıcaklık Şartları	22
1.1.2. Yağış Şartları.....	33
1.2.3 Rüzgâr Şartları.....	50
1.1.3. Çalışma Alanının İklim Sınıflandırılmalarındaki Yeri	54
1.2. Bitkilerin Yetiştirme Ortamı Olarak Kumullar	58
1.3. Araştırma Sahasının Jeomorfolojik Özellikleri	67
II. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN DAĞILIŞI	77
2.1 Sakarya Nehrinin Batısındaki Kumul Sahası Bitki Örtüsü	79
2.2 Sakarya Nehrinin Doğusundaki Kumul Sahası Bitki Örtüsü	106
III. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜ ÜZERİNDE BEŞERİ FAALİYETLERİN ETKİSİ VE KORUMA SORUNLARI	116

SONUÇ	134
KAYNAKLAR.....	140

Şekiller Listesi

Şekil 1: Çalışma Alanı Lokasyon Haritası	16
Şekil 2: Sakarya'da aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.....	24
Şekil 3: Akçakoca'da aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.....	25
Şekil 4: Sakarya'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki durumu.....	26
Şekil 5: Akçakoca'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki durumu.....	27
Şekil 6: Sakarya yıllık ortalama sıcaklığın uzun yıllık eğilimi (5'li hareketli, doğrusal ve polinom ortalamaları).	29
Şekil 7: Akçakoca yıllık ortalama sıcaklığın uzun yıllık eğilimi (5'li hareketli, doğrusal ve polinom ortalamaları).	30
Şekil 8: Sakarya'da yağışın mevsimlere dağılışı.	35
Şekil 9: Akçakoca'da yağışın mevsimlere dağılışı.	36
Şekil 10: Sakarya'da yağışın aylara göre dağılımı.	37
Şekil 11: Akçakoca'da yağışın aylara göre dağılımı.	38
Şekil 12: Sakarya'da yıllık ortalama yağışların doğrusal ve polinom seyri. ..	39
Şekil 13: Akçakoca'da yıllık ortalama yağışların doğrusal ve polinom seyri.	40
Şekil 14: Yıllık muhtemel yağış diyagramı.....	42
Şekil 15: Sakarya uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel yağış diyagramı.....	43
Şekil 16: Akçakoca uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel yağış diyagramı.....	44
Şekil 17: Sakarya sağanak yağışlı günler.	48
Şekil 18: Akçakoca sağanak yağışlı günler.	49
Şekil 19: Sakarya'da Rubinstein yöntemine göre yıllık ve mevsimlik hakim rüzgâr yön ve frekansları.....	52
Şekil 20: Akçakoca'da Rubinstein yöntemine göre yıllık ve mevsimlik hakim rüzgâr yön ve frekansları.....	53
Şekil 21: Karasu kumullarının bulunduğu alan “alçak kıyı tipi” olarak tanımlanır (Turoğlu, 2010).....	68
Şekil 22: Karasu kumullarından örnek bir kesit (Turoğlu 2010).	70
Şekil 23: Araştırma sahasının jeomorfolojik özellikleri (Bilgin, 1984).	71

Şekil 24: Önkumul sistemini etkileyen faktörler (Davidson-Arnott, 2010)...	73
Şekil 25: Önkumul sisteminde bazı şekillerin gelişimi (Davidson-Arnott, 2010).	74
Şekil 26: Sakarya Nehri'nin batısındaki kumul sahasında bitkilerin dağılışı.	81
Şekil 27: Sakarya Nehri'nin doğusundaki kumul sahasında bitkilerin dağılışı.	107

Tablolar Listesi

Tablo 1: Sakarya ve Akçakoca'nın aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları.	22
Tablo 2: Sakarya'da 1965-2006 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7:00, 14:00 ve 21:00) göre sıcaklık frekansları.	31
Tablo 3: Akçakoca'da 1965-2006 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7:00, 14:00 ve 21:00) göre sıcaklık frekansları.....	32
Tablo 4: Sakarya ve Akçakoca'da kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları.	32
Tablo 5: Sakarya ve Akçakoca'daki donlu gün sayısı.	33
Tablo 6: Çalışma Sahasında Yağışın Aylara Dağılışı.	36
Tablo 7: Sakarya ve Akçakoca'nın sağanak yağış frekansları.....	46
Tablo 8: Sakarya ve Akçakoca'da nisbi nem.....	50
Tablo 9: de Martonne formülüne göre Sakarya'da kurak-nemli aylar.	54
Tablo 10: de Martonne formülüne göre Akçakoca'da kurak-nemli aylar.	55
Tablo 11: Erinç formülüne göre Sakarya'da kurak-nemli aylar.	55
Tablo 12: Erinç formülüne göre Akçakoca'da kurak-nemli aylar.	56
Tablo 13: Thornthwaite formülüne göre Sakarya su bilançosu (1965-2006).57	
Tablo 14: Thornthwaite formülüne göre Akçakoca su bilançosu (1965-2006).	57
Tablo 15: Bitki örtüsüyle ilgili olarak kıyı kumul şekilleri ve kararlılık (Davidson-Arnott 2010'dan).	72
Tablo 16: Bazı Akdeniz ülkelerinde tanımlanan ÖBA'lar (Kaynak: Radford vd., 2011).	120

Fotoğraflar Listesi

Fotoğraf 1: Kumullarda oluşan dalga setleri.	61
Fotoğraf 2: Kıyı çizgisine yakın bitkiler daha fazla tuzlu suya maruz kalmaktadır.....	63
Fotoğraf 3: Çalışma sahası kumullarının içeriğindeki ağır metaller, yüzeyde siyah malzeme olarak göze çarpmaktadır.	64
Fotoğraf 4: Kumul bitkilerinin kök sistemleri buradaki koşullara göre gelişmiştir. Uzun kökler ve odunsu gövdeler çoğu zaman birçok kumul bitkisinde dikkat çeker.	67
Fotoğraf 5: Kumul içinde <i>Cionura erecta</i> kökleri.	67
Fotoğraf 6: Kara yönüne doğru kumul sırtları arasında oluşan sazlık bataklıklara bir örnek.	69
Fotoğraf 7: Önkumulda yayılış gösteren çok yıllık soğanlı ve rizomlu bitkilerin yayılışlarına örnek. Ön planda kum zambakları ve <i>Sophora jaubertii</i> , arkada <i>Holoschoenus vulgaris</i> toplulukları.....	75
Fotoğraf 8: Sabit kumullarda gelişen ağaç ve çalı formundaki bitkiler.	76
Fotoğraf 9: <i>Pancratium maritimum</i> (kum zambağı), dünya üzerinde İspanya ve Portekiz'in batısı, Batı ve Güney Fransa, Kuzey Afrika, Yunanistan, Akdeniz havzasının tümü ve Bulgaristan'da yayılış gösteren bir Akdeniz elementidir.	82
Fotoğraf 10: Sonbaharda çiçekli, kış aylarında yaprakları tamamıyla kurumuş, ilkbaharda ise çiçeksiz ve yaprak kısımları çoğalmış halde gözlenmiştir.....	82
Fotoğraf 11: Fırtınalı havalarda kıyı çizgisinin içinde kalan kum zambağı kalıntıları. Özellikle kış mevsiminde dalga etkinliğinin artmasıyla kum zambakları da tahrip olmaktadır.	83
Fotoğraf 12: Daima yeşil olan <i>Polygonum maritimum</i> , çiçekleri uzun süre dal üzerinde kalabilen bir türdür. Çiçeklenme dönemi Nisan-Ekim ayları arasındadır... 83	
Fotoğraf 13: <i>Ammophila arenaria</i> toplulukları.	84
Fotoğraf 14: <i>Cyperus capitatus</i> (topalak), yüksekliği 1-5 metre arasında değişen kıyı kumulları üzerinde yayılış gösteren yıllık bir türdür.	85
Fotoğraf 15: Topalak, çiçek görünümü.	86

Fotoğraf 16: <i>Othanthus maritimus</i> (Kumul bozotu), 5-17 mm büyüklüğünde yoğun, beyaz yapraklara sahiptir. Dalları odunsu ve kalındır.....	87
Fotoğraf 17: <i>Jurinea kilaea</i> (Kilyos moru) çok yıllık bir türdür.....	88
Fotoğraf 18: Kilyos morunun geniş yayılış gösterdiği saha.....	88
Fotoğraf 19: <i>Cionura erecta</i> , kumula odunsu gövdesiyle çok iyi uyum sağlayan bitkilerdendir.	89
Fotoğraf 20: <i>Stachys maritima</i> , 20-40 cm boylanabilen otsu bir türdür. Yaz sonunda çiçekli örnekleri görülebilmektedir.....	89
Fotoğraf 21: <i>Euphorbia peplis</i> yıllık bir tür olup, kıyı kumulları dışında çakıllı alanlarda da yayılış göstermektedir.....	90
Fotoğraf 22: <i>Muscari neglectum</i> çok yıllık, soğanlı ve otsu bir türdür.....	91
Fotoğraf 23: <i>Eryngium maritimum</i> , 20-60 cm boylanabilen, yaz aylarında çiçeklenen metalik gri renkli yapraklı ve mor çiçekli bir türdür.....	91
Fotoğraf 24: <i>Cakile maritima</i> 1-1,5 cm mor çiçeklere sahip, halofit bir kumul bitkisidir.	92
Fotoğraf 25: <i>Anchusa officinalis</i>	93
Fotoğraf 26: <i>Medicago marina</i> , Mart-Mayıs ayları arasında çiçeklenen yıllık bir türdür.	93
Fotoğraf 27: <i>Matthiola fruticulosa</i>	94
Fotoğraf 28: <i>Verbascum f. sinuatum</i> , 1 metreye kadar boylanabilen ve kayalı, kumlu kıyı habitatlarında yayılış gösteren bir türdür.	94
Fotoğraf 29: <i>Verbascum degenii</i> , 20-150 cm arasında boylanmakta ve Haziran-Ağustos ayları arasında çiçeklenmektedir.....	95
Fotoğraf 30: Eğrelti toplulukları arasında <i>Verbascum degenii</i>	96
Fotoğraf 31: <i>Rubus sanctus</i> ve <i>Holoschoenus vulgaris</i> topluluğu.	96
Fotoğraf 32: <i>Peucedanum obtusifolium</i> , çok yıllık otsu bir türdür.	97
Fotoğraf 33: <i>Sophora jaubertii</i> , yapraklı ve çiçekli görünüşleri.	97
Fotoğraf 34: <i>Teucrium polium</i> ve <i>Jurinea kilaea</i>	98
Fotoğraf 35: <i>Leymus racemosus</i> ssp. <i>sabulosus</i> (kum çavdarı) topluluğu.	98
Fotoğraf 36: <i>Periploca graeca</i> topluluğu.	99
Fotoğraf 37: <i>Silene</i> sp. (Salkım çiçeği) çalışma sahasında farklı alt türleriyle görülmektedir.	99

Fotoğraf 38: <i>Paliurus spina-christi</i>	100
Fotoğraf 39: <i>Anagallis arvensis</i> var. <i>arvensis</i> (Sabun otu).	100
Fotoğraf 40: <i>Euphorbia sequieriana</i>	101
Fotoğraf 41: <i>Trifolium resupinatum</i> (Anadolu üçgülü).	101
Fotoğraf 42: <i>Gleditschia triacanthos</i> (Glediçya).	102
Fotoğraf 43: <i>Cynodon dactylon</i> var. <i>villosus</i> . Sabit kumulların bitkilerindendir. Bazı alanlarda çim olarak kültürü yapılır (spor sahaları için).	102
Fotoğraf 44: <i>Geranium purpureum</i> (Leylek gagası).	103
Fotoğraf 45: <i>Teucrium chamaedrys</i> (Kısa mahmutotu).	103
Fotoğraf 46: <i>Scolymus hispanicus</i> (Zerdali diken).	104
Fotoğraf 47: <i>Euphorbia paralias</i>	104
Fotoğraf 48: <i>Pseudorlaya pumila</i> (Bodur dilkanatan).	105
Fotoğraf 49: <i>Salsola kali</i> (Tuzotu).	105
Fotoğraf 50: Hareketli kumul sahasında yapılan bazı konutlar terk edilmiştir.	108
Fotoğraf 51: <i>Crepis</i> sp. (Sarı papatya).	109
Fotoğraf 52: <i>Oenothera biennis</i> (Ezan çiçeği).	109
Fotoğraf 53: Beşeri faktörlerin etkisiyle sahaya sokulmuş egzotik bitkilere bir örnek <i>Opuntia ficus-barbarica</i> (Frenk inciri).	110
Fotoğraf 54: <i>Malva sylvestris</i> çiçekli ve yapraklı görünümü.	110
Fotoğraf 55: <i>Salsola tragus</i> , kumulların çok yıllık bitkilerindendir. Akdeniz, Karadeniz, Avrupa'nın Atlantik kıyıları yanında Hazar Denizi kıyılarında da yayılımı vardır.	111
Fotoğraf 56: <i>Atriplex hastata</i> , Kazayağıgiller ailesinden olan ve çoğunlukla kumullar üzerinde ortaya çıkan bir türdür.	111
Fotoğraf 57: <i>Cichorium inthybus</i>	112
Fotoğraf 58: <i>Calystegia soldanella</i> , Sakarya doğusunda hareketli kumullar üzerinde ortaya çıkar.	112
Fotoğraf 59: <i>Rumex crispus</i>	113
Fotoğraf 60: <i>Carduus pycnocephalus</i>	113
Fotoğraf 61: <i>Vicia villosa</i> ve <i>Raphanus raphanistrum</i> topluluğu.	114
Fotoğraf 62: <i>Centaurea kilaea</i>	114

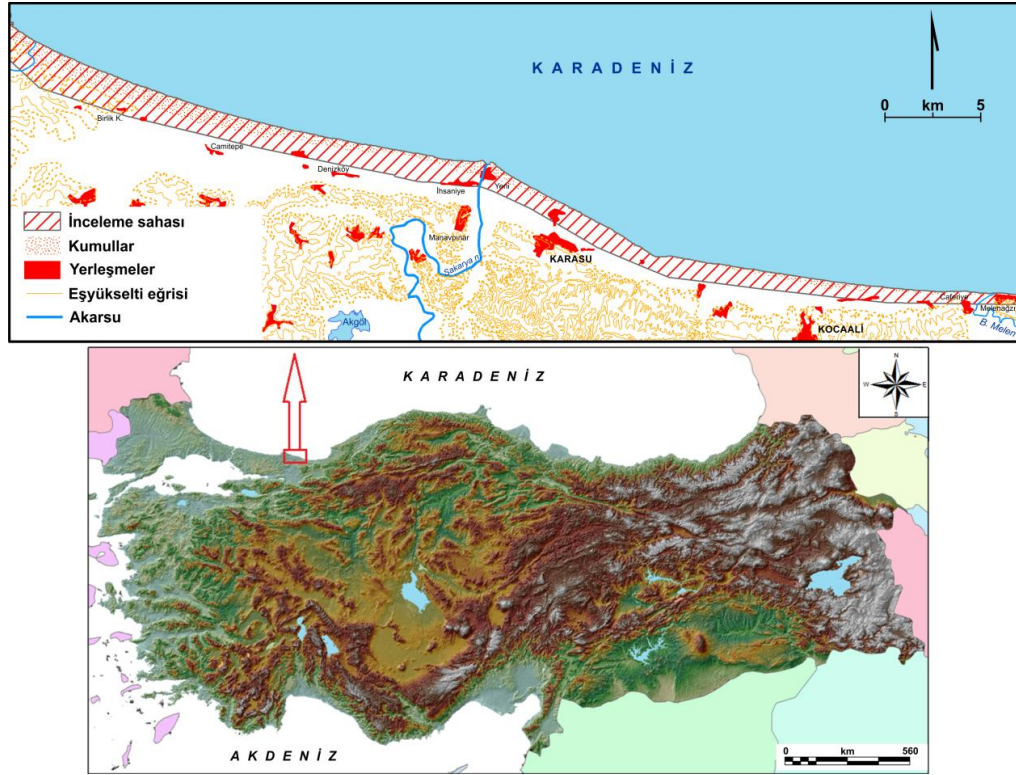
Fotoğraf 63: Kumul bitkilerinin bulunduğu hareketli kumullar günümüzde de otlatma alanı olarak kullanılmaktadır.....	119
Fotoğraf 64: İnceleme alanının doğu kesiminde 1987, 2010 ve 2013 yıllarındaki kıyı çizgisinin değişimi (Görmüş vd., 2014).	122
Fotoğraf 65: Bölgede inşaatlarda kullanılmak üzere kum elde edilmektedir.	124
Fotoğraf 66: Dalgakıranların yapımı devam etmektedir (11 Mart 2014)....	126
Fotoğraf 67: Acarlar Longozu ve subasar orman.	129

GİRİŞ

Yeryüzünün sadece %4'ünü kapladığı belirlenen kıyı alanları, dünya nüfusunun yaklaşık 1/3'ünü barındırmaktadır. Kıyı ekosistemlerinin insan faaliyetleri bakımından önemleri bilinse de, özellikle tarımsal faaliyetler, şehirleşme, turizm gibi çok çeşitli beşeri etkiler bu alanları büyük bir değişime uğratmaktadır (Zhang ve Shao, 2013). Türkiye'nin sahip olduğu kumul alanları bitkiler bakımından dikkat çekicidir (Özhatay vd., 2005). Kuzeyde yer alan kumul alanları da çok sayıda özel bitkiye yaşam alanıdır (Byfield ve Özhatay, 1996; Avcı ve Avcı, 2001). Çalışma alanı olarak seçilen Karasu kumulları, Türkiye'nin kuzeyindeki kumul alanlarından birisidir ve içerdiği çeşitli habitatlar ile oldukça zengin bir bitki örtüsüne sahiptir.

1. Araştırma Sahasının Yeri, Sınırları ve Genel Özellikleri

Çalışma sahası, Marmara Bölgesi'nde Sakarya iline bağlı, Karadeniz kıyı bölgesinde yer alan Karasu kumullarıdır. Doğuda Melenazgı ile batıda Kaynarca'nın Kandıra ile olan ilçe sınırları arasında bulunmaktadır. UTM/UPS 36N Projeksiyonunda; maksimum batı; N41°10.533' E030°22.161', maksimum doğu; N41°04.367' E030°57.960' arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma Alanı Lokasyon Haritası

Karasu kumulları, Karadeniz'in batı kesimindeki nadir kumul plajlarından birisidir. Kıyı çizgisi kabaca SE-NW yönünde uzanmaktadır. Girinti ve çıkıntı azdır. Kumul sahası kıyı ovası karakterindeki alçak, düz bir alandan oluşmaktadır. Bu özelliğiyle yaz turizminde yerli turistlerin ilgi odağında yer almakta, özellikle ikincil konutların ve konaklama imkânlarının çokluğuyla dikkat çekmektedir.

Kumullar, Sakarya Nehri'nin denize ulaştığı alanda kabaca ikiye ayrılır. Çalışma sahası olarak belirlenen kumullar Sakarya Nehri ağzından batıya doğru yaklaşık 25 km, doğuya doğru ise 15 km'lik bir uzanışa sahiptir. Kıyı, Sakarya Nehri'nin kuzeybatı yönlü kıyı boyu akıntılarıyla düzenlenmiştir. Güncel kumullar yaklaşık 100 m genişliktedir (Erkal, 2005). Sakarya Nehri kumulları ikiye ayırmaktadır. Kumulların doğu kesiminin genişliği batıya nazaran daha fazladır.

Sakarya, denize döküldüğü alanda, kendi adını taşıyan deltayı oluşturur. Bu delta sahası Sakarya'nın ve kuzey kenarda sıralanan dere ve çayların getirdiği malzemenin kıyı süreçleriyle depo edilmesi ve ayrıca yeniden şekillenmesiyle

meydana gelmiş kendine özgü bir yapıya sahiptir. Bilgin (1984), Sakarya'nın yatağının yakın civarı hariç tutulursa, doğu ve batıda son derece gelişmiş ve deltanın morfolojisinde en hakim unsuru meydana getirmiş olan kumullardan oluşan sahayı “kumullar alemi” olarak da ifade eder .

Bu sahadaki kumullar İnandık tarafından da (1963) incelenmiştir. Özellikle Sakarya deltasının alüvyal bir ovoidan çok kıyı kumullarının istilasına uğramış bir kumsal alan olarak görüldüğünü ve kumulların delta morfolojisinin başlıca elemanı olduğunu belirtir. Buradaki kumullar denizin ve rüzgârın beraberce hazırladığı bir birikme şeklidir. Sakarya deltasında kıyı boyunca uzanan bir plaj şeridi, bunun gerisinde yeni kumul dizileri, daha geride eski kumul sıraları ile bunların arasındaki çukurlar ve düzlükler olmak üzere karakteristik bir görünüş vardır (İnandık, 1963). İşte delta sahasının doğu ve batısında da uzanan ve çalışma alanımızı oluşturan bu kumullar, vejetasyonu bakımından dikkat çeker. Ancak aynı zamanda çok eski yıllardan beri beşeri faaliyetlerin etkisi altında kalan saha, özellikle eski kumullar üzerindeki bitki örtüsünün tahribiyle değişime de uğramıştır.

2. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Kumullar barındırdıkları özel bitki örtüsü ile dikkat çeken ekosistemler olarak kabul edilirler. Çalışma alanı da bitki örtüsü bakımından bazı özel türler içerir. Sahadaki diğer bir özellik de kumulların doğu kesiminde Karasu çevresinin turizm faaliyetlerine konu olmasıdır. Özellikle ikincil konutların yapılmasıyla beraber zaman içinde kumul vejetasyonu önemli değişimler geçirmiştir. Çalışmanın amacı bu bitki örtüsünün ekolojik özelliklerini ve dağılışını ortaya koymak; beşeri faaliyetlerin bitki örtüsü ve gelişimi konusundaki etkilerini araştırmak, koruma sorunlarını açıklığa kavuşturmadır.

Bu amaçla araştırma sahasına farklı dönemlerde gidilmiş, bitki örnekleri toplanmış ve gözlemler yapılmıştır. Çalışmanın en önemli çıktısı, sahanın bitki örtüsü dağılış haritasının hazırlanmasıdır.

3. Materyal ve Metot

Bitki örtüsünün yetiştirme şartlarını belirlemek amacıyla, inceleme sahasının iklim özellikleri için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Karasu, Sakarya ve Akçakoca meteoroloji istasyonlarının uzun yıllık sıcaklık, yağış ve rüzgâr verileri temin edilmiştir. Ancak Karasu meteoroloji istasyonundan alınan veriler 2007-2012 yılları arası ölçüm sonuçlarını içermektedir. Bu sebeple Sakarya ve Akçakoca meteoroloji istasyonlarının 1965-2006 yılları arasını kapsayan 41 yıllık sıcaklık, 1965 ve 2012 yılları arası 47 yıllık yağış verileri, rüzgâr frekans ve yönleri için ise 1960-2012 yılları arasında yapılan ölçümler kullanılmıştır. İnceleme sahasına olan yakınlıkları nedeniyle tercih edilen bu iki meteoroloji istasyonundan Sakarya 30 metre, Akçakoca ise 46 metre yükseklikte bulunmaktadır.

Elde edilen değerler Thornthwaite, Köppen ve de Martonne iklim sınıflandırma sistemlerine göre değerlendirilmiştir. Sahadaki istasyonlara Erinç yağış etkinlik indisi de uygulanmıştır. Değerlendirmelerde Microsoft Excel 2010 programından faydalanılmış, sonuçlar tablo ve grafik halinde ortaya konmuştur. Muhtemel yağışlar ve rüzgâr yönleri Coral Draw X6 programı ile görsel hale getirilip yorumlanmıştır. Çalışmada, 1/25.000 ölçekli F24c1, F24c2, F24c3, F24c4, F25d1, F25d2, F25d3 ve F25d4 kodlu topografya haritası altlık verileriyle ArcGIS 10 programında alanın lokasyon, yükselti basamakları ve bitki dağılışı haritaları çıkarılmıştır. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi herbaryumunda uzmanlar ve Türkiye Florası (Flora of Turkey) yardımıyla teşhisi yapılan bitki türleri koordinatlı bir biçimde bitki dağılışı haritasına yerleştirilmiştir.

2 adet dağılışı haritası oluşturulmuştur. Bunlardan birinde Sakarya Nehri'nin doğusundaki bitki dağılışı, diğerinde ise Sakarya Nehri'nin batısındaki bitki dağılışı gösterilmiştir. Aynı zamanda topografya haritalarındaki yeşil alan sınırları kullanılarak ağaçlandırma sahaları belirtilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında kumul bitkilerinin oluşturduğu topluluklar GPS ile koordinatlandırılmış, dağılışı haritası buna göre yapılmıştır.

4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Çalışma alanımızı doğrudan ya da dolaylı ele alan çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir.

Stchepinsky (1942), Sakarya Nehri yatağının bulunduğu arazinin litolojik tarifini yaparak Karasu kıyı kumullarının içeriğiyle bağlantı oluşturmuştur.

İnandık (1963), Sakarya deltasını incelediği çalışmada kumullara yer vermiştir.

Dönmez (1964), “Karasu Batısında Bir Yörük Yerleşmesi” adını taşıyan çalışmasında buradaki beşeri faaliyetlerin kumullara etkisi konusunu detaylı bir şekilde değerlendirmiştir. Bu çalışma kumul-insan ilişkileri bakımından sahanın önceki durumunu yansıtması bakımından önemlidir.

Dönmez (1979), Sakarya Nehri'ni sınır belirleyerek Kocaeli Yarımadası'nın bitki coğrafyasını incelemiştir. Bitki örtüsünün dağılışı nemli ormanlar, kuru ormanlar ve kıyı bitkileri olarak değerlendirilmiştir. Buradaki kıyı bitkilerinin genel olarak ele alındığı görülmektedir.

Bilgin (1984), “Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğu'nun Alüvyal Morfolojisi ve Kuaterner'deki Jeomorfolojik Tekamülü” adlı çalışmasında sahanın jeomorfolojik özelliklerini oldukça ayrıntılı biçimde çalışmıştır.

Yalçın (1985), Sakarya-Filyos nehirleri arasındaki alanın bitki örtüsünü coğrafi özellikleriyle ortaya koymuştur.

Gehu ve Uslu (1989), Karasu da dahil olmak üzere Türkiye'de korunan veya doğal rezerv statüsündeki kumul alanlarında yetişen bitki türlerini botanik açıdan ele almıştır.

Kahraman (1992), Sakarya deltası ve yakın çevresinin jeomorfolojisini ele almıştır.

Mater ve Turoğlu (1997), kumullardaki arazi kullanımından kaynaklanan sorunları değerlendirmiştir.

Kerey vd. (2004), İzmit Körfezi'nin doğusu, Adapazarı ve Sakarya deltasındaki Holosen yaşlı çökellerden alınan karot örnekleriyle delta üzerinde deniz

etkisinin olmadığını, körfezin nehir sebebiyle batıya çekildiğini, bölgedeki alçalma ve yükselmelerin tektonizma kontrolünde olduğunu ortaya koymuştur.

Özhatay ve Byfield (2005), Karasu-Kefken kıyılarını Önemli Bitki Alanı (ÖBA) olarak tanımlamaktadırlar. Sahada yayılış gösteren kumul bitkilerini tehdit eden faktörlere de değinmişlerdir.

Erkal (2005), Sakarya Karasu'da, Sakarya Nehri ağzının batısındaki alanın jeomorfolojik özellikleriyle nehrin getirdiği plaserlerdeki titan içeriklerinin yoğunlaştığı yerler incelenmiştir.

Turoğlu (2010), Sakarya ilinin Kaynarca ilçesindeki kıyıda, kıyı elemanlarının jeomorfolojik tanımlamalarıyla çalışma sahasında kıyı kenar çizgisi üzerinde çalışarak Sakarya Nehri'nin ağız kısmındaki alçak kıyıları ele almıştır.

Kutoğlu vd. (2010) ile Kutoğlu vd. (2011)'de, Karasu kıyılarındaki kıyı erozyonu ve kıyı yapıları incelenmiştir.

Ertek (2011), kıyı kumullarının oluşum ve gelişimleriyle birlikte Türkiye'deki yayılış alanlarını ele alarak Karasu kumullarının ikincil konutların inşa sahası haline gelmesi problemine değinmiştir.

İkiel ve Ustaoglu (2011), CBS ve UZAL yöntemleriyle Sakarya deltasının doğu kesimindeki kıyı çizgisi değişimlerini inceleyerek kıyı gerilemesinin 2003-2010 yılları arasındaki durumunu ortaya koymuştur.

Mater ve Gönençgil (2011), öncelikli olarak Acarlar Longozu'nun biyoçeşitlilik açısından önemi ve koruma sorunlarını araştırmış, Karasu kumullarının da kumul ekosistemine değinmiştir.

Aksoy vd. (2013), Düzce-Sakarya arasındaki Menağzı kumul vejetasyonunun biyolojik çeşitliliğini ortaya koyarak koruma sorunları açısından tehdit oluşturan konulara değinmiştir.

Görmüş vd. (2014)'de ise kıyı çizgisindeki değişimlerin ayrıntılı analizinin yapıldığı görülmektedir.

I. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN YETİŞME KOŞULLARI

Bitki örtüsünün şekillenmesi bakımından bazı özellikler son derece önemlidir. Bunlardan en önemlisi iklimdir. Gerek türlerin, gerek toplulukların karakteri ve yayılış alanları ana çizgileri ile iklim koşulları tarafından sınırlandırılır. Sonrasında edafik, orografik, biotik ve beşeri şartlar gelmektedir. Edafik açıdan bitkilerin toprağa tutunuşu ve besini ondan alışı sebebiyle bitki hayatında önemli bir etkisi vardır (Erinç, 1977). Ancak çalışma alanının kumullardan oluşması edafik faktörlerde farklılaşmaya neden olmaktadır. Bitki besin maddeleri ve su varlığı açısından oldukça fakir olan kumullar, dolayısıyla üzerinde yetişen bitkilerin de bazı sınırlayıcı faktörlere karşı yüksek toleranslı türlerden oluşmasını sağlamaktadır (Erinç, 1977). Bu nedenle kumullar aşağıda ayrı bir başlık halinde ele alınmıştır. Yerleşme ve iktisadi faaliyetlerin söz konusu olduğu çalışma alanında beşeri etkilerin bitki örtüsü üzerindeki baskısı oldukça belirgindir. Bu konuya III. Bölüm’de ayrıntılı olarak değinilmiştir.

1.1. İklim

İklim, bitkilerin yetiştirme şartları açısından oldukça önemlidir (Dönmez, 1985). Bu başlık altında iklimi oluşturan etmenlerin çalışma sahasında oluşturduğu durum ortaya konulmuştur.

Bitkiler için güneş ışığının doğrudan veya havada yayılarak (difüzyon) yarattığı etki hayati önem taşımaktadır. Bitkinin besin maddelerini taşıması ve fizyolojik yapısı için suyun gerekli oluşuyla bu isteklerin karşılanmasındaki yağış durumu doğru orantılıdır. Bitkilerin farklı dönemlerde değişen su ihtiyaçlarına göre su varlığı oldukça önemlidir. Bu sebeple uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar bitkilerin yaşamlarını sınırlayıcı faktörlerden birisidir. Rüzgârlar bitki hayatı üzerinde olumlu ve olumsuz etki yapmaktadır. Şiddetli ve sürekli rüzgârlar dal ve yapraklara zarar verirken, hafif rüzgârlar havanın yenilenmesi, dal yaprakların solunumlarının kolaylaştırılması, üreme ve çoğalma gibi birçok konuda fayda sağlamaktadır (İnandık, 1969).

Bitkilerin yetiştirme şartları açısından iklim elemanları bitki örtüsü üzerinde tümüyle etkili olmaktadır. Bir yerin bitki örtüsü, iklim elemanlarının karşılıklı ve

ortak etkisiyle şekillenmektedir ve etmenlerden herhangi biri, bölgeye göre bitki topluluğu açısından birinci derecede önemli hale gelmektedir. Çalışma alanının bulunduğu Karadeniz kıyılarında genel olarak yeterince düşen yağış, bitki hayatı açısından sınırlayıcı faktör olmaktan çıkarak yerini sıcaklığa bırakır (Dönmez, 1985). Ancak, araştırma sahasında yükseltinin sıcaklık üzerindeki olumsuz etkisi, bu faktörü de sınırlayıcı olmaktan çıkarmıştır. Çalışmada iklim elemanları; sıcaklık, yağış ve rüzgâr şartları olarak ele alınırken, sahanın özel konumundan kaynaklanan durum da göz önüne alınmıştır.

1.1.1. Sıcaklık Şartları

“Sıcaklık iklimin en önemli elemanıdır” (Dönmez, 1979). Bitkilerin yetişmesi üzerinde etkili olan iklim faktörleri; güneşten gelen radyasyon, sıcaklık, yağış, havadaki nisbi nem ve rüzgârlardır (Atalay, 1990). Her bitki tür ve topluluğunun sıcaklık istekleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle sıcaklık; tür ve toplulukların yayılış alanıyla sınırları üzerinde geniş ölçüde etkilidir (Günel, 2003). Sıcaklık değerlerinin çok düşük veya çok yüksek olması bitki yaşamı için sınırlayıcı bir etkidir.

Kumulların ışığa direk maruz kalışı, yüzeyden yansımayı artırır. Vejetasyon seyrekliğinin de sebep olduğu bu durum sonucu kum yüzeylerindeki sıcaklık yaz aylarında havadakinden daha fazla, kış aylarında ise korunmuş bölgelerde daha düşüktür. Kumulun yüksek iletkenliği sebebiyle meydana gelen sıcaklıklardaki bu büyük farkların bitki örtüsü üzerindeki etkileri oldukça fazladır (Starr, 1912). Bu nedenle iklim elemanlarından sıcaklığa öncelikli olarak yer verilmiştir.

Tablo 1: Sakarya ve Akçakoca'nın aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları.

	A Y L A R												Yıllık	Amplitüd
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A		
Sakarya 1965-2006	5,9	6,4	8,3	12,8	17,2	21,2	23,1	22,8	19,4	15,3	11,1	7,9	14,3	17,2
Akçakoca 1965-2006	5,2	5,3	6,6	10,5	14,7	19	21,5	21,2	17,7	14,1	10,1	7,3	12,8	16,3

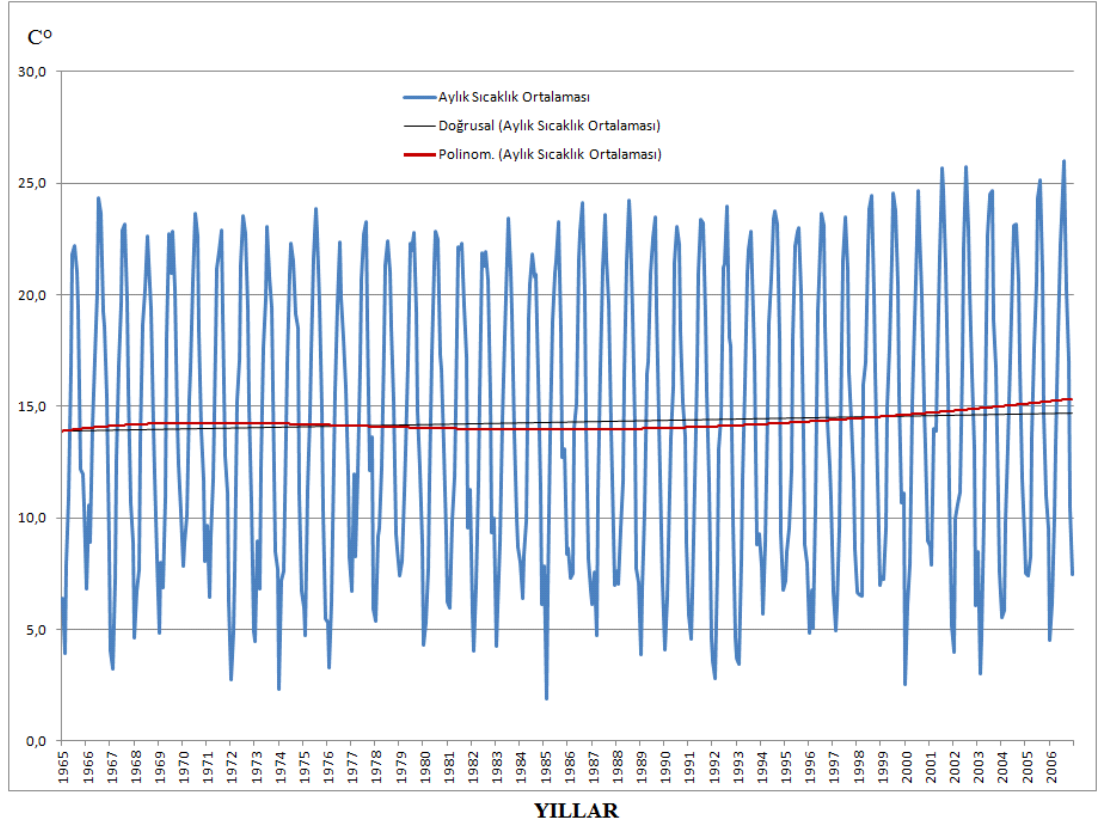
Buna göre; Sakarya'da yıllık ortalama sıcaklık 14,3°C, Akçakoca'da ise 12,8°C'dir (Tablo 1). İki yerde de sıcaklığın en düşük olduğu Ocak ayında Sakarya'nın sıcaklığı 5,9°C, Akçakoca'nın ise 5,2°C'dir. Ocak ayından sonra en

soğuk ay Şubat'tır (Sakarya'da 6,4°C, Akçakoca'da 5,3°C). Sıcaklıklar Mart ayında Sakarya'da 8,3°C, Akçakoca'da 6,6°C'dir. İnceleme sahasında Nisan ayından itibaren sıcaklıklar yükselmeye başlar. Nisan ayında 10°C'nin üzerine çıkan sıcaklıklar Mayıs ayında Sakarya'da 17,2°C, Akçakoca'da 14,7°C'yi bulur. Yaz aylarında ise bu değerlerin çok daha yükseldiği görülür; Temmuz ayı ortalaması Sakarya'da 23,1°C, Akçakoca'da 21,5°C'dir. Eylül ayından itibaren sıcaklıklar yeniden düşmeye başlar ve Ekim ayında 16°C'nin altına iner (Sakarya 15,3°C, Akçakoca 14,1°C). Kasım ve Aralık ayları daha da soğuk geçer, sıcaklıklar Aralık ayında 10°C'nin altına iner (Sakarya 7,9°C, Akçakoca 7,3°C).

Her iki istasyonun en sıcak ayı (Temmuz) ile en soğuk ayı (Ocak) arasındaki sıcaklık farklarına bakılacak olursa bu değerlerin çok da yüksek olmadığı görülür (Sakarya 17,2°C, Akçakoca 16,3°C).

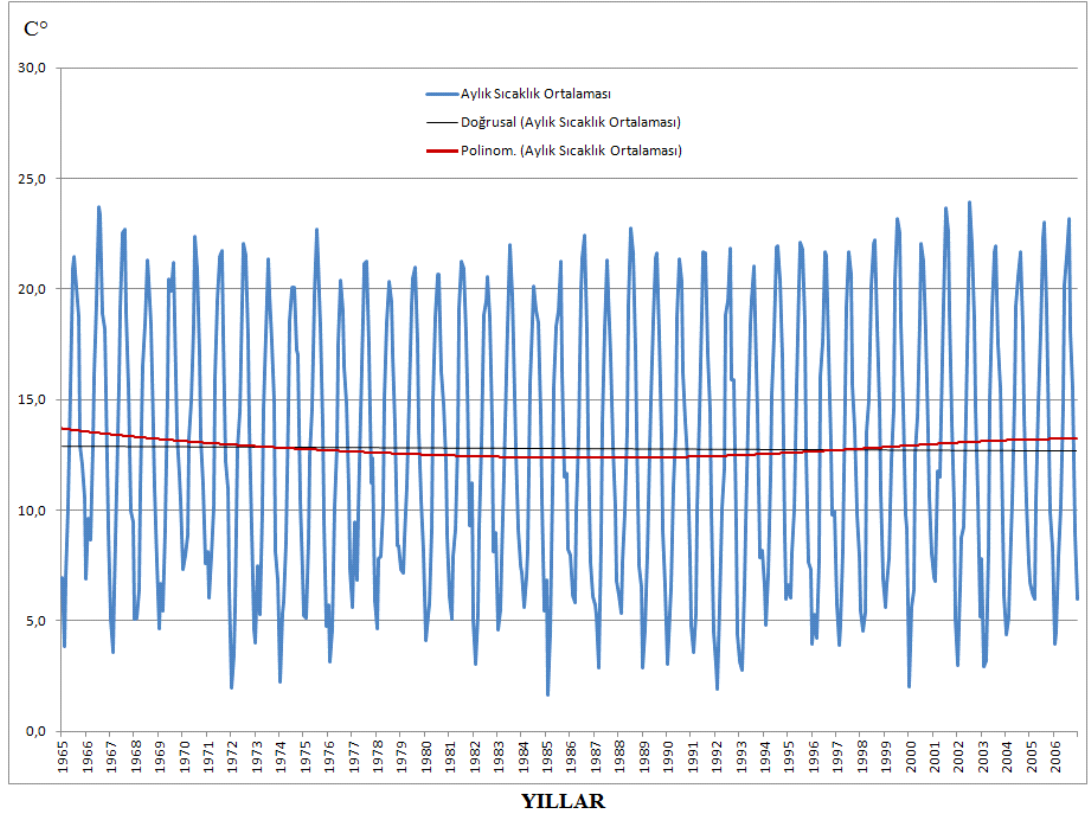
İnceleme sahasının iklim özelliklerinin ortaya konulması için kullanılan iki meteoroloji istasyonunun uzun yıllık aylık ortalama sıcaklıkları da analiz edilmiştir. Bu amaçla Şekil 2 ve 3 çizilmiştir. Her iki grafikte aylık ortalama sıcaklıkların 1965-2006 arasındaki (41 yıl) eğilimi de izlenebilmektedir.

