



CBS KULLANILARAK KIBRIS'TA FIRTINA RİSKİ DUYARLILIK ANALİZİ

*Emre ÖZŞAHİN**

ÖZET

Kıbrıs, Akdeniz'in en büyük üçüncü büyük adası olup, çeşitli doğal afetlerle karşı karşıyadır. Bu afetler nedeniyle son 20-30 yılda ortalama 2685 kişi etkilenirken, ekonomik olarak 14.340 milyon dolar zarar yaşanmıştır. Bu afetler içerisinde ise en büyük ekonomik zararı fırtınalar meydana getirmiştir. Yıllık ortalama 0.10 olarak yaşanan fırtınalardan çeşitli yıllarda 40 kişi etkilenirken, 10 milyon dolar ekonomik zarar yaşanmıştır.

Bu çalışmada Kıbrıs'taki ülke ekonomilerine çok ciddi manada zarar veren fırtınalar, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak meydana getirebileceği risk kapsamında analiz edilecektir. Acaba Kıbrıs adasında fırtına riskinin boyutları nasıldır? Adadaki hangi alanlar risk altındadır? Bu risk hangi yerleşmeleri en fazla etkileyecektir? Bu kapsamda yapılması gerekenler nelerdir? şeklindeki araştırma sorularına yanıtlar aranacaktır. Çalışmada değişik ölçeklerde ve farklı kaynaklardan elde edilen faktör haritalarından yararlanılmıştır. Bu haritalardan elde edilen jeoloji, jeomorfoloji, eğim, baki, yağış, akarsuya uzaklık, yeraltı suyu, toprak ve arazi kullanım özelliklerine ait veriler koşullara bağlı ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile birleştirilerek, taşkın risk alanları belirlenmiş ve haritalanmıştır.

Çalışmanın zarar analizi sonuçlarına göre Kıbrıs'ta, geçmiş yıllarda yaşanmış, günümüz ve gelecekte yaşanabilecek fırtına değerleri geleceğe doğru 24.514.7 oranında artmaktadır. Fırtına risk analizi sonucuna göre ise adanın % 51.19'unun risk altında, % 27.51'ininde risk altında olmadığı anlaşılmıştır. Adada en riskli alanlar Lefkoşa yerleşim merkezi çevresidir. Riskin en az olduğu alanlar ise Girne ve Limasol çevreleri ile Trodos Dağları civarındır. Bu kapsamda öncelikli olarak multidisipliner bir bilim anlayışıyla daha kapsamlı planlamaların yapılması ve halkın konu hakkında bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fırtına, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Zarar Analizi, Risk Analizi, Kıbrıs.

* Uzman, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, El-mek: uzmanemreozsahin@gmail.com

STORM RISK SENSITIVITY ANALYSIS IN CYPRUS USING GIS

ABSTRACT

Cyprus is the third biggest island in the Mediterranean and it faces various natural disasters. Approximately 2685 individuals have been affected by these disasters in the last 20-30 years and economic damage amounts to 14.340 million dollars. The biggest economic damage among the disasters has been caused by storms. The storms which average an annual 0.10 have affected 40 individuals in different years and caused damage of 10 million dollars.

The study aims to analyze the storms that have seriously damaged the country economy in Cyprus by the help of Geographical Information Systems (GIS) in the framework of the risks they may create. The study seeks answers to questions such as "What are the dimensions of the risk in the island of Cyprus? Which regions are under risk in the island? Which settlements are affected from this risk the most? What needs to be done in this respect?". The study makes use of various scales and factor maps obtained from different sources. Data regarding geology, geo-morphology, slope, exposure rainfall, distance to rivers, underground water and land and soil use characteristics obtained from these factor maps are connected with condition dependent overlay method to identify and map risk areas.

Damage analysis results of the study shows that storm values from the past to future possible storms have increased at a rate of 24.514.7 in favor of future storms. Results of storm risk analysis points out that 51.19% of the island is under risk and 27.51% of the island is free from storm risk. The riskiest areas are the settlement of Nicosia and its environs. The least risk is seen in Kyrenia and Limassol and Trodos Mountain areas. It is necessary to make more comprehensive plans with a multidisciplinary scientific approach and create awareness in the public regarding the issue.

Key Words: Storm, Geographic Information Systems (GIS), Damage Analysis, Risk Analysis, Cyprus.