Şekil 2 Sakarya'nın 41 yıl içindeki aylık ortalama sıcaklığın seyrini göstermektedir. Grafikteki hem doğrusal eğri, hem de polinom eğrisi bu dönem içinde sıcaklıkların artma eğiliminde olduğunda işaret etmektedir. Ancak bu iki eğride bazı farklılıklar da dikkati çekmektedir. Doğrusal olarak aylık sıcaklık ortalamalarında bir artış söz konusu iken, polinom ortalamasında ise belli dönemlerde artış, belli dönemlerde azalış eğilimi izlenmektedir. Polinom sıcaklıkların genel olarak 1965-1972 arasında artış, 1973-1985 döneminde azalış, 1986'dan sonra ise tekrar artış gösterdiğini yansıtmaktadır. Çalışma alanının Karadeniz kıyısında oluşu, denizin ıltıcı etkisinin sahada görülmesine neden olmaktadır.



Şekil 2: Sakarya'da aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.

Buna göre Sakarya'da genel eğilimi bozacak ekstrem değerler bulunmamaktadır (Şekil 2). Sıcaklıktaki en düşük aylık ortalamalar 1985 yılında, en yüksek aylık ortalamalar ise 2006 yılında görülmektedir.

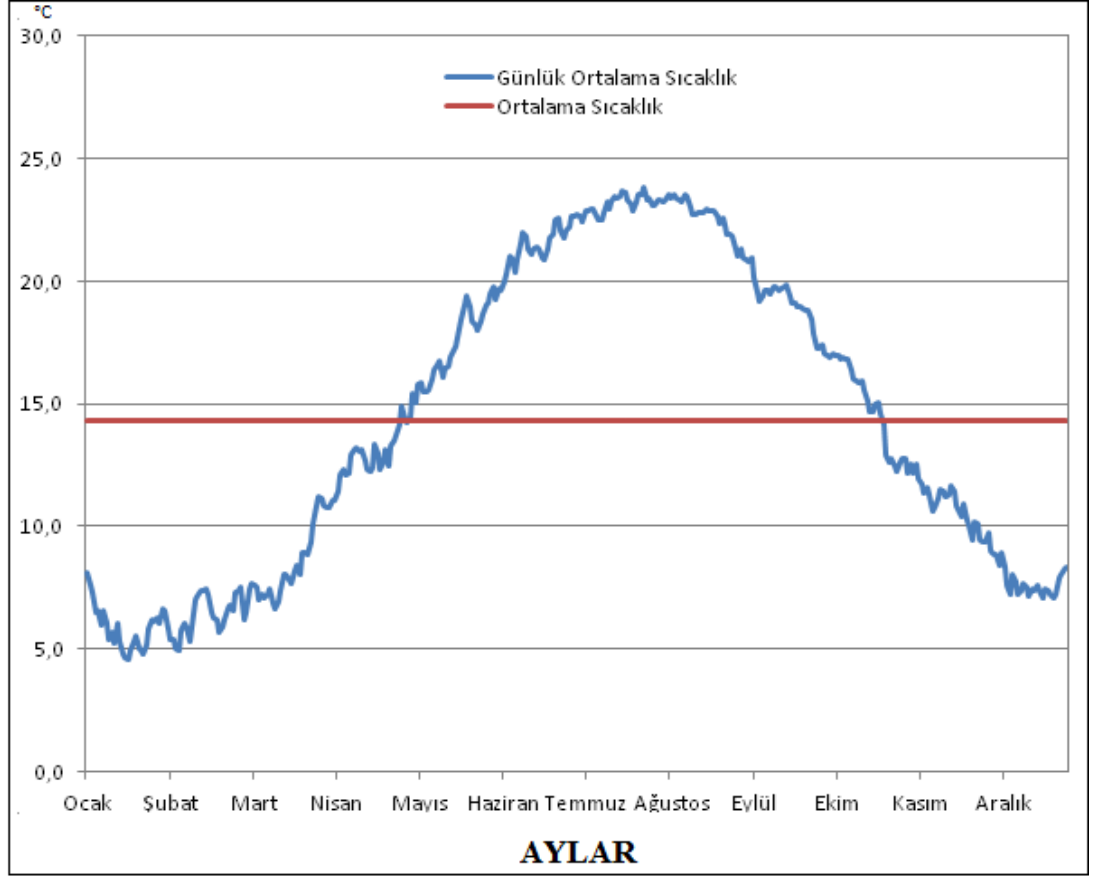


Şekil 3: Akçakoca'da aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.

Akçakoca'da ise en düşük aylık ortalamalar 1985 yılında, en yüksek ise 2002 yılında görülmektedir (Şekil 3). Genel olarak sıcaklık eğiliminin artış veya azalış yönünde bir değişim göstermediğini söylemek mümkündür. Aylık sıcaklık ortalaması polinom eğrisine göre sıcaklık ortalamalarında öncelikli olarak düşüş, ardından artış yaşanmıştır. Ancak bu değişim büyük farklılıklar halinde olmayıp Sakarya'daki gibi yarım dereceliktir. Doğrusal eğilim çizgisinde de yıllar arasındaki aylık ortalamalarda fazla değişim yaşanmadığı görülmektedir.

Sıcaklık ile bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin ortaya konmasında, aylar içindeki sıcaklık oynamalarının yansıtılmasının yanı sıra bir yerdeki sıcak ve soğuk devrenin başlangıç ve bitiş tarihlerini ortaya koymak ortalama sıcaklıklar ve aylık ortalamalardan daha önemlidir. Günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyrinin incelenmesi amacıyla çizilen grafiklerde, tüm yıl boyunca bu sıcaklıkların nasıl bir

gidişe sahip oldukları görülebilmekte ve bir ay içindeki sıcaklık oynamaları da izlenebilmektedir (Dönmez, 1979).

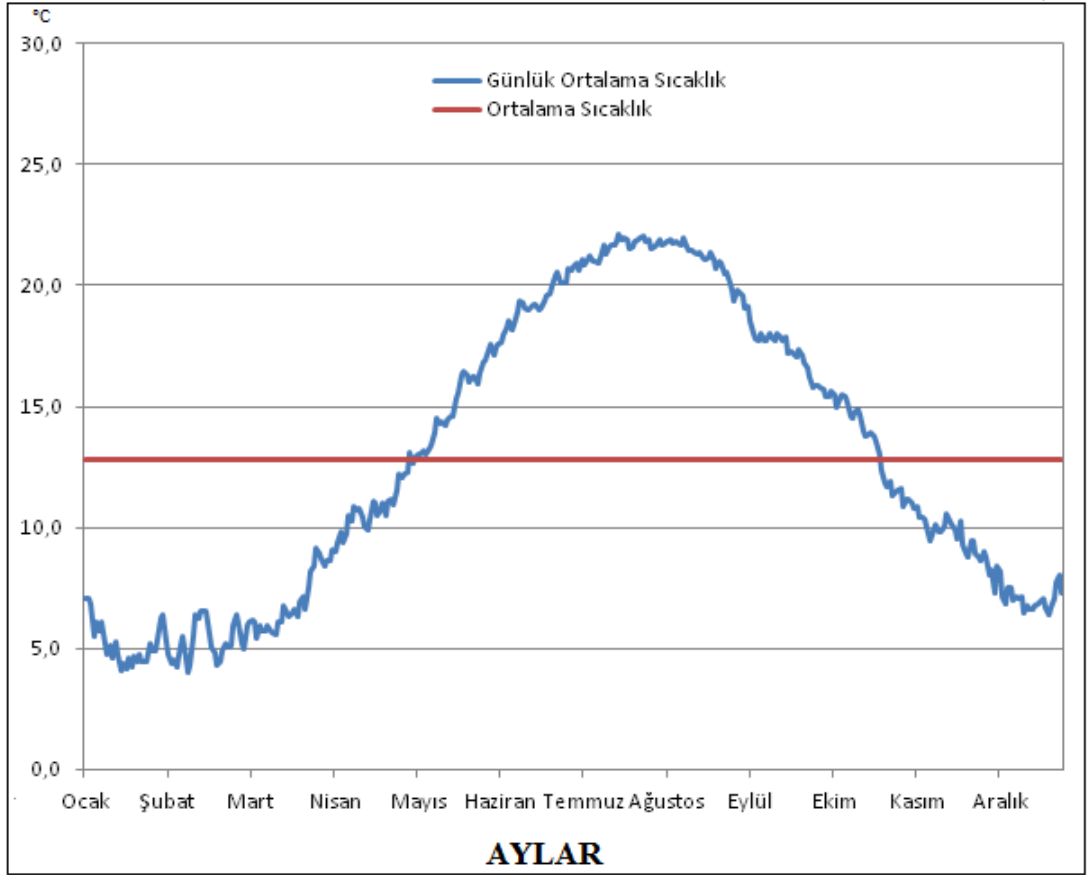


Şekil 4: Sakarya'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki durumu.

Sakarya'da günlük ortalama sıcaklıkların 8°C'nin altına yalnızca Ocak ve Şubat aylarında indiği görülmektedir (Şekil 4). Günlük ortalama sıcaklıklar 0°C'nin altına hiç inmezken, sadece Ocak ve Şubat aylarında birkaç gün 5°C'nin altına inmektedir. Bu durum vejetasyon devresinin dışında kalan kış ayları haricinde günlük ortalama sıcaklıkların bitkiler açısından büyük sorun yaratmadığını ifade etmektedir. Sıcaklıktaki artışlar ilkbahar aylarının başlarına, Mart'a denk gelmektedir. Özellikle Nisan ayı sonlarına doğru 15°C'nin üzerinde çıkmaktadır. Günlük ortalama sıcaklıklar Haziranın ikinci yarısından itibaren ise 20°C'nin üzerindedir. Sakarya'da en yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında

yaşanmaktadır. Sonbaharın başlangıcıyla Eylül ayından itibaren sıcaklık azalmaktadır.

Sakarya'da Ekim sonlarından itibaren günlük sıcaklık ortalamaları artık uzun yıllık sıcaklık ortalamasının (14,3 °C), Aralık ayında ise 10°C'nin altına inmektedir. Sakarya'da maksimum günlük ortalama sıcaklık 32,6 °C (11 Ağustos), minimum sıcaklık -6,1°C (15 Ocak)'dir.

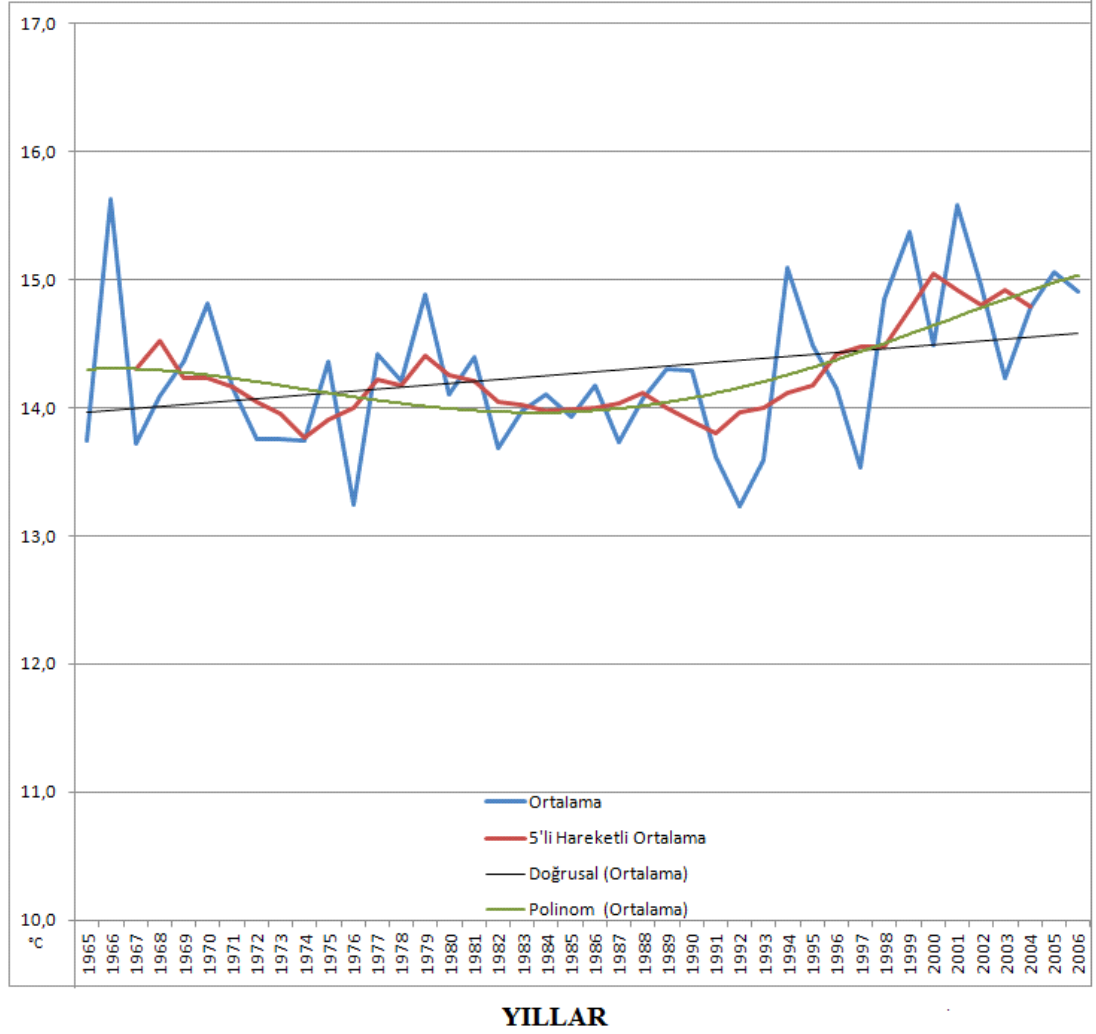


Şekil 5: Akçakoca'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki durumu.

Akçakoca'da ise günlük sıcaklık ortalamaları nispeten daha fazla 5°C'nin altına inmekle beraber yine 0°C'nin altında günlük ortalama sıcaklık söz konusu değildir (Şekil 5). Bu durum bitkilerin gelişimi bakımından önemlidir. Günlük ortalama sıcaklıkların 5°C'nin altına indiği günler Ocak ve Şubat aylarında söz konusudur ve bu dönem bilindiği gibi vejetasyon devresinin dışındadır. Akçakoca'da günlük ortalama sıcaklıkların 15°C'nin üzerine çıkması Mayıs sonunu bulmaktadır.

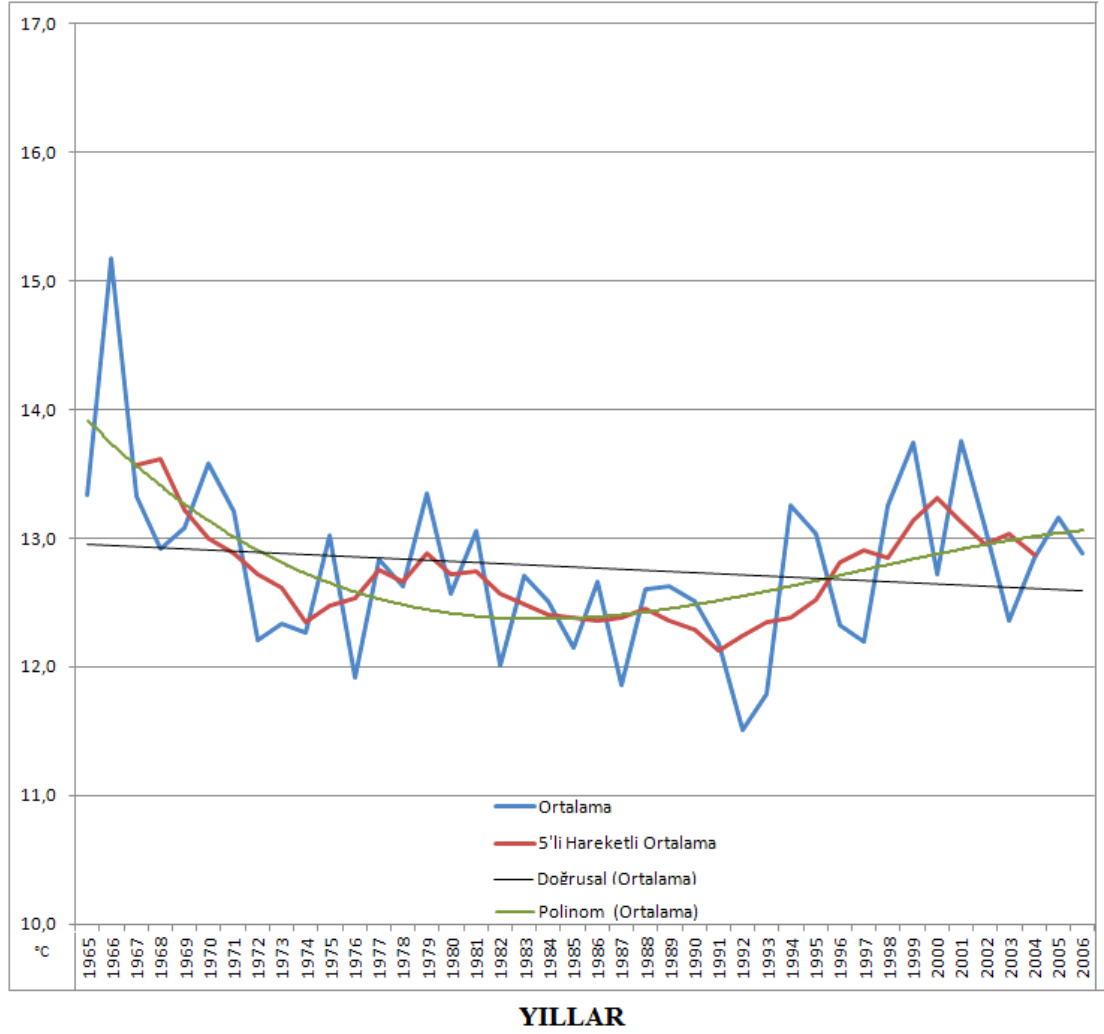
Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıklar 20°C'nin üzerinde seyrederken, sıcaklıklar Eylül ayında 20°C'nin, Ekim ayının ortalarına doğru da 15°C'nin altına iner. Kasım ayından itibaren ise 10°C'nin altına inen günlük ortalama sıcaklıklar Aralık ayında yine hep 10 °C'nin altındadır. Akçakoca'da maksimum günlük ortalama sıcaklık 26,4°C (29 Temmuz), minimum günlük ortalama sıcaklık ise -2,1°C (2 Şubat)'dir.

İnceleme sahasında yıllık sıcaklık ortalamalarının eğilimi de belirlenmeye çalışılmış ve bu amaçla sahadaki iki meteoroloji istasyonunun uzun yıllık verileri kullanılarak Şekil 6 ve 7 hazırlanmıştır. Bu şekillerde doğrusal ortalama eğrisi uzun yıllık eğilimi genel olarak ifade ederken, polinom eğrisi bu uzun yıllık eğilim içindeki artış ve azalış dönemlerini yansıtmaktadır. 5'li hareketli ortalama ise sıcaklık değerlerindeki ani düşüş ve çıkışların yumuşatılarak ifade edilmesidir. İki yerin yıllık sıcaklık ortalamaları gösterilirken yatay ve dikey ölçekler aynı şekilde kabul edilmiştir.



Şekil 6: Sakarya yıllık ortalama sıcaklığın uzun yıllık eğilimi (5'li hareketli, doğrusal ve polinom ortalamaları).

Sakarya'da en yüksek yıllık ortalama sıcaklık 1965 yılında 15,7°C, en düşük sıcaklık ortalaması ise 1992 yılında 13,2°C'dir. Sakarya'da yıllık sıcaklıkların bir artma eğiliminde olduğu doğrusal ortalamadan görülmekle beraber bu artış eğilimi yaklaşık 0,5°C kadardır. Ancak polinom ortalamasına bakıldığında bu artış eğiliminin doğrusal olmadığı da dikkati çeker. 1965-1988 arasındaki dönemde önce bir azalış eğilimi, 1980'li yılların sonrasında ise bir artış eğilimi vardır (Şekil 6).



Şekil 7: Akçakoca yıllık ortalama sıcaklığın uzun yıllık eğilimi (5'li hareketli, doğrusal ve polinom ortalamaları).

Akçakoca'da incelenen dönem içinde (1965-2006) en yüksek yıllık ortalama sıcaklık 1966'da 15,7°C, en düşük yıllık ortalama sıcaklık ise 1992 yılında 11,5°C'dir (Şekil 7). Akçakoca'da yıllık ortalama sıcaklıkların eğilimi doğrusal ortalamaya göre Sakarya'nın tersine azalış yönündedir. Burada da yaklaşık 0,5°C'lik bir sıcaklık farkı söz konusudur ancak bu artış değil, azalış eğilimidir. Akçakoca polinom ortalamasının özellikleri Sakarya'ya benzemektedir. Yani önce bir azalış, sonrada bir artış eğilimi vardır. Bununla birlikte Akçakoca'nın yıllık ortalama sıcaklık eğilimindeki azalışın polinom ortalamalara göre çok daha belirgin olduğunu da belirtmek gerekir.

Tablo 2: Sakarya'da 1965-2006 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7:00, 14:00 ve 21:00) göre sıcaklık frekansları.

C°	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(-12,0)-(-9,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-9,0)-(-6,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-6,0)-(-3,1)	12	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	28
(-3,0)-(-0,1)	57	64	15	0	0	0	0	0	0	0	0	10	146
(0,0)-(-2,9)	251	196	84	4	0	0	0	0	0	0	27	131	693
(3,0)-(-5,9)	370	299	322	28	0	0	0	0	0	2	105	282	1408
(6,0)-(-8,9)	282	254	361	191	2	0	0	0	2	42	229	369	1732
(9,0)-(-11,9)	162	156	192	338	67	1	0	0	4	186	349	244	1699
(12,0)-(-14,9)	87	104	159	310	276	9	0	1	55	326	288	144	1759
(15,0)-(-17,9)	30	41	88	203	423	121	15	27	263	422	157	67	1857
(18,0)-(-20,9)	3	14	22	99	315	444	183	229	556	214	51	11	2141
(21,0)-(-23,9)	0	2	7	43	135	458	627	592	292	58	6	1	2221
(24,0)-(-26,9)	0	0	0	6	34	159	375	357	41	6	0	0	978
(27,0)-(-29,9)	0	0	0	0	7	30	50	44	3	2	0	0	136
(30,0)-(-32,9)	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	7
(33,0)-(-35,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1254	1143	1251	1222	1259	1225	1253	1251	1216	1258	1212	1261	14805

Bitkilerin yetişmesi açısından oldukça önemli olan vejetasyon devresinde bitkinin en iyi gelişme gösterdiği sıcaklığa optimum sıcaklık adı verilmektedir (Atalay, 1990). Düşük sıcaklıklar bitkilerin canlı dokularının donmasına yol açarken, yüksek sıcaklıklar ise terlemeyi artırır. Düşük sıcaklıklar ve don olaylarının bitkiler üzerindeki etkisi, bu sıcaklıkların frekansları ve şiddeti ile de ilgilidir. Bitkilerin dinlenme devresinde bu sıcaklıklar söz konusu ise, bundan çok fazla etkilenmezler (Dönmez, 1979 ve 1985). İnceleme sahasındaki istasyonlar kritik ve optimum sıcaklıklar arasından incelenmiştir (Tablo 2,3 ve 4). Sakarya'da 0°C'nin altında sıcaklık değerlerine kış ayları dışında rastlanmamaktadır. En yüksek değerler ise 33,0°C'yi geçmemektedir. 0°C'nin altındaki sıcaklıkların oranı bu istasyonda oldukça düşük iken (1965-2006 arasındaki dönemde ölçülen toplam 14.805 değerden sadece 192 tanesi 0°C altındadır ve bunların oranı %1,2'dir), 9-12°C'ler arasındaki sıcaklıkların oranı oldukça yüksektir. 1965-2006 arasındaki dönemde toplam 14.805 değerinin %49,7'si 9-21°C'ler arasında ölçülmüştür. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların oranı ise çok düşüktür (%0,04).

Tablo 3: Akçakoca'da 1965-2006 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7:00, 14:00 ve 21:00) göre sıcaklık frekansları.

C°	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(-12,0)-(-9,1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-9,0)-(-6,1)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
(-6,0)-(-3,1)	12	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
(-3,0)-(-0,1)	63	85	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181
(0,0)-(-2,9)	302	255	170	5	0	0	0	0	0	0	33	139	904
(3,0)-(-5,9)	401	367	419	83	0	0	0	0	0	8	143	349	1770
(6,0)-(-8,9)	275	239	351	363	24	0	0	0	2	58	270	373	1955
(9,0)-(-11,9)	114	111	177	400	191	1	0	0	13	251	411	208	1877
(12,0)-(-14,9)	60	56	84	241	481	37	1	0	146	423	253	109	1891
(15,0)-(-17,9)	24	22	24	92	409	351	46	70	475	394	74	52	2033
(18,0)-(-20,9)	3	7	9	23	145	590	448	453	481	106	28	9	2302
(21,0)-(-23,9)	0	2	2	11	23	223	629	633	100	21	6	2	1652
(24,0)-(-26,9)	0	0	2	2	3	14	139	103	8	2	0	0	273
(27,0)-(-29,9)	0	0	0	1	0	1	3	0	0	2	0	0	7
(30,0)-(-32,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(33,0)-(-35,9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	1255	1154	1259	1221	1276	1217	1266	1259	1225	1265	1218	1254	14869

Akçakoca'da sıcaklıkların düşük olduğu değerlere yine kış aylarında rastlanmaktadır. Akçakoca'da 0°C'nin altındaki sıcaklıkların oranı %1,4'dür. Bu sıcaklıklar Aralık, Ocak ve Şubat aylarında söz konusu olmaktadır. Akçakoca'da 1965-2006 yılları arasında ölçülen toplam 14.869 değerden 8.351 tanesi (yani %53,0'ü) 9-21°C'ler arasındaki optimum sıcaklık değerleridir. Bu istasyonda 30°C'nin üzerindeki sıcaklıkların oranı ise %0'dır. Bütün bu sıcaklık özellikleri bitkilerin yetişmesi bakımından değerlendirildiğinde inceleme sahasının optimum sıcaklıklar bakımından elverişli olduğu dikkati çeker. Kritik sıcaklıkların oranı (hem 0°C'nin hem de 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklar) da son derece düşüktür.

Tablo 4: Sakarya ve Akçakoca'da kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları.

	0°C'nin altındaki gün sayısı	%	9-21°C'nin arasındaki gün sayısı	%	30°C'nin üzerindeki gün sayısı	%
Sakarya (1965-2006)	192	1,2	7720	49,4	7	0,04
Akçakoca (1965-2006)	221	1,4	8351	53,0	0	0

Erinç, günlük sıcaklıkların 0°C'nin altına düştüğü günleri “donlu günler”, -10°C'nin altına düştüğü günleri ise “şiddetli donlu günler” olarak adlandırmaktadır (Erinç, 1969). Donlu günler şiddet ve sürelerine göre bitki üzerinde etkili olmaktadır. Don olayı bitkiler için özellikle ilkbahar ve sonbaharda önem kazanır. Kışın

meydana gelen donlu günler yetiştirme devresi dışında kaldıklarından bitkilere fazla zarar vermemektedir. İlkbahar donları ise bitkinin çiçeklerinin ve sürgünlerinin donmasına sebep olur (Dönmez, 1985: 11).

Tablo 5: Sakarya ve Akçakoca'daki donlu gün sayısı.

Meteoroloji İstasyonu	A Y L A R												Toplam Donlu Gün
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX	X	XI	XII	
Sakarya (1965-2006)	78	84	17	-	-	-	-	-	-	-	-	13	192
Akçakoca (1965-2006)	77	97	23	-	-	-	-	-	-	-	-	15	212

Çalışma sahasındaki uzun yıllık donlu gün sayısına göre Sakarya ve Akçakoca'da yılın 4 ayında donlu günler söz konusudur (Tablo 5). Sakarya'da en yüksek gün sayısı 84 ile Şubat ayındadır. Bunu 78 günle Ocak, 17 günle Mart ve 13 günle Aralık ayı takip eder. Akçakoca'da da Sakarya'yla aynı aylarda donlu gün görülürken sayısındaki artış dikkati çekmektedir. En fazla donlu gün 97 gün ile Şubat ayında olup, bunu sırasıyla 77 gün ile Ocak, 23 gün ile Mart ve 15 gün ile Aralık ayı takip eder. Diğer aylarda ise don olayı bulunmamaktadır.

Gün ortasında kum tabakasının yüzey sıcaklığı, deniz suyu sıcaklığından 10°C kadar fazla olabilmektedir. Ancak kum tabakasının birkaç cm altındaki sıcaklık yıl boyunca fazla değişime uğramadan belli bir sıcaklıkta kalmaktadır (Atalay, 2008b). Kumulun yüzeyinden farklı olan bu değer, bitki kök ve yumrularının yüksek sıcaklık koşullarında daha serin kalmasını sağlar. Çalışma sahasındaki genel sıcaklık şartlarının ılımanlığı, türler açısından zor koşullar oluşturmayıp yılın tüm zamanlarında hayati faaliyetlerini sürdürmelerini sağlamaktadır. Bu nedenle Karasu kumul bitkilerinin iklim elemanlarından sıcaklık konusunda optimum koşullarda oluştuklarını söylemek mümkündür.

1.1.2. Yağış Şartları

İklimin önemli elemanlarından olan yağış, bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için olmazsa olmazdır. Topluluk veya birey halinde bir yerde bulunabilmeleri, o sahanın yağış şartlarıyla ayrılmaz bir ilişki içerisindedir. Su, bitkinin %90'ını meydana getirir ve bütün kısımlarında mevcuttur (Erinç, 1977: 13). Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları besin

maddeleri topraktaki su içinde eriyik halde bulunur. Toprakta su miktarı azaldığında bitkilerin bu besin maddelerine ulaşması zorlaşacağından beslenme eksikliği sonucu yaşam faaliyetleri sonlanmaktadır. Bu nedenle bitkiler için su fizyolojik açıdan oldukça önemlidir. Bir sahadaki su bilançosu bitkilerin yayılış alanlarını belirleyen faktörlerin biridir (Atalay, 2006; Dönmez, 1985).

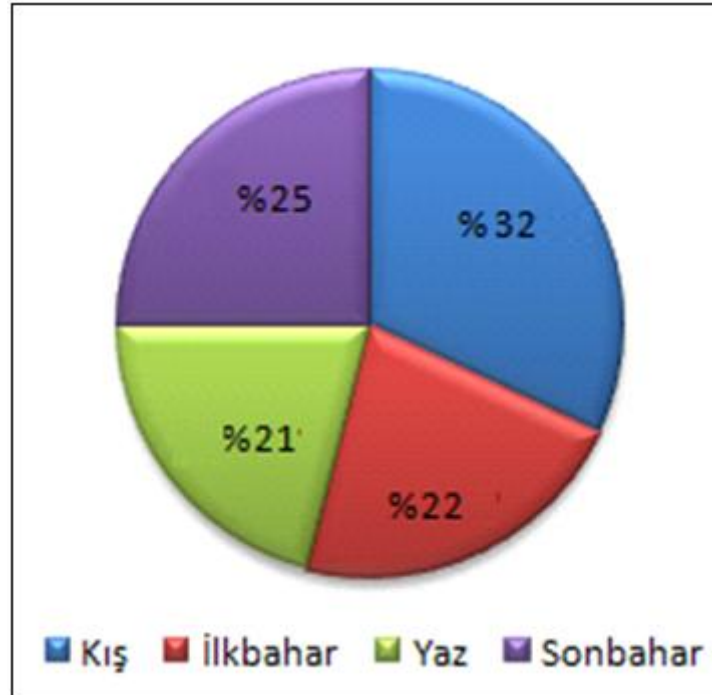
Yağışın yeryüzüne düştüğü zamanların bitkilerin yetiştirme devresine denk gelmesi fizyolojik açıdan olumlu sonuçlar gösterir. Kullandıkları su miktarı yıl içinde değişim gösterirken su istekleri de türler arasında farklılaşmaktadır. Su, kurudukları veya susuz kaldıkları halde dik durabilen odunsu türlerin aksine otsu bitkilerin fizyolojisinde hücre suyu olarak yapısını şişkin ve gergin tutup dik durmalarını sağlamaktadır (İnandık, 1969: 41). Kumullardaki kapilar gözenekler 10-0,2 mikron arasındaki gözeneklerdir. Kumlu topraklarda kapilar gözenekler azdır, dolayısıyla kapilar su miktarı da azdır (Atalay, 2006). Yağış suyu hızla süzülerek kumulun su kapasitesinde azalmaya neden olur. Buna bağlı olarak her zaman kuru kum yüzeyinin altında, değişken miktarda su bulunmaktadır (Starr, 1912: 267).

Bir bölgedeki yağış durumu, o bölgeye ait yağış haritalarının, günlük yağışların, yağış karakterinin ve yağış rejiminin incelenmesi ile ortaya konmaktadır. Yağışın sadece aylık veya yıllık miktarını bilmek yeterli olmayıp; günlük, aylık ve yıllık yağış miktarları ile bunların sağanak veya normal yağış karakterinde olduğu da önemlidir. Ayrıca yağışların aylara ve mevsimlere göre gösterdiği değişimler de oldukça önemlidir (Dönmez, 1979). Önemli su buharı kaynakları olan denizler ve denizel hava kütleleri, görece daha sıcak ve daha fazla su buharı karışma oranına sahip oldukları için çoğunlukla kıyı kuşağında iç bölgelere göre daha fazla yağış görülmektedir (Türkeş, 2010). Karadeniz kıyılarındaki çalışma alanı, yağışın nispeten bol olduğu bir alandır. Buradaki meteoroloji istasyonlarından Sakarya'nın 834,6 mm, Akçakoca'nın ise 1076,3 mm yıllık ortalama yağışı vardır.

Türkiye'de görülen “Yağış Rejim Tiplerini” belirleyen Akyol'a göre çalışma sahası; her mevsim yağışlı, maksimumu sonbaharda, minimumu ilkbaharda olmak üzere “Karadeniz Yağış Tipi”ne girmektedir. Bu rejim kendi içinde 2'ye ayrılır. Bunlar “Tipik Karadeniz Yağış Rejimi” ve “Karadeniz Geçiş Tipinin Yağış Rejimi”dir (Akyol, 1944). Erinç'e göre araştırma alanı “Karadeniz Yağış Rejimi” etkisi altında olup, her mevsimi yağışlı, maksimumu sonbahara, minimumu ilkbahara

rastlamaktadır (Erinç, 1957). Çölaşan, Türkiye'de yağış iki ana rejim altında toplayarak “Sahil Yağış Rejimi” ile “İç Kısım Yağış Rejimi” olarak adlandırmıştır. Karadeniz ile Akdeniz kıyılarındaki yağış tipleri farklarına göre ise yağış rejim tipi sayısını üçe çıkararak “Karadeniz Yağış Rejimi”nin her mevsim yağışlı geçtiğini ancak kış yağışlarının diğer mevsimlerin yağışlarına göre daha fazla olduğunu belirtmiştir (Çölaşan, 1960). Türkes de çalışma sahasını yağış rejimi bölgeleri olarak Karadeniz'e dâhil edip, en yüksek yağışın sonbaharda düştüğünü, her mevsimin yağışlı ve ılıman olduğunu belirtmiştir (Türkes, 2010).

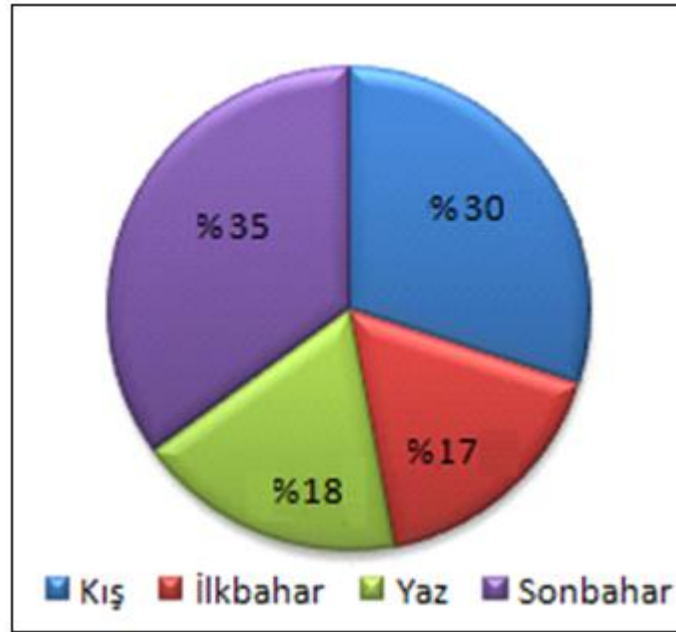
Karadeniz yağış rejiminde aylık yağış miktarları arasındaki fark oldukça azdır. Yılın bütün aylarında yağış görülür. Karadeniz'in, çevresindeki kıyılara oranla daha sıcak oluşu deniz üzerinde alçak basıncın meydana gelmesine neden olur. Nisan ayından itibaren karaların ısınması sonucu deniz ve kara arasındaki sıcaklık farkının düşmesiyle ilkbahar aylarında yağış miktarı azalmaktadır (Erinç, 1969). İnceleme sahasındaki istasyonlarda yağışın mevsimlere dağılışı şekil 8 ve 9'da gösterilmektedir.



Şekil 8: Sakarya'da yağışın mevsimlere dağılışı.

Sakarya'da en fazla yağış kışın, en az yağış ise yazın düşmektedir (Şekil 8). Kış yağışı oranı %32, yaz yağışı oranı %21'dir. İlkbahar mevsimi yağışların oranı

(%22) yaz yağışlarından çok az farklıdır. Sonbahar ayları ise ilkbahar ve yaz aylarından daha yağışlıdır (sonbahar mevsiminin yağış payı %25'dir). Bu nedenle de yağış miktarları mevsimlere bağlı olarak büyük farklar göstermeyip dengeli bir şekilde tüm yıla yayılmaktadır.



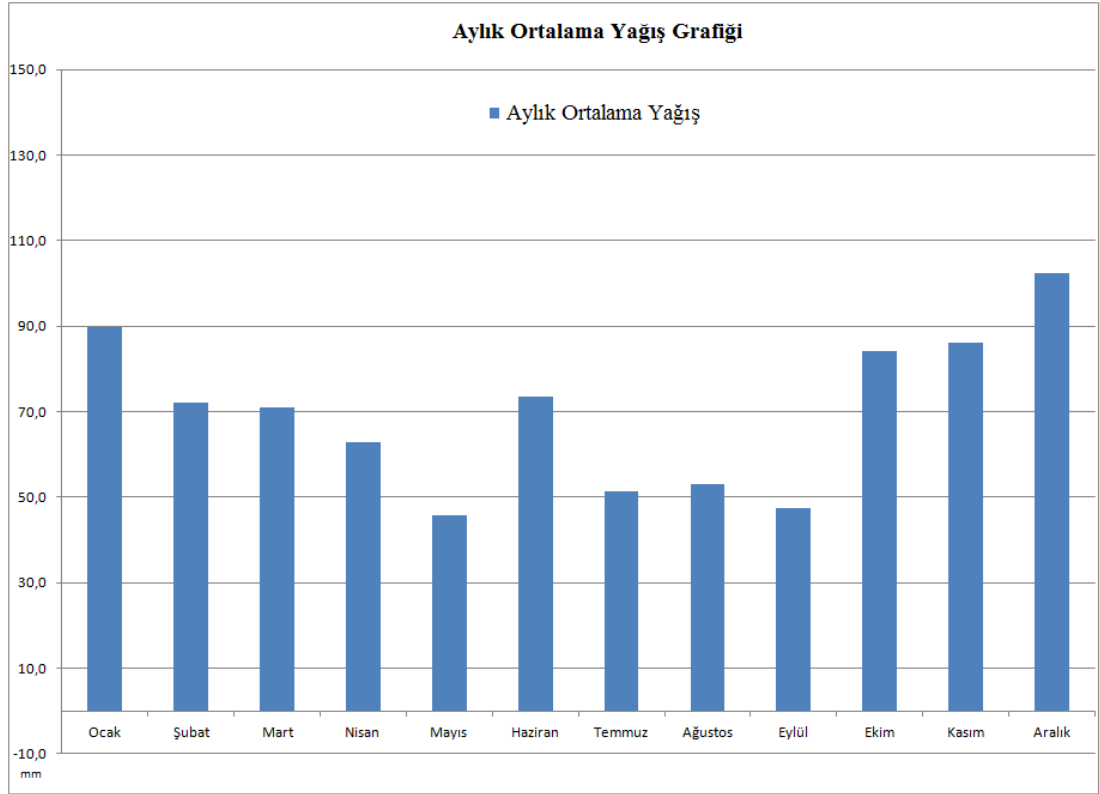
Şekil 9: Akçakoca'da yağışın mevsimlere dağılışı.

Akçakoca'da sonbahar ve kış mevsimleri yıllık yağışların % 65'ine sahiptir (Şekil 9). İlkbahar ile yaz mevsimlerinin oranları birbirine oldukça yakındır. Bu iki mevsim yıllık yağışın %35'ine sahiptir. Uzun yıllık ortalamalara bakıldığında ortaya çıkan bu oransal dağılıma göre, yağış miktarları tüm yıla eşit veya yakın miktarlarda dağılmamış olup, yine de belirgin bir kurak devreye de sahip değildir. Yaz yağışı oranlarının her iki istasyonda belirli bir düzeyde olması yaz aylarının yüksek sıcaklıklarını bitkilerin daha kolay atlatmalarına yol açar.

Tablo 6. Çalışma Sahasında Yağışın Aylara Dağılışı.

Meteoroloji İstasyonu	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sakarya (1961-2012)	91,4	74,4	73,1	62,3	48,1	69,2	48,6	48,9	48,1	83,3	83,5	103,7	834,6
Akçakoca (1961-2012)	114,0	79,9	83,1	60,3	49,8	60,3	72,1	79,5	89,5	131,6	119,8	136,2	1076,3

Sakarya'da toplam yıllık yağış miktarı 834,6 mm'dir (Tablo 6). Yağışın aylara dağılımına bakıldığında; en yüksek yağış miktarı 103,7 mm ile Aralık ayındadır. Yağışın en düşük olduğu aylar, 48,1 mm ile Mayıs ve Eylül ayıdır. Sakarya'da Ocak ayı 91,4 mm, Ekim ve Kasım ayı ise 80 mm'nin üzerinde yağış almaktadır (Şekil 10).



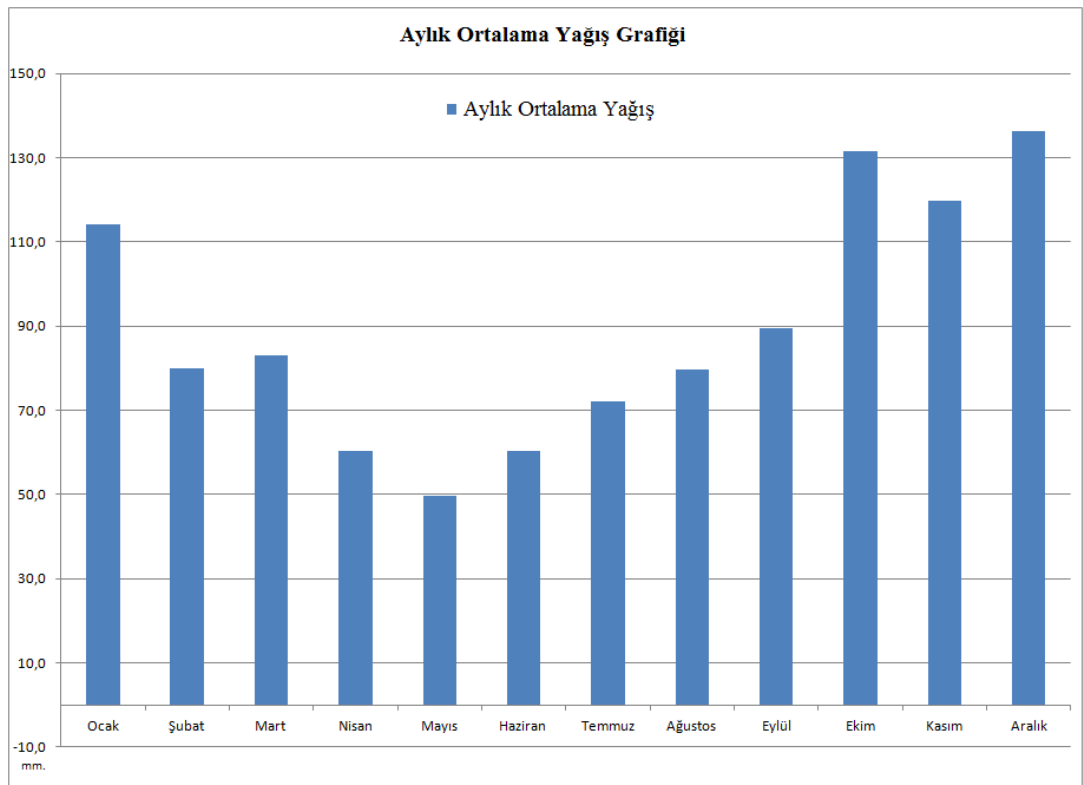
Şekil 10: Sakarya'da yağışın aylara göre dağılımı.

Akçakoca'da yıllık yağış miktarı 1076,3 mm'dir. Bu değer Sakarya'nın yağış miktarından 241,7 mm daha fazladır. En düşük yağış Nisan ve Haziran aylarında (60,3 mm); en yüksek yağış Aralık ayında (136,2 mm)dır.

Akçakoca'da Aralık dışında 3 ay yağış 100 mm'nin üzerindedir (Ekim, Kasım ve Ocak). Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları da nispeten yağışın olduğu aylardır. Bu aylarda yağış hep 60 mm'nin üzerindedir (Şekil 11).

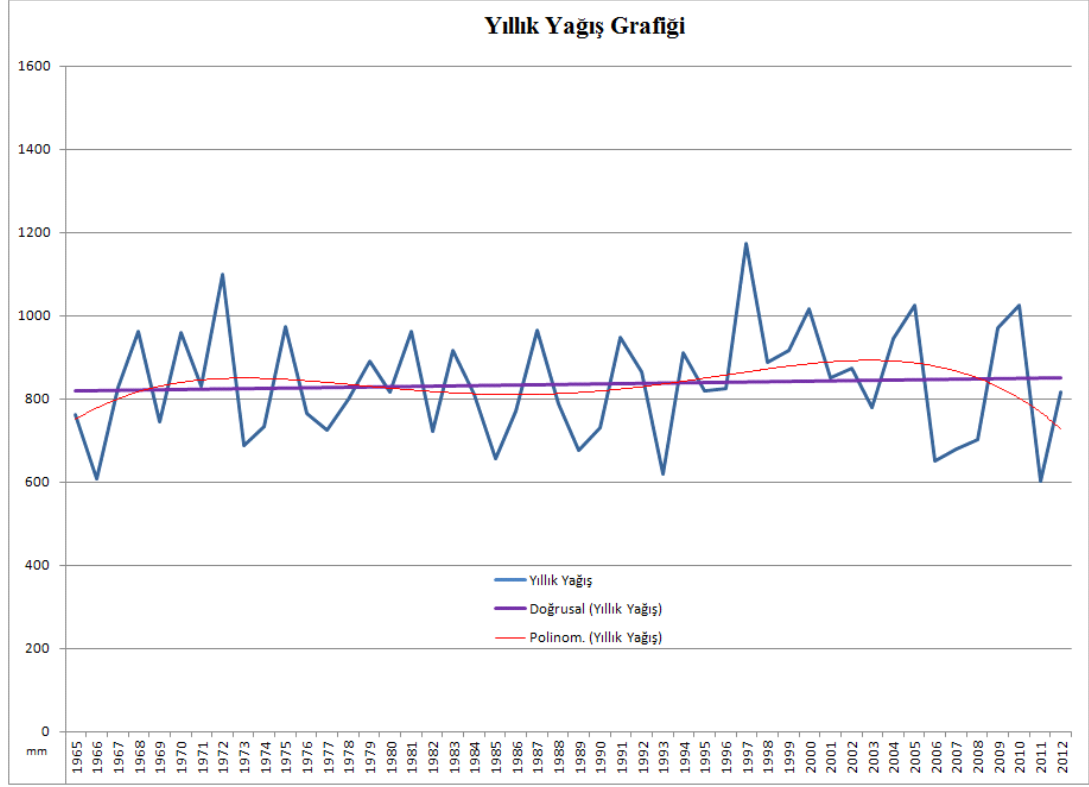
İnceleme alanında yağışların uzun yıllık eğilimi de incelenmiştir. Yıllık yağış miktarları yıldan yıla değişiklikler göstermektedir. Uzun yıllık yağış ortalaması 834,6 mm olan Sakarya'da 1966, 1993 ve 2010 yıllarında 600 mm'ye kadar düşen yıllık

yağış miktarı, 1971 ile 1997 yıllarında 1200 mm'ye yaklaşmıştır Polinom eğrisine göre 1965 yılından itibaren artışa geçen yağış 1974 yılından sonra azalma eğilimine geçmiştir. 1992 yılından sonra ise artış 2005 yılına kadar sürmüş ve sonra düşüş eğilimine girmiştir. Doğrusal ortalama çizgisindeki genel eğilim 47 yıl boyunca az miktarda bir yağış artışının olduğu yönündedir. Ancak polinom bunun düzenli bir artma şeklinde olmadığını ifade etmektedir (Şekil 12).



Şekil 11: Akçakoca'da yağışın aylara göre dağılımı.

Akçakoca'nın yıllık yağışı 1076,3 mm'dir. 1976, 1985 ve 1993 yıllarında yağış 800 mm'nin altına inmiştir (Şekil 13). 1991 ve 2000 yıllarında ise 1400 mm'nin üzerine çıkmıştır. Doğrusal yağış eğrisinde yaklaşık 150 mm'lik bir yağış artışı ile yağışın artma eğilimi dikkati çekmektedir. Polinom eğrisine göre ise 1965 yılında başlayan hızlı düşüş, 1976 yılında minimum olmakta ve 860 mm'ye düşmektedir. Sonrasında yağışlarda yine bir artma eğilimi, 2009 yılından sonra ise yeniden azalma eğilimi görülmektedir.

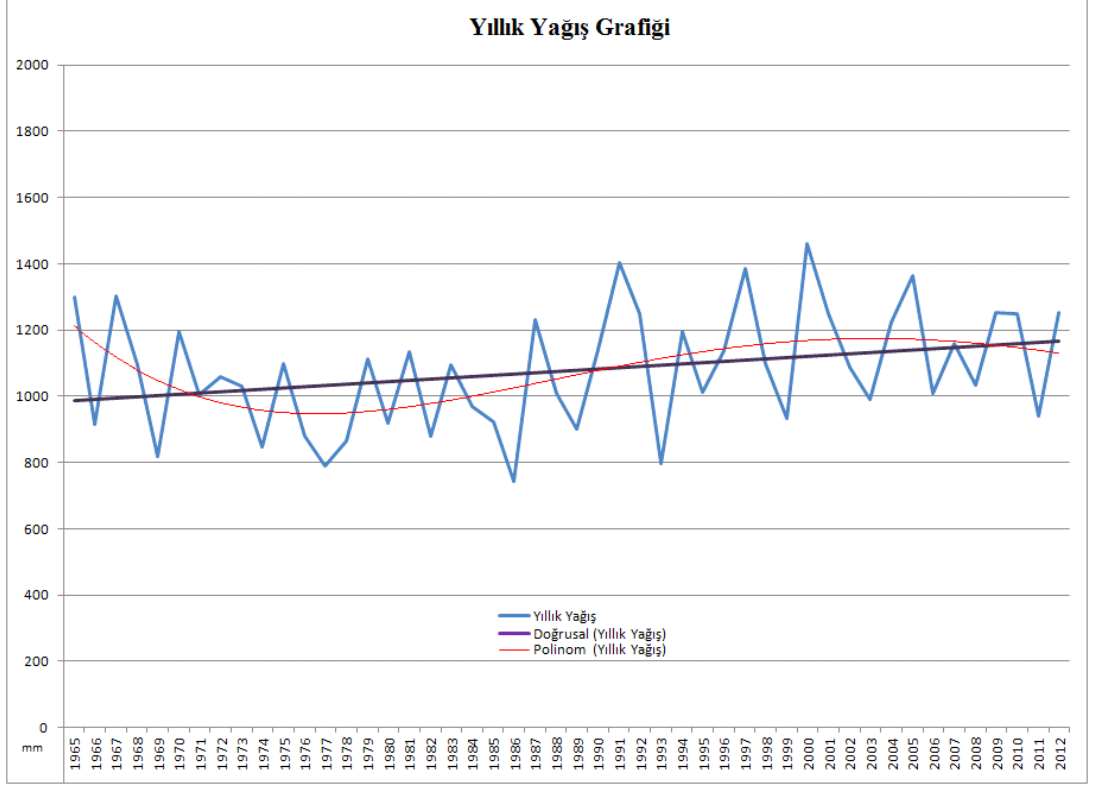


Şekil 12: Sakarya'da yıllık ortalama yağışların doğrusal ve polinom seyri.

Geçmiş verilerden elde edilen ve gelecekteki olabilecek duruma uyarlanan muhtemel yağış diyagramları tahmini görüşler belirtmek açısından oldukça yararlıdır. Her bir yılın tüm gün ve ardından tüm aylarının ortalama yağışından elde edilen yıllık yağış ortalamalarının oransal dağılımı o bölgenin gelecekteki muhtemel yağışını verir. Bu veri; daha önceki dönemlerde bölgeye düşen yağış miktar ve yoğunluklarından yola çıkarak, gelecek dönem yağışları hakkında yanlış payı fazla olmayan tahmini bir sonuca varmaya olanak sağlar. Bu muhtemel yağış verileri grafikleştirilerek, varılan sonuç hakkında yorumlaması kolay bir hale getirilir (Avcı, 1996).

Yağışın yıllara göre değişimini esas alarak hazırlanan muhtemel yağış diyagramında toplam yağışların olasılığı tanımlanmaktadır. Çalışmaya aylık yağış

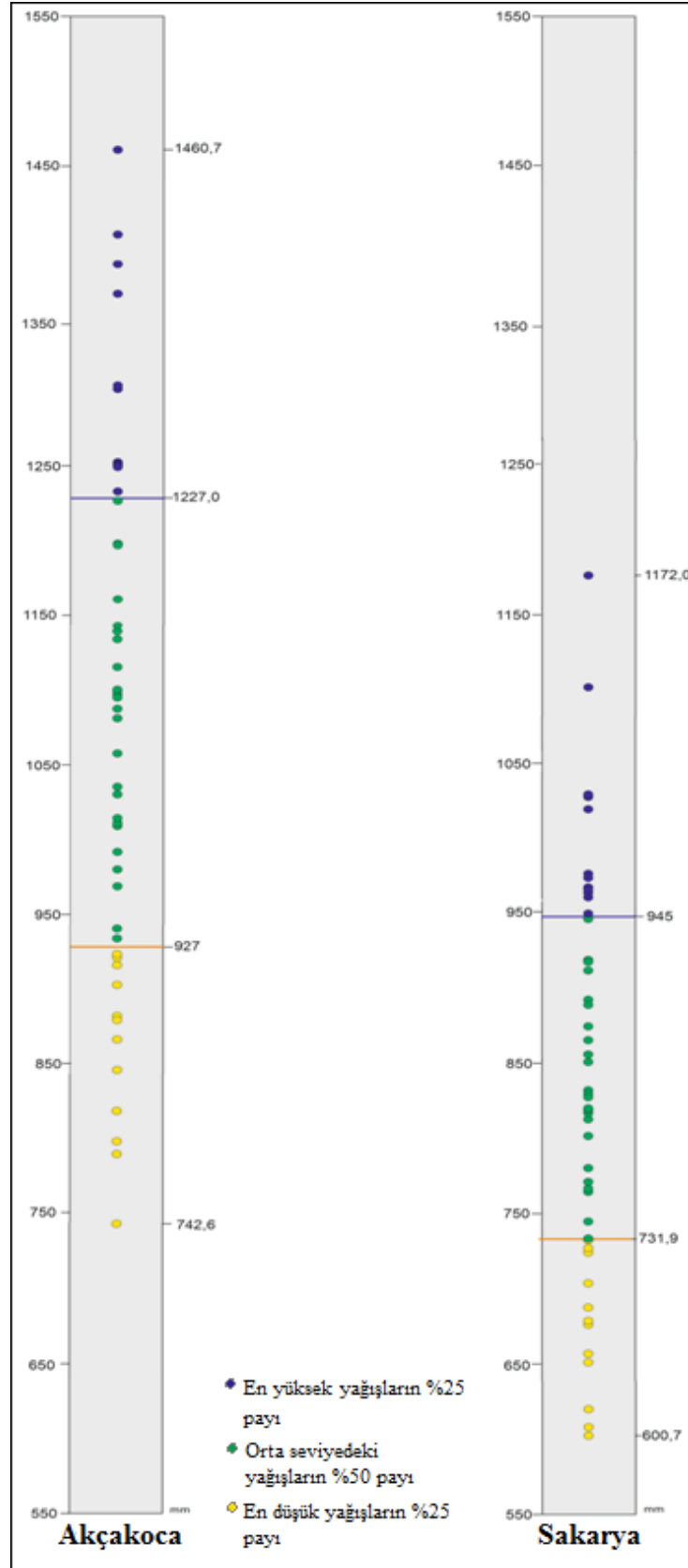
toplamlarının yıllara göre değişimini göstermek üzere yıllık ve aylık muhtemel yağış grafiği de çizilmiştir (Şekil 14,15 ve 16).



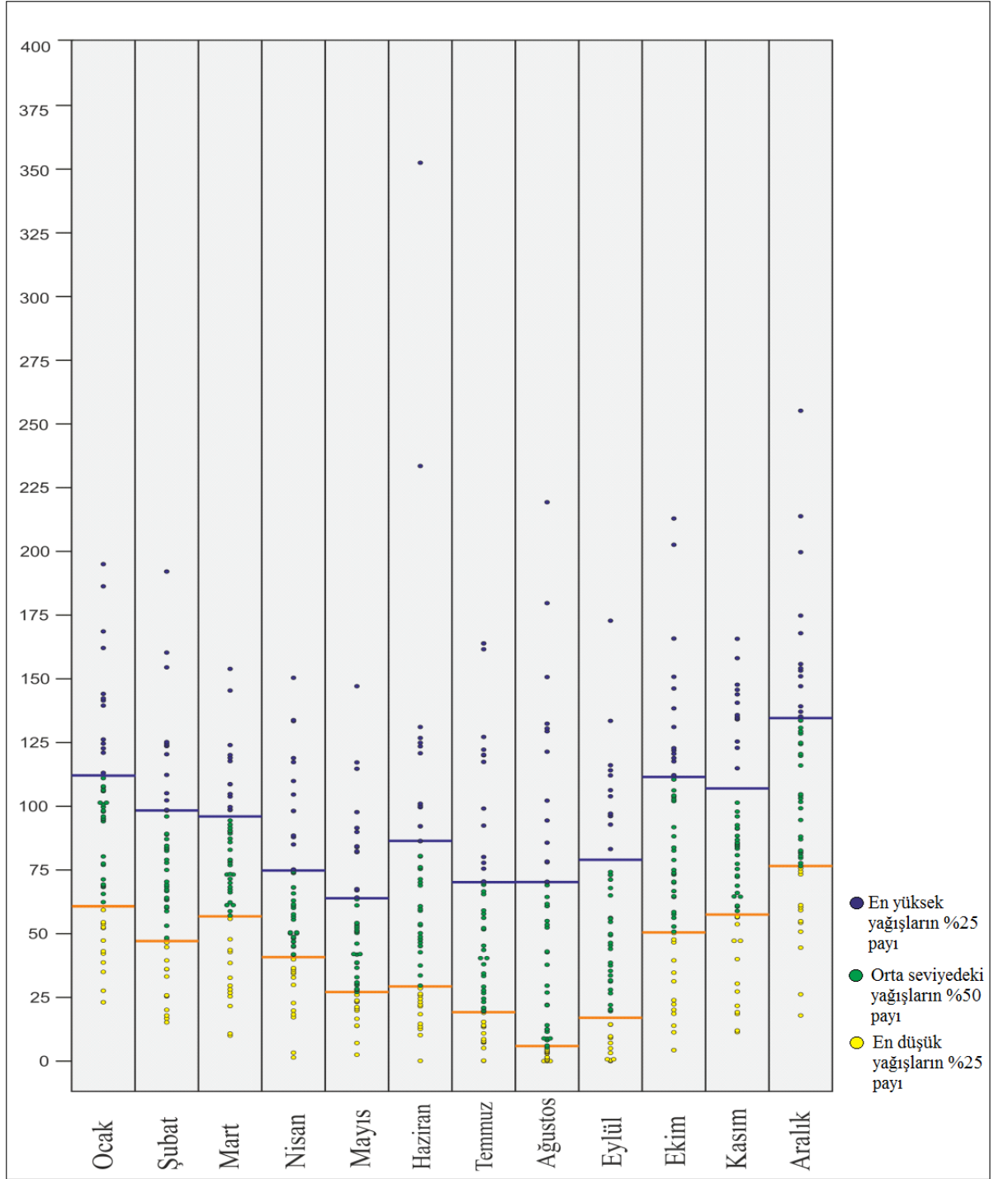
Şekil 13: Akçakoca'da yıllık ortalama yağışların doğrusal ve polinom seyri.

Sakarya ve Akçakoca meteoroloji istasyonlarının yağış verileri kullanılarak, inceleme sahasının muhtemel yağış durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Söz konusu meteoroloji istasyonlarından Sakarya'nın uzun yıllık yağış ortalaması 834,6 mm, Akçakoca'nın uzun yıllık yağış ortalaması ise 1076,3 mm'dir. Bu yağışlar yıllara göre büyük değişimler gösterebilmektedir. Sakarya'da yıllık yağış toplamı en düşük olduğu yıldaki yağış miktarı 600,7 mm iken, en yüksek olduğu yıllık yağış toplamı 1172,7 mm'ye çıkmaktadır (Şekil 14). Akçakoca'da ise en düşük yıllık yağış toplamı 742,6 mm, en yüksek yağış toplamı 1468,7 mm'dir. Sakarya'da yağışların 731,2 mm'den az olma olasılığı ile 947,1 mm'den daha fazla olma olasılığı % 25'tir. Başka kelimelerle Sakarya'da yıllık yağış toplamı %50 olasılıkla 731,2-947,1 mm arasında gerçekleşecektir. Akçakoca daha yüksek yağış değerlerine sahiptir. Yağışın

922,3 mm'nin altında, 1231,5 mm'nin üzerinde gerçekleşme olasılığı %25 düzeyindedir. Yıllık yağış toplamaları %50 olasılıkla 922,3-231,5 mm arasında gerçekleşecektir.



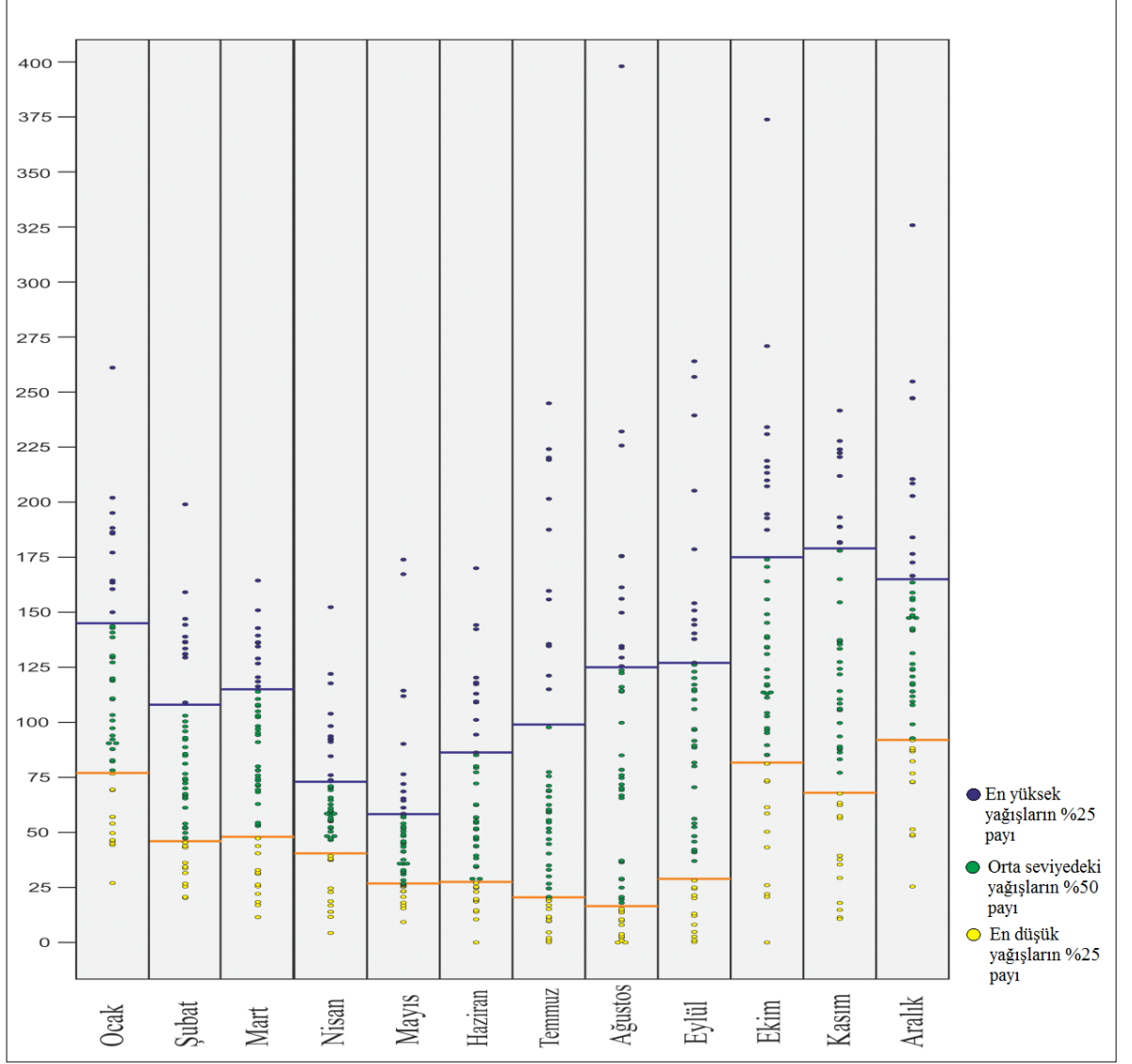
Şekil 14: Yıllık muhtemel yağış diyagramı.



Şekil 15: Sakarya uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel yağış diyagramı.

Ayların tek bir grafikte yan yana gösterilişi belirli değer aralıklarındaki yağış sıklıklarının ve meydana gelen ekstrem koşulların rahatça görülmesine olanak

sağlamaktadır. Sarı noktalarla gösterilen değerler elde edilen muhtemel yağışların en düşük %25'lik kısımlarını, yeşiller orta kesime denk gelen %50'lik kısmı, lacivert noktalar ise en yüksek değerlerin %25'lik payını gösterir. Değerlerin yoğun olarak bulunduğu seviye %50'lik payın olduğu kısımdır.



Şekil 16: Akçakoca uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel yağış diyagramı.

Çizilen grafik aylık yağış değerlerinin Ocak ayından Temmuz-Ağustos aylarına kadar sürekli azaldığını, daha sonra ise arttığını göstermektedir (Şekil 15,16). Özellikle yetişme devresinin başı olarak kabul edilen Nisan-Mayıs aylarında

ortalamaya yakın değerler çoğunluktadır. Yağış değerleri 150-0 mm arasında değişmektedir. Buna karşılık Haziran-Ağustos döneminde bazı yıllarda ortalamanın çok üzerinde yağışlar da gerçekleşir (Sakarya'da 1972 yılında ölçülen 352,5 mm ve Akçakoca'da 1997 yılında ölçülen 398 mm yağış). Genel olarak Haziran ayında yağış 0 mm'nin üzerindedir ve 150 mm'yi geçmez. Yağışın %25'i 30 mm'nin altında düşerken, 80 mm'nin üzerinde düşme olasılığı da %25'tir. Ağustos ayında yağış miktarlarında artış görülürken Akçakoca'da ekstrem seviye yaşanmaktadır. Eylül ayı itibariyle yağış artmakta, bu durum şubat ayına dek devam etmektedir.

Yağışın aylara dağılışı incelendiğinde Akçakoca'da Nisan ve Haziran ayları dışında düşen yağış miktarı Sakarya'ya düşen yağışlardan daha yüksektir. Sakarya'da Mart, Temmuz-Eylül aylarında aylık yağış ortalamaları 50,0 mm'nin altında gerçekleşirken Akçakoca'da sadece Mayıs ayında ortalama yağış miktarı 50,0 mm'nin altındadır. Aylara göre yağış değerlerinin muhtemel yağış miktarının ne olabileceği konusu da değerlendirilmiştir (şekil 15 ve 16). Buna göre Sakarya'da Ocak, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında aylık toplam yağışların 100 mm'nin üzerinde olma olasılığı %25 iken, diğer aylarda bu değer 60-100 mm arasındadır. Buna karşılık, aylık yağış ortalamalarının Aralık ve Ocak ayları dışında 60 mm'nin altında olma olasılığı %25'tir. Hatta Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında 20 mm'nin de altında olabilir. Akçakoca'da Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında nispeten düşük yağış değerleri görülmektedir. Bu aylarda yağışlar sırasıyla 73,8, 58,5 ve 86,3 mm'nin üzerinde %25 düşme olasılığına sahiptir. Diğer aylarda ise yağışların % 25'lik st diliminde 100 mm'nin üzerinde olan yağışlar yer alır. Aylara göre değişmekle beraber (15,2-91,9 mm) Akçakoca'da yağışların %25'i 100 mm'nin altında olması beklenmektedir. Akçakoca'da aylık toplam yağış miktarı %50 olasılıkla aylara göre st çeyrekte 187,4 – 58,5 mm arasında, alt çeyrekte ise 91,9 – 15,2 mm arasında değişim göstermektedir.

Bitkiler bir sahaya düşen yağışlardan sağanak yağışların neden olduğu yüzeysel akış, yüksek sıcaklık sonucu oluşan buharlaşma ve terleme, fizyolojik kuraklık gibi nedenlerden yararlanamazlar. Bundan dolayı bir sahaya düşen yağışın miktarı ve yağış rejiminin yanında, bitkilerin yağışlardan ne kadarının yararlanabildiği de önem taşır (Gnal, 2003).

Sağanaklar kısa süreli, ani ve şiddetli yağışlardır. Bu tip yağışlar meydana geldiğinde toprağın yağmuru emebilmesi için gerekli süre gerçekleşmediğinden, düşen yağış toprak ve bitki örtüsü tarafından emilimi gerçekleşmeden büyük kısmı sel ve seyyelan şeklinde akışa geçer. Bu nedenle sağanak yağışların miktarı bir saha üzerindeki iklimin özelliklerini ortaya koyabilme açısından büyük bir önem taşımaktadır. Ortalama bir değer olarak 25 mm'nin üzerinde olan günlük yağışlar sağanak yağış olarak kabul edilmektedir. 25–50 mm arasındaki günlük yağışlar az şiddetli, 50–100 mm arasındakiler orta şiddetli, 100 mm'nin üzerindeki ise şiddetli sağanak yağışlar olarak tanımlanmaktadır (Dönmez, 1990b).

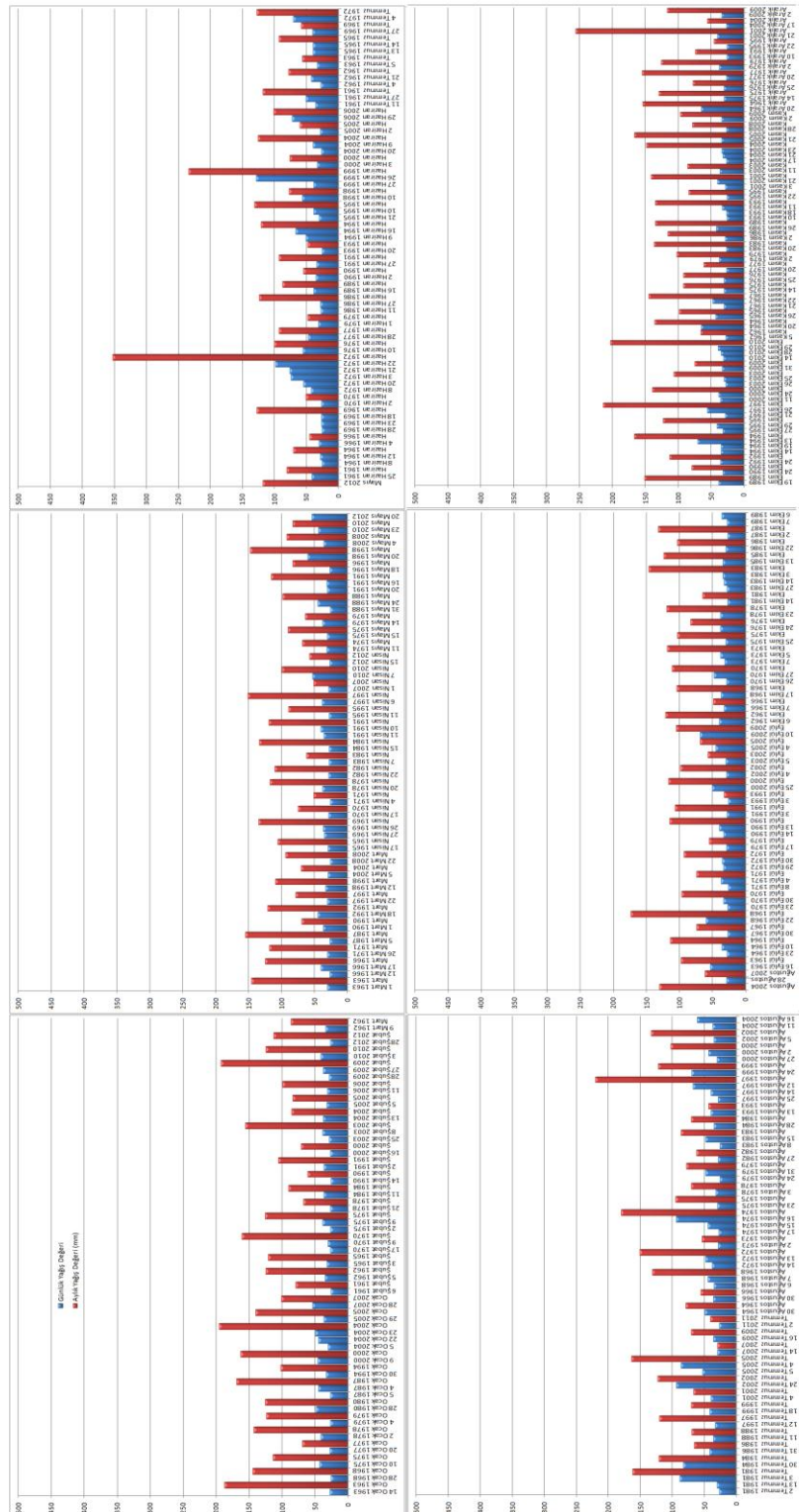
Tablo 7: Sakarya ve Akçakoca'nın sağanak yağış frekansları.

	25 mm'den az	25-50 mm	50-100 mm	100 mm'den çok
Sakarya (1961-2012)	7946 (%96,5)	257(%3,1)	33(%0,4)	0,0
Akçakoca (1961-2012)	6651 (%93,3)	392(%5,5)	77(%1,1)	0,1

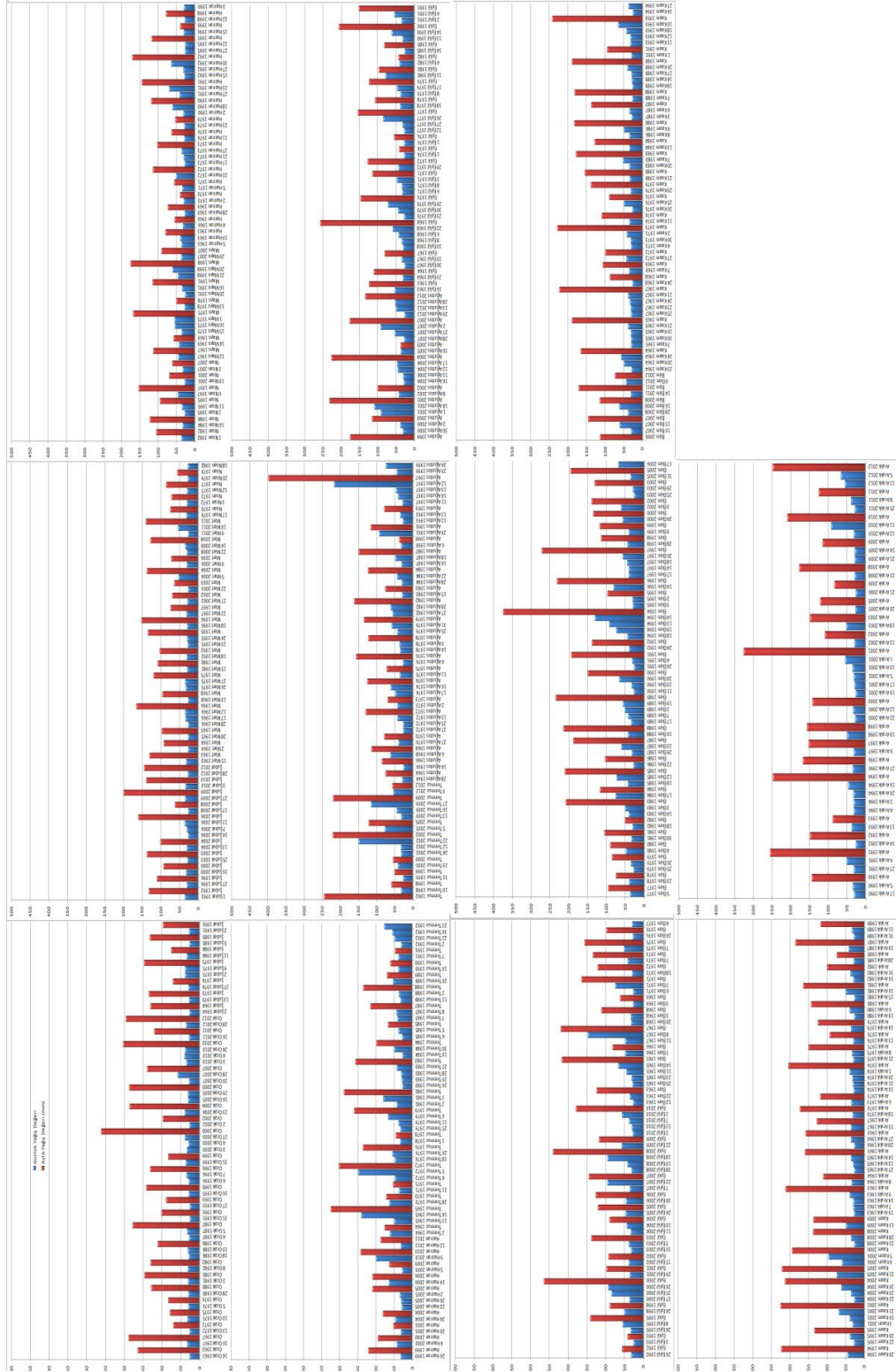
Sakarya'da yağışlı gün sayısı 8.237'dir. Yani 1961-2012 arasındaki dönemde yapılan 19.053 günlük rasatın 8.237 gününde yağış kaydedilmiştir. Bu yağışların 257 tanesi 25-50 mm arasında, 33 tanesi 50-100 mm arasında, 1 tanesi de 100 mm'den çoktur. Akçakoca'da 1963-2012 arasındaki dönemde yapılan 18.123 günlük rasatın 7.128 gününde yağış ölçülmüştür. Bu yağışların 392 tanesi 25-50 mm; 77 tanesi 50-100 mm arasında, 8 tanesi ise 100 mm'den çoktur. Her iki istasyonda 25 mm'nin altındaki yağışların oranı oldukça yüksektir. Sakarya'daki 8.237 yağışlı günün 7.946'sında yağışlar hep 25 mm'nin altında kaydedilmiştir (%96,5). Akçakoca'da ise 7.128 yağışlı gün vardır. Yağışlı günlerin 6651 günü 25 mm'nin altında yağış olmuştur (%93,3). Bu durum inceleme alanında sağanak yağış karakterinin çok fazla belirgin olmadığını ifade etmektedir.