1. GİRİŞ

İnsan nüfusunun hızla artmasına paralel olarak teknolojik gelişmelerin ortaya çıkardığı sanayi faaliyetleri, ekolojik dengenin bozulmasına ve doğal kaynakların yavaş yavaş yok olmasına neden olmaktadır (Özdemir, 2011: 218). Bunun sonucunda, meydana gelen doğa olaylarının etkileri, her geçen gün afet boyutu kazanarak daha da acımasız bir durum kazanmakta ve yıkıcı etkileri giderek artmaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004: 71; Özey, 2011: 3). Doğal afet olarak nitelendirilen bu olaylar, genelde doğanın iç dengelerini yeniden düzenlemesine yönelik döngünün doğal sonuçları olup, insan topluluklarının bu döngüden zarar görmesi durumunda doğal afet olarak aldırılmaktadırlar (Özcan vd., 2009: 1).

Atmosferik kökenli iklimatik bir doğal afet olarak değerlendirilen fırtınalarda (Şahin ve Sipahioğlu, 2003: 115; Özey, 2006: 5), hızı saatte 63 km ve daha fazla olan rüzgârlarla birlikte, önemli doğa olaylarına neden olabilecek büyüklükte, şiddetli sağanak yağışları, şimşek ve yıldırım

gibi elektriksel olayları üretebilecek özelliklere sahip tehlikeli bir atmosfer olayları olarak tanımlanmaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2003: 243; Coşkun ve Aksoy, 2007: 205).

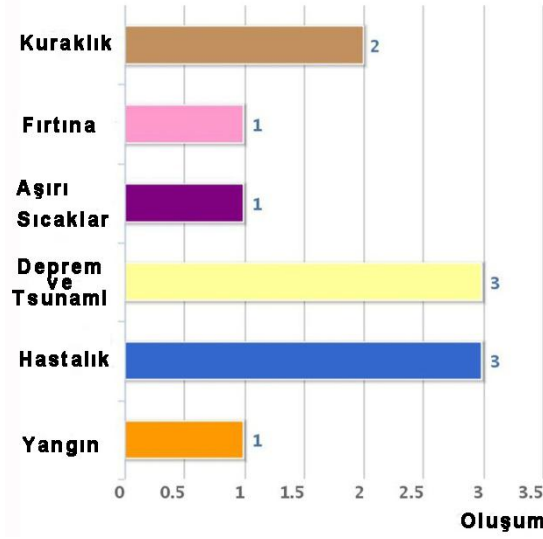
Bunun için fırtınalar, şiddetli yağışlar ile deniz kabarmalarına bağlı olarak oluşan sel ve taşkınlara, deniz kazalarına, ağaçların kökünden sökülmesine, binaların yıkılmasına, kum ve toz bulutlarına, hava, kara ve deniz trafiğinin aksamasına, yıldırım çarpmalarına, yıldırımdan kaynaklanan orman yangınlarına ve daha birçok istenmeyen doğal olayların yaşanmasına neden olmaktadır. Buradan anlaşıldığı gibi fırtınanın kendisi afete dönüşebilecek bir doğal tehlike olduğu gibi, diğer bazı doğal tehlikelerin oluşmasında tetikleyebilir (Pararas-Carayannis, 2007: 204). Bunun için dünya genelinde önemli can ve mal kayıplarına neden olan fırtınalar, en yaygın ve en yıkıcı doğal tehlikelerin başında gelmektedir. Zira dünyada görülen doğal afetlerin % 85'i fırtınalarla ilişkilidir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003: 243). Ayrıca her yıl dünyada 50 ülkeden ortalama 20.000 kişi fırtınalar nedeniyle yaşamını yitirmekte ve yılda ortalama 7 milyar dolar ekonomik zarar meydana gelmektedir (Şahin ve Sipahioğlu, 2003: 251).

Akdeniz'in önemli adalarından biri olan Kıbrıs'ta, fırtına başta kuraklık, aşırı sıcaklar, deprem (tsunami'de dahil), hastalık ve yangın (Tablo 1; Şekil 1) gibi çeşitli doğal afetlerle karşı karşıya olan bir ülkedir. Son 20-30 yılda meydana gelen bu doğal afetlerden ortalama yılda 2685 kişi etkilenirken, ekonomik olarak 14.340 milyon dolar zarar yaşanmıştır. Bu afetlerden en büyük ekonomik zararı ise fırtınalar meydana getirmiştir. Yıllık ortalama 0.10 olarak yaşanan fırtınalardan çeşitli yıllarda 40 kişi etkilenirken, 10 milyon dolar ekonomik zarar yaşanmıştır (Tablo 1; Şekil 2).