Sakarya'da 1961-2012 arasındaki 52 yılda toplam 291 günde yağışlar 25 mm'nin üzerinde kaydedilmiştir. Bunlardan 40 tanesi Aralık ayında (%13,7), 37 tanesi Ekim ayında (%12,7), 35 tanesi Haziran ayında (%12,0) ve 29 tanesi de Ağustos ayında (%10,0) düşmüştür (Şekil 17). Akçakoca'ya gelince 1963-2012

arasındaki 50 yılda toplam 477 günde yağış 25 mm'nin üzerinde ölçülmüştür. Bu dönemde yani 50 yıl boyunca yağışlı gün sayısı 7.128'dir (50 yılda 18.123 rasat yapılmıştır ve 7.128 gün yağış kaydedilmiştir). Akçakoca'da 25 mm'nin üzerinde yağış kaydedilen toplam 477 günün 70 tanesi Ekim aylarında (%14,7), 64 tanesi Aralık (%13,4)'tadır. 50 yıllık dönemde Eylül ve Kasım aylarının 56'sar günlerinde sağanak yağış kaydedilmiştir (Eylül %11,7 ve Kasım %11,7). Bu durum yine sağanak yağışların bitkiler açısından büyük bir risk göstermediğini ifade etmekle beraber Sakarya'ya göre Akçakoca'da daha belirgin bir özellik olduğunu da ortaya koyar (Şekil 18).



Şekil 17: Sakarya sağanak yağışlı günler.



Şekil 18: Akçakoca sağanak yağışlı günler.

Herhangi bir sıcaklıktaki havanın taşıdığı su buharının, aynı sıcaklıkta taşıyabildiği maksimum su buharı oranını gösteren nisbi nem, Sakarya'da %76 ile %68, Akçakoca'da ise %83 ile %79 arasında değişmektedir (Tablo 8).

Tablo 8: Sakarya ve Akçakoca'da nisbi nem.

%	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sakarya (1960-2012)	74,3	72,9	72,1	71,1	71,1	69,0	70,8	72,2	73,6	76,4	74,8	73,3	72,6
Akçakoca (1960-2012)	80,7	80,1	80,8	81,6	83,2	81,2	81,8	82,8	83,2	84,1	81,5	79,3	81,6

Bütün yağış özellikleri değerlendirilmiş olmakla beraber, kumulların bitkiler için oluşturduğu özel yetiştirme koşullarının da göz önüne alınması gerekmektedir. Yağış esnasında suyu hemen sızdıran kumullarda özellikle taban suyu seviyesinin yüksek oluşu, üzerindeki bitki örtüsünün ihtiyaç duyduğu suya erişmesi açısından kolaylık oluşturmaktadır. Dalgaların etkilediği kıyı kuşağında tuz bitkilere ulaşır, ancak akarsuların bulunduğu yerlerde deniz suyundaki tuzluluk oranı düşmektedir (Dölerslan, 2012). *Salicornia* türleri gibi bazı bitkiler, tuz stresine karşı oldukça dayanıklıdır. Bu bitkilere halofit adı da verilir (Zhu, 2007; Avcı, 2013).

1.2.3 Rüzgâr Şartları

Yeryüzüne göre yatay doğrultuda hareket eden havaya veya hava kütesine rüzgâr denir. Rüzgâr, etkileri açısından üç belirgin özelliği olan bir hava ve iklim elemanıdır. Bu özellikler, rüzgârın yönü, frekansı yani esiş sıklığı ve hızıdır (Türkeş, 2010). Rüzgârların yıllık frekansları yanında hızları ve mevsimlik durumları bitki örtüsü bakımından da önemlidir. Yağışın az olduğu kurak dönemlerde nemli yerlerden gelen rüzgârlar yağış getirerek kuraklığı bir ölçüde azaltır. Buna karşılık, kurak ortamlardan gelen rüzgârlar buharlaşmayı arttırarak bitkiler üzerinde olumsuz etki yapmaktadır (Avcı, 1993-1996). Hızlı ve devamlı esen rüzgârlar bitkilerin deformasyona uğramalarına neden olmaktadır. Bitkilerin su ekonomisini değiştirmesi ve buharlaşmayı arttırması gibi dolaylı etkileri de bulunmaktadır, ancak bu durum otsu bitkiler açısından büyük değişimler yaratmamaktadır (Erinç, 1977).

Kumul vejetasyonu üzerindeki en güçlü faktör rüzgârdır. Rüzgârlar kumları toplayıp süpürerek kıyıya veya kıyı gerisindeki sahalara taşır. Hız ve güçlerine göre

bitki türlerini zeminden koparabilirler. Kumul alanlarında rüzgârın şiddetini düşürecek engellerin bulunmaması da bu durumu tetiklemektedir (Starr, 1912).

Bitkiler üzerindeki etkileriyle rüzgâr şartları ayrıntılı bir şekilde ele alınarak Rubinstein formülü ile yönleri ve esiş sıklıkları belirlenmiştir (Şekil 19-20).

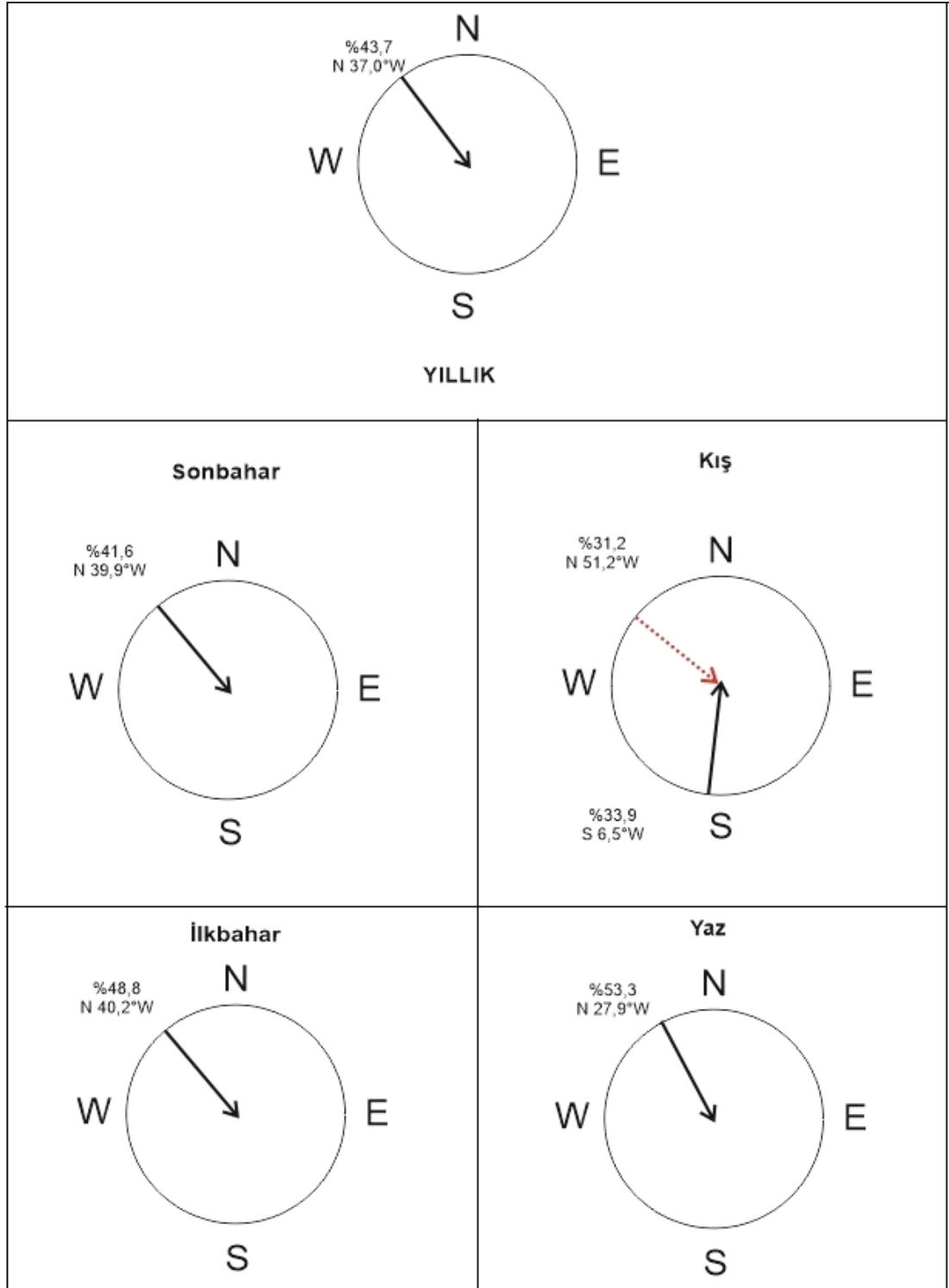
Yıllık değerlere göre Sakarya'da rüzgârların %43,7'si N 37.0°W'dan esmektedir. Kış mevsiminde iki hakim rüzgâr yönü vardır. Birinci dereceden hâkim olan rüzgârlar %33,9 frekansla S 6,5°W'dan; İkinci dereceden hakim rüzgârlar ise %31,2 frekansla N 51,2° W'dan eser.

Sakarya'da ilkbahar mevsiminde rüzgârlar %48,8 frekansla N 40,2°W'dan; yaz mevsiminde %53,3 frekansla N 27,9° W'dan; sonbahar mevsiminde ise %41,6 frekansla N 39,9°W'dan esmektedir

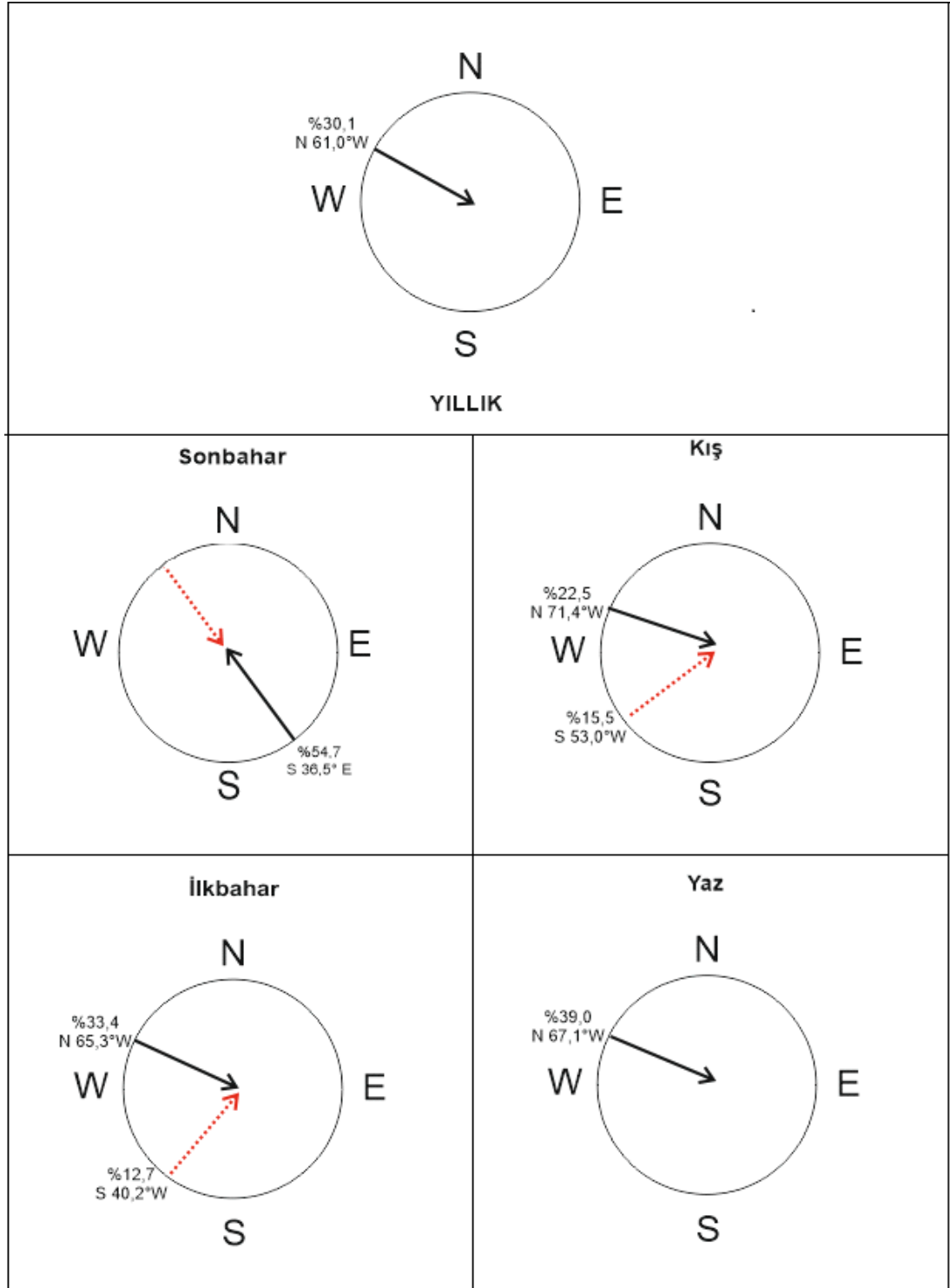
Akçakoca'da; yıllık ortalamalara göre %30,1 frekansla N 61,0° W'dan eserler. Akçakoca'da da kış mevsiminde iki hakim rüzgâr yönü vardır. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgârlar %22,5 frekansla N 71,4° W'dan; İkinci dereceden hâkim rüzgârlar %15,5 frekansla S 53,0° W'dan eser.

Akçakoca'da kış dışında ilkbahar ve sonbaharda da iki hakim rüzgâr yönü vardır. İlkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgârlar %33,4 frekansla N 65,3° W'dan eser. İkinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %12,7 frekansla S 40,2° W'dan eser.

Yaz mevsiminde rüzgârlar %39,0 frekansla N 67,1° W'dan esmektedir. Sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgârlar %54,7 frekansla S 36,5° E'dan; İkinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %26,3 frekansla N 45,3° W'dan eser.



Şekil 19: Sakarya'da Rubinstein yöntemine göre yıllık ve mevsimlik hakim rüzgâr yön ve frekansları.



Şekil 20: Akçakoca'da Rubinstein yöntemine göre yıllık ve mevsimlik hakim rüzgâr yön ve frekansları.

1.1.3. Çalışma Alanının İklim Sınıflandırılmalarındaki Yeri

de Martonne'un iklim gruplandırması birçok faktör, özellikle sıcaklık ve yağış dikkate alınarak yapılmıştır. de Martonne'a göre bu etmenler içinde en önemlisi sıcaklıktır. Yıllık ortalama sıcaklık yanında, Temmuz ve Ocak ortalamaları, bunlar arasındaki sıcaklık farkı, sıcak ve soğuk devrelerin devamı da göz önünde bulundurulmuştur. Sıcaklıktan sonra gelen etmen ise yağıştır. Yıllık yağış tutarı, yağışlı ve kurak iklimleri ayırmaya olanak verir. Kuraklık yalnızca yağış miktarına değil, aynı zamanda buharlaşmaya, yani sıcaklığa bağlıdır. Aylık ortalama yağışlar, kurak devreleri olan iklimlerin ayırt edilmesine yardımcı olur. de Martonne kurak ve yağışlı iklimlerin ayırt edilmesi amacıyla geliştirdiği 1923 yılındaki yıllık kuraklık indis formülünde 1942 yılında Gottman ile birlikte bazı değişiklikler yapmıştır. Bu yeni formülde yıllık ortalama sıcaklık ile yıllık yağış tutarı arasındaki ilişki dışında en kurak ayın sıcaklığı da dikkate alınmıştır. Bu ay, indisi en düşük olan aydır. de Martonne'un bu formülü ile daha doğru sonuçlar elde edilmektedir (Dönmez, 1990b). Sakarya ve Akçakoca'ya uygulanan bu indiste, yıllık değerler 1923 formülüne, aylık değerler ise Gottmann ile birlikte hazırlanan 1942 formülüne göre hesaplanmıştır.

Tablo 9: de Martonne formülüne göre Sakarya'da kurak-nemli aylar.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış	92,8	75,3	75,0	60,7	48,1	67,7	50,1	46,7	50,5	80,3	81,7	107,4	836,3
Sıcaklık	5,9	6,4	8,4	12,8	17,2	21,4	23,3	23,0	19,5	15,5	11,4	8,2	14,4
Indis	70,0	55,1	48,9	31,9	21,2	25,9	18,1	17,0	20,5	37,8	45,8	70,8	25,6
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak	Yarıkurak	Yarıkurak - Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli

Buna göre Sakarya nemli iklim sahaları içindedir (Tablo 9). Genel olarak nemli aylar daha fazladır. Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım, Aralık ayları nemli; Mayıs, Haziran ve Eylül ayları yarı kurak-nemlidir. Sakarya'da Temmuz ve Ağustos ayları ise yarı kuraktır.

Akçakoca'da yarı kurak ay bulunmamaktadır (Tablo 10). Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları nemli; Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları ise yarı kurak-nemlidir. Sakarya'da olduğu gibi Akçakoca'nın yıllık indis değeri nemli iklim bölgesinde olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 10: de Martonne formülüne göre Akçakoca'da kurak-nemli aylar.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış	116,0	80,9	82,6	59,1	50,4	61,5	74,2	79,8	89,4	128,7	118,9	134,4	1075,9
Sıcaklık	5,2	5,4	6,8	10,6	14,8	19,3	21,7	21,5	18,0	14,3	10,2	7,5	12,9
İndis	91,6	63,0	59,0	34,4	24,4	25,2	28,1	30,4	38,3	63,6	70,6	92,2	35,6
	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Nemli

Yağış miktarlarının doğrudan ortalama sıcaklıklara oranlanması ile elde edilen indislerde, karasal bölgelerde gerçekte olduğundan daha nemli bir durumun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle Erinç, yağış etkinlik indisinin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklığı esas almıştır. Ancak bu değerlendirmede ortalama maksimum sıcaklığın 0°C'nin altına düştüğü aylar, evapotranspirasyonun olmadığı varsayılarak dikkate alınmaz.

Erinç 1965'e göre indis değerleri ve bitki örtüsü aşağıda verilmiştir.

I=indis

Kurak $I < 8$ Çöl

Yarı kurak $8 < I < 23$ Step

Yarı nemli $23 < I < 40$ Park görünümlü orman

Nemli $40 < I < 55$ Nemli orman

Çok nemli $I > 55$ Çok nemli orman (Erinç, 1965).

Erinç yağış etkinlik indis formülüne göre Sakarya nemli iklim bölgesinde bulunmaktadır (Tablo 11). Aylık kuraklık indis formülü sonuçlarına göre Sakarya'da 5 ay çok nemli (Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık), 1 ay nemli (Ekim), 4 ay yarı nemli (Nisan, Mayıs, Haziran ve Eylül), 2 ay ise yarı kurak (Temmuz ve Ağustos)'dır.

Sakarya'da hiçbir ayda indis 8'den küçük değildir yani kurak ay yoktur (Tablo 11). Akçakoca'ya gelince; yıllık indis değerine göre Akçakoca çok nemli iklim bölgesindedir. Akçakoca'da 6 ay çok nemlidir (Ocak, Şubat, Mart, Ekim, Kasım ve Aralık). 2 ay nemli (Nisan ve Eylül), diğer aylar ise yarı nemlidir (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos). Akçakoca, Sakarya'ya göre daha nemli görünmektedir. Çünkü Akçakoca'da kurak ve yarı kurak ay yoktur (Tablo12).

Tablo 11: Erinç formülüne göre Sakarya'da kurak-nemli aylar.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış	92,8	75,3	75,0	60,7	48,1	67,7	50,1	46,7	50,5	80,3	81,7	107,4	836,3
Ortalama Maksimum Sıcaklık	9,5	10,6	13,5	18,6	23,3	27,5	29,2	29,1	26,2	21,3	16,6	11,9	19,8
İndis	117,2	85,2	66,7	39,2	24,8	29,5	20,6	19,3	23,1	45,2	59,1	108,3	42,3
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli

Tablo 12: Erinç formülüne göre Akçakoca'da kurak-nemli aylar.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış	116,0	80,9	82,6	59,1	50,4	61,5	74,2	79,8	89,4	128,7	118,9	134,4	1075,9
Ortalama Maksimum Sıcaklık	9,3	9,5	10,8	14,7	18,9	23,5	25,6	25,9	22,9	19,1	15,2	11,8	17,3
İndis	149,7	102,2	91,8	48,2	32,0	31,4	34,8	37,0	46,8	80,9	93,9	136,7	62,3
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli

Thornthwaite'in iklim sınıflandırması, özellikle yağışla evapotranspirasyon ve sıcaklıkla evapotranspirasyon arasındaki ilişkilere dayanır. Thornthwaite'e göre yağışın evapotranspirasyondan devamlı fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir ve bu yerde bir su fazlalığı vardır. Öyleyse bu yerin iklimi nemlidir. Aksine, yağışların evapotranspirasyondan devamlı az olduğu yerlerde toprakta su birikmemekte ve bu toprak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu verememektedir. Böyle alanlarda su eksikliği vardır ve bu yerin iklimi kuraktır. Thornthwaite'in sınıflandırmasındaki iklim tipleri bu iki ekstrem arasında geçer. Thornthwaite öncelikle iklimleri yağışla evapotranspirasyon arasındaki ilişkiye dayanarak, nemli iklimler ve kurak iklimler olarak iki grupta toplamış; nemli iklimleri nemlilik derecelerine göre 6 iklim tipine, kurak iklimleri de kuraklık derecelerine göre 3 iklim tipine ayırmıştır (Dönmez, 1990b).

Bu konuda Prescott, Penmann ve Crowe tarafından geliştirilmiş formüller de bulunmaktadır. Ülkemizde en çok Thornthwaite yöntemi kullanılır (Erinç, 1969). Bu çalışmada da bu yöntem ile sahadaki iklim tipi ortaya konmuştur.

Sakarya'da Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yağışların potansiyel evapotranspirasyondan fazla olduğu görülür (Tablo13). Bu aylarda su fazlalığı vardır. Mayıs ayında sıcaklıkların artışı ve yağışların azalmasıyla potansiyel evapotranspirasyonun arttığı dikkati çeker. Potansiyel evapotranspirasyonun en fazla olduğu ay Temmuz'dur. Bunu sırasıyla Ağustos ve Haziran ayları izler.

Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında toprakta su noksanlığı söz konusudur. Toplam su noksanı 207,3 mm'dir. Sakarya'nın yıllık su fazlası toplamı ise 265,1 mm'dir.

Sakarya, Thornthwaite iklim tipine göre C₂ B'₂ s b'₄ harflerin ile ifade edilen yarı nemli, ikinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde orta derecede su noksanı olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer.

Tablo 13: Thornthwaite formülüne göre Sakarya su bilançosu (1965-2006).

Meteorolojik Etmen	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	5,9	6,4	8,3	12,8	17,2	21,2	23,1	22,8	19,4	15,3	11,1	7,9	14,2
Sıcaklık İndisi	1,28	1,45	2,15	4,15	6,49	8,91	10,1	9,95	7,79	5,44	3,34	2	63,1
Potansiyel Evapotranspirasyon	14,48	16,34	24,04	45,76	70,98	96,84	110	107,90	84,88	59,65	37,03	22,34	690,26
Düzeltilmemiş PE	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Düzeltilmiş PE	12,05	13,56	24,76	50,79	88,56	121,8	139,7	128,15	88,28	57,26	30,45	17,92	773,31
Yağış (mm)	89,70	72,70	71,10	62,90	45,80	73,60	51,40	52,90	47,30	84,20	86,20	102,3	839,60
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	0	-41,33	-46,24	-12,43	0	0	26,79	55	18,21	
Birikmiş Su	100	100	100	100	58,67	12,43	0	0	0	26,79	81,79	100	
Gerçek Evapotranspirasyon	12,34	13,72	24,76	50,34	87,13	119,8	63,83	52,90	47,30	57,41	31,20	18,37	579,15
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	73,69	73,34	40,76	0	0	0	207,3
Su Fazlası	77,36	58,48	46,34	12,56	0	0	0	0	0	0	0	65,72	265,1
Akış	71,54	67,92	52,41	29,45	6,28	0	0	0	0	0	0	32,86	260,45
Nemlilik Oranı	6,27	4,26	1,87	0,25	-0,47	-0,39	-0,63	-0,58	-0,46	0,47	1,76	4,57	

Tablo 14: Thornthwaite formülüne göre Akçakoca su bilançosu (1965-2006).

Meteorolojik Etmen	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	5,20	5,30	6,60	10,50	14,70	19,0	21,50	21,20	17,70	14,10	10,10	7,30	12,77
Sıcaklık İndisi	1,06	1,09	1,52	3,07	5,12	7,55	9,10	8,91	6,78	4,80	2,90	1,77	53,68
Potansiyel Evapotranspirasyon	15,33	15,73	21,09	39,22	61,50	86,66	102,2	100,3	78,83	58,17	37,24	24,13	640,45
Düzeltilmemiş PE	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Düzeltilmiş PE	12,75	13,05	21,72	43,54	76,77	109,5	129,8	119,2	81,98	55,84	30,60	19,34	713,70
Yağış (mm)	109,9	76,60	77,10	61,20	49,20	59,90	74,80	84,40	83,90	136,2	124,9	130,3	1,068,40
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	0	0	0	0	-27,5	-49,1	-23,2	0	1,92	80,36	17,72	0	
Birikmiş Su	100	100	100	100	72,43	23,28	0	0	1,92	82,28	100	100	
Gerçek Evapotranspirasyon	12,75	13,05	21,72	43,54	76,77	109,0	98,08	84,40	81,98	55,84	30,60	19,34	647,13
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	31,75	34,82	0	0	0	0	74,15
Su Fazlası	97,15	63,55	55,38	17,66	0	0	0	0	0	0	76,58	110,9	429,57
Akış	104,5	80,35	59,46	36,52	8,83	0	0	0	0	0	38,29	93,77	421,27
Nemlilik Oranı	7,62	4,87	2,55	0,41	-0,36	-0,45	-0,42	-0,29	0,02	1,44	3,08	5,74	

Akçakoca'da yağışların Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında potansiyel evapotranspirasyondan fazla olduğu görülür (Tablo 14). Bu aylarda su fazlalığı vardır. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise sıcaklığın fazla, yağışların az olmasıyla beraber evapotranspirasyon artmıştır. Potansiyel evapotranspirasyonun en fazla olduğu ay Temmuz'dur. Bunu sırasıyla Ağustos ve Haziran ayları izler.

Temmuz ve Ağustos aylarında olmak üzere iki ayda toprakta su noksanı bulunmaktadır. Toplam su noksanı 74,15 mm, yıllık su fazlası toplamı ise 429,57 mm'dir. Akçakoca'da iki ay kuraklık görülmektedir.

Akçakoca, Thornthwaite iklim tipine göre B2 B'2 r b'4 harfleriyle ifade edilen, ikinci dereceden nemli, ikinci dereceden mezotermal, su noksanı olmayan veya az olan, denizel şartlara yakın iklim tipine sahiptir.

Sonuç olarak ilk bakışta oldukça uzun bir kurak dönem varmış gibi görünse de hem Sakarya'da hem de Akçakoca'da toprakta birikmiş suyun kullanılmasıyla bu dönem oldukça kısadır (Sakarya'da 3 ay, Akçakoca'da 2 ay su noksanı vardır).

1.2. Bitkilerin Yetiştirme Ortamı Olarak Kumullar

Bitkilerin başlıca hayat kaynağı olarak tanımlanan toprağın bulunmadığı kumullar bitkiler açısından özel yetiştirme ortamlarıdır. Kıyı bölgelerindeki plajlar ve kumullar üzerinde yetişen bitkilere psammofit (yani kumullarda yaşayabilen) bitkiler denir. Bu bitkiler toprak tabakasına ihtiyaç duymayıp, kum zeminin üzerinde yaşarlar (İnandık, 1969). Çalışma alanındaki bitki türlerini psammofit, halofit bitkiler oluşturmaktadır ve türlerin tümü kumullar üzerinde yaşama imkanı bulmuştur. Bitki türlerinin üzerinde geliştiği Karasu kumullarının özellikleri bu başlık altında ele alınmıştır.

Kumların rüzgâr etkisiyle yığılmasından meydana gelen belirli şekillere kumul denilmektedir. Kurak bölgeler dışında kumulların en fazla görüldüğü sahalar kıyılardır (İnandık, 1971). Kumulu oluşturan kumun kaynağına göre de kumullar ikiye ayrılmaktadır. Bazı araştırmacılara göre kumulun kaynağı deniz ise bu kumula “kıyı kumulu”, iç kısımlarda ayrılmış kayalarsa buna da “iç kumul” denmektedir (Atay, 1972; Acatay, 1959). Çalışma sahasındaki kumullar bu iki oluşumu da içermektedir ancak genel olarak kıyı kumulu olarak adlandırılmaktadır. Karasu

kumullarında güncel kumul ortalama 6-7 metre yüksekliğindedir. Batıdan doğuya doğru yer yer daralma ve genişlemeler olmak üzere 50-300 metre arasında değişen bir kuşak bulunmaktadır. Kumul genişliği Sakarya ağzının doğusunda, batısına göre daha geniştir ve kumul sırtlarından meydana gelmektedir.

Kıyı kumulları binlerce yıllık rüzgâr, kıyı ve deniz kuvvetlerinin sonucu meydana gelmiş oluşumlardır (Wiedemann, 1984). Plajların hemen arkasından başlayarak sıralar halinde içeri doğru uzanan kum tepeleri deflâsyona çok uygun olduklarından rüzgâr ile içerileri doğru taşınmaktadır (İnandık, 71). Kumulların birleşmeleri sonucunda önkumul meydana gelmektedir. Bu şekilde meydana gelen kumul sıraları Sakarya Nehri deltasında oldukça belirgindir (Ertek, 2011).

Kumulların üzerinde rüzgâr etkisinin çok şiddetli olduğu kıyı bölgelerinde çukurlar arasındaki kum yığınları zamanla ortadan kalkar ve çukurlar birbiriyle birleşir. Bunların gerisinde ise nakledilen kumların birikmesiyle yeni kum tepeleri meydana gelir. Bu suretle oluşan kumlara *hareketli kumullar* denir (İnandık, 1971). Hareketli kumulların özellikleri; su depolamada çok düşük kapasiteye sahip olduğundan bitki yetişmesi için uygun şartları barındırmamaları, denizden esen rüzgârlar büyük miktarda tuz taşımalarının yanı sıra kumulun aşınması ve kurumasında etkili oluşu ile bu kumulların hızlı değişim özelliğine sahip olmaları nedeniyle vejetasyon açısından olumsuz bir durum yaratmalarıdır (Esler, 1970).

Araştırma alanında güncel kumul gerisinde, titan yoğunlaşmaları içeren, tipik kırmızımsı-kahverengi, yükseltileri maksimum 11 m'ye varan eski kumul alanları, güncel kıyı çizgisine koşut üç sıra oluşturur ve gerisindeki anakayaya kadar yaklaşık 2.3 km'lik bir kıyı kuşağı içinde yer alır. Güncel kıyı kumulları eski kıyı kumullarından kıyıya en yakın (en yeni) olanına yamanmıştır (Erkal, 2005). Aynı zamanda eski kumullar geriye, anakayaya doğru giderek artan yoğunlukta bir bitki örtüsüyle kaplı olup duraylaştırılmışlardır (TMMOB, 2012).

Kumullar rüzgârın belli bir hıza ulaşması sonucunda önce en küçük olanlardan başlayıp hâkim rüzgâr yönünde içerilere doğru hareket ederek, sahil hattına paralel bir biçimde rüzgâr hızının parçaları taşımayacak ölçüde azaldığı yerlerde sıralar oluştururlar. Bu sıra halindeki kum tepeleri sürekli olarak ilerlerken, gerilerde denizin yeniden getirdiği kumlar ilerleyenlerin yerini doldurarak yeni sıralar oluştururlar. İdeal bir yatık kıyı profilinde sıkça rastlanan kıyı kumulları

polisiklik (çok dönemli) bir gelişimin ürünleridir. Gelişimlerinin yıkım aşamasında olan bu kıyı kumulları deflasyonla kütle kaybetmekte, hacim ve alan olarak küçülme ve şekil de değiştirmektedirler (Erkal, 2005).

Kıyı kumulları eski ve yeni olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Karasu kıyısında yeni kumullar ön tarafta bulunur ve başlıca özellikleri hareket halinde olup değişikliklere uğramalarıdır. Üzerinde yoğunlukla bitkiler bulunmakla beraber, yer yer çıplaktır ve bitki örtüsünün bulunmadığı alanlarda rüzgârın erozyon ve taşıma faaliyeti kendini göstermektedir. Bunun sonucunda kumul tepelikleri sık sık yer değiştirirler. Hareket halinde olan yeni kumulların arkasında eski, sabit kumullar bulunmaktadır. Bunlar çoğunlukla, karakteristik kumul bitkilerinden ziyade kara tarafından gelip yerleşen bir vejetasyonla örtülüdür (İnandık, 1971). Karasu'da yer alan üç kumul sahası, Karadeniz kıyı çizgisinden yaklaşık 1,5 km içeriye kadar yayılmıştır. Bu kumul sıraları, en gerideki en eski, ortadaki eski, kıyıya yakın olanı ise en yeni oluşum şeklinde yaşlandırılabilir. Sahada bu sıralamayı ortaya koyan göstergeler ise toprak oluşumu, bitki örtüsü ve hareket durumlarıdır (TMMOB, 2012).

“Kum kaynağının varlığı, kumul oluşumu için ana unsurdur. Büyük kıyı kumulları daha çok nehir ağızlarında görülmektedir. Ana kaynağı su erozyonu ile dağlardan gelen toprak malzemesi olan kumulların oluşması için; nehirlerin getirdiği kumların denizlerde, nehir ağızlarında birikmesi, nehir ağızlarında biriken kumların dalgalarla kıyılara atılması ve kıyılara atılan kumların rüzgârlarla kıyidan içerilere taşınması gerekmektedir” (Uslu, 2012a). Araştırma alanında Sakarya Nehri'nin taşıdığı sedimentlerin yanı sıra dalgalar da mekanik etkileriyle kıyıları parçalayarak kıyı kumul oluşumuna katkıda bulunmuştur. Rüzgârlar, dalgalar, özellikle nehirlerin denize açıldığı yerlerde, kumu nehirlerden alıp civardaki alçak sahillere, koylara yığarlar. Karasu kıyı kumulları, Batı Karadeniz bölgesinin nadir kumullarından biri olup bu şekilde meydana gelmiştir. Bölgeden denize dökülen Sakarya Nehri ve Melen Çayı gibi akarsuların kum malzemesi ve sedimentleri, kıyının en önemli beslenme malzemesini oluşturup, denizin kıyıda yaptığı mekanik parçalamadan daha fazla rol oynamaktadır. Bu malzemenin dalga ve akıntılar yardımıyla kıyıya taşınması sonucu doğal kumul alanları oluşmuştur (TMMOB, 2012). Plaser gelişiminde yanal dalga hareketleri önemli rol oynar. Bu sayede

kırıntılı malzeme sahil boyunca sürüklenerek nehir ağzından itibaren daha geniş bir alana yayılmakta ve ince boyutta zenginleşen dayanıklı ağır mineraller ile dayanıklı olmayan taneler doğal olarak birbirinden farklı alanlarda seçilmektedir. Böylece geride kalan kırıntılı malzemede, sertliği ve özgül ağırlığı yüksek aşınmaya dayanıklı taneler zenginleşmiştir (Mugan ve İpekoğlu, 1995).

Çalışma alanında kahverengimsi renkleriyle dikkati çeken kıyı kumulları demir içeren minerallerin ayrışmasına, demiroksitlerin oluşmasına olanak sağlayan zaman aralığına bağlı olmakla beraber deniz düzeyi (kıyı çizgisi) değişimlerini de yansıtmaktadır. Kıyı çizgisinin değişmesinden ortaya çıkan bu kıyı gerisi alanlar, eski lagün, lagün kıyısı, bataklık gibi jeomorfolojik birimleri ve fasiyesleri oluştururlar (Erkal, 2005). Önkıyıyı oluşturan kumulda ise güncel kıyı çizgisinden karaya doğru farklı dalga yüksekliklerinin meydana getirdiği çeşitli büyüklüklerdeki kum basamakları, dalga setleri veya fırtına setleri yer almaktadır (Fotoğraf 1). Fırtına setleri dalga etkinliğinin oluşturduğu kumsal kumu şekilleridir. Kıyı çizgisine az çok paralellik gösteren bu kum basamakları ve dalga setlerinin yükseklikleri kara tarafına doğru artarak devam etmektedir (Turoğlu, 2010).



Fotoğraf 1: Kumullarda oluşan dalga setleri.

“Kumullar; humus ve kil gibi bağlayıcı maddeleri olmayan ya da çok az bulunan, temelde kuartz içerikli gevşek, çok küçük unsurlardan meydana gelen oluşumlardır” (Acatay, 1959). İçeriklerinde volkanik, metamorfik veya sediment kaynaklı kayalar ile granül materyaller bulunabilmektedir. Teknik olarak kum boyutları 0,0625'ten 2,0 mm aralıkta bir çap ile sınırlandırılmaktadır (Wilson, 2000). Uluslararası sınıflandırma sistemine göre 2,0-0,02 mm arasında olanlar kum olarak kabul edilirken, U.S.D.A (United States Department of Agriculture)'ya göre 2,00-0,05 mm arasında olanlar kum olarak belirtilir (Mater, 1998). Araştırma alanında yapılan çalışmalarda kumulların 3-6000 yıl yaşında olduğu ortaya çıkmıştır (TMMOB, 2012).

Kumlar arasında tutulan organik madde ve kil tanelerin birbirine tutunmasını sağlar. Kum içerisinde kil noksanı iyon alışverişinin de olmayışına sebep olur ve bu durum bitkiler bakımından önemlidir. Çünkü bitkiler bu yolla bitki besin maddelerinden faydalanırlar (Atalay, 2008b). Bu gibi kumul alanlarında verimlilik nemle, nem ise kıyı kumunun ince tanelilik ve organik madde miktarı ile ilgilidir (Atay, 1972). Kumullardaki bitki açısından olumsuz çevre şartlarından diğerleri; yüzey hareketliliği, kumuldaki bitki besin maddelerinin azlığı, güçlü rüzgârlar, tuz spreysi ve su eksikliğidir. Bazı bitki türleri bu faktörlere karşı adaptasyon veya kısıtlayıcı tepkiler gösterebilmekte ve bu türler hareketli kumul ortamlarına da ayak uydurarak bu alanlarda gelişmektedir (Wiedemann, 1984).

Kumullar yetiştirme faktörlerinin iç içe geçmesi nedeniyle bitkiler için karmaşık habitat sistemleridir. Kumullarda tuzluluk, besin azlığı, nem azlığı, rüzgâr ve su basması gibi olumsuz durumun çoğu kıyı mesafesine bağlıdır. Kıyıda tuzluluk, rüzgâr ve su basması, kara kesimlere oranla oldukça güçlüdür. Kumulun deniz etkisiyle tuzlanma derecesi, üzerinde durulması gereken önemli bir husustur. Rüzgârın taşıdığı toz halindeki tuz kumul yüzeyinde toplanır ve yağışlarla aşağı katlara taşınır. Bir kumulda tuz konsantrasyonu yer değişiyorsa vejetasyon da yer değiştirmektedir. Toz halinde tuz en çok önkumullarda ve kumul gerisinde denize bakan kesimlerde bulunur. Bu nedenle önkumul üzerindeki bitkiler daha fazla tuzlu suya maruz kalmaktadır (Esler, 1970).



Fotoğraf 2: Kıyı çizgisine yakın bitkiler daha fazla tuzlu suya maruz kalmaktadır.

Karasu kıyı kumullarında güneye gidildikçe tipik kumul topografyası sunan daha killi kumlara geçilir. Toplam kum seviyesinin kalınlığı 30-50 m arasında değişmektedir (Mugan ve İpekoğlu, 1995). Kumların altında, alanın tümünde yaygın durumda olan ve yer yer incelik kalınlaşan killi bir kuşak, ana kaya üzerinde durmaktadır. Kumul şeritleri, içerisindeki kum malzemesine göre bazı renkler göstermektedir. Özellikle Sakarya Nehri ağız kısmı boyunca batıya doğru, kumların içerisinde yer yer siyah renkli malzemeler göze çarpmaktadır (Fotoğraf 3). İçeriğindeki ağır mineraller bolluk oranlarına göre sırasıyla magnetit, zirkon, granat, ilmenit, epidot, rutil, turmalin, hematit, limonit, amfibol, piroksen, apatit, monazit, torittir (Mugan ve İpekoğlu, 1995).

Kumulların kaynağından biri olan Sakarya Nehri'nin yatağı boyunca geçtiği araziden gelen sedimentlerin litolojik tanımı Stchepinsky (1942) tarafından yapılmıştır. Buna göre nehir; serpantinitle, oldukça ayrılmış andezitler, Kambriyen-Orta Karbonifer yaşlı düşük dereceli metamorfizmaya uğramış ve/veya diyajenetik transgresif bir çökel istif ile bunların tabanındaki gnaysları kesmektedir. Permo-Karbonifer yaşlı rekristalize kireçtaşları da drenaj ağı içinde yer almaktadır. Mesozoik'teki oluşumlar; kumtaşları, marn ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan fliş

istifi ile temsil edilmektedir. Senozoik çökelleri ise Oligosen'e kadar kumtaşı ve marn aralanmalı fliş fasiyesi ile kireçtaşlarından oluşur. Oligosen ve Neojen yaşlı birimler, konglomeralar ile kumlu akarsu çökelleri şeklindedir. Bu bilgilere göre Sakarya Nehri'nin taşıdığı kumulu oluşturan unsurlar, araştırma alanı içinde bulunan kıyı kumullarının içerdiği ana malzemeler olan kayaçların içeriği hakkında fikir edinilmesini sağlamaktadır (Stchepinsky 1942).



Fotoğraf 3: Çalışma sahası kumullarının içeriğindeki ağır metaller, yüzeyde siyah malzeme olarak göze çarpmaktadır.

Karasu kumullarında plaser titani da tespit edilmiştir. Kumul kumlarından daha ince boyutlardaki titan, çalışma sahasında bir gün içinde bile değişen kuzey sektörlü egemen rüzgâra dik olarak uzanan kıyı kumullarının denize bakan tarafında toplanmaktadır. Sakarya Nehri tarafından taşınarak kıyıya getirilen titan plaserleri kuzey sektörlü egemen rüzgârlar tarafından eski kıyı çizgisi/lerinin gerisinde kıyı kumullarını oluşturmuşlardır. Bu kumullar, üzerinde bitki örtüsünün kısmen gelişebildiği yerlerde kum sırtlarının üst kesimlerinin yıkanması ve ayrışma

süreçlerinin de etkisiyle tutturulmuş, kırmızımsı-kahverengimsi renk kazanmış ve hatta daha yüksek bir deniz seviyesinin (Flandriyen transgresyonunun) eski kıyı izlerini yansıtmaktadır (Erkal, 2005).

Sakarya Nehri'nin geçtiği arazilerdeki genel litolojik tanım ve 1:500.000 ölçekli M.T.A. jeoloji haritası dikkate alındığında zirkon, monazit, apatit, turmalin, epidot, granat gibi ağır minerallerin kaynak kayası olarak Sakarya Nehri Havzası boyunca yüzeylenen magmatik ve metamorfik kayalar düşünülmektedir (Stchepinsky, 1942). Ağır minerallerin türediği kaynak kaya/kayaların belirlenebilmesi için Sakarya Nehri'nin kenar çökellerinin ağır mineral içerikleri incelenmiş ve sahil kumları ile mineralojik olarak uyumlu olduğu ortaya konmuştur. Ancak Sakarya Nehri'nin kenar çökellerinin içerdiği ağır minerallerin oranı sahil kumlarının içerdiği orandan çok daha düşüktür (Mugan ve İpekoğlu, 1995).

Kumların tane yapısına bakıldığında tane boyu dağılımını esas alan elek analizi sonucunda araştırma sahası kumlarının % 90-95 oranında +0,150-0,300 mm boyutları arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. 0,150 mm altında kalan taneler ise ortalama %5 oranında bir yer tutmaktadır. Kum örnekleri üzerinde yapılan incelemelere göre, taneler uzun süreli taşınmanın ve rüzgâr, dalga gibi akışkanların etkisi ile kırılıp, çizilmiştir. Ağır minerallerin diğer unsurlara göre daha az aşındığı da dikkat çekmektedir. Yuvarlaklık ölçüsü (0,4) ve kum tanelerinin boylanma (orta), küresellik (0,7) gibi parametreleri, kaynak kayanın sahile yakın olmadığına ve tanelerin uzak bir mesafeden taşındığına işaret eder. Bu durum, kumların aynı kaynak bölge/bölgelerden türediğini desteklemektedir. Böylece plaser oluşumunun Sakarya Nehri'nin aşındırarak getirdiği kırıntılı malzemeyi Karadeniz'in bu kesimdeki alçak kıyı alanlarında biriktirmesi sonucu geliştiğini göstermektedir. (Mugan ve İpekoğlu, 1995) .

Kıyı kumullarında kıyıya yakın alanlar çok çeşitli nedenlerden dolayı bitkiler için yüksek stresin söz konusu olduğu yerlerdir. Bu zonda yüksek sıcaklık, nem stresi, tuzlu su zerreciklerine maruz kalma ve bitki besin maddelerinin azlığı gibi faktörler bu stres nedenlerinin başında gelir. Özellikle kuvvetli fırtınalar sırasında dalgaların etkisiyle ve rüzgârın taşımasıyla kuma gömülme yine bu zonda bitkilerin en sık maruz kaldığı olumsuz koşullardır. İç kesimlere doğru gidildikçe bu stres faktörleri azalmaya başlar. Bunun en belirgin göstergesi de bitki örtüsünde meydana

gelen değişimdir (Reed vd., 2009; Davidson-Arnott, 2010). Kumullar üzerinde bitki gelişimi ile ilgili Cowles tarafından daha 1899'da önerilen ve klasik kabul edilen model, zaman, artan nem miktarı ve besin varlığının, yüzeyin kararlılığını artırarak bitki türlerinin devamlılığını sağladığını vurgulamaktadır. Bu model kumul sistemlerinin gelişimi bakımından geçerliliğini sürdürmektedir. Ancak bu durum günümüzde kumul sisteminin mekansal (morfolojik) gelişimini çok daha fazla yansıtan herhangi bir yerde zamansal gelişme olarak kabul edilmektedir (Reed vd., 2009).

Ilıman bölgelerde kışın bitki ortadan kalkar ve kumullar daha içerilere taşınır. Sonuçta bu bölgelerde kumul hareketi ve birikiminde vejetasyonun sabitleyici etkisi, belirgin mevsimsel değişiklikler gösterir (Reed vd., 2009). Aynı durum Karasu kumulları için de geçerlidir. Sahada özellikle önkumul alanlarında yaygın olan bitkilerin büyük kısmı ortadan kalkar. Bu durum kış aylarında iç kesimlere kumun daha kolay taşınımını sağlar.

Sonuç olarak kumullardaki koşulların bitkiler açısından çok çeşitli olduğu belirtilebilir. Direkt ışığa maruz kalma ve yansıma, ekstrem sıcaklıklar, kuvvetli rüzgârlar, kum fırtınaları, kumlu toprak gibi çetin koşullar evaporasyonu artırır. Ancak su tablasının yukarıda olması olumsuz koşulları bir parça da olsa hafifletir. Bu nedenle de gerçek kumul bitkilerinin büyük kısmı kısa boyludur, uzun kök sistemleri vardır, odunsu gövdeler geliştirirler ve yapraklar kalınlaşmıştır (çoğu zaman yapraklar küçülür, yapraklar simetriktr-euilateral yaprak). Bazılarında epidermis kalınlaşmıştır ve stomalar gömülmüştür (Starr, 1912). Bu özelliklerin birçoğunu inceleme sahasının kumul bitkilerinin önemli bir kısmında gözlemlemek mümkün olur (Fotoğraf 4, 5).



Fotoğraf 4: Kumul bitkilerinin kök sistemleri buradaki koşullara göre gelişmiştir. Uzun kökler ve odunsu gövdeler çoğu zaman birçok kumul bitkisinde dikkat çeker.



Fotoğraf 5: Kumul içinde *Cionura erecta* kökleri.

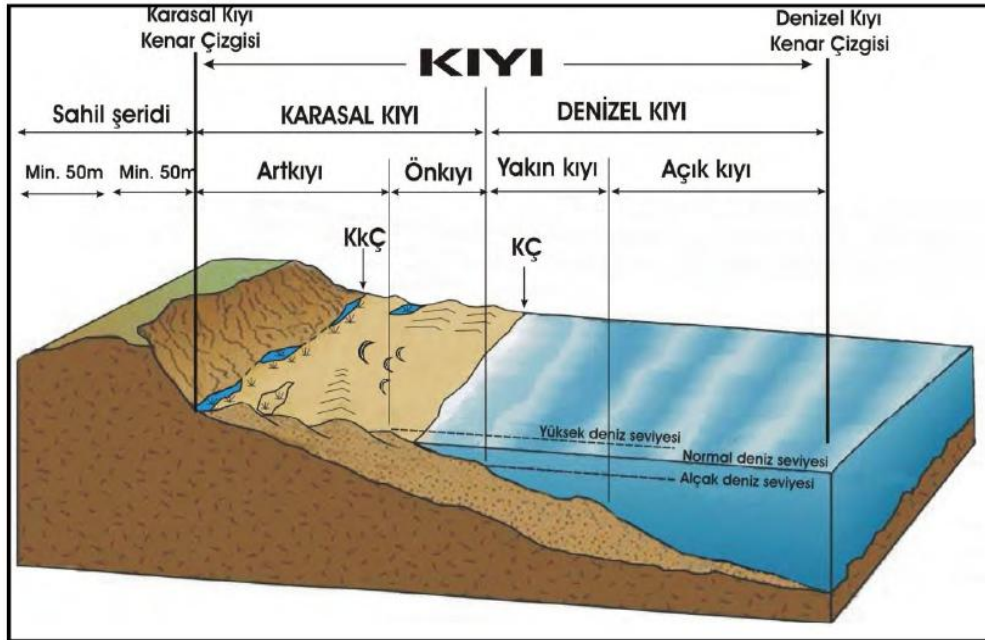
1.3. Araştırma Sahasının Jeomorfolojik Özellikleri

Karaların deniz boyunca uzanan kenarına “deniz kıyısı” denir. Kıyı çizgisi ise kara ile denizin birbirine değdiği yerdir. Kıyıyı sınırlandıran faktör yani deniz, hareket halinde olduğu için tarif edilirken bu durum dikkate alınmaktadır. Kıyının

bulunduğu yer, şelf sahasının kara tarafındaki kenarıdır (İnandık, 1971; Turoğlu 2010); (Şekil 21).

Kıyılar, su ortamları ile karasal ortamlar arasında, farklı boyutlardaki alanlar ile temsil edilen geçiş zonlarıdır. Bu zonlar, alçak kıyılarda bazen yüzlerce metre hatta kilometrelerce genişlik ve uzunluklarda olabilir. Kıyıların en önemli özelliği denizin etkilerinin doğrudan ya da dolaylı olarak hissedildiği kara alanları olmasıdır (Turoğlu, 2010). Kıyı tipi ifade edilirken strüktür dikkate alınmaktadır. Karadeniz kıyıları genel olarak kayaçlardaki kıvrım (antiklinal ve senklinallerin) eksenlerinin kıyıya az çok paralel uzanması nedeniyle boyuna yapıli kıyılar sınıfına girmektedir. Senklinallerin veya sübsekant depresyonların deniz seviyesine yakın bir durumda arka arkaya sıralanmış olmaları nedeniyle de Dalmaçya kıyı tipinde kategorize edilmektedir (İnandık, 1971).

Karasu kıyı çizgisi kabaca SE-NW (güneydoğu-kuzeybatı) doğrultusunda, girinti çıkıntının fazla olmadığı düze yakın bir uzanışa sahiptir. Doğu-batı yönünde kesintisiz 40 km'lik bir kıyı alanı bulunmaktadır. 5-10 metre arasında değişen kumul tepelerinin yükseltileri göz önüne alındığında topografik şartların iklim üzerinde etkisiz kaldığını söylemek mümkündür.



Şekil 21: Karasu kumullarının bulunduğu alan "alçak kıyı tipi" olarak tanımlanır (Turoğlu, 2010).

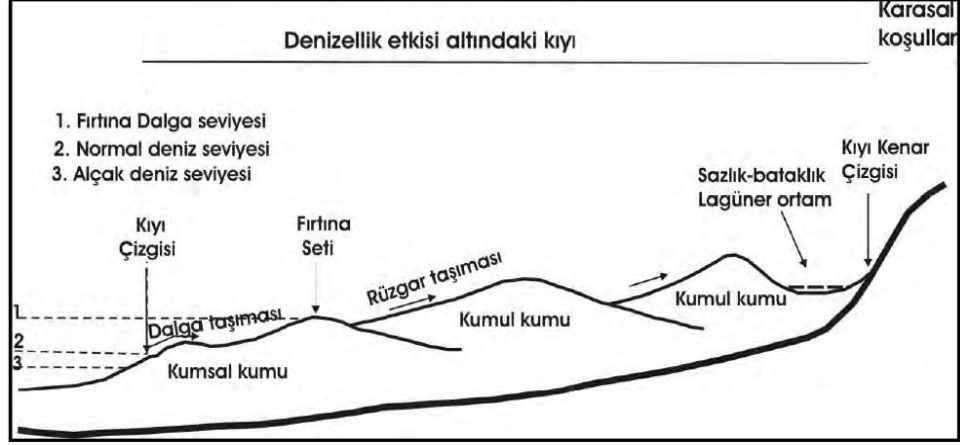
Kumul sahası, kıyı ovası karakterindeki alçak, düz bir alandan oluşmaktadır. Alçak kıyı karakterinin geniş alanlar kaplaması nedeniyle yağışlı dönemlerde bu alan içinde taşkın ve göllenmeler oldukça geniş alanları etkilemektedir (TMMOB, 2012; Fotoğraf 6). Alçak kıyılar, kıyı çizgisinin meteorolojik olaylardan etkilenecek sık sık kolaylıkla değişebildiği kıyılardır. Bu kıyılar; kıyı hareketlerinin oluşturduğu plaj, kara yönünde geri planda kumul tepeleri, kumul sırtları ve/veya birbirine az çok paralel kumul dizileri halindeki hareketli kumul sırtları, lagün alanları, sazlık, bataklık, karasal malzeme içermeyen, tamamen denizel olan kumluk, çakıllık, denizel kavkı kırıntıları vb. malzemeler içeren kıyılardır (Turoğlu, 2010).



Fotoğraf 6: Kara yönüne doğru kumul sırtları arasında oluşan sazlık bataklıklara bir örnek.

Alçak kıyıların karakteristik elemanları kumlu ve çakıllı plajlardır. Çakıllar dalga ve akıntı enerjisi yüksek kıyılarının iri taneli kıyı birikim unsurlarıdır. Buna karşılık kum birikintileri daha düşük enerjili ortamları temsil ederler ve rüzgârlar tarafından taşınırlar. Kum plajların olduğu alçak kıyılarda güçlü rüzgârların yüksek frekans ile etkili olmasıyla bu kıyılarda kıyı kumulları meydana gelmektedir (Turoğlu, 2010). Bu duruma Karasu kumulları örnektir. Kumul ön kıyı kesiminde güncel kıyı çizgisinden karaya doğru farklı dalga yüksekliklerinin meydana getirdiği

çeşitli büyüklükte kumsal basamakları, dalga setleri veya fırtına setleri yer alır. Bunlar dalga etkinliğinin oluşturduğu kumsal kumul şekilleridir ve doğrultuları kabaca kıyı çizgisine paraleldir, yükseklikleri de kara tarafına doğru artmaktadır (Turoğlu 2010; Şekil 22). Ön kıyıdaki kumul basamakları ya da sırtları kıyıya en yakın alanlarda genellikle otsu bitkilerle işgal edilmiştir.

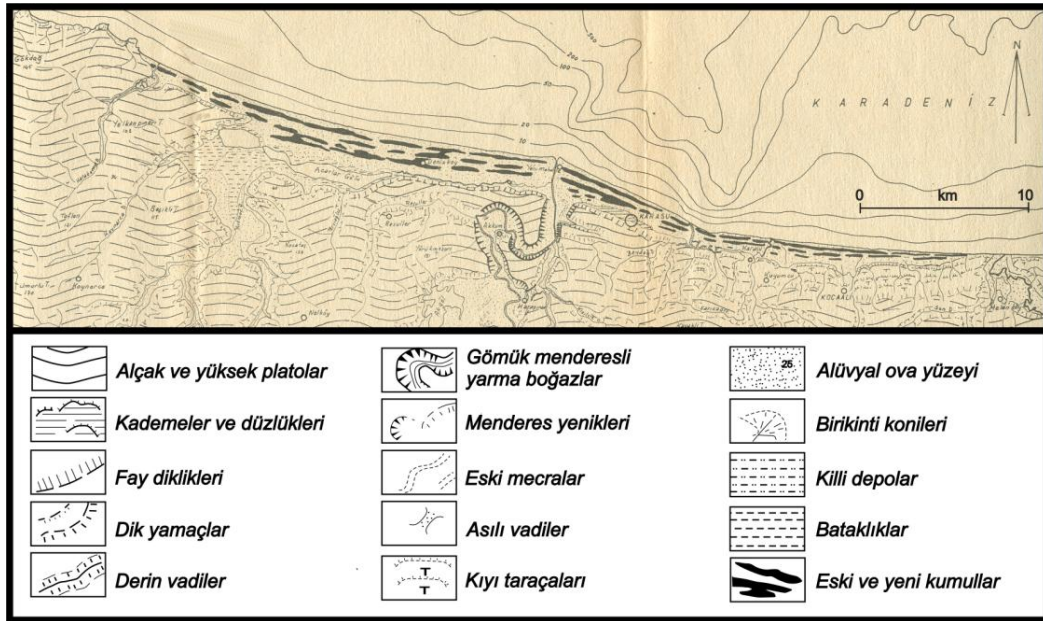


Şekil 22: Karasu kumullarından örnek bir kesit (Turoğlu 2010).

Kıyı kumulları geçmişteki jeolojik olaylar sonucu oluşmuş ve günümüzde oluşumuna devam eden yerlerdir. Bu oluşum ve gelişime etki eden etmenler rüzgâr, su hareketleri, sediment kaynakları ve vejetasyondur. Diğer etkiler ise toprak oluşumu, yangın ve insan aktiviteleridir. Ancak bunlar temel kumul oluşumunun dışında modifiye elemanlar olarak belirtilmektedir. Nehirler, deniz dalgaları ve yağış kumul üzerinde etkide bulunan hidrolojik sistemdir (Wiedemann, 1984). Yapılan çalışmalar sonucu Karasu kıyı alanına ait dalga parametrelerinde etkin dalga yönü NNE olarak belirlenmiştir ve yönü kıyıya diktir. Dalgaların kıyıya dik gelmeleri önemli ölçüde kum taşınmasına neden olur. Kum taşınım hesapları bu kıyıların aktif bir kıyı olduğunu göstermektedir. Taşınım doğu-batı ve batı-doğu olmak üzere iki yönlüdür. Ancak uzun dönemde bakıldığında taşınımın batıdan doğuya doğru daha fazla olduğu ve Sakarya Nehri ağzının doğu kısmının batıya oranla biraz daha genişlediği görülür. Kıyı alanının oluşumunda bu sürecin de etkili olduğu ve jeomorfolojik yapının kıyıya dik taşınımından etkilendiği ortaya konulmaktadır (Yüksel, 2011). Kumullar birçok kum formunun kompleks mozaikleridir. Taşınmış kumlar, rüzgârın, suyun ve bitkilerin etkileşimi sonucu oluşmaktadır. Kış aylarında

fırtına dalgalarının erozif faaliyetleri nedeniyle plaj kesimleri dik ve dar hale gelebilmektedir. Birikmiş kumun birçoğu bu şekilde yıkanarak daha derin su formuyla kıyıya uzak kum tepelerinde biriktirilme eğilimi gösterir. Yaz aylarında ise sedimentler tekrar plaja taşınarak bu kesimi geniş ve eğimli hale getirmektedir (Wiedemann, 1984).

Araştırma alanında bu özellikler kuvvetle kendini göstermektedir. Kıyı boyunca kum tepelikleri, sazlıklarla çevrelenmiş bataklıklar, kumul sırtları gibi oluşumlar bulunmaktadır. Çukurlukların bazılarında içini tümüyle kaplayacak şekilde su bulunurken bazılarında yalnızca tabanı örtecek şekilde düşük su seviyesi görülür. Tabanlarında çamur, silt boyutunda ince taneli durgun su çökelleri vardır. Bu ince taneli malzemeler rüzgâr ile taşınıp çökelmişlerdir (Turoğlu, 2010; Şekil 23).



Şekil 23: Araştırma sahasının jeomorfolojik özellikleri (Bilgin, 1984).

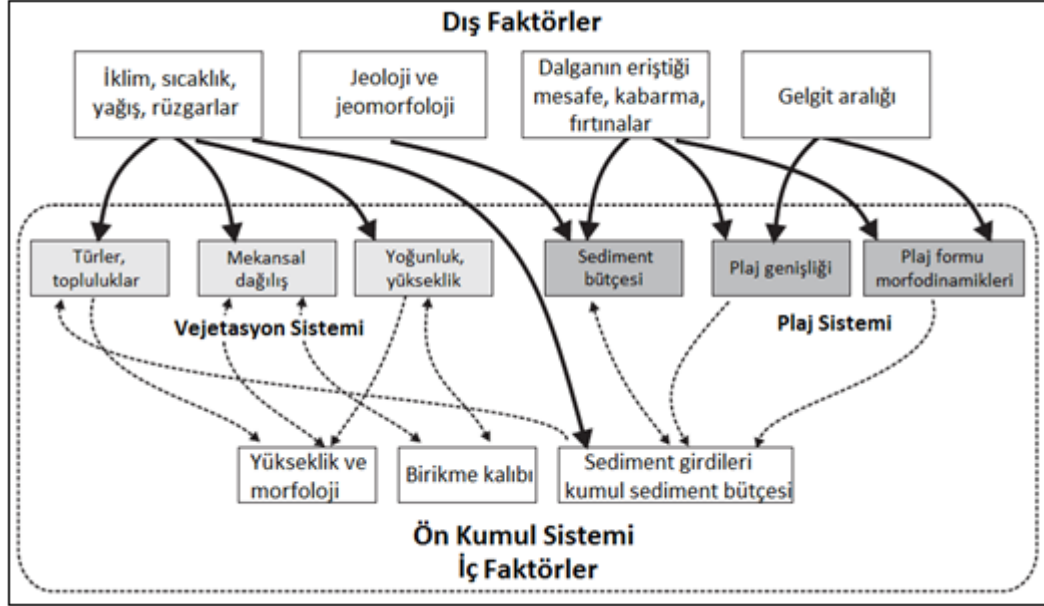
Bitkiler kumul şekillerinin gelişimi boyunca derinlere doğru kum gömülümünü başlatır. Stabilizasyondaki önemli etkileri sayesinde kum yüzeylerinin yer değiştirmesini engellemektedirler. Kum kaynağındaki azalmadan dolayı kumul şeklinin degradasyonuna “kum açlığı” adı verilir. Kumul gelişim ajanlarının pasif hale geçmesinde, bitki yayılımının durdurulması, kumul yüzey erozyonu ve kum sürüklenmesi (rüzgârın veya sadece kumun etkileşimi) oldukça önemlidir (Wiedemann, 1984). Bitki formasyonlarının ortadan kalkması, bazı türlerin kök

sistemleriyle tuttuğu kumun rüzgâr etkisiyle süpürülmesine, alanda yüzeyden başlayıp derinlere doğru devam eden bir kum erozyonunun meydana gelmesine ve kum içindeki organik madde döküntüsünde yaşayan mikrofaunanın (Atalay, 2008b: 530), besin maddelerinin sonlanmasına neden olacaktır. Çalışma alanında böyle bir durumla karşılaşılması sonucunda kıyı kumulları hızla yok olma eğilimine girecektir. Kumulların ortadan kalkmasıyla da ülkemizdeki habitat çeşitliliği azalacaktır.

Bitki örtüsüyle ilişkili olarak kıyı kumul şekillerinin oluşumu genel olarak Tablo 15'te ifade edilmiştir. Burada özellikle bitki örtüsünden yoksun olan serbest kumullar üzerinde belirli şekillerin geliştiği doğal bitki örtüsü ya da sonradan bitkilendirme yapılmış kumullar üzerinde ise daha farklı şekillerin geliştiği görülmektedir. Bu nedenle aslında kumul üzerine gelişen şekillerin oluşumunda bitki örtüsünün rolünün son derece önemli olduğunun vurgulanması gerekir. Dolayısıyla kumullar bitkilerin yetişme ortamı bakımından önemli olmakla beraber kumul rölöfinin gelişmesi bakımından da önemli bir aktör olarak rol oynamaktadır (Şekil 24).

Tablo 15: Bitki örtüsüyle ilgili olarak kıyı kumul şekilleri ve kararlılık (Davidson-Arnott 2010'dan).

	Bitki Örtüsü	Kumul Şekli	Notlar
Serbest Kumullar	Bitki örtüsü yok ya da dağınık	Barkanlar, barkan benzeri sırtlar, dik ve küt sırtlar	Çöl kumulları benzeri geniş kumul şekilleri; kıyılarda ve kumul sahalarında.
	Kumullar bitki örtüsü ile sınırlanmakta	Birikim sırtı	İlerleyen kumul alanların rüzgârın tersi olan kıyılarında bulunur.
		Parabolik kumullar	Önkumullarda ve sabit kumullarda erozyon.
	Bitki örtüsü ile kaplı kumullar	Sabitleşmiş sırtlar Kumul sahaları	İlerleyen kumul üzerinde önceden aktif olan kumul şekilleri.
	Ağaçlandırma (bitkilendirme) yapılmış kumullar	Embriyo kumullar	Vejetasyon üzerinde ve çevresinde gelişmiş genellikle süreksiz küçük şekiller.
		Önkumul sırtı	Kıyıya paralel olarak uzanan sürekli, büyük ve kararlı özellikler.
Sabit Kumullar	Ağaçlandırma (bitkilendirme) yapılmış kumullar	Relikt önkumul sırtı Dik sırtlar	Gerilemekte olan kıyı alanları üzerinde oluşmuştur. Yeni kumullar olduğundan kıyıdan uzaklaşmıştır.

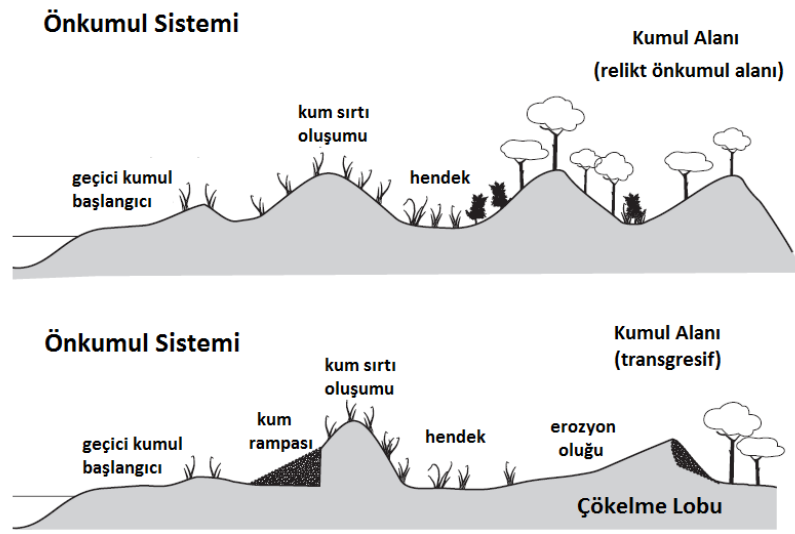


Şekil 24: Önkumul sistemini etkileyen faktörler (Davidson-Arnott, 2010).

Kumul tipleri aslında temelde 2'ye ayrılmaktadır: Bunlar büyük oranda bitki örtüsünün yoğunluğu ile belirginleşen sabit kumullar ve bitki örtüsünün az ya da hiç olmadığı hareketli kumullardır. İlksel oluşum halindeki kumul (embriyo kumulları) ve kumul sırtını kapsayan önkumul sistemi, çoğu zaman ilksel kumullar (primary dunes) olarak da ifade edilir. Önkumul sırtlarının karakteristik özelliklerinden birisi hakim rüzgâr yönünden bağımsız olarak bunların kıyıya paralel uzanmasıdır. Bunun temel nedeni bitki örtüsünün gelen kumu tutmasıdır (Davidson-Arnott, 2010).

Oluşum halindeki kumullar önkumulun çarpma yamacının denize doğru olan kesiminde meydan gelirler ve kıyı üzerindeki tek tük bitkiler buranın gerisindedir veya bu alanda da yer alabilir (Davidson-Arnott, 2010). İlksel kumulların yükseklikleri birkaç cm'den birkaç metreye değişebilir, genişlikleri ise 10-20 metreyi bulabilir. Kıyı üzerinde bitki örtüsünün gelişimi yüzey şeklindeki kumun tabanından ya da kumun içindeki rizomlardan (rizom; diğer adıyla köksap: Toprak altında bulunan ve yukarı doğru filizler, aşağı doğru da kökler veren kalın yatay gövde) bitkilerin vejetatif üremelerinin ya da tohumdan yeni bitkinin ortaya çıkmasının bir sonucudur. Bu sahalarda bitki örtüsünün gelişmesi karaya doğru olan eski kumul

alanlarına malzeme taşımını da azaltır. Buralarda gelişen bitkiler efemeral özellik gösteren (yani kısa ömürlü) ve varlıklarını birkaç ay yada birkaç yıl sürdürebilen türlerdir (Davidson-Arnott, 2010). Karasu kumullarında bu bitkilere örnek olarak *Pancratium maritimum* (kilyos moru; soğanlı, çok yıllık), *Cyperus capitatus* (topalak; çok yıllık, rizomlu bir bitki), *Cionura erecta* (dağ sarmaşığı; çok yıllık), *Jurinea kilaea* (Kilyos moru; çok yıllık rizomlu), *Sophora jaubertii* (rizomlu) verilebilir (Fotoğraf 7).



Şekil 25: Önkumul sisteminde bazı şekillerin gelişimi (Davidson-Arnott, 2010).



Fotoğraf 7: Önkumulda yayılış gösteren çok yıllık soğanlı ve rizomlu bitkilerin yayılışlarına örnek. Ön planda kum zambakları ve *Sophora jaubertii*, arkada *Holoschoenus vulgaris* toplulukları.

Önkumul alanından karaya doğru gidildiğinde ikincil kumul sistemi olarak da isimlendirilen sabit kumul alanına geçilir. Eski önkumul sırtları şekil ve pozisyon anlamında sabitlenmiş vejetasyonla kaplanmıştır (Fotoğraf 8). Bunlar eski kıyı çizgisinin durumunu da yansıtır. Ancak çoğu yerde vejetasyon zaman zaman hem doğal hem de beşeri etkilerle bozulur ve böylece kumullar kararlılığını yitirebilir. Sonuçta çeşitli ikincil formlar oluşabilir. Bunlar 10-20 metre genişliğinde küçük çanak şekilli ya da uzunlamasına şekilli parabolik kumullar olabilir. Sabit kumullar dalgaların etkisinde değildir. Hakim rüzgâr yönü, vejetasyon, taban suyu ve alttaki topografya bu alanı şekillendirir (Davidson-Arnott, 2010).

Turoğlu, çalışma sahamızın bir bölümünde yaptığı çalışmasında artkırıdaki kumul kumunun karasal malzeme içermediği, denizel kumul kalınlığının 2 metreyi bulduğunu ifade eder (Turoğlu, 2010).



Fotoğraf 8: Sabit kumullarda gelişen ağaç ve çalı formundaki bitkiler.

II. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜNÜN DAĞILIŞI

Ülkemizde kıyılardaki kumul alanları, üzerlerinde yoğun orman toplulukları olmamasına karşılık, özel kumul vejetasyonu ile dikkat çekmektedir. Bu kumul alanları (Terkos kıyıları, Şile kıyıları, Karasu kıyıları, Kızılırmak, Yeşilirmak, Meriç, Göksu deltaları gibi) üzerlerinde yayılış alanı bulan kumul vejetasyonu içinde çok sayıda nadir ve endemik bitkiye de ev sahipliği yapar. Ancak bu sahalar özellikle yaz aylarındaki yoğun nüfuslanma nedeniyle çoğu yerde büyük değişime uğramıştır (Avcı, 2005).

İncelememize konu olan Karasu kumulları zengin bitki örtüsüyle dikkat çeken kumul alanlarından birisidir. Yer yer yükseltisi birkaç metreyi bulan kumul sırtları halinde kıyıya paralel uzanan kumul alanı karaya doğru bazı yerlerde 2 km kadar sokulur.

Sakarya Nehri'nin her iki yanında uzanan kumul sahası üzerinde kumul vejetasyonu çok sayıda bitkinin bir arada bulunduğu bir sahadır. Bu çalışma esnasında sahadan toplanan bitkilerden 75 farklı türün tanımı yapılmıştır. Bu bitkilerden bazıları nadir ve endemik oluşlarıyla dikkat çekmektedir. *Centaurea kilaia* (Kilyos peygamber çiçeği) ve *Verbascum degenii* (sahil sığırkuyruğu) sahadan topladığımız endemik bitkilere örnektir. Bu türler küresel ölçekte nesli tehlike altında kabul edilen bitkilerdir. Kumul vejetasyonu içinde *Peucedanum obtusifolium* (kıyı kerevizi)'da yayılış alanı bulur. Kıyı kerevizi Avrupa ölçeğinde tehlike altında kabul edilen nadir bir türdür. Kıyı kumullarında az sayıda yetişen ve sürünücü gövdesi olan bu bitki Karadeniz kıyılarının güneybatısı için endemik kabul edilir.

Bu türler dışında aşağıda ele alınacağı gibi sahada çok sayıda bitki türü bu topluluklar içinde yer alır. Ancak kumullar günümüze gelinceye kadar önemli değişimlere de maruz kalmıştır. Bu değişimlerin en önemli nedeni insandır. Değişim süreci aslında çeşitli dönemlere de ayrılabilir. Günümüzden 100-120 yıl kadar önce bu sahalar ve yakın çevresine yerleşenler ziraatı bir yaşam tarzı olarak benimseyince, özellikle sahadaki yörükler kumul alanlarını otlak olarak kullanmışlar ve kumulları da harekete geçirmişlerdir. Kumul sırtları arasındaki nemli tabanlar ziraat alanı olarak kullanılmış, karaçalı ve meşeler tahrip edilmiştir (Dönmez, 1964).

İnceleme alanında kumul bitkilerinin yayılışı günümüzde oldukça dağınıktır. Bu yayılış alanları Sakarya Nehri bir hat olarak kabul edilerek doğu ve batı olarak ele alınmıştır.

Karasu kumulları, Türkiye'nin tüm kuzey kesimlerini (Karadeniz sahilleri ve iç kesimler dâhil olmak üzere) içeren Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora bölgesi içerisinde yer almaktadır. Alan, batıda Istranca Dağları'ndan doğuda Melet Irmağı'na dek uzanan Öksin Provensi'ne girmektedir (Avcı,1993). Bitki hayatı bakımından kıyı kumulları dünya üzerindeki çöllerin bazı kısımlarıyla oldukça benzerlik göstermekle beraber bitki türleri açısından temel farklılıklara sahiptir. Birçok kıyı kumul sisteminde bitkiler daha önce de değinildiği gibi, kumul taşınmasına ek olarak tuz veya su baskınına dayanmak zorundadır. Kıyı alanlarında çöl kumlarına oranla bitki bağımlılığı daha yüksektir ve humus gibi organik madde birikimi dikkat çeker (Danin, 1996). Güçlü rüzgârlar ile denizden kumullara doğru savrulan tuz zerrecikleri bitki hayatında önemli etki göstermektedir. Bu etkilerin başında büyüme formlarında deformasyon ve gelişim koşullarını sekteye uğratması gelir (Wiedemann, 1984).

Karasu kıyı kumulları bir kumul ekosistemidir. Bu ekosistem kendi içinde bir çok habitata sahiptir. Bunlar Uslu tarafından; plaj kuşağı, hareketli kumul kuşağı, sabit kumul kuşağı, depresyonlar (tuzlu su ve tatlı su çöküntüleri), kum çayırılığı kuşağı, kıyı makisi kuşağı ve kıyı ormanı kuşağı olarak ayrılmaktadır (Uslu, 2012b). Sahada gelişen bu ekosistem ve içerdiği tür çeşitliliği, bozulma sonucu gittikçe azalmaktadır.

Araştırma alanında otsu bitkilerin egemenliği söz konusudur. Kumul ile toprak zeminin başlangıç sınırında veya otoyol kenarlarında kumul ilerlemesini durdurmak amacıyla dikilen ağaç türleri dikkati çeker. Bu iki vejetasyon arasındaki sabit kumullar üzerindeyse çoğunlukla çalı formasyonu bulunmaktadır. Doğal vejetasyon tiplerinin floristik kompozisyonu iklimik ve yerel farklılıklara nazaran büyük ölçüde denizden uzaklığa bağlı olarak değişir. Çalışma sahası iki zona ayrılabilir. Bunlardan ilki denize en yakın kıyı, yani kıyı çizgisinden 200 metre geriye kadarki alan, ikincisi ise bu noktadan itibaren genişliği 500 metre ile 1,5 kilometreye dek uzayabilen sabit kumulların çoğunluğunu oluşturduğu art kıyı

kesimidir. İlk zon halofit ve psammofit bitki türleri ile temsil edilmektedir. Burada rüzgâr etkinliği ve kumul hareketleri olmakla beraber bazı türler kökleri vasıtasıyla kumul erozyonunu durdurmaktadır. İkinci zonlu oluşturan sabit kumullar üzerindeyse daha çok çalı türleri ve küçük ağaççıklar yer almaktadır. Bu alanda zemini kum ile toprağın birlikte oluşturduğu ve yer yer ağaç türlerinin bulunduğu görülür. Çalışma sahasının Sakarya Nehri'nin doğusu ve batısı olarak ele alındığı kısımda türlere detaylıca değinilmektedir.

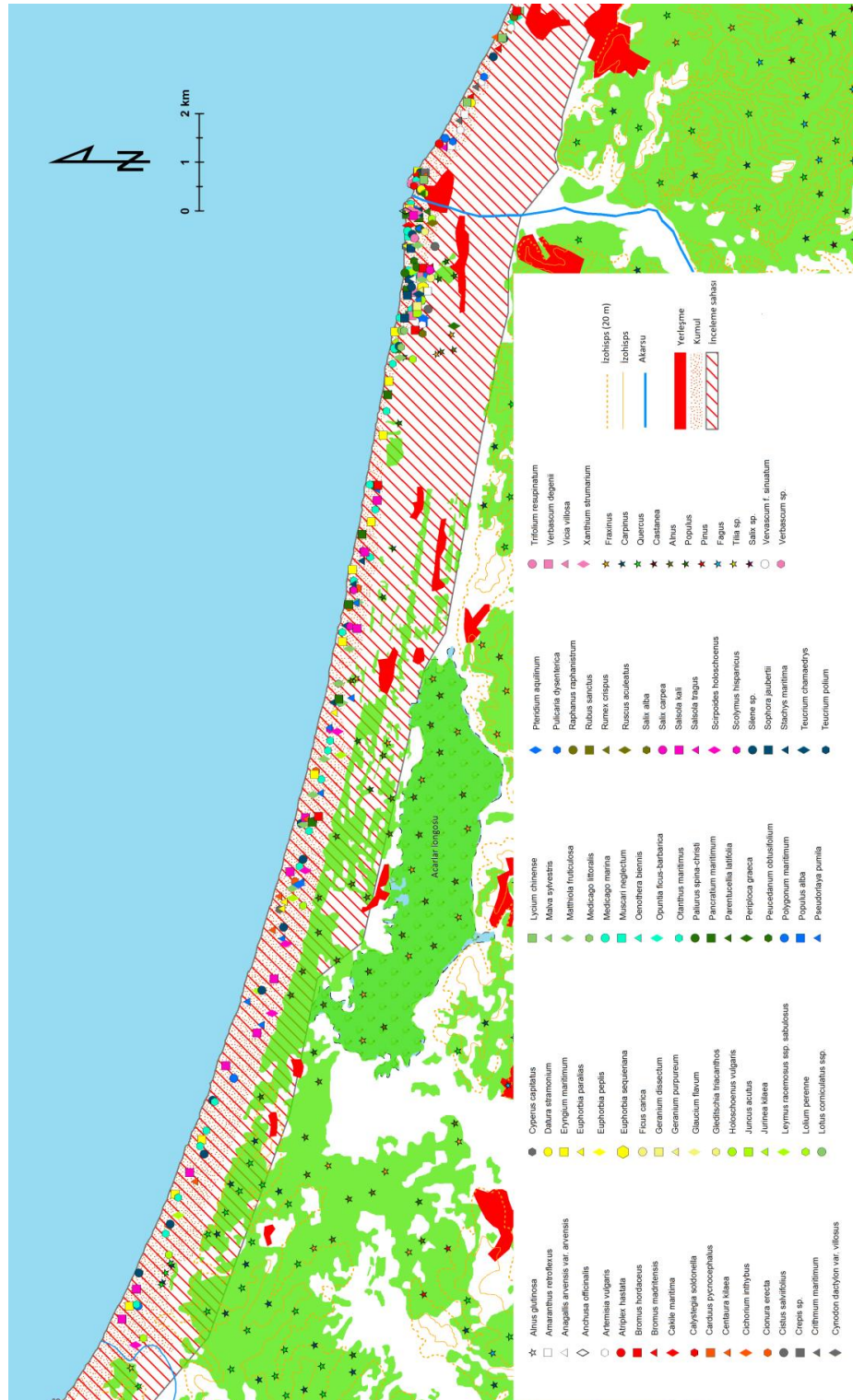
2.1 Sakarya Nehrinin Batısındaki Kumul Sahası Bitki Örtüsü

Araştırma sahasının bir kısmını oluşturan Sakarya Nehri'nin batısındaki bitki örtüsü, yer yer genişliği 600 ila 900 metre arasında değişen kumul sahası üzerindedir. Akarsuyun ağız kısmından batıya doğru 8 km'lik alanda kumulların gerisinde etrafı çevrilmiş tarım alanları bulunmaktadır. Beşeri faaliyetlerin etkisinde kalan bu sahada, rüzgârın etkisiyle kıyı içlerine doğru savrulan kumların engellenmesi amacıyla kumul ile tarım alanları arasında ağaçlandırma yapılmıştır. Ağaçlandırma sahalarında *Carpinus* (gürgen), *Quercus* (meşe), *Populus* (kavak), *Fraxinus* (dişbudak) ve *Alnus* (kızılağaç) cinslerine ait türler kullanılmıştır.