Tablo 1. Kıbrıs'ta yaşanan doğal afetler ve etkileri (Web 1)

Afet	Tarih	Etkilenen	Ekonomik Zarar (ABD\$ X 1,000)
Kuraklık	1991	0	0
	2000	0	0
Fırtına	1983	0	0
	2003	30	10.000
	2004	10	0
Aşırı Sıcaklar	1998	100	0
	2000	400	0
	2007	0	0
Deprem ve Tsunami	1995	1865	4.340
Hastalık	1996	280	0
Yangın	2000	0	0
TOTAL		2685	14.340

Turkish Studies



Şekil 1. Kıbrıs'ta etkili olan doğal afetler (Web 1)

Bütün bu istatistiklere dayanılarak ekonomik anlamda büyük bir kayba neden olan fırtınaların yaşandığı Kıbrıs'ta Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve tekniklerinden yararlanılarak fırtına risk analizi yapılacaktır. Yapılan bu analiz kapsamında; Acaba Kıbrıs adasında fırtına riskinin boyutları nasıldır? Adadaki hangi alanlar risk altındadır? Bu risk hangi yerleşmeleri en fazla etkileyecektir? Bu kapsamda yapılması gerekenler nelerdir? şeklindeki araştırma sorularına yanıtlar aranacaktır.

Yapılan bu çalışma, Kıbrıs'ta tarımsal faaliyetlerin değerlendirilmesi, çevre sorunlarının etki alanlarının tespit edilmesi, ulaşım ve sanayi faaliyetlerinin şekillenmesi, iklimsel özelliklerin açıklanması, bitki örtüsü ve türlerinin özelliklerinin belirlenmesi, turizm faaliyetlerinin şekillenmesi ve potansiyelin ortaya konulması ile enerji üretim etkinlikleri gibi birçok alanda yapılacak faaliyetler bakımından oldukça önem taşımaktadır.

2. İNCELEME ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Kıbrıs adası, Asya, Afrika ve Avrupa kıtalarının geçiş noktasında ve eski büyük uygarlıkların yer aldığı Ortadoğu ve Anadolu bölgelerinin kesişimin de (Karaaslan, 1998: 125; Web 2; 3), İtalya'ya bağlı Sardinya ve Sicilya adalarından sonra Akdeniz'in en büyük üçüncü adasıdır (Atasoy, 2011: 30; Web 4; 5; Şekil 2). Akdeniz'in kuzeydoğusunda (Web 5) ve Doğu Akdeniz havzasında yer alan Kıbrıs, kuzeyden 65 km mesafe ile Türkiye, doğusundan 112 km mesafe ile Suriye, 267 km ile İsrail, 162 km ile Lübnan, güneyinden 418 km ile Mısır, kuzey batısından da 965 km ile Yunanistan ile komşudur (Web 4; 6; Şekil 2). Adanın bu özel konumu ve zengin doğal kaynakları günümüzden 9000 yıl önce yerleşime açılmasına da neden olmuştur (Atalay, 2011: 49).



Şekil 2. Lokasyon Haritası

Kıbrıs, 30°33' - 35°41' kuzey enlemleri ile 32°23' - 34°55' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Web 6). Yüzölçümü yaklaşık 9.251 km²'dir (Web 7). Bunun 3.355 km²'lik bölümü, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (Web 8) geriye kalan kısmı ise Güney Kıbrıs Rum Yönetimi altındadır. Kıbrıs'ın genişliği en çok 225 km, en az 43 km'dir (Web 6). Adanın en yüksek noktası, 1953 m yükseklikteki Trodos (Karlı) Dağlarıdır (Web 9).

Toros Dağ Kuşağı içerisinde yer alan Kıbrıs, kuzeydoğuya doğru uzanan Karpaz Yarımadası, güneydoğuda Gazi Magosa körfezi ve batıda Güzelyurt körfezi yer alır. Kuzeyde adanın kıyılarına paralel olarak uzanan kireç taşlarından oluşmuş Beşparmak Dağları uzanır. Bu dağ kuşağının güneyinde batıda Güzelyurt'tan başlayarak doğuda Gazi Magosa'ya kadar devam eden ve Mesaorina ovası olarak adlandırılan geniş bir ova yer alır (Atalay, 2011: 49). Adanın güneyinde Kıbrıs Rum kesiminde Trodos (Karlı) Dağları uzanır. Daha güneyde ise bu dağlardan doğan akarsuların oluşturduğu deltalar mevcuttur (Web 10; Şekil 2).

Karakteristik Akdeniz iklim özelliklerinin görüldüğü Kıbrıs'ta (Karaaslan, 1998: 138; Altunç, 1998: 1; Kutoğlu, 2004: 57), Akdeniz iklim bölgesinin genelinde olduğu gibi yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise yağışlı ve kurak bir şekildedir. Sıcaklık değerleri yükseltiye bağlı olarak değişken bir özellik kazansada, en soğuk ay 10 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 35 °C ile Temmuz ayıdır. Yağış genellikle kış mevsiminde görülür. Alçak sahalarda ortalama olarak 380 mm olan yağış değeri, yükselti seviyesinin artışına paralel olarak artış gösterir (Web 2).

Hidrografi özellikleri bakımından zengin olmayan Kıbrıs'ta kısa boylu ve küçük akarsular bulunur (Şekil 4). Bu akarsular yaz mevsiminde ise genellikle kururlar. Adanın Güzelyurt civarında akarsular üzerine yapılmış küçük göletler de diğer hidrografik unsur olarak belirtilebilir.

Kıbrıs adasında başta İnceptisoller olmak üzere, Entisoller, Alfisol ve Mollisol türünde topraklar yaygın halde bulur. İnceptisoller, daha çok alüvyal tabanlarda, Entisoller oluşum aşaması yeni başladığı için toprak aşınım süreci devam eden alanlarda, Alfisol daha çok kireçtaşının yaygın olduğu arazilerde ve Mollisol ise yağış miktarının fazla ve ot vejetasyonun yaygın olduğu bölgelerde oluşmuşlardır.

Kıbrıs adasının iklim özelliklerine bağlı olarak bitki örtüsü özellikleri de karakteristik Akdeniz vejetasyonudur. Bu kapsamda alt kısımlarda kuraklığa dayanıklı maki türleri yaygın iken,

Turkish Studies

yükseklere çıktıkça iğne yapraklılar özellikle de kızılçamlar hakim bitki formasyonlarını oluşturmaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

İnsanlar zamanla artan bu doğa olaylarına karşı önceden önlem alabilmek, nedenlerini araştırmak ve oluşan hasarları belirlemek için birtakım arayışlar içerisine girmişlerdir (Özcan vd., 2009: 2). Bu nedenle dünya genelinde, afetlerden korunma stratejisi kapsamında afete dönüşmeden önlemlerin alınmasına olanak sağlayacak, afetlere karşı risk yönetimi çalışmalarına geçilmektedir. Ancak bu yaklaşımdaki başarı, gelişmiş koruma ve uyarı sistemleri ile daha iyi afet acil durum planlaması, vb. afet yönetim çalışmalarının bir arada yürütülmesine bağlıdır (Demirci ve Karakuyu, 2004: 72).

Sistemik bir süreç olan risk yönetimi, riskin tanımlanması, analizi ve miktarının belirlenmesi olmak üzere üç aşamadan oluşur. Özellikle olası bir doğal afet anında can ve mal kaybını en aza indirmek ve olumsuz etkilerinin azaltılması için yapılması gereken çalışmalar, tehlike alanlarındaki risk yönetimi çalışmaları ile gerçekleştirilebilmektedir. Risk yönetimi çalışmalarında tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar güncel haritalar ve grafiklerle ortaya konmakta, kullanılabilir kaynak ve imkânlar belirlenmekte, afetten korunma ve afet müdahalesi için en uygun seçenek ve öncelikler hakkında kararlar elenip, uygulamaya geçilmektedir (Ahmed ve Anwar, 2012: 179).

Kıbrıs adası örneğinde fırtına afetini konu alan bu çalışma ise, zarar ve risk analizi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, Kıbrıs'ta yakın geçmişte yaşanmış ve günümüz ile gelecekte yaşanabilecek fırtına afetinin, Sachs (2007) tarafından önerilen formül doğrultusunda yapacağı zarar matematiksel değer olarak hesap edilmiştir.

Bu kapsamda önerilen formül içeriği doğrultusunda Kıbrıs için hem geçmiş yıllara ait, hem de geleceğe ait kişi başına düşen milli gelir değerleri bu konu hakkında yapılan çalışmalardan elde edilmiştir (Web 14). Formüldeki, fırtınadan etkilenen insan sayısı ise geçmiş fırtına afeti için Birleşmiş Milletler Uluslararası Doğal Felaketleri Azaltma Kurumu (UN International Strategy for Disaster Reduction)'un verdiği değerler (Web 1), günümüz ve gelecekte öngörülen fırtına afeti için ise geçmiş yıllardaki değerlerin artış oranı göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. İlgili formüldeki ortalama rüzgâr hızı ise Koroneos vd. (2005) tarafından verilen değerlerin ortalaması alınmış ve işleme katılan bütün yıllar için sabit olduğu kabul edilmiştir.