Sakarya Nehri'nin batısındaki kumul alanında kıyıya yakın hareketli kumulların üzerinde, doğal bitki türleri içinde göze çarpan en yaygın tür *Pancratium maritimum*, yani kum zambağıdır (Fotoğraf 9,10). Bu tür, Haziran ve Eylül ayları arasında çiçek açan çok yıllık bir geofittir. Kök sisteminin soğan şeklinde olması nedeniyle kumul hareketlerinin önlenmesinde fazla etkili değildir (Aksoy vd., 2013).

Ulusal ölçekte nadir türler listesinde yer alan kum zambağı, korunması gereken türler arasında bulunmaktadır. Sakarya Nehri ağzından batıya doğru yaklaşık 7 km'lik alanda kıyı çizgisinden itibaren geriye doğru 50 metre genişlikte yoğun yayılım gösterirken, bu mesafeden itibaren azalmaktadır. Beşeri faaliyetlere karşı hassasiyet gösteren tür, Denizköy mevkiindeki tatil sitelerinin ortaya çıkışıyla yayılım alanını sınırlandırarak ortadan kalkmaktadır. Yazlıkçılardan edinilen bilgiye göre yaklaşık yirmi yıl önce alandaki kum zambağı yayılımı oldukça yoğun olup, binaların inşasıyla artan plaj turizmi sonrasında gittikçe azalmıştır. Şimdi ise alanda oldukça az sayıda bireyle temsil edilmektedir. Kum zambaklarını tehdit eden bir diğer durum kıyı gerilemesidir. Yoğun yayılımın bulunduğu alanlarda, kıyı çizgisinin sürekli

olarak kumullar üzerinde ilerlemesiyle birçok birey zemine tutunamayarak denize doğru çekilmektedir (Fotoğraf 11).





Fotoğraf 9: *Pancratium maritimum* (kum zambağı), dünya üzerinde İspanya ve Portekiz'in batısı, Batı ve Güney Fransa, Kuzey Afrika, Yunanistan, Akdeniz havzasının tümü ve Bulgaristan'da yayılış gösteren bir Akdeniz elementidir.



Fotoğraf 10: Sonbaharda çiçekli, kış aylarında yaprakları tamamıyla kurumuş, ilkbaharda ise çiçeksiz ve yaprak kısımları çoğalmış halde gözlenmiştir.



Fotoğraf 11: Fırtınalı havalarda kıyı çizgisinin içinde kalan kum zambağı kalıntıları. Özellikle kış mevsiminde dalga etkinliğinin artmasıyla kum zambakları da tahrip olmaktadır.

Hareketli kumullar üzerinde kum zambağının yoğun yayılışına eşlik eden türlerden biri *Polygonum maritimum* yani sahil dereotudur. (Fotoğraf 12).



Fotoğraf 12: Daima yeşil olan *Polygonum maritimum*, çiçekleri uzun süre dal üzerinde kalabilen bir türdür. Çiçeklenme dönemi Nisan-Ekim ayları arasındadır.

Çok yıllık bir tür olan sahil dereotunun çalışma sahasındaki yayılışı fazla yoğun olmayıp dağınık şekilde kendini gösterir. Sakarya Nehri'nin yatağından batıya doğru yaklaşık 1 km'lik alandaki hareketli kumullarda topluluk oluşturmayıp dağınık bireyler halinde bulunmaktadır. Bu alanın dışında nadir olarak ortaya çıkmaktadır.

Hareketli kumullar üzerinde yer yer kum sazları *Ammophila arenaria* (Syn. *Psamma arenaria*) yaygındır. Bunlar İnandık'a göre tümseklerin oluşumunda da etkilidir (İnandık, 1963). Kumula son derece uyum sağlayan rizomlu bir türdür. Derin kabuklaşmış rizomu sayesinde suya ulaşması da kolaylaşır (GISD, 2010; Fotoğraf 13). Bu alanlarda yer yer *Scirpoides holoschoenus* (topsaz) da ortaya çıkar.



Fotoğraf 13: *Ammophila arenaria* toplulukları.

Kıyı gerilemesi sebebiyle oluşan yüksekliği yarım ila bir metre arasında değişen dalga setlerinin hemen üzerinde görülen *Cyperus capitatus* (topalak diye bilinir), bölgede rastgele dağılış göstermektedir (Fotoğraf 14, 15). Kök sistemi oldukça gelişmiş bir bitkidir. Sakarya Nehri batısında kum zambaklarıyla birlikte geniş yayılış alanı bulur. Kumulların sabitlenmesi bakımından önemli bir fonksiyona

sahiptir. Gelişmiş kök sistemleri sayesinde ön kıyı kumullarının bulunduğu sahalarda küçük tepecikler oluşturmaktadır. Önkıyıda geniş yayılış alanı bulan topalak, yer yer birlikler de oluşturmaktadır. Avrupa'nın güneyindeki kumul sahalarının, özellikle de hareketli kumul alanlarının yaygın bitkilerinden birisini meydana getiren topalak, tuzluluk ve kum fırtınalarından az-çok etkilense de bu alanlara uyum gösteren çok yıllık bir bitkidir (yapılan araştırmalar bu bitkinin bulunduğu alanlarda tuzluluk arttıkça çimlenmesinin geciktiğini; tohumların 2-3 cm'den fazla kuma gömüldüğü zaman yine çimlenme oranlarının düştüğünü göstermektedir) (Redondo-Gomez, 2011).



Fotoğraf 14: *Cyperus capitatus* (topalak), yüksekliği 1-5 metre arasında değişen kıyı kumulları üzerinde yayılış gösteren yıllık bir türdür.



Fotoğraf 15: Topalak, çiçek görünümü.

Bu topluluklar içine karışan diğer bir tür ise, deniz seviyesinden 10-200 metre geride topluluklar halinde varlığını sürdüren *Othanthus maritimus*, kumul bozotu çok yıllıktır (Fotoğraf 16). Avrupa'nın güneyindeki ve batısındaki kumullarda, özellikle de oluşmakta olan kumullarda (embroyonik kumullar) en sık rastlanan bitkilerden birisidir. Diğer kumul bitkilerinde olduğu gibi bu alanlara uyum göstermek amacıyla çeşitli uyum yetenekleri (yapraklarda salgı bezlerinin olmayışı, epidermisin genel yapısı, stomaların morfolojisi gibi) geliştirdikleri bilinmektedir (Daniela vd., 2009).



Fotoğraf 16: *Othanthus maritimus* (Kumul bozotu), 5-17 mm büyüklüğünde yoğun, beyaz yapraklara sahiptir. Dalları odunsu ve kalındır.

Kumul bozotu, ilkbahar aylarında özellikle hareketli kumullardaki rastgele dağılışlarıyla dikkat çeker. Herhangi bir türle birlikte bulunmayıp kök sürgünleriyle zemini kaplayarak genişlemektedirler. Sakarya Nehri'nin batısı boyunca çalışma alanının her yerinde dağınık halde görülmektedir. Araştırma sahasında Sakarya ağzından batıya doğru gidildiğinde dağınık bir yayılış kalıbıyla Kilyos moru da ortaya çıkar (Fotoğraf 17). Akarsuyun denize döküldüğü alandan daha batıya gidildiğinde (yaklaşık 5 km) ise Kilyos moru kumul vejetasyonunun hakim elemanı olur ve yoğunluğu azalan kum zambaklarının yerini alır. Bu durum yaklaşık 200 metrelik alan boyunca sürer. Ardından Kilyos moru ortadan kalkar ve tekrar kum zambakları sahaya hakim olur (Fotoğraf 18). Kilyos moru, IUCN 2001'e göre VU (Hassas Zarar Görebilir) kategorisindedir.



Fotoğraf 17: *Jurinea kilaea* (Kilyos moru) çok yıllık bir türdür.



Fotoğraf 18: Kilyos morunun geniş yayılış gösterdiği saha.

Cionura erecta (dağ sarmaşığı) yukarıda belirtilen türlere yer yer eşlik eden kumul bitkilerinden bir diğeridir. Sakarya batısındaki alanın doğusunda daha sık görülen dağ sarmaşığı, zehirli bir kumul bitkisidir (Fotoğraf 19).



Fotoğraf 19: *Cionura erecta*, kumula odunsu gövdesiyle çok iyi uyum sağlayan bitkilerdendir.

Batıdaki hareketli kumul vejetasyonunun içinde ortaya çıkan *Stachys maritima* (yani kum karabaşı) ise, halofit türlerden birisidir (Fotoğraf 20). Batıya doğru gidildikçe yayılış alanını kaybeder.



Fotoğraf 20: *Stachys maritima*, 20-40 cm boylanabilen otsu bir türdür. Yaz sonunda çiçekli örnekleri görülebilmektedir.

Batıdaki kumulların kıyıya en yakın alanlarında dağınık ya da küçük topluluklar oluşturan *Euphorbia peplis*, Türkçe adıyla kıyı sütleğeni (Fotoğraf 21) bu kumullara çok iyi adapte olmuştur.



Fotoğraf 21: *Euphorbia peplis* yıllık bir tür olup, kıyı kumulları dışında çakıllı alanlarda da yayılış göstermektedir.

Yaprak ve sürgünlerinin kumul dışında kalan kısımlarının az oluşu saha üzerinde fark edilmesini zorlaştırmaktadır. Zaman zaman şiddetle esen rüzgârın oluşturduğu taşımaya süpürülen kumulların altında kalan kıyı sütleğeni bu alanın diğer kumul türleri gibi zor koşullara uyum konusunda, fizyolojik değişimlere uğrayan örneklerden birisidir.

Muscari neglectum, (sümbül/Arap üzümü) bu sahada ortaya çıkan diğer bir türdür (IUCN kırmızı listeye göre LC (least concern); yani yok olmasından az endişe edilen grup içinde bulunmaktadır; Fotoğraf 22).



Fotoğraf 22: *Muscari neglectum* çok yıllık, soğanlı ve otsu bir türdür.

Muscari neglectum Sakarya Nehri'nden itibaren batıya doğru ilk bir kilometrelik kısımda, bireyler halinde kumul türlerine eşlik eder ve bu saha dışında görülmez. Sahil çakırdiken (Eryngium maritimum) ise batıdaki kumul sahasında kıyı çizgisinden 100 ila 400 metre gerideki aralıklarda dağınık olarak yayılım gösterir (Fotoğraf 23).



Fotoğraf 23: *Eryngium maritimum*, 20-60 cm boylanabilen, yaz aylarında çiçeklenen metalik gri renkli yapraklı ve mor çiçekli bir türdür.

Batıdaki kıyı kumullarının hareketli kumullar alanında kum zambakları, kum karabaşı, kumul bozotu gibi bitkilere yer yer karışan diğer türler kum teresi (*Cakile maritima*), sığırdili (*Anchusa officinalis*) ve salkım çiçeği (*Silene sp.*)dir. Bunlardan *Cakile maritima* yani kum teresi, Haziran-Ağustos ayları arasında çiçeklenir (Fotoğraf 24). Mayıs ayında yapılan arazi çalışmasında bu hali görüntülenmiştir. *Cakile maritima*, hareketli kumulların 1 yıllık halofit bitkilerine de örnektir (Ksouri vd., 2007).



Fotoğraf 24: *Cakile maritima* 1-1,5 cm mor çiçeklere sahip, halofit bir kumul bitkisidir.

Hareketli kumulların yaygın türlerinden olan *Leymus racemosus ssp. sabulosus* (kum çavdarı; Fotoğraf 24), kumullardaki rizomlu ve çok yıllık bitkilerindendir. Bu alanlarda dikkat çeken bitkilerinden birisi de sıgır dili (*Anchusa officinalis*)'dir. Kıyı çizgisine yakın alanlar ile fırtınalı günlerde dalga etkinliğinin söz konusu olduğu yerlere kadar sokulur (Fotoğraf 25).

Hareketli kumullar ile sabit kumullara geçiş sahalarında ise *Medicago marina* yani kumul bezelyesi büyük topluluklar oluşturur (Fotoğraf 26). Sakarya batısındaki kumulların yaygın türleri arasındadır. Yer yer kum zambakları ile topluluklar da oluşturur. Bu geçiş sahalarında yayılış alanı bulan türler arasında *Matthiola fruticulosa* (kum şebboyu; Fotoğraf 27), *Silene* türleri (salkım çiçeği; Fotoğraf 37) ile sabun otu (*Anagallis arvensis* var. *arvensis*; Fotoğraf 39)da görülür.



Fotoğraf 25: *Anchusa officinalis*.



Fotoğraf 26: *Medicago marina*, Mart-Mayıs ayları arasında çiçeklenen yıllık bir türdür.



Fotoğraf 27: *Matthiola fruticulosa*.

Sakarya Nehri batısında hareketli kumullardan sabit kumullara geçiş sahalarnn güneyinde sabit kumullar üzerinde *Verbascum* (sığır kuyruğu) türleri ortaya çıkar. Bunlardan *Verbascum degenii* (sahil sığırkuyruğu), *Verbascum f. sinuatum*'a (Fotoğraf 28) göre daha yaygındır.



Fotoğraf 28: *Verbascum f. sinuatum*, 1 metreye kadar boylanabilen ve kayalı, kumlu kıyı habitatlarında yayılış gösteren bir türdür.

Sahil sığırkuyruğu Türkiye'ye endemik bir *Verbascum* türüdür (Fotoğraf 29). Bu tür 1997 yılında yayınlanan IUCN Red List of Threatened Plants listesinde tehlike altındaki endemik türler içinde sıralanmıştır. Bunun anlamı küresel ölçekte yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğudur. Doğal flora, fauna ve bunların yaşama ortamlarını koruma, birden fazla devletin işbirliğini gerektirenlerin muhafazasını sağlama ve bu işbirliğini geliştirmenin amaçlandığı Bern Sözleşmesine Ek Liste I'de de yer almaktadır. Ülkemiz açısından endemizmin tartışılmaz değeri yanı sıra tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan türler listesinde de bulunan sahil sığırkuyruğunun korunması oldukça önemlidir (Fotoğraf 29).



Fotoğraf 29: *Verbascum degenii*, 20-150 cm arasında boylanmakta ve Haziran-Ağustos ayları arasında çiçeklenmektedir.

Sahil sığırkuyruğu yer yer içerilere doğru kum zambağı ve *Pteridium aquilinum* (eğrelti) topluluklarıyla bir arada bulunur. Batıya gidildikçe yayılışları gittikçe sınırlanır ve yaklaşık 2 kilometrelik alanın sonrasında yok olur (Fotoğraf 30).



Fotoğraf 30: Eğrelti toplulukları arasında *Verbascum degenii*.

Sabit kumullar üzerinde karışık bitki topluluklarının içinde yer bulan diğer türler; böğürtlen (*Rubus sanctus*; Fotoğraf 31), kofa (*Juncus acutus*), kızılağaç (*Alnus glutinosa*), çayır otu (*Pulicaria dysenterica*), *Holoschoenus vulgaris*, kavak (*Populus alba*), incir (*Ficus carica*), karaçalı (*Paliurus spina-christi*; Fotoğraf 38), ipek otu (*Periploca graeca*; Fotoğraf 36), Anadolu üçgülü (*Trifolium resupinatum*), köpekdişi (*Cynodon dactylon* var. *villosus*), dönabadön (*Geranium purpureum*) ve kısa mahmutotu (*Teucrium chamaedrys*)'dur (Fotoğraf 23). Tarım alanları için ayrılmış olan kumul gerisi sahalarının kenarların da *Alnus glutinosa* ve *Populus alba* türleri yer yer dağınık topluluklar oluşturur.



Fotoğraf 31: *Rubus sanctus* ve *Holoschoenus vulgaris* topluluğu.

Araştırma sahasında yayılışı en nadir türlerden biri olan *Peucedanum obtusifolium* yani kıyı kerevizinin yayılış alanı sınırlıdır (Fotoğraf 32). Ülkemizde 15 kadar popülasyonunun varlığı bilinmektedir. IUCN Kırmızı Listede VU yani vahşi yaşamda soyu tükenme tehlikesi yüksek olan türler içinde bulunur ve Avrupa ölçeğinde tehlike altındaki bitkilerdendir (Özhatay vd., 2005). Karasu kumullarında yalnızca bir noktada görülmüştür. Sakarya'nın yatağına yakın alanlarda *Sophora jaubertii* yer yer birlikler oluştururken batıya gidildikçe yayılış alanını artırarak bazı alanlarda hakim tür haline gelmektedir (Fotoğraf 33).



Fotoğraf 32: *Peucedanum obtusifolium*, çok yıllık otsu bir türdür.



Fotoğraf 33: *Sophora jaubertii*, yapraklı ve çiçekli görünüşleri.

Bu alanda *Teucrium polium* (acı yavşan) sınırlı yayılışa sahip türler içindedir. Nehrin batısında 100 metrelik uzaklıkta birey halinde gözlemlenmiştir (Fotoğraf 34).



Fotoğraf 34: *Teucrium polium* ve *Jurinea kilaea*.



Fotoğraf 35: *Leymus racemosus* ssp. *sabulosus* (kum çavdarı) topluluğu.



Fotoğraf 36: *Periploca graeca* topluluğu.



Fotoğraf 37: *Silene* sp. (Salkım çiçeği) çalışma sahasında farklı alt türleriyle görülmektedir.



Fotoğraf 38: *Paliurus spina-christi*.



Fotoğraf 39: *Anagallis arvensis* var. *arvensis* (Sabun otu).

Euphorbia seguieriana, özellikle nehir yatağından 1 kilometre uzaklıktaki özel mülklerin bulunduğu kumul sahasında yaklaşık 20 bireyle ortaya çıkmıştır (Fotoğraf 40). Bu sahada Kilyos moru toplulukları içinde gelişim göstermektedir. Bahsi geçen yer dışında sabit kumulların en gerilerinde bir veya iki bireyle gözlemlenmiştir. Yayılışları oldukça ender ve dağınıktır.



Fotoğraf 40: *Euphorbia sequieriana*.

Sakarya vadisine yakın alanlarda *Trifolium resupinatum* (alışma alanında nehrin 300 metre batısında gözlemlenmiştir) ve *Lotus corniculatus ssp. corniculatus* toplulukları dağınık olarak yayılış göstermektedir. Bu topluluklar içinde *Trifolium resupinatum* batıya gidildikçe tamamen ortadan kalkar (Fotoğraf 41).



Fotoğraf 41: *Trifolium resupinatum* (Anadolu ğl).

Bölgede iki veya üç alanda ortaya çıkan *Gleditschia triacanthos* türünün yayılışı ise oldukça sınırlıdır (Fotoğraf 42). Nehrin yatağına 400 metre batıda sabit kumul üzerinde diğer otsu türlerle birlikte bulunmaktadır.



Fotoğraf 42: *Gleditschia triacanthos* (Glediçya).



Fotoğraf 43: *Cynodon dactylon* var. *villosus*. Sabit kumulların bitkilerindendir. Bazı alanlarda çim olarak kültürlü yapılır (spor sahaları için).

Sabit kumullarda *Geranium purpureum* ve *Teucrium chamaedrys* birlikte topluluklar oluşturur. Ancak yayılışları sınırlıdır (Fotoğraf 44,45).



Fotoğraf 44: *Geranium purpureum* (Leylek gagası).



Fotoğraf 45: *Teucrium chamaedrys* (Kısa mahmutotu).

Scolymus hispanicus, nehrin yaklaşık 10 kilometre batısında tatil sitelerinin başladığı lokasyonda ortaya çıkmıştır (Fotoğraf 46). Kum çavdarı (*Leymus* sp.) ile birlikte 6 veya 7 bireyine rastlanmıştır. Kıyı çizgisinden yaklaşık 600 metre gerilerde ortaya çıkan bu tür oldukça seyrek yayılışa sahiptir.



Fotoğraf 46: *Scolymus hispanicus* (Zerdali diken).

Euphorbia paralias, Sakarya vadisine yakın olan yerlerde yaygın gözlenen bitkilerdendir, batıya doğru oldukça dağınık dağılışları söz konusudur (Fotoğraf 47). *Holoschoenus vulgaris* topluluklarının içinde birbirinden uzak konumlarıyla 7 ila 8 bireyine rastlanmıştır.



Fotoğraf 47: *Euphorbia paralias*.

Bu alandan itibaren doğuya doğru 3, batıya doğru 2 km boyunca *Pseudorlaya pumila* (Fotoğraf 48), kum çavdarı, *Salsola kali* (Fotoğraf 49) ve dağ sarmaşığı türleri yayılış gösterir.



Fotoğraf 48: *Pseudorhaphis pumila* (Bodur dilkanatan).

Batıdaki kumul alanında yaygın bitkilerden olan kum çavdarı kumullarla iyi uyum gösteren örneklerdendir. Kıyı çizgisinden 200 metre gerilere sokulan kum zambağı, tuzotu (Fotoğraf 49), zerdali dikenli ve bodur dilkanatan diğer örneklerdir. Kum zambağı insan etkisinin az veya hiç olmadığı bölgelerde daha yoğun yayılım göstermektedir. Yazlık tatil sitelerinin bulunduğu bu alanda türe oldukça seyrek rastlanırken beşeri faaliyetlerin görülmediği kumul alanlarında geniş yayılım gösterirler.



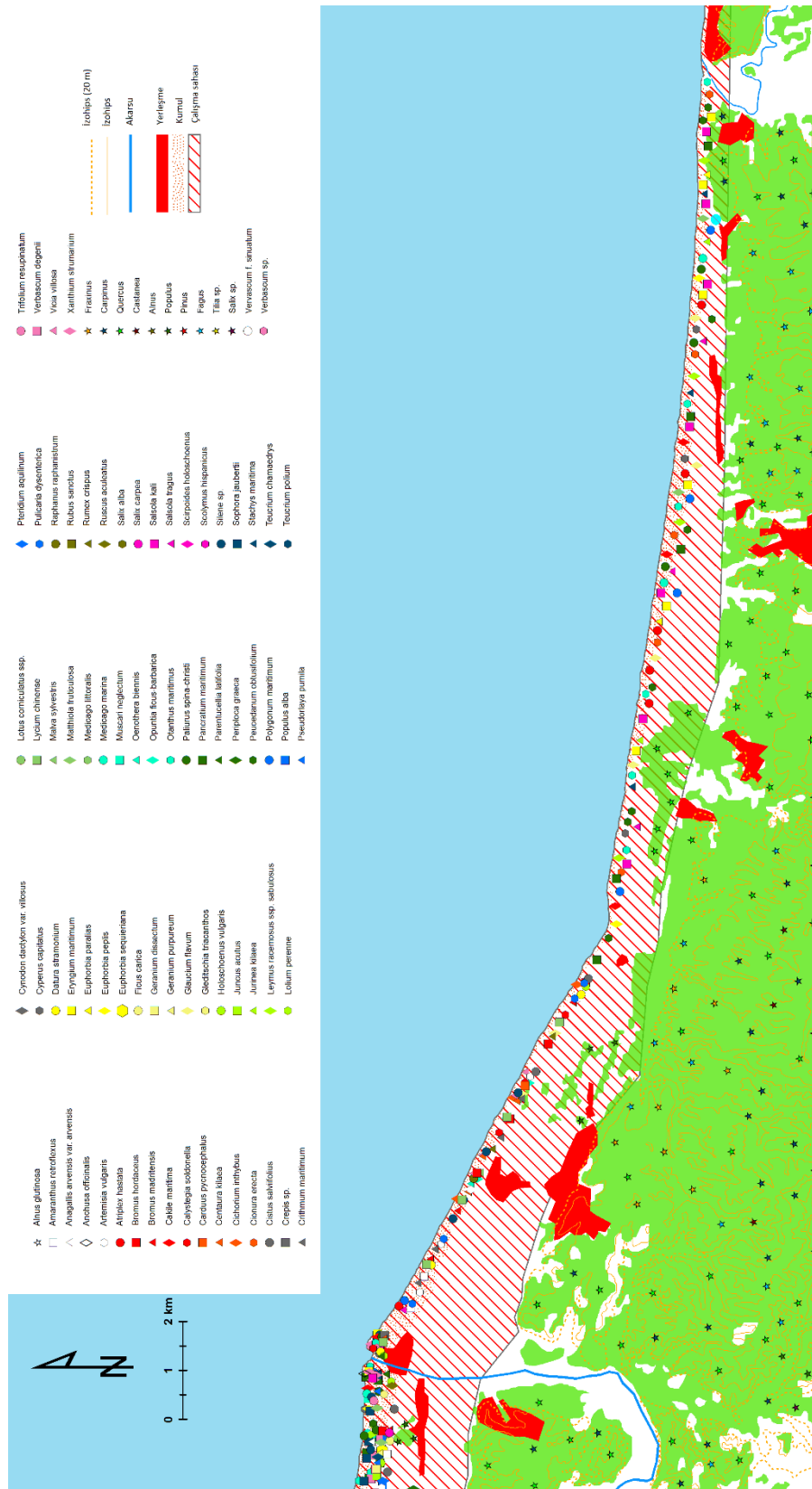
Fotoğraf 49: *Salsola kali* (Tuzotu).

2.2 Sakarya Nehrinin Doğusundaki Kumul Sahası Bitki Örtüsü

Sakarya Nehri'nin doğusundaki kumul sahası, batı tarafındaki bitki örtüsüne nazaran tür çeşitliliği, türlerin yoğunluğu ve yayılışları açısından daha fakirdir (Şekil 27). Beşeri faaliyetlerin de batıya nazaran çok daha fazla görüldüğü çalışma alanının bu kısmında doğal bitki örtüsünün tahribatı, ikinci konutların yapımı, plaj tesisleri ve yazlık rekreasyon faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Sakarya Nehri'nin ağzı başlangıç alınmak üzere doğuya doğru 2 km mesafedeki Karasu Limanı'na dek 200 ila 600 metre arasında değişen genişlikte kumullar mevcuttur. Bu kesimde hareketli ve sabit kumulları kısmen bölen toprak bir yol bulunmaktadır. Bahsi geçen yol, limandan itibaren çakıl ve asfalt karışımı bir zemine dönüşerek Karasu sahili boyunca devam etmektedir.

Kumul üzerine inşa edilen ikincil konutların bitki üzerindeki tahribatı açıkça görülmektedir. Batı kesiminde kumullar üzerindeki beşeri faaliyetlerin daha az oluşu tür çeşitliliği korumuştur. Buradaki türlerden bir kısmı doğu kesimde de görülür. Ancak daha az ve seyrek yayılışlıdır. Beşeri faaliyetlerin kumul üzerinde günümüzdeki gibi yaygın olmadığı dönemlerde Sakarya Nehri'nin batısındaki bitki örtüsü özelliklerinin burada da olduğu tahmin edilmektedir. Konutların güneyine denk düşen sahalardaki kumullar üzerinde bulunan bitki kalıntıları bu düşüncüyü desteklemektedir.

Sakarya Nehri'nden itibaren yaklaşık 700 metre doğuya kadar olan bölümde, kıyı çizgisinden 100 ila 400 metre uzaklıkta kumula inşa edilmiş yapılar bulunmaktadır. Buradan itibaren doğuya doğru 1,5 km boyunca ise yerleşim birimine rastlanmaz. Karasu Limanı'na dek sabit kumulların gerisinde beliren yerleşim yerleri, bu noktadan itibaren kıyı çizgisinden 150 ila 25 metrelere, yani sabit kumulların üzerine dek inmektedir. Bu konutların neredeyse tümü ikincil konutlardır. Karasu kıyısı boyunca kıyı çizgisinden 100 metre geride uzanan karayolunun güney ve kuzeyinde olmak üzere sıralanan ikincil konutların genellikle sabit kumullar üzerinde olanları hala kullanılmaktayken, hareketli kumullar üzerine inşa edilenler terk edilmiş ve yarı yıkık halde bulunmaktadır (Fotoğraf 50).



Özellikle yazlıkçıların bu kıyılara karşı yüksek talepleri yüzünden ikincil konut inşaları devam etmektedir. Sonuçta daha önce kıyı çizgisine gittikçe yaklaşan yapılar, duraylaşmamış kumulların hareketleri, rüzgâr taşınması ve kıyı erozyonu gibi sebeplerle terk edilmiş veya yıkılmış olsa dahi kumul bitkileri üzerindeki tahribatlarının kalıcı olduğunu söylemek mümkündür.



Fotoğraf 50: Hareketli kumul sahasında yapılan bazı konutlar terk edilmiştir.

Sakarya Nehri'nin doğusundaki yaklaşık 1 km'lik alanda kum zambaklarının yayılışı dikkati çeker. Bunların arasına yer yer dikenli türler de karışır. Dalgakıranların bulunduğu yerde kum sarmaşığı toplulukları yaygın olarak görülmektedir.

Alanda oldukça ender olarak rastlanan *Crepis* sp.(sarı papatya) kıyı çizgisine 20 metre uzaklıktaki hareketli kumullar üzerinde bulunmaktadır. Burada 3 veya 4 bireyine rastlanmıştır (Fotoğraf 51). Ezan çiçeği (*Oenothera biennis*) yalnızca 3 bireyle buradaki hareketli kumullarda gözlemlenmiştir (Fotoğraf 52).



Fotoğraf 51: *Crepis* sp. (Sarı papatya).



Fotoğraf 52: *Oenothera biennis* (Ezan çiçeği).

Yazlık sitelerin ve gecekonduların bulunduğu hareketli kumullarla sabit kumulların arasında kalan sahada beşeri etkiler bitki türleri üzerindeki etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Bu alanda *Opuntia ficus-barbarica* (Frenk inciri) kumul yamaçlarında geniş yayılım göstermektedir (Fotoğraf 53). Yalnızca doğu kesimde ortaya çıkan bu tür aynı zamanda beşeri faaliyetlerin bitki örtüsündeki etkilerine güzel örneklerden biridir.



Fotoğraf 53: Beşeri faktörlerin etkisiyle sahaya sokulmuş egzotik bitkilere bir örnek *Opuntia ficus-barbarica* (Frenk inciri).

Yine bu sahada *Malva sylvestris* (ebegümeci) yoğun olmamakla birlikte küçük topluluklar halinde görülmektedir (Fotoğraf 54). Bölge halkı bu türü yiyecek amacıyla toplamaktadır. Yayılışının bu nedenle sınırlandırıldığı söylenebilir.



Fotoğraf 54: *Malva sylvestris* çiçekli ve yapraklı görünüşleri.

Sakarya vadisinin doğusundaki kumulların bitki örtüsü içinde en yaygın tür *Salsola tragus* (tuzotu) olarak nitelendirilebilir (Fotoğraf 55). Uzun sürgünleriyle kum zemini neredeyse tamamıyla örtmekte ve kumula oldukça iyi sabitlenmektedir.



Fotoğraf 55: *Salsola tragus*, kumulların çok yıllık bitkilerindendir. Akdeniz, Karadeniz, Avrupa'nın Atlantik kıyıları yanında Hazar Denizi kıyılarında da yayılımı vardır.

Aynı aileden olan ve tuzotuna (*Salsola tragus*) yer yer eşlik eden *Atriplex hastata* (karapazı) yol kenarlarında ve tahribe uğramış hareketli kumullar üzerinde ortaya çıkmaktadır (Fotoğraf 56). Kumulların üzerindeki yıkılmış binaların beton blokları içinde varlıklarını sürdürür ve doğuya gidildikçe ortadan kalkar.



Fotoğraf 56: *Atriplex hastata*, Kazayağıgiller ailesinden olan ve çoğunlukla kumullar üzerinde ortaya çıkan bir türdür.

Kıyı çizgisinin gerisinde dağınık olarak sığır kuyruğu (*Verbascum sp.*), hindiba (*Cichorium inthybus*), turp otu (*Raphanus raphanistrum*), deniz gelinciği (*Glaucium flavum*), kum sarmaşığı (*Calystegia soldanella*), deve dikenı (*Carduus pycnocephalus*) ve labada (*Rumex crispus*) yayılış alanı bulan türlerdendir.



Fotoğraf 57: *Cichorium inthybus*.



Fotoğraf 58: *Calystegia soldanella*, Sakarya doğusunda hareketli kumullar üzerinde ortaya çıkar.



Fotoğraf 59: *Rumex crispus*.



Fotoğraf 60: *Carduus pycnocephalus*.

Nehrin yatağına yaklaşık 20 km uzaklıktaki alanda tüylü fiğ (*Vicia villosa*) toplulukları ortaya çıkmaktadır. Bazı alanlarda turpotuyla (*Raphanus raphanistrum*) birlikte görülen bu topluluklar birbirlerine 5'er metre uzaklıkta bulunurlar ve kıyı çizgisine 40 metre mesafede yer alırlar (Fotoğraf 61).



Fotoğraf 61: *Vicia villosa* ve *Raphanus raphanistrum* topluluğu.

Centaurea kilaea (Kilyos peygamber çiçeği) alan boyunca çeşitli lokasyonlarda görülmektedir (Fotoğraf 62). En geniş yayılışları Sakarya vadisinin doğusundaki alandır. Vadiden 10 kilometre mesafede bireyler büyük topluluklar oluşturarak kum yüzeyini genişlemesine örtmektedir. Çevrelerinde *Bromus hordaceus* dışında herhangi bir tür bulunmamaktadır.



Fotoğraf 62: *Centaurea kilaea*.

Sakarya Nehri'nin ağzından yaklaşık 1,5 km doğuya kadar kıyı çizgisinden itibaren yaklaşık 50 metre genişliğindeki hareketli kumullarda *Xanthium strumarium*, *Cionura erecta*, *Sophora jauberti*, *Stachys maritima*, *Eryngium maritimum*, *Polygonum maritimum*, *Cyperus capitatus*, *Silene* sp., *Pseudorlaya pumila*, *Cakile maritima*, *Paliurus spina-christi* ve *Othantus maritimus* türleri yer yer oldukça yoğun ve yaygın topluluklar oluşturur. Burası diğer kesimlere nazaran beşeri faaliyetlerin neredeyse hiç görülmediği bir alandır. Ancak bu mesafenin ardından yazlıklar ve plaj tesisleri ortaya çıkmaktadır.

Melen Çayı'nın denize döküldüğü çalışma sahasının en doğu kısmını oluşturan alana doğru önkıyıda hareketli kumullar, *Pancratium maritimum*, *Salsola kali*, *Stachys maritima*, *Centaurea kilaea*, *Jurinea kilaea*, *Euphorbia peplis*, *Leymus racemosus*, *Medicago marina*, *Eryngium maritimum*, *Othanthus maritimus*, *Glaucium flavum*, *Stachys maritima* ve *Polygonum maritimum* türlerinin yayılış alanıdır. Bunların yanı sıra *Silene thymifolia*, *Verbascum pinnatifidum*, *Digitaria sabulosa* da daha önce bölgede tanımlanmış türler arasındadır (Aksoy vd., 2013). Kısmen izole olarak tanımlanabilen bu alanda bitki türleri rahatlıkla yayılış göstermekte ve alanı tamamıyla kaplamaktadır.

Çalışma sahası olarak ayrılan iki alan arasındaki bitki türlerinin varlığındaki bu keskin değişim beşeri faaliyetlerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Bunun sonucunda Sakarya Nehri'nin batısındakilere nazaran daha yaygın ve gür olarak varlık gösteren kumul bitkilerinin tahrip edilmesi sonucu doğu kesimindeki tür çeşitliliği azalmış ve gün geçtikçe yok olmuştur.

III. BÖLÜM: BİTKİ ÖRTÜSÜ ÜZERİNDE BEŞERİ FAALİYETLERİN ETKİSİ VE KORUMA SORUNLARI

Yerleşme tarihinin oldukça eskilere gittiği Türkiye'de bu geçmişin izlerine sık sık rastlanır. Ülkemizde İç Anadolu, Doğu Anadolu gibi alanlarda, geniş ormansız coğrafi görünümünün temelinde beşeri faktörler yatar. Antalya'da Karain, İstanbul'da Yarımburgaz mağaraları gibi Paleolitik yaşamın izleri, Göbeklitepe, Çayönü, Catalhöyük gibi Neolitik yaşamın izleri ülkenin doğa-insan etkilenimi bakımından önemini gösteren örneklerdir (Avcı, 2013).

Beşeri faktörlerin etkisi sadece ülkenin iç kesimlerindeki orman ve step sahalarıyla sınırlı kalmaz. Bu etkiler kıyılarda da önemli olmuştur. Karasu kumullarında bu değişimin nasıl gerçekleştiği ve hangi faktörlerin etkili olduğu aşağıda açıklanmaya çalışılacaktır. Konunun devamında Karasu ilçesinin yaz turizmi açısından potansiyelinin fark edilmesiyle tanınırlılığının artışı, ilçenin merkez alanına inşa edilen liman ve deniz içinden ciddi miktarda çıkarılan kum midyesinin hızlandırdığı kıyı erozyonu, kıyı kumul alanlarının daralması, Sakarya Nehri'nin taşıdığı sedimentlerin nehir üzerine kurulan ruhsatlı veya kaçak onlarca kum ocağı sebebiyle azalıp kumul oluşumunun tehlikeye girmesi gibi sorunlar konumuzu ilgilendirdiği ölçüde kısaca değerlendirilecektir.

Sakarya ilinin Karadeniz kıyısındaki sayfiye ilçesi olarak tanımlanan Karasu'da en önemli gelir kaynağı turizmdir. TÜİK'ten alınan Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre Karasu ilçesinin 2013 yılı nüfusu 55.342'dir. Kıyı gerisindeki plato sahası ve bunun kuzey yamacında anakaya üzerinde kurulu olan yerleşme 31 metrelik ortalama yükseltiye sahiptir. Kıyı şeridinin 40 km boyunca kesintisiz uzanışının yarattığı çekicilik ve özellikle 1980'lerden sonra artan "ikincil konutlara" dayalı hızlı yapılaşma ile kıyı kumul sahasının üzeri neredeyse tamamen yerleşme alanına dönüşmüştür (Mater ve Turoğlu, 1997).