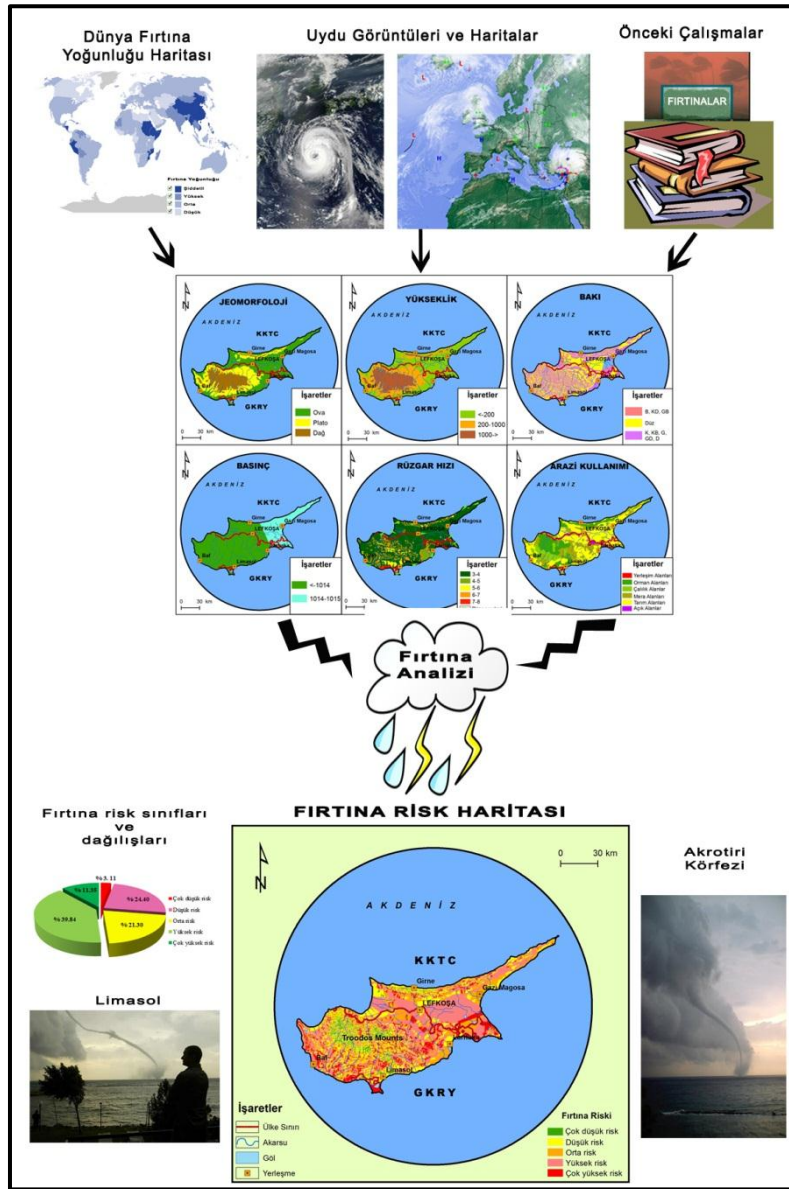
Çalışmanın ikinci aşaması olan risk analizi ise Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve teknikleri çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bilindiği gibi doğal afetlere karşı olası risk bölgelerinin belirlenmesinde ve sonuçların izlenmesinde vazgeçilmez kaynaklardan birisi de Coğrafi Bilgi Sistemleridir (Vieux ve Gauer, 1994: 264; Zerger, 2002: 287; Demirci ve Karakuyu, 2004: 82; Hoblit et vd., 2004: 1; Khalid ve Renee, 2008: 7). Bu sistem sayesinde uygun işlem adımları ile yapılan analizlerle güncel ve yüksek doğruluklu veri/bilgi üretmek mümkündür. Bunun yanında bu verilerinden elde edilen sonuçlar diğer veri gruplarıyla karşılaştırma ve değerlendirme yapmak, sorguların üretilmesi ve karar mekanizmalarına sonuç veri temininde birçok olanak sunmaktadır. Ayrıca bu sistem sayesinde afet öncesi risk analizlerinin yapılmasında ve afet sonrası hasar tespit çalışmaları gibi önemli ve stratejik konularda büyük ölçüde fayda sağlamaktadır (Zerger ve Smith, 2002: 124; Demirci ve Karakuyu, 2004: 82; Sachs, 2007: 4; Erkal ve Değerliyurt, 2009: 162).

Bu risk analizi aşamasında Coğrafi Bilgi Sistemler (CBS) metodolojisi kullanılarak koşullara bağlı ağırlıklı çakıştırma yöntemi çerçevesinde gerçekleştirilmiş (Tablo 2) ve fırtına afetinin meydana getirebileceği risk sahaları da tespit edilmiştir. Bu amaçla ilgili literatür eşliğinde gerek dünya, gerekse bölge çapında yapılan harita ve uydu görüntüleri incelenmiştir (Şekil 3).

Tablo 2. Fırtına risk analizinde etkili olan parametreler

Parametreler	Parametre Faktörleri	Etki Değeri	Risk Zonlama Değeri
JEOMORFOLOJİ	Dağ	1	8
	Plato	3	
	Ova	5	
YÜKSEKLİK (m)	<-200	1	3
	200-1000	3	
	1000->	5	
BAKİ	B, ND, GB	5	5
	K, KB, G, GD, D	1	
	Düz	4	
BASINÇ (mb)	<-1014	2	7
	1014-1015	4	
RÜZGÂR HIZI (m/s)	3-4	1	10
	4-5	2	
	5-6	3	
	6-7	4	
	7-8	5	
ARAZİ KULLANIMI	Yerleşim Alanları	3	9
	Orman Alanları	1	
	Çalılık Alanlar	2	
	Mera Alanları	3	
	Tarım Alanları	4	
	Açık Alanlar	5	

Turkish Studies



Şekil 3. Fırtına risk analizinde etkili olan faktörler

Çalışmada temel altlık harita olarak Texas Üniversitesi tarafından Perry-Castaneda Library Map Collection'dan kullanıma sunulan 1/1.000.000 ölçekli topografya paftası kullanılmıştır. Bu harita ile the Ministry of Economy, Trade ve Industry (METI) Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC) in Japan ve the National Aeronautics ve Space Administration (NASA) Earth Observing System (EOS) Data Information System (EOSDIS) Lve Processes (LP) Distributed Active Archive Center (DAAC) in the United States tarafından üretilen The Advanced Spaceborne Thermal Emission ve Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM) verisi kullanılarak, jeomorfoloji, yükseklik ve baki parametrelerine ait faktör haritaları oluşturulmuştur.

Bu haritaların dışında The University of Texas at Austin üniversitesi tarafından Perry-Castaneda Library Map Collection'dan kullanıma sunulan 1/15.000.000 ölçekli arazi kullanım haritaları ile değişik kaynaklardan yararlanılarak oluşturulan rüzgar hızı (Stelios ve Constantinos,

Turkish Studies

International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic
Volume 7/4, Fall, 2012

1995; Christopher vd., 2005) ve basınç (Gönençgil ve Çavuş, 2006; Web 12) haritaları diğer parametre faktör haritalarının oluşturulmasında kullanılmıştır (Şekil 3).

Bu haritalardan elde edilen jeomorfoloji, yükseklik, bakı, basınç, rüzgâr hızı ve arazi kullanım özelliklerine ait faktör haritaları koşullara bağlı ağırlıklı çakıştırma yöntemi çerçevesinde oluşturulan duyarlılık sınıfları ve değerleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır (Tablo 2). Bu yöntemle etki eden faktörler teorik olarak sınıflandırılmış (Clerici vd., 2002; Saha vd., 2002; Ekinci, 2004; 2011; Tablo 2) ve duyarlılığa neden olduğu tespit edilen faktör haritaları çakıştırılarak, duyarlılık sınıflarının yoğunlukları ve mekânsal dağılımları elde edilmiştir. En son aşamada ise hem fırtına riski altında olan alanlar tespit edilmiş, hem de bu alanların dağılışı ha olarak ifade edilmiştir (Şekil 3).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölüm, yukarıda belirtildiği gibi zarar ve risk analizi olmak üzere iki aşamada ele alınıp, tartışılacaktır.

4. 1. Zarar Analizi

Fırtınalar, etkiledikleri kişi sayısının yanında büyük maddi ve ekonomik zararlara neden olmaktadır. Bu nedenle fırtınalar üzerinde çeşitli zarar hesaplamaları yapılmaktadır. Bu kapsamda geliştirilmiş yeni bir analiz olan Sachs (2007) tarafından önerilen formül kullanılabilir ve içeriği şu şekildedir.

$$ZARAR = \sum_{i=1}^{n=6} \int (Kişi başına düşen milli gelir_i, Nüfus_i, Rüzgar_i)$$

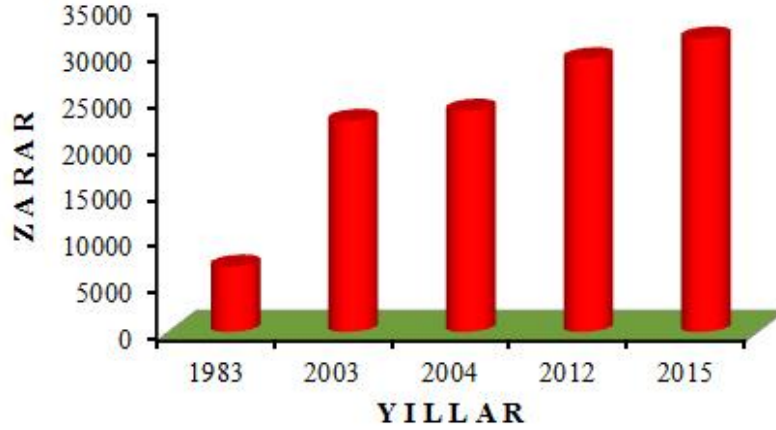
Bu denklemden; n, fırtınanın etkileyeceği yerler, i ise fırtınadan etkilenen nüfus oranıdır. Bu formül; "i" eşittir 1'den n'ye yani 6 kadar olan $\int (Kişi başına düşen milli gelir_i, Nüfus_i, Rüzgar_i)$ sayılarının toplamı" biçiminde ifade edilir.