Genel olarak kıyı bölgelerindeki yapılaşmaların sonuçlarına bakıldığında bu durumun kıyı malzemelerinin taşınımı üzerinde dolaylı ya da direk bir etkisi bulunduğu görülmektedir. Kıyı yapılarında yanlış yer seçiminin ve kum alımına bağlı olarak ortaya çıkan kıyı çizgisi değişimlerinin sonucunda; kıyıda daralma, kıyının

aşınması veya kıyının genişlemesi, kıyının dolması gibi durumlar ortaya çıkmaktadır. Dünyanın birçok kesiminde kıyı kumul alanları denize olan yakınlıkları sebebiyle insan nüfusu için oldukça çekicidir. 20. yy'ın ortalarından beri kıyı kumulları ana rekreasyon alanları ve gayrimenkul kaynakları olarak görülmektedir. Yüksek getirisi ile taşımacılıktaki kolaylıklar bu konuda önemli rol oynamıştır. Kumul alanları tatil siteleri ile ticari gelişime ve yayılıma uğramıştır (Wiedemann, 1984). Kıyı alanlarının çekiciliği özellikle kıyı kumullarının üzerinde var olan bitki örtüsünün çok kısa süre içinde tahribatına ve değişimine neden olmaktadır. Bu durum Karasu kıyı kumullarında oldukça belirgindir. Bu bölümde öncelikle bitki örtüsünün geçmişten günümüze alanda gösterdiği değişime ve nedenlerine ardından koruma sorunlarına değinilmiştir.

Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü alandan batıya ve doğuya uzanan geniş kumul alanı çeşitli nedenlerle insanların ilgisini çeken bir alan olmuştur. 1800'lü yılların sonunda Adapazarı civarına oradan da Karasu batısındaki yerlerine göçen yörükler, burada divanlar halinde dağınık olarak yaşamışlardır. Denizköy'e bağlı Poyrazlı, Recepler, Camitepe, Karamüezzınler ve Tazıoğlu divanları ile Bıyırđık köylerine bağılı Yörükler, Başıoğlu ve Karaboğaz divanları bunlardır. Karamüezzınler ile Başıoğlu divanı dışındakiler kumullar üzerine kurulan divanlardır (Dönmez, 1964). Yaşamları yer değıştirme üzerine kurulu olan yörükler, kumul sahasında yarı göçebe bir hayat yaşamışlardır. Yaz mevsiminde Geyve, Taraklı çevresindeki yaylalara gitmişler, kışın ise kumula dönmüşlerdir. O dönemlerde kumul alanlarının Rumların otlak sahası olduğı da ifade edilmektedir (Dönmez, 1964). Mübadele sonrası kumul sahasına gelen yörükler zaman içinde yarı göçebe hayat tarzını çeşitli nedenlerle terk ederek, ziraat ve hayvancılıkla uğraştıkları yerleşik hayata geçmişlerdir. 1940'lı yılların sonlarında kumuldaki yörük yerleşmeleri artık daimi yerleşim alanlarına dönüşmüştür. Denizköy bu yerleşim alanlarında ilk kurulanlardan birisidir. Denizköy gerisindeki kumul alanlarının o dönemde orman toplulukları ile kaplı olduğı tahmin edilmektedir. Ancak bu orman topluluklarının tahrip edilmesi kumulları harekete geçirmiş ve Denizköy'ün kumul istilasına uğramasına yol açmıştır. Böylece Denizköy ilk kurulduğı yerden daha gerideki kumul sırtlarına çekilmiştir (Dönmez, 1964).

Sahada kurulan yörük yerleşmeleri kumul sırtları boyunca yer almış, meskenler geniş tarlalar ile birbirinden ayrılmıştır. Nüfus arttıkça yerleşme şeklindeki dağınıklık, daha sıkılaşmaya başlamıştır. Yeni evler (bunlar ilk başlarda yanları ve tavanı dallardan örülen, üstü sazlarla kaplı evlerdir) genellikle çevredeki doğal bitki örtüsü kullanılarak yapılan evlerdir. Damları örtmek için kullanılan sazlar kumul sırtları arasındaki bataklık/sulak alanlardan elde edilmiştir. 1960 yıllarının ortalarında 1400 civarında yörüğün yaşadığı bu alanda, kumul sırtları arasındaki uzun oluklar ziraat sahası olarak kullanılmıştır. Eğimin arttığı kumul sırtları çoğunlukla karaçalı (*Paliurus aculeatus*) topluluklarıyla kaplıdır. Yeni ve eski kumullar arasındaki geniş alanları kavun, karpuz ekim sahaları olmuştur. Hayvancılık faaliyetleri için kumul üzerindeki kumul vejetasyonu büyük önem taşımıştır. Dolayısıyla bir taraftan kumul vejetasyonu çeşitli nedenlerle kullanılarak tahrip edilmiş, bir yandan da doğal bitkilerin ortadan kalkması sonucunda harekete geçen kumullar basit yöntemlerle (kumulun önüne çalı-çırpı koymak/dikmek gibi) durdurulmaya çalışılmıştır (Dönmez, 1964). En çok tahrip edilen bitkilerden bir tanesi de karaçalı olmuştur (çit yapmak, yakmak gibi çeşitli nedenlerle). Tüm bunlar sahada bitki örtüsünün değişimine yol açan önemli faktörler olmuştur.

Çalışma alanında 1994 yılında yapılan bir çalışmada kumullarda aşırı otlatma sonucu *Cionura erecta* ve *Verbascum sp.* gibi otlatmaya toleranslı bitkilerin lokal olarak arttığı, buna karşın kumul sistemindeki birçok nadir bitki türünün giderek azaldığı saptanmıştır (Özhatay vd., 2005; Fotoğraf 63).



Fotoğraf 63: Kumul bitkilerinin bulunduğu hareketli kumullar günümüzde de otlatma alanı olarak kullanılmaktadır.

Sakarya Nehri'nin doğusunda ilk 500 metrelik alanda kısmen korunmuş bitki toplulukları bulunmaktadır. Bu alandan itibaren kıyı şeridi boyunca konutlar artmakta, buna paralel olarak bitki türleri ortadan kalkmaktadır. Bölgede uzun yıllardır yaşayan halk, Karasu ilçesinin henüz bu kadar ilgi görmediği yıllarda bahsedilen alanın tıpkı batı kesimindeki gibi çeşitli bitki türlerinin yoğun topluluklarıyla kaplı olduğunu belirtmektedir. Bu görüşü desteklercesine doğu kumulları boyunca yayılışları oldukça seyrek bitki türlerinin geçmişteki görünümün son temsilcileri olarak yer yer ortaya çıktığı görülmektedir.

Çalışma alanının batıda kalan kısmı (Sakarya-Pınarbaşı burnu arasındaki saha) Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı kitabındaki ÖBA'lardan Kefken-Karasu kıyıları önemli bitki alanı içindedir. Önemli Bitki Alanı (ÖBA) kavramı 1990 yıllarda ortaya çıkmıştır. Plantlife, Avrupa çapında ÖBA ağı oluşturma girişimini I.Planta Europa konferansında (1995) duyurmuş ve Avrupa çapında bir Planta Europa ağı oluşturulması ve bu ağda yer alan ülkelerin ÖBA'larının belirlenmesine karar verilmiştir. Bu çalışmalar esnasında ÖBA tanımı da şu şekilde yapılmıştır. *“Avrupa’da bir önemli bitki alanı, botanik açısından olağanüstü zengin ve/veya nadir, tehlike altında ve/veya endemik bitki türlerinin çok zengin popülasyonlarını içeren ve/veya çok değerli bitki örtüsü barındıran doğal veya yarı doğal bir alandır.”*

(Özhatay vd., 2005; Radford vd., 2011). Akdeniz Havzasında tanımlanan ve üzerinde durulan ÖBA'lar göz önüne alındığında (Tablo 16), ülkemizin sahip olduğu zenginlik çok açıktır. Dolayısıyla koruma bakımından kumul alanlarının önemi göz ardı edilemez durumdadır.

Tablo 16: Bazı Akdeniz ülkelerinde tanımlanan ÖBA'lar (Kaynak: Radford vd., 2011).

Fas 19	Lübnan 20
Cezayir 21	Ürdün 12
Tunus 13	Suriye 33
Libya 5	Türkiye 144
Mısır 20	Arnavutluk 45
İsrail 15	Makedonya 42
Filistin 4	Karadağ 21
Hırvatistan 97	Slovenya 57
İtalya 320	TOPLAM 888

Alanda Haziran ayı başından Eylül ayının sonuna dek turizm faaliyetleri görülmektedir. İstanbul'a olan yakınlığıyla artan talep sonucu bölge yazlıkçıların ilgi alanı içindedir. Özellikle yaz aylarında hafta sonları sahil hattına akın eden ziyaretçilerle kumullarda büyük yoğunluk yaşanmaktadır. Ziyaretçiler ikincil konutlarda, ilçede bulunan pansiyon ve otellerde de konaklamaktadır. Kıyı şeridi üzerinde turizm amaçlı inşa edilmiş toplu konutlar, site içi villalar, bağımsız ikincil konutlar, plaj işletmeleri, kafeler, pansiyon, motel, otel gibi konaklama tesisleri bulunmaktadır.

Yazlıkçılar için kumullar üzerine yapılmış özel tesisler ve plaj faaliyetleri tahribatı başlatmış, devamında kıyı boyunca inşa edilen konutlar ve Karasu Limanı gibi büyük yapıların inşası durumu üst boyutlara taşımıştır. Yerleşik nüfusu Karasu kumullarının doğusuna çeken yatırım faaliyetleri, ilçenin değişken nüfusunun da bu kesime yönelmesine neden olmuştur. Devam eden talepler doğrultusunda kumuldaki bitki türleri ortadan kalkmaktadır. Karasu kıyı kumulları için deformasyon süreci devam etmektedir. Bölgeye yakın alanlardan geçmesi planlanan Batı Karadeniz Sahil Yolu'nun yapımı da kumulları etkileyecektir. Bayındırlık Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü'nce yürütülen ve Samsun'dan başlayıp Bulgaristan sınırına kadar uzanan Batı Karadeniz Sahil Yolu Yatırım Programı içinde yer alan Adapazarı-Karasu-Akçakoca yol inşaatı, kumulları tehdit eden bir plandır. Kumul alanlarındaki

önemli ve hassas ekosistemler doğrudan ve dolaylı olarak tahrip olacaktır. Bu karayolunun açılmasıyla İstanbul ile Karasu arası yolculuk süresi azalacak yazlıkçıların sayısında artış olabilecektir (DMKA, 2011a).

Kumul alanlarının doğu yarısı “Sakarya Karasu BüyükMelenagzı Kıyı Bandı Turizm Yatırım Alanı” ilan edilmiştir. Karasu'nun doğusundaki kumullar bu durumda olumsuz yönde etkilenebilecektir (Özhatay vd., 2005). Çalışma alanında bu durum Sakarya Nehri doğusundaki kıyı kesiminin (Plaj-Kocaali arası) imara açılıp tamamıyla çok katlı binalar ile iskan edilmesi ve Sakarya Nehri batısında bulunan kıyının iskana açılıp yeni sitelerin yapılmaya başlanmasıyla hız kazanmıştır (Uslu, 2012c). İnşa edilen yazlık konutlar kış aylarında meydana gelen fırtınalar esnasında deniz tarafından yıkılmaya devam etmektedir.

Karasu kent yerleşmesi özellikle son 10 yıl içinde çok hızlı ve plansız büyümüştür. Yerleşimlerin eski olanları (Karasu, Taşlıgeçit, vb.) yerleşim yeri olarak platoluk alanları ve yamaçları tercih etmişken, yeni yerleşimler (Yenimahalle, Denizköy, vb.) kumul alanlarını kullanmışlardır. Yörede yerleşim için yer seçimleri hatalı olarak yapılmakta bu da hem kumullar üzerinde hem de kıyı alanlarında morfo-dinamik süreçleri etkilemektedir (Mater, 2012). Karasu kıyı şeridi boyunca uzanan yerleşim birimlerine ulaşım sağlamak için yer yer asfaltlanmış tali yol kumullar üzerine yapılmıştır. Yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak özellikle Sakarya Nehri'nin doğu tarafındaki kıyı alanında bu durum mevcuttur. Şu an kıyı boyunca ve iç kesimlerde yapımına devam edilen birçok tatil sitesi ve bağımsız konut bulunmaktadır. Artan talebin karşılanmasına bağlı olarak başlatılan inşaatlar tamamlandığında yeni yollara ihtiyaç duyulacaktır. Buna bağlı olarak kıyı üzerindeki baskı da artacaktır.

Kıyı erozyonu kumullar açısından son derece önemli bir sorundur. Özellikle Karasu limanı yapıldıktan sonra bu sorun daha da büyümüştür (Görmüş vd., 2014; Fotoğraf 64). Barajlar ve Sakarya'nın yatağından alınan kum ve çakıl bu erozyonu tetiklemektedir (gelen yükün azalması anlamında). Yapılan çalışmalar kıyıdaki değişimleri açık olarak ortaya koymaktadır.

Ülkemizde 1947'den 1992'ye kadar kıyı kumullarının alanı 17.976 ha'dan 9.697 ha'ya inmiştir. Tahrip edilen 8.279 ha kumulun 4.510,7 ha'sı tarla, bahçe ve

seralara, 3.687 ha'sı ağaçlandırma alanına, 6.3 ha'sı yola ve 0.9 ha'sı yerleşim yerine dönüştürülmüş, 74 ha'sı ise deniz aşındırması ile kaybolmuştur (Serteser, 1999). Özellikle 1950'li yıllarda artan traktör sayısına bağlı olarak kıyı kumullarının tarlalara dönüştürülmesi ve 1960'lı yıllarda kıyı kumullarının ağaçlandırılması bu alanların büyük değişimine sebep olmuştur (Uslu, 2012d).



Fotoğraf 64: İnceleme alanının doğu kesiminde 1987, 2010 ve 2013 yıllarındaki kıyı çizgisinin değişimi (Görmüş vd., 2014).

Karasu kıyı kumullarında da benzer durumlar olmuştur. Batı Karadeniz bölgesinin nadir kumullarından olan saha, Sakarya Nehri ve Melen Çayı gibi akarsulardan gelen kum malzemesi ile beslenmektedir. Bu malzemenin dalga ve akıntılar yardımıyla kıyıya taşınması sonucu doğal kumul alanları oluşmuştur (TMMOB, 2012). Karasu kıyı kumulu ekosisteminde 100'ü aşkın bitki türü ve 5 bitki birliği bulunmaktadır. Profesör Jean-Marie Gehu ile Prof.Dr. Turhan Uslu, Karasu kumulunu korumaya değer alan olarak belirterek 1987 yılında bu bitki birliklerinden 4'ünü dünyada ilk kez bu alanda tespit edip, endemik bitkileri ortaya koymuştur (Uslu, 2012c). Ekoloji ve biyolojik çeşitlilik açısından böylesine önemli ve büyük

değer taşıyan Karasu kumulları bu ender yapısı, hatalı arazi kullanımı ve doğal kıyı süreçleri etkisiyle hızla erozyona uğramaktadır (Mater ve Turoğlu, 1997).

Devamlılığı için Sakarya Nehri'nin getireceği sedimana muhtaç olan Karasu kumulları, kıyı kesimindeki kıyı erozyonu nedeniyle son birkaç yıldır kıyı daralmasıyla karşı karşıyadır. Bu durum, kıyı yerleşmeleri üzerindeki olumsuz etkisini giderek artırmakta, günlük yaşamı tehdit eder boyutlara ulaştığı yerel halk tarafından belirtilmektedir. Kıyı erozyonunun somut göstergelerinden biri İkinci Dünya Savaşı'ndan kalan koruganlardan birisinin denize 95 m olan uzaklığının 10 m'ye inmesi, giderek deniz içinde kalmasıdır. Aynı zamanda daha önce bir yörük yerleşmesi olan İhsaniye Köyü'nün Kum Mahallesi dalgalardan etkilenecek su altında kalmıştır (TMMOB, 2012). Sakarya deltası 1922-1952 yılları arasında 30 yıllık devrede 50 m kadar ilerlemiştir. 1952 den 1956 yılına kadar olan devrede plaj 10 m gerilemiş, 1956-1962 yılları arasında ise gerileme hızı artarak devam etmiştir. 1980 sonrasında kıyı kumulları üzerine otel ve ikinci konutlar yapımı hızlanmıştır (Uslu, 2012d). Son dönemlerde barajların yapılması gelen sedimentin azalmasına yol açmıştır. Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e taşıdığı malzemenin şekillendirdiği kıyı alanının morfolojik yapısı kıyıya dik taşınımından oldukça etkilenebilmektedir. Bu durum çok geniş kumul alanlarının oluşmasına neden olmaktadır. Kıyı çizgisi gerisindeki genç kumullardan fosilleşmiş kumullara doğru binlerce yılda oluşmuş kumsal görünümü bahsi geçen durumu kanıtlamaktadır. Bu morfolojik yapı içerisindeki kumullar kıyı alanında meydana gelecek erozyon için önemli bir kum bütçesini oluşturmaktadır. Kumulların bu şekilde zarar görmesi morfolojik dengeyi bozarak kıyı erozyonu hızlanmıştır (Yüksel, 2011).

Sakarya Nehri'nin uzunluğu ve havza özellikleri sebebiyle katı madde taşıma miktarı oldukça fazladır. Nehrin sediment taşıma miktarındaki azalmaya neden olan unsurlardan biri, baraj yapımından sonra nehrin ağzında morfolojik, hidrolik ve katı madde taşınım miktarı gibi özelliklerde değişimin oluşudur. Nehrin herhangi bir noktasına yapılan yersel bir müdahale hem kaynak hem de ağız kısmında etkiler meydana getirmektedir. Nehrin üzerine kurulan barajların suyu tutması sebebiyle, normal şartlarda yatağı boyunca ağız kısmına dek taşıyıp burada biriktirdiği sedimentler kıyıya ulaşamamaktadır. Plajdaki bu zayıflama Hasan Polatkan

(Sarıyar), Gökçekaya ve Yenice barajlarının (açılış tarihleri sırasıyla 1956, 1972, 1999) yapılması ile de ilgilidir (Işık vd., 2006). Diğer yandan batıya doğru olan deniz akıntıları, süspanse malzemeyi devamlı olarak taşıdığından Sakarya deltası gelişmemektedir (Atalay, 1987).

Sakarya üzerinde çok sayıda kum ve çakıl ocağının bulunduğu ifade edilmektedir (Kutoğlu vd., 2011). Bu kum ve çakıl ocakları Sakarya'nın flüviyal morfolojisindeki dengeyi bozmaktadır. Nehrin yatağındaki kum ocaklarından ve kıyı kumullarından kontrolsüz olarak çekilen sediment ve kumlar, Sakarya'nın taşıdığı malzemenin azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle unsurlar kıyı alanını besleyemez hale gelmiştir (Mater, 2012; Fotoğraf 65).



Fotoğraf 65: Bölgede inşaatlarda kullanılmak üzere kum elde edilmektedir.

Karasu kıyılarında, kıyı akıntıları geçmişte Sakarya nehrinden gelen sedimenti doğuya doğru taşımaktayken inşa edilen Karasu limanı kıyı akıntılarını kesmiştir. Sakarya ağzının yaklaşık 2 km doğusunda inşa edilen liman ve bu limana ait dalgakıran bu alandaki kıyı morfolojisi üzerinde oldukça olumsuz bir etki yaratmıştır. Sedimentin bir kısmı, yapımına 1996 yılında başlanan ve 2006 yılında tamamlanan bu limanın batı kısmında yığılmakta iken, artık oluşan türbülans nedeniyle, akıntıyla taşınan sediment açığa doğru sürüklenmektedir. Böylece limanın diğer tarafında da sediment akışının kesilmesiyle etkisi artan dalgalar erozyon oluşturmaktadır (Kutoğlu vd., 2011). Liman nedeniyle gelen malzeme doğudaki plaja da ulaşamamaktadır (Mater, 2012).

Karasu kıyı bölgesindeki bu durumun ne zaman başladığına dair yapılan çalışmada erozyonun 1996 yılında başlanan liman inşaatıyla birlikte tetiklendiği, zaten var olan durumu hızlandırdığı ortaya çıkmıştır. Sonuçlara göre, sadece dere ağzı ile liman arasında küçük bir bölgede alansal artış olup, buna karşılık diğer bütün alanlarda önemli miktarlarda erozyon bulunmaktadır. 1999 yılı depreminden sonra ırmak kumuna olan aşırı ilgi de burada ortaya çıkan erozyonun önemli nedenleri arasındadır (Kutoğlu vd., 2011).

Karasu kıyı erozyonu, son yıllarda yerleşim birimlerini tehdit etmeye başlamış, Landsat uydu görüntüleriyle yapılan çalışmalar sonucunda kıyı çizgisinin 110 metreye kadar içeri girdiği belirlenmiştir (Kutoğlu vd., 2010). Son elli yıldaki gözlemler Karadeniz'in yıllık yükselmesinin 3,5-4,5 mm dolaylarında olduğunu göstermektedir (Alpar, 2009). Bu durumda kıyı erozyonunun deniz ilerlemesi dışında bir nedenden ileri geldiği düşüncesi ortaya çıkmaktadır. Erozyonu önlemek amacıyla Sakarya Nehri'nin doğusuna inşa edilen, yapımına 1996 yılında başlanıp 2008 yılında tamamlanan yaklaşık 20 metre boyutundaki 10 adet dalgakıran soruna çözüm getirememiştir (Kutoğlu vd., 2010; Fotoğraf 66). Erozyonun dalgakıranla ilişkili olduğu da ihtimal dâhilindedir (Alpar, 2009).

Günümüzde erozyon sonucu kara içlerine doğru sokulan kıyı çizgisi ile Karasu kıyı şeridi boyunca devam eden Batı Karadeniz Caddesi arasındaki mesafe yer yer 40 metreye kadar düşmüştür. Erozyonun aynı hızla devamı halinde ana cadde ile beraber deniz seviyesinde olan yerleşim yerleri dâhil tüm alanların sular altında kalması mümkündür. Karasu'daki mevcut limanın yarattığı olumsuz etkiler bir yana, daha büyük kapasiteli yeni bir limanın yapılması planlanmaktadır. Bu gerçekleştiğinde meydana gelebilecek sorunlar hakkında henüz bir çalışma yapılmamış olmakla beraber sonuçlarını tahmin etmek zor değildir (DMKA, 2011a).



Fotoğraf 66: Dalgakıranların yapımı devam etmektedir (11 Mart 2014).

Karasu'nun Sakarya Nehri'nin doğusundaki kesiminde özellikle konutların bulunduğu alanlarda “Karasu Sahil Tahkimatı İnşaatı” adı altında birçok dalgakıran inşa edilmektedir. Daha önce İtalya’da yapılan bir planın uygulandığı bu projenin içerisinde kıyı çizgisine paralel doğrultuda, 120 metre uzunluğunda 15 metre genişliğinde, 75 metre aralıklı 27 adet dalgakıran yapılmıştır. Böylece, denizin derinliklerinden gelen kum taşınımı kıyı çizgisinden denize doğru yaklaşık 150 metre ileride biriktirilerek kıyı erozyonunun önüne geçmektir. Günümüzdeki duruma bakıldığında bu çözümün işe yaradığı söylenebilir. Dalgakıranlar zamanla kum toplamaya başlamış, kıyının bu kesimindeki kıyı erozyonunda kısmi yavaşlama görülmüştür (Uslu, 2012d).

Konu yalnızca ekosistem açısından önem taşımamaktadır. Aynı zamanda konuya yerleşimler açısından da bakmak gerekmektedir. Kıyı erozyonunun yukarıda bahsedilen çalışmalara göre aynı hızla ilerlemesi durumunda kıyı kesimine inşa edilmiş ikincil konutlar dahil tüm yapılar tehdit altında bulunmaktadır. 21 Ocak 2010 tarihinde meydana gelen fırtınada kıyı bölgesinde ilk sırada yer alan yapıların pek çoğunun yıkılması (Kutoğlu vd., 2010) konunun önemi açıkça ortaya koymaktadır. Günümüzde kıyı erozyonunun önlenmesi için projeler düşünülmekte ve örnek olarak

İtalya'daki planın bir benzerinin uygulanmasına çalışılmaktadır. Aynı zamanda idari bir takım değişikliklerle (Karasu'nun Sakarya Büyükşehir Belediyesi'ne dahil edilmesi gibi), yapılaşmada denetimlerin artırılmasına çalışılmaktadır.

Karasu yerleşmesinde binaların güvenliğinin sağlanabilmesi için acil bir eylem planına ihtiyaç duyulduğu ortadadır. Aksi takdirde tahribatın boyutları giderek artacaktır (Kutoğlu vd., 2010). Karasu kıyı alanı Sakarya Nehri'nin doğu tarafında meydana gelen erozyonun önlenmesi amacıyla saha ölçümleri, atmosfer modeli, dalga ve sirkülasyon modeli, Sakarya Nehri hidrolojisi ve sediment bütçe hesaplamaları, morfoloji hesaplamaları, kıyı çizgisi modeli, yapısal çözümlerin modellenmesi, sürekli gözlem ve yönetim planlaması gibi çalışmaların yapılması halinde doğru çözüm önerileri oluşturulabilir ve bu öneriler doğrultusunda proje geliştirilebilir (Kutoğlu vd., 2011).¹ Bu kıyı alanı doğal yaşamın korunması ile turizm, ekonomik getirisi, balıkçılık gibi getirimleri sebebiyle sürdürülebilir bir kullanım planına ihtiyaç duymaktadır. Bu ancak bütünleşik kıyı alanları yönetimi yaklaşımıyla sağlanabilir. Böylece oluşabilecek erozyon ve çevre kirliliğinin engellenmesinin yanı sıra ekolojik yapı da korunabilecektir (Yüksel, 2011).

Erozyonu meydana getiren nedenlerin bir diğeri bölge halkının bir kısmına ekonomik getiri sağlayan kum midyesi avcılığıdır. Karasu kıyılarında sürdürülen bu faaliyet yakın kıyı bölgesinde büyük hacimlerde deniz tabanı çukurları oluşturmaktadır, bu da kıyıya dik gelen kum taşınım dengesini olumsuz olarak etkilemekte, Karasu kıyı alanında erozyonu artırmaktadır (Mater, 2012). Midye avcıları Karasu limanının doğusunda kıyıya yakın yerlerde 5 m su derinliğinde sonbahar aylarında midye hasadı için denizden kum almaktadır (TMMOB, 2011). Yıllarca herhangi bir sınırlama olmadan yapılan bu avcılık nedeniyle kıyıdan açığa doğru geniş bir alanda bulunan midye yatakları ortadan kaldırılmış, dalga etkisi ile kıyıdan gelen kum miktarında önemli azalmalar oluşmuştur.

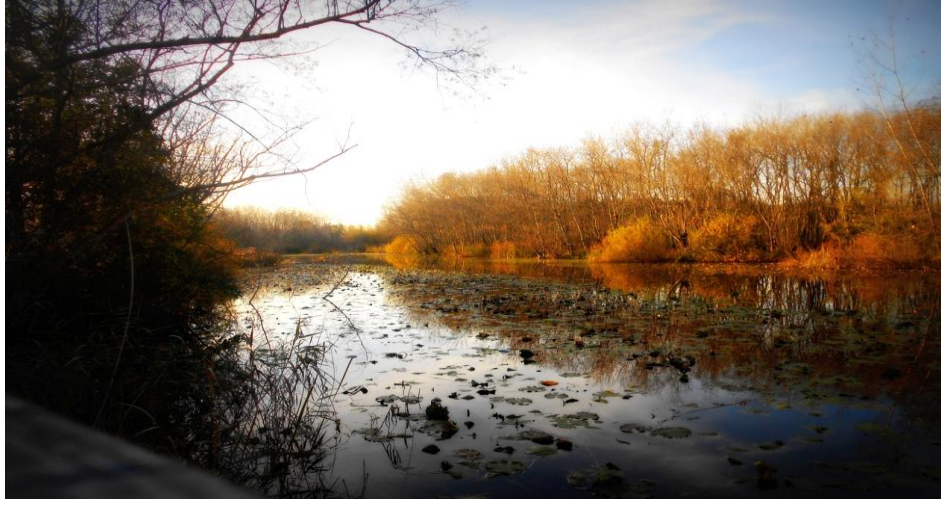
Kumul alanının farklı kullanımı yönünde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan bir kısmı ulaşım ile ilgili iken, bir kısmı ise kısa süreli ancak yoğun etkili

¹ Bütünleşik kıyı alanları yönetimi; kıyı kanunu başta olmak üzere kıyılarda uygulanmakta ve planlanmakta olan kanun, karar, yönetmelik uygulamalarının toplum yararı çerçevesinde değerlendirilmesi, strateji önerilerinin geliştirilmesi; çevre etki değerlendirme, kıyı alanları taşıma kapasitesi ve kıyı alanları yönetimi konularında teknik çalışmalar yapılması ve raporlanmasıdır.

kullanımlardır. Ulaştırma Bakanlığı'nın iki projesinin kumul alanlarını etkilemesi söz konusudur. Bunlardan ilki yapımı planlanan Adapazarı-Zonguldak demiryolu hattının bir kısmının Karasu kumullarından geçmesidir. Diğer ise Batı Karadeniz Sahil Yolu projesinin alandan geçen kısmının kumullar üzerinde yer almasıdır. Özellikle karayolunun mevcut kentleşmeyi hızlandıracağı, daha fazla nüfus baskısı yaratacağı ve kumulların bundan etkileneceği açıktır. Kısa süreli faaliyet olmasına karşılık, kumullardaki doğal hayat üzerinde olumsuz etkileri uzun süre devam eden faaliyetlerden biri de, kumullar üzerinde yapılan araba ve motosiklet yarışlarıdır.

İlk kez 2002 yılında Karasu ile batıda Karakamış Çayı arasında kumul üzerinde yarışlar gerçekleştirilmiştir. Yeterli katılımcı olmadığı için 2003 yılında yapılamayan yarışlara daha sonraki yıllarda devam edilmiştir. Yarışların kıyı kumulları üzerindeki bitkilerin tahrip olmasına yol açtığı, yerel idarecilerin ise konuya “tanıtıma hizmet ettiği” için olumlu yaklaşıtları belirtilmektedir (Avcı, 2007).

İnceleme alanında koruma ile ilgili daha birçok sorun görülmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu biyolojik çeşitliliğin bir bölümünü oluşturan Karasu kumullarının hızla tahribi ve denize karışmasıyla burada yer alan bitkilerin tümü yok olacaktır. Kumulların tahrip edilmesi, hemen kumul gerisinde yer alan Acarlar Longozu'nu da tehdit etmektedir. Acarlar Longozu ülkemiz ve dünyada nadir olarak rastlanan subasar orman ekosistemi nedeniyle 1998 yılında I.derece Doğal Sit Alanı ilan edilmiştir (Fotoğraf 67). Bu sahada tespit edilen 180 kuş türünün büyük bir bölümü, Dünya Doğal Hayatı Koruma Birliği (IUCN)'nin kategorisine göre nesli tehlike altında olan türlerden meydana gelmektedir. Acarlar Longozu aynı zamanda özellikle nesli tehlike altında olan kuş türlerinin üreme ve konaklama alanını da oluşturmaktadır. Acarlar Gölü ile Karadeniz arasından geçecek olan Batı Karadeniz Sahil Yolu, sulak alan ve kumullar gibi alandaki önemli bölgelerde tahribatlara neden olacaktır (Özhatay vd., 2005).



Fotoğraf 67:Acarlar Longozu ve subasar orman.

Bölgenin korunması konusunda ülkemiz veya yerel halkın bilinçsizliğine karşı Türkiye'deki çevreci örgütlerin bu doğa katliamını bilimsel verilere dayanarak resmi belgelerle uluslararası faaliyet gösteren doğa koruma kuruluşlarına bildirmeleri çözüm önerileri arasında yer alabilir. Bir Akdeniz ülkesi olan ve ülkemize benzer kumul sahaları içeren İspanya'nın kıyı kumulları 1988 yılına dek korunmamaktaydı. Ancak günümüzde Ulusal İspanyol Kıyı Otoritesi ve Çevre Başkanlığı, kıyı kumul problemlerinin farkına vararak güçlü bir politika izleyip kumul restorasyonunu başlatmıştır. Kıyı kumullarının öneminin kavrandığı ülkede degradasyon yok edilmiş veya hafifletilmiştir. Kumul iyileştirme çalışma projeleri yıllar geçtikçe artarak bütçesini de katlamıştır. Koruma politikaları öncesinde yapılan oteller yıkılmış veya kıyının iç kesimlerine alınmalarını sağlamıştır (Gomez-Pina vd., 2002). Kıyı, sahil şeridi ve kıyı kullanım alanları kıyıların doğası ile alakalıdır. Koruma konusunda bir diğer önemli konu Fransa örneğinde olduğu gibi kıyılarla ilgili mevzuatın bölgesel olması gerekliliğidir (Akyol ve Sesli, 1999). Bu sayede farklı özellikler gösteren kıyı kumul alanları gösterdikleri ihtiyaçlara göre korunabilecektir. Bunun için kıyıları ve kıyı kumulları varlığıyla ülkemize benzerlik gösteren İspanya'nın başlattığı kıyı kumullarını koruma girişimleri veya Fransa'nın aynı konu hakkında yürüttüğü kanun modeli örnek alınabilir. Bununla birlikte günümüzde yürütülen çalışmalar, korumanın aksine alanın kullanımına yönelik olarak sürdürülmektedir.

Kıyılarla ilgili madde içeren çok sayıda kanun, yönetmelik ve tüzük mevcuttur. Bunların dışında çeşitli tarihlerde kıyı kanunları da çıkartılmıştır. Çalışma alanındaki koruma sorunlarının içindeki bazı unsurların bu kanunlardan etkilenmesi sebebiyle konuya kabaca değinilecektir.

Türkiye'de deniz, göl ve akarsu kıyıları ile bu yerlerin etkisinde olan ve devamı niteliğinde bulunan sahil şeritlerinde planlama ve yapılaşmaya ilişkin ilk yasal düzenleme, 11.7.1972 tarih ve 1605 sayılı kanunla 6785 sayılı İmar Kanunu'na eklenen 7-8. maddelerle olmuştur. Bu maddeler ile kıyı alanları da imar düzenine dahil edilmiştir. Bahsi geçen kanundaki maddeler sahil şeridi genişliği olarak; imar planının kapsadığı yerlerde, plandakinden az olmamak üzere en az 10 m. olarak nitelendirilmiştir (Akyol ve Sesli, 1999).

Kanunun çıkmasından sonra farklı tarihlerde çeşitli düzenleme ve değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- 1.12.1984 tarih, 18590 sayılı resmi gazetede yayımlanan 3086 sayılı Kıyı Kanunu ve bu kanuna ilişkin 18.5.1985 tarih, 18758 sayılı resmi gazetede yayımlanan Uygulama Yönetmeliği'ne göre; deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda; imar planlı alanlarda en az 10 m. diğer yerlerde en az 30 m. genişliğinde sahil şeridi tanımlanmıştır.
- 17.4.1990 tarih, 20495 sayılı resmi gazetede yayımlanan 3621 sayılı Kıyı Kanunu ve bu kanunun uygulanmasına dair 3.8.1990 tarih 20594 sayılı resmi gazetede yayımlanan Uygulama Yönetmeliğinin amacı; deniz, tabii ve suni göl ve akarsu kıyıları ile bu yerlerin etkisinde olan ve devamı niteliğinde bulunan sahil şeritlerinin doğal ve kültürel özelliklerini koruma ve kamu yararına kullanma esaslarını tespit etmektir.
- 11.7.1992 tarih, 21281 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 3830 sayılı Kıyı Kanunu'nun en önemli özelliği, kıyının toplum yararına kullanılması için yapılaşmaya kısıtlamalar getirilmesi ve kıyı kenar çizgisinden itibaren ilk 50 m'lik bölüme yapı yapılmasına izin verilmemesidir. 3830 sayılı kanun, bu kanunun 13.10.1992 tarih, 21374 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış olan Uygulama Yönetmeliği ve söz konusu kanun ve yönetmeliğe ilişkin 30.3.1994 tarih 21890 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan değişikliğe göre; kıyı çizgisi, kıyı, kıyı kenar çizgisi ve sahil şeridine ilişkin çeşitli

tanımlamalar yapılmıştır, sahil şeridinin ilk 50 m'lik kısmında kıyıda yapılabilecek yapılarla birlikte yaya yolları, gezinti ve dinlenme alanları, seyir teras alanları ve rekreatif alanların yer alabileceği belirtilmiştir.

Buna göre çeşitli kurum ve kuruluşların da kıyı koruması konusunda bazı görevlerin üstlendiği görülmektedir.

Doğu Marmara Kalkınma Ajansının hazırladığı raporda (2011a), ortaya çıkan ve/veya çıkması mümkün sorunlar ile bunlara etki eden beşeri unsurlar açık olarak belirtilmiştir. Buna göre;

“Kıyıların; koruma-kullanma dengeleri göz önüne alınarak, kendini yenileyebilen ve sürdürülebilir bütünlük bir kıyı yönetimine gereksinimi vardır. Kıyı ekosistemlerinin hassasiyeti nedeniyle bu alanlarda ortaya çıkan yanlış arazi kullanım uygulamaları kıyılarda koruma ve kullanma dengesini bozarak doğal ve kültürel alanların tehdit altında kalmasına neden olmaktadır. Sakarya Deltası ve yakın çevresi kıyı kuşağının jeomorfolojik özellikleri dikkate alındığında hatalı arazi kullanımı nedeniyle doğal ve sosyo-ekonomik yönde etkilenmektedir.

Doğal kaynaklar; endüstri, çarpık kentleşme ve nüfus artışı gibi faktörlerden etkilenirken bunun sonucunda doğal kaynakların korunması, biyolojik çeşitlilik ve bu çeşitliliğin sürdürülebilmesi günümüz dünyasının esas problemlerinden birini oluşturmaktadır (Kavgacı, 2007). Mevcut planlama sisteminin yetersizliği sonucu çok sektörlü ve çevreye duyarlı bölge planı eksikliği, imar planı yapma yetkisinin yerel yönetimlere devredilmesine karşın bu birimlerin gerektiği gibi kalifiye eleman, parasal kaynak ve araç gereçle donatılmaması, planlama sürecinde bilim çevrelerinin önerilerinin dikkate alınmaması, merkezi ve yerel yönetimler tarafından etkin bir izleme, denetim ve yaptırım sisteminin uygulanmaması, planlama ve uygulama sürecinin dış baskılara açık olmasıyla siyasi tercihlerin bilimsel doğruların önüne geçmesi, kentsel yığılmaların ve ikincil konutların kontrol altına

alınamaması, uygulama öncesi çevresel etki değerlendirmesi “ÇED” yapılamaması veya yapılsa dahi yetkin olmayanlar tarafından ve maddi kaygıların karşılanması düşüncesiyle tek taraflı verilerin doğruluğu öne sürülerek çevresel değerlendirmeden yanlış sonuçlara dayanması, kıyı kenar çizgisinin belirlenmesinde uzman görüşlerinin etkili olmaması ve “Kıyı Kanununun” yetersizliği gibi sebeplerden ötürü ortaya çıkan yanlış arazi kullanımı sonucu Karasu kıyıları koruma sorunu tehdidiyle karşı karşıya kalmış bulunmaktadır.

Kıyı bölgesi yönetimi sürecinde kaynakların korunma ve kullanılmasına ilişkin alınan kararlarda çok sayıda yetkili kuruluşun olması ve bunlar arasında yetki girişimlerinde koordinasyon eksikliği, yetki dağılımını ve kaynak kullanımını düzenleyen çok sayıda kanun ve yönetmelik olup aralarında bir bütünlük olmadığı gibi çoğu kez birbirlerini karşılıklı olarak zayıflatan ve etkisiz hale getiren hüküm ve boşluklar içermektedir. Çalışma alanı gibi hassas, doğal ve değerli ekosistemlerin bulunduğu kıyı bölgelerinin korunması üzerine yapılan çalışmaların titizlikle yürütülmesi ve birbiriyle tutarlı kanunlar ile desteklenmesi oldukça önemlidir. Ancak bu konuda önceliğin verilmesi gereken ilk konu bahsi geçen koruma alanının çevresinde yaşayanların bu konuda bilinçlendirilmesi ve yaşadıkları ortamın ne denli önemli ve özel olduğuna ikna edilmeleridir. Korumanın en önemli nüvesini oluşturan bölge halkına yönelik eğitimin ardından arazi planlaması yapılmalı ve bu özel alanlar kesin yargılar içeren kanunlar ile koruma altına alınmalıdır. Bölge insanı ile otoritenin birlikte çalışması korumanın daha denetli ve sıkı olmasını sağlayabilir. Fakat bu konuda bir de kıyı bölgesi yönetiminden sorumlu ve ana kararları alabilecek güçte merkezi ve bu uygulamada ulaşılmak istenen amaçları benimseyen uzman bir kuruluş oluşturulmalı, kıyı bölgesi yönetiminin amaç, ilke ve yaklaşımları bu kuruluş

tarafından belirlenmeli, mevcut kanun ve yönetmelikler yeniden ele alınmalı, sadeleştirilmeli ve çelişen hükümler değiştirilmelidir.