Formüle göre fırtına afetinin yaşandığı yıllar olan 1983, 2003 ve 2004 yılları ile günümüz süreci olan 2012 ve gelecek projeksiyon olan 2015 yılları doğrultusunda zarar hesaplamaları yapılmıştır. Bu kapsamda zarar değişimi yıllara göre artmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Fırtına zarar analizinde kullanılan değerler ve zarar oranı

Tarih	Etkilenen	Ekonomik Zarar (US\$ X 1,000)	Kişi Başına Düşen Milli Gelir	Zarar
1983	0	0	7.010.98	7.014.98
2003	30	10.000	22.628.31	22.662.31
2004	10	0	23.736.10	23.750.10
2012	? (120)	?	29.150.09	29.274.09
2015	? (150)	?	31.375.68	31.529.68

Bu artışa göre en fazla zarar, öngörülen değerler doğrultusunda 31.529.68 olarak 2015 yılında gerçekleşebilir. En az zarar ise 7.014.98 ile 1983 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 4). İlgili yıllar arasında 24.514.7 oranında bir değer artışı yaşanmıştır (Tablo 3).



Şekil 4. Fırtına analizi sonuçlarına göre zararın yıllara göre değişimi

4. 2. Risk Analizi

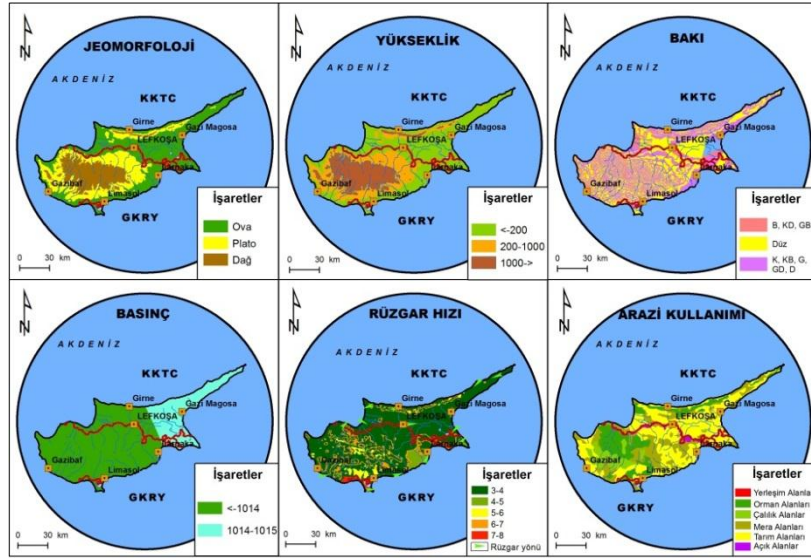
Bu aşamada, fırtına riskine neden olan parametreler (jeomorfoloji, yükseklik, baki, basınç, rüzgâr hızı ve arazi kullanımı) ayrı ayrı dağılım özellikleri ile beraber ele alınıp, parametre faktörlerinin duyarlılık özellikleri eşliğinde tartışılacaktır (Şekil 5).

Fırtına riski üzerinde etkili olan ilk doğal çevre faktörü jeomorfolojidir. Jeomorfoloji, özellikle yerçekli özellikleriyle rüzgar üzerinde engelleyici veya kanalizasyon edici olarak etkin bir rol oynar (Yerebakan, 2001: 101; Erol, 2010: 135; Atalay, 2010: 113).

Buna göre düz ova sahalarında, yüksek arızalı dağlık alanlara göre fırtına riski daha fazladır. Çünkü bu gibi düz alanlarda rüzgâr hızını azaltıcı hiçbir engelin olmaması fırtına riskini artırır. Aksine arızalı dağlık küteller ise rüzgâr önünde etkili bir engel teşkil ederek fırtına riskini azaltır.

Buna göre inceleme alanında fırtına riskinin en yüksek olduğu jeomorfolojik birimler olan ovalar % 54.16 (501310.29 ha) ile en fazla alanı kaplamaktadırlar. Bunu % 26.90 (249013.32 ha) değeriyle riskin daha az olduğu plato yüzeyleri takip etmektedir. Jeomorfolojik kapsamda fırtına riskinin en az olduğu dağ alanları ise % 18.94 (175354.26 ha) oranla en az alanı kaplayan morfolojik birimlerdir.