Etkin bir kıyı bölgesi yönetiminin sağlanabilmesi için bir veri tabanı oluşturulmalı, ülkemizde mevcut veya oluşabilecek kıyı kullanım sorunları tanımlanmalı ve bunların çözümüne yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Mevcut arazi kullanım planları merkezi kuruluş tarafından benimsenip, amaç, ilke ve stratejiler doğrultusunda revize edilmeli, kıyılardaki mevcut ekonomik faaliyetler gözden geçirilerek gelecekte izin verilebilecek faaliyet türlerinin yöresel dağılımları belirlenmelidir. Kıyı alanlarında mevcut doğal ve kültürel kaynakların, arazi mülkiyetlerinin envanteri çıkarılmalı, ülkemizde kıyı yönetimi ile ilgili kısa süreli veya sürekli eğitim programlarının geliştirilmesi sağlanmalıdır.”

Başka kelimelerle kumul alanlarını koruma ve kullanımına ait genel politikalarının belirlenmesi ve uygulanması gerekirken, Karasu kumulları gibi kumul sahalarının özel durumları da göz önünde bulundurarak özel statü ve planlamaların yapılması önemlidir.

Kıyılarda sürdürülebilir bir koruma sağlanabilmesi için kıyıların sahiplenilmesi, hazırlanan planların merkezi yönetim tarafından desteklenmesi, kanun ve yönetmeliklerle ilgili çelişkilerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Kıyı kullanımı ile ilgili sınırlamalara yönelik denetim artırılmalıdır. Kıyı kumul ekosistemi çevresel, kumulun varlığının sürdürülebilirliği ise biyolojik çeşitliliğin yanı sıra turizm açısından önem arz etmektedir. Ancak ülkemizin Çevre ve Orman Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, kendilerini yakından ilgilendiren kumulların yok oluşu ve bitki türlerinin tahribatı konusunda yeterli girişimde bulunmamıştır.

SONUÇ

Araştırma alanı olarak seçilen Karasu kumulları Türkiye'nin kuzeyindeki önemli kumul alanlarından birisidir. Saha hem hareketli kumulların hem de sabit kumul alanlarının görülebildiği ve kabaca Sakarya'nın denize döküldüğü ağız kısmıyla ikiye ayrılan bir alandır. Kumul sahasının bitkiler açısından yetiştirme şartları bu çalışmada ele alınmıştır. İklim özellikleri, kıyının jeomorfolojik özellikleri değerlendirilmiş, kumulların bir yetiştirme ortamı bakımından özelliklerine değinilmiştir. Tüm kumul alanlarında olduğu gibi, Karasu kumullarında da bitkiler için zor koşullar söz konusudur. Kumullarda yayılış gösteren bitkilerin önemli bir kısmı özellikle kıyı çizgisine yakın olan ve oluşmakta olan kumul alanlarında yayılış gösterenler dalgalar, kuvvetli rüzgârlar, tuz serpintisi ve durağan olmayan koşullarla mücadele etmek zorundadır. Kıyıdan içeriye doğru gidildiğinde bu koşullar kısmen etkisini azaltsa da; kumun suyu tutamaması ve kum fırtınaları gibi bazı etkenler bu alanlarda etkili olmaya devam etmektedir. Kıyıda dalgalar, tuz serpintisi ya da çok daha kuvvetli rüzgârlarla mücadele eden bitkiler biraz daha iç kesimlerde de yine kuma gömülme başta olmak üzere çok çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle de özellikle ön kıyı kesimindeki bitkiler daha önce de belirtildiği üzere bazı morfolojik, fizyolojik yetenekler geliştirerek bu streslerle baş etmeye çalışmaktadır.

İnceleme sahasına yapılan 4 arazi çalışması esnasında çok sayıda bitki örneği toplanmış bunlardan 75 adet farklı tür tanımlanmıştır. Bu türlerden iki tanesi; *Centaurea kilaea* ve *Verbascum degenii* küresel ölçekte nesli tehlike altında kabul endemik bitkilerdir. IUCN (Uluslararası Doğal Hayatı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kategorilerine göre statüleri *Centaurea kilaea* için "V yani zarar görebilir" ve *Verbascum degenii* için ise "E yani tehlikede"dir. *Verbascum degenii* Bern Sözleşmesi Ek Liste I'de yer alan bir türdür. *Peucedanum obtusifolium* ise Avrupa ölçeğinde tehlike altında kabul edilen bir türdür ve çalışma alanımızda çok nadir olarak gözlemlenmiştir.

Jurinea kilaea, *Pancratium maritimum* ve *Matthiola fruticulosa* Ulusal ölçekte nesli tehlike altında kabul edilen türlerdir. *Jurinea kilaea* V yani zarar görebilir kategorisinde; *Pancratium maritimum* ise E yani tehlikede olarak ifade

edilmektedir (Özhatay vd. 2005). *Kyllinga brevifolia* (Syn. *Cyperus brevifolius*) Türkiye'de ilk kez 1993'de buradan tanımlanmış olan bir türdür (Byfield ve Özhatay, 1996). *Kyllinga brevifolia*; kilin otu, yeşil kilin gibi isimlerle bilinen ve doğal yayılış alanı; Amerika ve Asya'daki tropikal-subtropikal sahalar olan bir saz türüdür. Ancak dünyanın sıcak-ılıman bölgelerine yayılan bir istilacı tür olarak da tanımlanmaktadır (Byfield, 2000; Molin vd., 1997; Lansdown, 2013). Kilin otunun ülkemizin kuzeyindeki kumul alanlarında geniş yayılış bulması (Karasu, Yeşilirmak, Melenagzı, Hopa gibi) yayılışının doğal olduğunu düşündürmektedir (Byfield, 2000).

Karasu kumullarında beşeri faktörlerin etkisinden kaynaklanan sorunlar sadece günümüze ait değildir. Üçüncü bölümde ayrıntılı olarak değinildiği gibi daha 1800'lü yıllarda kumul alanına yerleşen yörükler bu konudaki belirgin örneklerden birisidir. Bitki örtüsünün çeşitli nedenlerle kullanımı sabit kumulları harekete geçirmiş ve bazı yerleşim alanları yer değiştirmek zorunda kalmıştır.

Karasu kumulları bulunduğu konum itibariyle, planlama açısından önemli bir alanı oluşturmaktadır. Genel olarak yapılan planlardan etkilendiği gibi, doğrudan Karasu ve çevresine yönelik planlara da konu olmaktadır. Kumul alanlarının korunması ile ilgili sorunları, fiziki olaylara bağlı olarak ortaya çıkan sorunlar ve beşeri etmenlere gelişen veya etkisi artan sorunlar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bunlardan fiziki olaylar sonucunda ortaya çıkan sorunların bir kısmında insanın etkisi, doğrudan Karasu kumulları üzerinde gerçekleştirilen eylemler sonucunda olmayabilmektedir. Bununla beraber kumullar üzerinde doğrudan insanın müdahalesi sonucunda oluşmuş etkiler de vardır.

Karasu kumullarının korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması açısından bazı özellikler ön plana çıkmaktadır. Karasu kumulları uzun yıllar, sınırlı bir faaliyete konu olmuş veya ekonomik faaliyetlerin dışında kalmış iken, son 30 yıllık dönemde artan oranlarda etkilenen alanlar içine girmiştir. Karasu kumul sahasında sabit kumulların bulunduğu alanların tarımsal alanlara dönüştürülmesi ve kavaklıkların oluşturulması 1980'li yıllara kadar hakim olan genel kullanım şekilleridir. 1980 sonrasında nisbi olarak refah seviyesinin artması, ulaşım imkanlarının gelişmesi, İstanbul gibi büyük bir metropol alanının yakınında yer alması nedeniyle Karasu ve çevresinin özellikle ikincil konut ve/veya turizm alanı

olarak gelişmesine yol açmıştır. Bu dönemde yapılan konutların büyük kısmı kumul alanı üzerinde yer almaktadır.

Genel olarak gerek Karasu kumulları çevresinde, gerekse kumulların kaynağı olan Sakarya Nehri üzerinde gerçekleştirilen baraj yapımı, kum ve çakıl ocağı açılması gibi faaliyetler öncelikle kumulların yeterince beslenmesini engellemektedir. Yeterince beslenmenin gerçekleşmemesi kumulun oluşum ve gelişimi üzerinde olumsuz etkilerin görülmesine yol açmaktadır. Sakarya Nehri üzerine yapılmış büyük barajlar (Hasan Polatkan ve Gökçekaya) yanında Sakarya'nın kolları üzerinde yer alan barajlar, denize ulaşması gereken alüvyal malzemenin bir kısmının tutulmasına neden olmakta, bu Sakarya'nın ağzında yeterli alüvyal malzemenin birikmesini engellemektedir. Kıyı üzerinde yapılan liman gibi tesisler ise kıyıdaki akıntı rejimi üzerinde etkiler yaratmaktadır. Kıyı akıntısında oluşan türbülans, Sakarya'nın getirdiği sedimentin bir kısmının açığa doğru sürüklenmesine yol açmaktadır. İnceleme sahasında Karasu limanının yapımı sonrasında kumulların gelişimi ve şekillenmesinde ortaya çıkan değişiklik bununla ilgilidir. Meydana gelen değişikliğin bir diğeri, kumulun beslenmemesinin yanında kıyı akıntısında oluşan farklılık nedeniyle kumulun deniz tarafından boşaltılmasıdır. Kumul alanının denize dönüşmemesi için, yüksek maliyetlerle kıyı üzerinde dalgakıran gibi yeni yapıların yapılması gerekmiştir. Bu durum fiziki olaylara insanın yaptığı müdahalelerin beklenmedik ne gibi sonuçlara yol açacağının bir göstergesidir.

Bunun yanında doğrudan kumullar üzerinde gerçekleştirilen beşeri müdahaleler de vardır. Bu müdahaleler büyük ölçüde kumulların bozulmasıyla ve/veya yok olması ile sonuçlanmaktadır. 1980 öncesinde tarım alanları açılması ve kavaklıkların oluşturulması temel değişiklikleri meydana getirirken, daha sonraki yıllarda yapılaşma en önemli değişiklik nedeni olmuştur. Kumulların fiziki özelliklerinin bozulmasına etki eden ekonomik bir faaliyet olarak midye avcılığından söz etmek mümkündür. Denizin yaklaşık 5 metre altında yer alan midyelerin toplanmasında midyeler ile kumun birlikte çıkartılması yöntemi kullanılmaktadır. Bu kıyının önünde midyelerin yer aldığı alanların hasat sonrasında çukurlaşmasına neden olmaktadır. Deniz tarafından söz konusu alan doldurulurken, gelen

sedimentlerin burada kullanılması nedeniyle kıyı beslenemezken aynı zamanda kıyıda kumullar da denize sürüklenmektedir.

Günümüzde Karasu kumulları çevresindeki sorunların başında yapılaşma gelmektedir. Ancak bu yapılaşma sadece konut alanlarının oluşturulması şeklinde değil, daha farklı kullanımların gerçekleştirilmesiyle karşımıza çıkmaktadır. Bu aynı zamanda çeşitli planlamalara da konu olmaktadır. Bunlardan biri Karasu kumul alanı üzerinde Acarlar Longozu'nun kuzeyinde küçük bir sanayi sitesinin kurulmasıdır. Ayrıca ulaşım açısından Karasu kumullarını etkileyecek karayolu ve demiryoluna ait planlar mevcuttur. Söz konusu planlar sadece yapımları ile kumulu etkilemeyecekler, varlıkları ile kentsel gelişime getirecekleri ivmeye bağlı olarak daha geniş alanların nüfuslanmasına ve kumullar üzerinde baskı oluşturmaya neden olacaklardır.

Tanıtım sağladığı gerekçesi ile gerçekleştirilen bazı faaliyetler kumulların sürdürülebilir kullanımına olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi kumullar üzerinde gerçekleştirilen araba ve motor yarışları, doğal dengeyi bozduğu için tahribatın büyük boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır.

Karasu kumullarının korunması için gerekli unsurlardan biri yasa ve yönetmeliklerle konunun hukuki açıdan da değerlendirilmesidir. Kıyılarla ilgili madde içeren çok sayıda kanun, yönetmelik ve tüzük mevcuttur. Bunların dışında çeşitli tarihlerde kıyı kanunları da çıkartılmıştır. Ancak yasal eksikliklerin yanında, mevcut yasalarda yer alan boşluklar nedeniyle kumul alanlarının kullanımında olumsuzluklar yaşanmaktadır. Hukuki alanda yapılacak düzenlemelerin, önemli bir doğal yaşam alanı olarak Karasu kumullarının gelecek nesillere aktarılmasına katkı sağlayacağı açıktır.

Kumullar üzerinde beşeri faktörlerin etkisi çeşitli yollarla günümüzde de devam etmektedir. Bitki hayatı bakımından zaten hassas ekosistemler olan kumulların bu şekilde etkilere maruz bırakılması yayılım alanları sınırlı olan ender kumul bitkilerinin popülasyonlarının zarar görmesine yol açmaktadır. Bu nedenle ilk bakışta orman alanları kadar dikkat çekici olmasa da kumul alanlarının korunması ülkemizin doğal ekosistemleri bakımından önem taşımaktadır.

İnceleme Sahasının Bitki Örtüsünü Oluşturan Başlıca Bitki Türleri

Bitkinin Bilimsel Adı	Türkçe karşılığı
1. <i>Alnus glutinosa</i>	kızılağaç
2. <i>Amaranthus retroflexus</i>	tilki kuyruğu
3. <i>Anagallis arvensis</i> var. <i>arvensis</i>	sabun otu/köpük otu
4. <i>Anchusa officinalis</i>	sığır dili
5. <i>Artemisia vulgaris</i>	yavşan
6. <i>Atriplex hastata</i>	karapazı
7. <i>Bromus hordaceus</i>	başak otu
8. <i>Bromus madritensis</i>	başak otu
9. <i>Cakile maritima</i>	kumul teresi
10. <i>Calystegia soldonella</i>	kum sarmaşığı
11. <i>Canyza canedensis</i>	şifa otu/selvi otu
12. <i>Carduus pycnocephalus</i>	deve dikenini
13. <i>Centaurea kilaia</i>	Kilyos peygamber çiçeği
14. <i>Cichorium inthybus</i>	hindiba
15. <i>Cionura erecta</i>	dağ sarmaşığı
16. <i>Cistus salviifolius</i>	laden
17. <i>Crepis</i> sp.	sarı papatya
18. <i>Crithmum maritimum</i>	deniz baklası
19. <i>Cynodon dactylon</i> var. <i>villosus</i>	köpek dişi
20. <i>Cyperus capitatus</i>	topalak
21. <i>Datura stramonium</i>	tatula
22. <i>Eryngium maritimum</i>	sahil çakır dikenini
23. <i>Euphorbia paralias</i>	sütleğen
24. <i>Euphorbia peplis</i>	sütleğen
25. <i>Euphorbia seguieriana</i>	sütleğen
26. <i>Ficus carica</i>	yabani incir
27. <i>Geranium dissectum</i>	dönbabadön
28. <i>Geranium purpureum</i>	leylek gagası
29. <i>Glaucium flavum</i>	deniz gelinciği
30. <i>Gleditschia triacanthos</i>	glediçya
31. <i>Holoschoenus vulgaris</i>	
32. <i>Juncus acutus</i>	kofa
33. <i>Jurinea kilaia</i>	Kilyos moru
34. <i>Leymus racemosus</i> ssp. <i>sabulosus</i>	kum çavdarı
35. <i>Lolium perenne</i>	çim

36. <i>Lotus corniculatus subsp. corniculatus</i>	gazal boynuzu
37. <i>Lycium chinense</i>	termiye alıı
38. <i>Malva sylvestris</i>	ebegümei
39. <i>Matthiola fruticulosa</i>	kum Şebboyu
40. <i>Medicago littoralis</i>	sahil bezelyesi
41. <i>Medicago marina</i>	kumul bezelyesi
42. <i>Muscari neglectum</i>	sümböl/Arap otu
43. <i>Oenothera biennis</i>	ezan ieği
44. <i>Opuntia ficus-barbarica</i>	Frenk inciri
45. <i>Othantus maritimus</i>	kumul bozotu
46. <i>Paliurus spina-christi</i>	karaçalı
47. <i>Pancratium maritimum</i>	kum zambağı
48. <i>Parentucellia latifolia</i>	üdil otu
49. <i>Periploca graeca</i>	ipek otu
50. <i>Peucedanum obtusifolium</i>	kıyı kerevizi
51. <i>Polygonum maritimum</i>	sahil dereotu
52. <i>Populus alba</i>	akkavak
53. <i>Pseudorlaya pumila</i>	bodur dilkanatan
54. <i>Pteridium aquilinum</i>	eğreli
55. <i>Pulicaria dysenterica</i>	ayırotu
56. <i>Raphanus raphanistrum</i>	turpotu
57. <i>Rubus sanctus</i>	böğürtlen
58. <i>Rumex crispus</i>	labada
59. <i>Ruscus aculeatus</i>	herdemtaze/tavŐanmemesi
60. <i>Salix alba</i>	aksöğüt
61. <i>Salix carpea</i>	keisöğüdü
62. <i>Salsola kali</i>	dikenli tuzotu
63. <i>Salsola tragus</i>	tuzotu/Rusya tuzotu
64. <i>Scirpoides holoschoenus</i>	topsaz
65. <i>Scolymus hispanicus</i>	zerdali diken
66. <i>Silene sp.</i>	salkım ieği
67. <i>Sophora jaubertii</i>	
68. <i>Stachys maritima</i>	kum karabaşı
69. <i>Teucrium chamaedrys</i>	kısa mahmutotu
70. <i>Teucrium polium</i>	acı yavşan
71. <i>Trifolium resupinatum</i>	Anadolu üçgölü
72. <i>Verbascum degenii</i>	sahil sığırkuyruğu
73. <i>Verbascum f.sinuatum</i>	bodan otu
74. <i>Vicia villosa</i>	tüylü fiğ
75. <i>Xanthium strumarium</i>	dikenli pıtrak

KAYNAKLAR

- ACATAY, A. (1959). “**Orman Korunması**”, D.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 62.
- AKSOY, N., ÖZKAN, N.G., ASLAN, S., KOÇER, N. (2013). “Melenagzı Kumul Vejetasyonunun (Düzce-Sakarya) Biyolojik Çeşitlilik Açısından İrdelenmesi”, **2013 Biyoçeşitlilik Sempozyumu Bildiri Kitabı**: 217-222.
- AKYOL, N., ve SESLİ, F.A. (1999). “Türkiye’de Kıyı Alanları Konusunda Geçmişten Günümüze Ulusal Mevzuat”, **T.M.M.O.B. Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi** 86: 101-111.
- AKYOL, İ.H. (1944). “Türkiye’de Basınç, Rüzgârlar ve Yağış Rejimi”, **Türk Coğrafya Dergisi** 5-6: 1-34.
- ALPAR, B. (2009). “Vulnerability of Turkish Coasts to Accelerated Sea Level Rise, **Geomorphology** 107: 58-63 .
- ATALAY, İ. (1987). “**Türkiye Jeomorfolojisine Giriş**”, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları, İzmir.
- ATALAY, İ. (1990). “**Vejetasyon Coğrafyasının Esasları**”, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını, İzmir.
- ATALAY, İ. (2002). “**Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri**”, Orman Bakanlığı Yayını, Meta Basımevi, İzmir
- ATALAY, İ. (2006). “**Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası**”, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını.
- ATALAY, İ. (2008a). “**Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası Cilt I**”, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir.
- ATALAY, İ. (2008b). “**Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası Cilt II**”, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayınları, İzmir.
- ATAY, İ. (1972). “**Kumulların Tespiti ve Ağaçlandırılması Tekniği**” İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- ATMACA, F.,YILMAZ, K.T. (2006). “Turan Emeksiz Kıyı Kumul Ağaçlandırmasının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi” **Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü DOA Dergisi** 12: Sayfasız.
- AVCI, M. (1993). “Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Bakış”, **Türk Coğrafya Dergisi** 18: 225-248.

- AVCI, M. (1996). "Göller Yöresi Batı Kesimindeki Bitki Toplulukları ve Dağılımları", **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi** 4: 143-215.
- AVCI, M. (2005). "Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü", **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi** 13: 27-55.
- AVCI, M. (2013). "Dünya'da ve Türkiye'de Step Formasyonu", **Prof. Dr. Asaf, Koçman'a Armağan, Ege Üniversitesi Yayını**: 111-131.
- AVCI, M., AVCI, S. (2001). "Limanların Kıyı Alanları Üzerindeki Etkilerine bir Örnek: Filyos Limanı Projesi", **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı 26-29 Haziran 2001**: 421-430.
- AVCI, S. (2007). "**Spor Coğrafyası (Kavramlar, Yöntemler ve Türkiye'nin Spor Coğrafyası)**", Çantay.
- AYDIN, A., MUTLU, S.; TUNCALI, T. (2007). "**Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları Cilt I**", Kitap Yayınevi, İstanbul.
- AYTAÇ, A. (2010). "Kerpe-Karasu Arasındaki Karadeniz Kıyılarındaki Kıyı Jeomorfolojisi." **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü** (Basılmamış Doktora Tezi), İstanbul.
- BAYTOP, T. (2007). "**Türkçe Bitki Adları Sözlüğü**", Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara.
- BİLGİN, T. (1984). "**Adapazarı Ovası ve Sapanca Oluğu'nun Alüvyal Morfolojisi ve Kuaterner'deki Jeomorfolojik Tekamülü**", İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- BİRİSOY, Y., ÖLGEN, M.K. (1992). "Thornthwaite Yöntemi ile Su Bilançosunun ve İklim Tipinin Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı" **Ege Coğrafya Dergisi** 6: 153-178.
- BYFIELD, A. J., ÖZHATAY, N. (1996). "**Türkiye'nin Kuzey Kumullarının Korunmasına Yönelik Rapor**" Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul.
- BYFIELD, A. J. (2000). "Cyperus L.", **Flora of Turkey and the East Aegean Islands** (Eds GÜNER, A., ÖZHATAY, N., EKİM, N., BAŞER, K.H.C.) Cilt 11: 306-307, University Press, Edinburgh.
- CABRAL, C., CAVALEIRO, C., GONÇALVES, M.J., CRUZ, M.T., LOPES, M.C.; SALGUEIRO, L. (2013). "Othantus maritimus (L.) Hoffmanns. & Link as a Source of a Bioactive and Fragrant Oil", **Industrial Crops and Products** 43: 484-489.
- CASTILLO, S.A., MORENO-CASASOLA, P. (1999). "Coastal Sand Dune Vegetation: An Extreme Case of Species Invasion", **Journal of Coastal Conservation** 2: 13-22.

- COWLES, H. C. (1899). “**The Ecological Relations of the Vegetation of the Sand Dunes of Lake Michigan**”, University of Chicago Press.
- ÇAKAN, H., YILMAZ, K.T., ALPHAN, H., ÜNLÜKAPLAN, Y. (2011). “The Classification and Assessment of Vegetation for Monitoring Coastal Sand Dune Succession: the Case of Tuzla in Adana, Turkey”, **Turkish Journal of Botany** 35: 697-711.
- ÇÖLAŞAN, U.E. (1960). “**Türkiye İklimi**”, T.C. Ziraat Bankası Matbaası.
- DANIELA, C., FORINO, L.M.C., BALESTRİ, M., PAGNI, A.M. (2009). “Leaf Anatomical Adaptations of *Calystegia soldanella*, *Euphorbia paralias* and *Othantus maritimus* to the Ecological Conditions of Coastal Sand Dune Systems”. **Caryologia** 62(2): 142-151.
- DANIN, A. (1996). “Comparasion Between Plants Desert Dunes, Extreme Desert and Coastal Dunes”, (Ed. A.Danin), **Desert Dunes Adaptations of Desert Organism**: 153-156, Springer.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. (2010). “**An Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**”, Published by Cambridge University Press, UK.
- DAVIS, P.H., MILL, R.R., TAN, K. (1988). “**Flora of Turkey and the East Aegean Islands**”, Vol. 10 (Suplement I), University Press, Edinburgh.
- DAVIS, P.H., TAN, K., MILL, R.R. (1965-1985). “**Flora of Turkey and the East Aegean Islands**”, Vol. 1-9, University Press, Edinburgh.
- DİZDAR, M. (2003). “**Türkiye'nin Toprak Kaynakları**”, Ziraat Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- DMKA (2011a). “Karasu'nun Genel Durum Değerlendirmesi ve SWOT Analizi”, (Çevrimiçi)
http://www.dogumarmarabolgeplani.gov.tr/pdfs/1_calistay_85_KarasuSWOTanalizi.pdf, 17 Kasım 2013.
- DMKA (2011b). “Bölgesel Ölçekte Karasu Limanı”, 2011b (Çevrimiçi)
http://www.dogumarmarabolgeplani.gov.tr/pdfs/6_ulasim_43_KarasuLimanıRaporu.pdf, 18 Kasım 2013.
- DOING, H. (1985). “Coastal Fore-dune Zonation and Succession in Various Parts of the World”, **Vegetatio** 61: 65–75.
- DÖLARSLAN, G., GÜL, E. (2012). “Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk”, **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi** 5 (2): 56-59.
- DÖNMEZ, Y. (1964). “Karasu Batısında Bir Yörük Yerleşmesi”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi** 14: 181-199.

- DÖNMEZ, Y. (1979). “**Kocaeli Yarımadası'nın Bitki Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- DÖNMEZ, Y. (1985). “**Bitki Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- DÖNMEZ, Y. (1990a). “**Trakya'nın Bitki Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- DÖNMEZ, Y. (1990b). “**Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları**”, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- ERİNÇ, S. (1957). “**Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları**”, İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yayını, İstanbul.
- ERİNÇ, S. (1965). “**Yağış Müessiriyeti Üzerine bir Deneme ve Yeni bir İndis**”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınlar, İstanbul.
- ERİNÇ, S. (1969). “**Klimatoloji ve Metodları**”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- ERİNÇ, S. (1977). “**Vejetasyon Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, İstanbul.
- ERKAL, T. (2005). “Kıyı Kumullarında Titan Aramaları: Karasu (Sakarya) Örneği (Titanium Research in Coastal Dunes: Case Study from the Karasu Area, Black Sea Coast Turkey)”, **TURQUA Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı**: 66-70.
- EROL, O. (1999). “**Genel Klimatoloji**”, Çantay Kitabevi Yayını, İstanbul.
- ERTEK, T.A. (2011). “Kıyı Kumulları Oluşumları, Gelişimleri, Yayılışları ve Türkiye'den Bazı Problemlili Kumul Sahaları”, **7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 21-23 Kasım 2011, İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi, Bildiriler Kitabı**: 15-22.
- ESKİN, B., ÖZYİĞİT, İ.L., DOĞAN, İ., ALTAY, V., DEMİR, G., SERİN, M. (2013). “Germination Physicology and Autecology of Centurea kilaea Boiss. from Turkey”, **Sains Malaysiana** 42 (10): 1473-1482.
- ESLER, A.E. (1970). “Manawatu Sand Dune Vegetation”, **Proceedings of the New Zealand Ecological Society**, 17:41-46.
- GEHU, J.M., USLU, T. (1989). “Donnees sur la Vegetation Littorale de la Turquie du Nord-Quest”, **Phytocoenologia**, 17(4): 449-505.
- GISD. (2010). “*Ammophila arenaria*” Global Invasive Species Database (Çevrimiçi) <http://www.issg.org/database/ecologu.asp?si15188long=EN>, 25 Haziran 2014.

- GOMEZ-PINA, G., MUNOZ-PEREZ, J., RAMIREZ J.L., LEY, C. (2002). "Sand Dune Management Problems and Techniques, Spain", **Journal of Coastal Research**, 36:325-332.
- GÖNENÇİL, B. (2008). "Tehdit Altındaki Kıyı Alanlarına Bir Örnek: Acarlar Longozu-Karasu, Sakarya", **TÜCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2008 Bildiriler Kitabı**, 31-38.
- GÖRMÜŞ, K.S., KUTOĞLU, Ş.H., ŞEKER, D.Z., ÖZÖLÇER, İ.H., ORUÇ, M. ve AKSOY, B. (2014). "Temporal Analysis of Coastal Erosion in Turkey: a Case Study Karasu Coastal Region", **Journal of Coast Conservation DOI** 10.1007/S11852-014-0325-0.
- GÜNAL, N. (1986). "**Gediz-B. Menderes Arasındaki Sahanın Bitki Coğrafyası**", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- GÜNAL, N. (2003). "**Yukarı Gediz Havza'sının Bitki Coğrafyası**", Çantay.
- GÜNER, A., ÖZHATAY, N., EKİM, T., BAŞER, K.H.C. (2000). "**Flora of Turkey and the East Aegean Islands**", Vol.11 (Suplement II), University Press, Edinburgh.
- GÜNER, A., ASLAN, S., EKİM, T., VURAL ve M., BABAÇ, M.T. (Editör) (2012). "**Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)**", Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- GÜNGÖRDÜ, M. (1999). "**Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası**", İstanbul Üniversitesi Yayını.
- İŞİK, S., ŞAŞAL, M., DOĞAN, A. (2006). "Sakarya Nehri'nde Barajların Mansab Etkisinin Araştırılması", **Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 3: 401-408.
- İKİEL, C., USTAOĞLU, B. (2011). "Sakarya Deltası'nın Doğu Kesiminde Kıyı Çizgisi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi", **Türk Coğrafya Kurumu Yayınları**, 5: 483-492.
- İNANDIK, H. (1955). "Adapazarı Bölgesi'nin İklimi ve Bitki Örtüsü", **Türk Coğrafya Dergisi**, 13-14: 125-140.
- İNANDIK, H. (1956). "Adapazarı ve Çevresinde Nüfus ve Yerleşme", **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 7: 66-91.
- İNANDIK, H. (1957). "**Kıyı Morfolojisi ve Denizaltı Reliefi**", İstanbul Üniversitesi Yayını.
- İNANDIK, H. (1958). "**Adapazarı Bölgesi'nin İktisadi Coğrafyası Coğrafi Araştırmalar (II)**", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.

- İNANDIK, H. (1963). “Sakarya Deltası”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 7 (13): 83-98.
- İNANDIK, H. (1969). “**Bitkiler Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayını.
- İNANDIK, H. (1971). “**Deniz ve Kıyı Coğrafyası**”, İstanbul Üniversitesi Yayını.
- İZBIRAK, R. (1976). “**Bitki Coğrafyası**”, Ankara Üniversitesi Basımevi.
- KAHRAMAN, N. (1992). “**Sakarya Deltası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi**”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- KAVGACI, A. (2007). “Sand-Dune Vegetation of İğneada Coast in the Thracian Part of Turkey”, **Hacquetia**, 6/2: 171-182.
- KEREY, İ.E., MERİÇ, E., NAZİK, A., TUNOĞLU, C., AVŞAR, N., KAPLAN-YEŞİLYURT, S., AKGÜN, F., ULUDAĞ, M., AGASI, N., TIRAŞ, M., ÇİL, E., AKKİRAZ, M.S. (2004). “İzmit Körfezi'nin Doğusu, Adapazarı, Sakarya Deltası ve Çevreleri Geç Kuaterner (Holosen) Çökellerinin Özellikleri”, **Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni**, 29: 55-76.
- KOCA, A.D., YILDIRIMLI, Ş. (2008). “Akçakoca (Düzce) İlçesinin Genel Vejetasyonu Üzerine bir Araştırma”, **Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, 13: 46-56.
- KSOURİ, R., MEGDICHE, W., DEBEZ, A., FALLEH, H., GRIGNON, C., ABDELLY, C. (2007). “Salinity Effects on Polyphenol Content and Antioxidant Activities in Leaves of the Halophyte *Cakile maritima*” **Plant Physiology and Biochemistry** 45(3-4): 244-249.
- KURTULUŞ, S.G., KUTOĞLU, Ş.H., ŞEKER, D.Z., ÖZÖLÇER, İ.H., ORUÇ, M., AKSOY, B. (2014). “Temporal Analysis of Coastal Erosion in Turkey: a Case Study Karasu Coastal Region”, **Journal of Coast Conservation** Doi. 10.1007/s11852-014-0325-0.
- KUTIEL, P., COHEN, O., SHOSHANY, M., SHUB, M. (2004). “Vegetation Establishment on the Southern Israeli Coastal Sand Dunes Between the Years 1965 and 1999”, **Landscape and Urban Planning**, 67: 141-156.
- KUTOĞLU, H., ORUÇ, M., ŞEKER, D.Z., GÖRMÜŞ, K.S., GAZİOĞLU, C., TUTKUN, N. (2010). “Batı Karadeniz Bölgesi Karasu Sahil Kesiminde Kıyı Erozyonunun Zamansal Analizi”, **Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Konferans** : 1181-1187.

- KUTOĞLU, Ş.H., ŞEKER, D.Z., ÖZÖLÇER, İ.H., ORUÇ, M., AKSOY, B., GÖRMÜŞ, K.S. (2011). “Karasu Kıyılarında Erozyon ve Kıyı Yapılarının İncelenmesi”, **7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi, Bildiriler Kitabı**: 67-76.
- LANSDOWN, R.V. (2013). “*Kyllinga brevifolia*”. In: IUCN Red List of Threatened Species. Version 14.1 (Çevrimiçi) <http://www.iucnredlist.org/>, 24 Haziran 2014.
- MATER, B. (1998). “**Toprak Coğrafyası**”, Çantay Kitabevi.
- MATER, B. (2012). “Kentsel Planlamada Yerbilimi Çalışmaları ve Etkileri”, (Çevrimiçi) <http://www.skb.org.tr/wp-content/uploads/2012/05/Bar%C4%B1%C5%9F-Mater.pdf>, 8 Şubat 2014.
- MATER, B., GÖNENÇGİL, B. (2011). “Karasu Kumulları ve Acarlar Longozu”, **7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası Sakarya Şubesi, Bildiriler Kitabı**: 29-34.
- MATER, B., TUROĞLU, H. (1997). “Karasu (Sakarya Deltası) Kıyılarının Arazi Kullanımı ve Uygulama Sorunları”, **Türkiye Kıyıları 97 Konferansı, Bildiriler Kitabı**: 233-242.
- MOLLIN, W.T., KHAN, R.A., BARINBAUM, R.B., KOPEC, D.M. (1997). “Green Kyllinga (*Kyllingabrevifolia*), Germination and Herbicidal Control”, **Weed Science**: 45 (4): 546-550.
- MPGM (2014). “Sakarya İli Kuzey ve Doğu Planlama Alt Bölgeleri 1/25.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı”, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü (Çevrimiçi) <http://www.csb.gov.tr/iller/sakarya/index.php?Sayfa=duyurudetay&Id=12324>, 8 Mart 2014.
- MUGAN, P.T., İPEKOĞLU, B. (1995). “Akçakoca-Kefken (KB Türkiye) Arasında Yer Alan Sahil Kumlarının Ağır Mineral İçerikleri”, **Madencilik**, 2: 27-37.
- NORMAN, T. (1977). “Tiandsat (Erts) Görüntüleri Yardımıyla Batı Karadeniz Kıyı Akıntılarının İncelenmesi”, **Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni**, 20: 55-62.
- ÖZHATAY, N., BYFIELD, A., ATAY, S. (2005). “**Türkiye’nin Önemli Bitki Alanları**”, WWF Türkiye.
- PILS, GERHARD. (2006). “**Flowers of Turkey**”, Eigenverlag G. Pils.
- POLUNIN, O. (1969). “**Flowers of Europe A Field Guide**”, Oxford University Press.

- RADFORD, E.A., CATULLO, G. and MONTMOLLIN, B. de. (eds.) (2011). **“Important Plant Areas of the South and East Mediterranean Region: Priority Sites for Conservation.”** IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain.
- REDONDO-GOMEZ, S., ANDRADES-MORENO, L., PARRA, R., MATEOS-NARANJO, E., SANCHEZ-LAFUENTE, A.M. (2011). “Factors Influencing Seed Germination of *Cyperus capitatus*, Inhabiting the Moving Sand Dunes in Southern Europe”, **Journal of Arid Environments** 75(3): 309–312.
- REED, J.D., DAVIDSON-ARNOTT, R. ve PERILLO, G.M.E. (2009). “Estuaries, Coastal Marshes, Tidal Flats and Coastal Dunes”, Geomorphology and Global Environmental Change, (eds. O. Slaymaker, T. Spencer ve C. Embleton-Hamann). **Published by Cambridge University Press, UK:** 146-157.
- SAĞIROĞLU, M., OLGAC, E., ERTÜRK, B., TURNA, M. (2012). “Şile (İstanbul) ve Karasu (Sakarya) Çevresinde Etnobotanik İncelemeler”, **Ot Sistematik Dergisi:** 19,2, 93-104.
- SCHÖNFELDER, P., SCHÖNFELDER, I. (1990). **“Was Blüht am Mittelmeer?”**, Kosmos Naturführer.
- SCIPPA, G.S., PETROLLINI, E., TRUPIANO, D., ROCCO, M., FALCO, G., DI MICHELE, M., CHIATANTE D. (2011). “Dormancy of *Medicago marina* (L). Seed”, **Environmental and Experimental Botany**, 72: 320-329.
- SEÇMEN, Ö., LEBLEBİCİ, E. (1997). **“Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü”**, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayını.
- SERTESER, A. (1999). “Akyatan (Adana) Kıyı Kumullarında Bitki Örtüsü ile Toprak İlişkisi”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 1(2): 27-34.
- STARR, A.M. (1912). “Comparative Anatomy of Dune Plants”, **Botanical Gazzette**, 54: 265-305.
- STCHEPINSKY, U. (1942). “Sakarya Nehri'nin Geçtiği Arazinin Litolojik Tarifi”, **MTA Enstitüsü Raporu**, 1345.
- TMMOB (2012). “Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporu”, Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği (Çevrimiçi) http://www.tmmob.org.tr/resimler/ekler/6f7fa26fe995a75_ek.pdf, 28 Ekim 2013.
- TUNÇDİLEK, N. (1969). “Orta Sakarya Vadisi'nde Ziraat Hayatı”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 10: 62-63.

- TUROĞLU, H. (2010). “Alçak Kıyılarda Kıyı Kenar Çizgisi Problemi”, **UJES 2010 Bildiriler Kitabı**: 206-219.
- TÜRKEŞ, M. (2010). “**Klimatoloji ve Meteoroloji**”, Kriter Yayını.
- ULUDAĞ, M. (1998). “**Adapazarı Ovası ve Çevresinin Geç Kuaternerdeki Gelişimi**”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- USLU, T. (2012a). “Türkiye Kıyı Kumullarının Oluşum Süreçleri”, (Çevrimiçi) http://www.haberaliz.net/article_detail.php?article_id=749, 14 Aralık 2013.
- USLU, T. (2012b). “Kıyı Kumullarının Önemi”, (Çevrimiçi) http://www.haberaliz.net/article_detail.php?article_id=44, 17 Kasım 2013.
- USLU, T. (2012c). “Karasu Kumulu ve Termik Santral”, (Çevrimiçi) http://www.haberaliz.net/article_detail.php?article_id=583, 15 Kasım 2013.
- USLU, T. (2012d). “Türkiye Kıyı Kumullarının Oluşum Süreçleri”, (Çevrimiçi) http://www.haberaliz.net/article_detail.php?article_id=749, 10 Kasım 2013.
- WIEDEMANN, A.M. (1984). “**The Ecology of Pasific Northwest Coastal Sand Dunes: A Community Profile**”, FWS/OBS 84/04.
- WILSON, S.E. (2000). “An Michigan's Study of Coastal Sand Dune Mining in Michigan”, **Geological Survey Division**, 7: 2-12.
- YALÇIN, S. (1985). “Batı Karadeniz Bölümü (Sakarya -Filyos Kesimi) Bitki Örtüsünün Dağılışı 1”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, 2: 47-76.
- YALTIRIK, F., EFE, A. (1989). “**Otsu Bitkiler Sistematiği**”, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayını.
- YILMAZ, G., DANE, F. (2012). “The Genus *Verbascum* L. in European Turkey”, **Botanica Serbica**, 36: 9-13.
- YÜKSEL, Y. (2011). “Kıyı Alanları Yönetimi ve Karasu Alanı Deformasyonları”, **7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası Sakarya Şubesi, Bildiriler Kitabı**: 9-24.
- ZHANG, L., SHAO, H. (2013). “Direct Plant-Plant Facilitation in Coastal Wetlands: A Review.” **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 119(1): 1–6.
- ZHU, J.K. (2007). “**Plant Salt Stress**”, Encyclopedia of Life Sciences John Wiley Sons.

İnternet Kaynakları

http://www.florealpes.com/fiche_stachysmaritima.php 19 Nisan 2014

<http://www.iucnredlist.org/> 8 Haziran 2014

<http://www.iucnredlist.org/search> 5 Haziran 2014

<http://www.karasuhaber.com/makale/sakir-sen/kum-midyasi-ve-karasu-kumsali/60.html> 14 Nisan 2014

<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Cakile+maritima> 5 Haziran 2014

<http://www.pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Eryngium+maritimum> 5 Haziran 2014