Fırtına riski açısından değinilmesi gereken bir başka parametre ise yüksekliktir. Yükselti seviyesi arttıkça sürtünme azalacağı için rüzgâr doğrusal bir şekilde ve daha hızlı olarak eser (Yerebakan, 2001: 102; Erol, 2010: 134; Atalay, 2010: 114). Buna göre Kıbrıs'ta yükseltiye bağlı olarak fırtına riskinin en fazla olduğu yerler 1000 m'den yüksek olan sahalardır. Bu sahalarda % 18,94 (175354.26 ha) değerinde alan kaplamaktadırlar. Riskin en az olduğu yükselti seviyesi ise 0-200 m'ler arasındaki kuşaktır. Bu sahalarda ise % 54.16 (501310.29 ha) ile en fazla alanı meydana getirirler. Riskin orta derecede olduğu 200-1000 m'ler yükselti seviyeleri basamağı ise % 26.90 (249013.32 ha) alansal değere sahiptir.



Şekil 5. Fırtına riski üzerinde etkili olan faktörler

Rüzgâr esme yönleri de fırtına riski açısından önemlidir. Bu bağlamda topografyanın bakı özellikleri kullanılarak rüzgâr esme yönleri fırtına riski açısından üç kategoride değerlendirilmiştir. Adanın coğrafi konumu göz önünde bulundurulduğunda hakim rüzgâr yönü batı sektörlüdür. Çünkü genel olarak Akdeniz havzası ve bu havzanın doğusunda yer alan Kıbrıs adası, orta enlem gezici basınç merkezlerinin genel atmosferik sirkülasyonuna uygun olarak gerçekleştirdiği hareketler neticesinde daha çok B'dan sokulan hava kütlelerinin etkisi altında kalmaktadır. Ancak fiziki coğrafya faktörlerine bağlı olarak lokal farklılıklarda görülmektedir (Gönençgil ve Çavuş, 2006: 16).

Buna göre olan Kıbrıs adası için fırtına riskinin en fazla olduğu hakim rüzgâr yönleri B, KD, GB'tir. Bu yönler % 18.01 (162609.53 ha) ile en az dağılışa sahip olan yönlerdir. Fırtına riskinin en az olduğu yönler ise K, KB, G, GD ve D yönleridir. Bu yönler ise % 41.06 (370779.66 ha) oranla en fazla alan kaplamaktadır. Adadaki düz sahalar ise % 40.93 (369654.64 ha) değere sahip olup, risk etkisinin ikinci derecede hissedildiği sahalara karşılık gelmektedirler.

Fırtına riski üzerinde etkili başka bir faktör ise basınç'tır. Bütün yıl boyunca belli bir hava kütlelerinin etkisi altında kalmayan Kıbrıs (Oktay, 1993: 4; Kutoğlu, 2004: 58), soğuk dönemde polar, sıcak dönemde ise tropikal hava kütlelerinin etki sahası altına girmektedir (Gönençgil ve Çavuş, 2006: 15). Buna göre adanın genelinde basınç 1014 mb'dan küçük ve büyük olarak bulunur. Fırtına riski açısından en riskli alanlar basınç değerlerinin yüksek olduğu sahalardır. Bu alanlar % 23.83 (220584.67 ha) değerle az alan kaplarlar. Adanın büyük bölümünde ise 1014 mb ve daha az değerlerle fırtına riskinin daha az olduğu basınç koşulları egemendir (Şekil 5). Bu koşullar ise % 76.17 (705008.56 ha) alansal değer kaplamaktadır.

Fırtına riski açısından rüzgâr hızı da önemli etkenlerin başında gelmektedir. Kıbrıs'ta rüzgâr hızı 3-8 m/s arasında farklı değerlere sahiptir. Adanın büyük çoğunluğunda rüzgâr hızı % 78.61 (727698.99 ha) oranında alansal dağılışı ile 3-4 m/s arasındaki değerlerdir. Rüzgâr hızının 7-8 m/s ile en fazla olduğu alanlar ise % 1,48 (13680.85 ha) oranında bir alan kaplamaktadır. Rüzgâr hızının en düşük ve en yüksek değerler arasında olduğu 4-5, 5-6 ve 6-7 m/s değerlerinde ise alansal oran sırasıyla % 3.87 (35792.62 ha), % 3.86 (35717.62 ha) ve % 12.18 (112784.98 ha)'dır.

Fırtına riski üzerinde etkili en son faktör ise arazi kullanımınıdır. Özellikle arazi kullanımını rüzgârın sürtünme kuvvetine etki ederek şiddeti üzerinde belirleyici olmaktadır (Yerebakan, 2001:

Turkish Studies

12; Erol, 2010: 134). Bu kapsamda arazi kullanımına bağlı olarak zemin örtüsünün yoğun olduğu yerlerde rüzgar hızı daha az ve fırtına riski daha düşük seviyededir. Bunun aksine zemin örtüsünün daha az olduğu alanlarda ise rüzgâr hızı daha fazla ve fırtına riski daha yüksek düzeydedir (Şekil 5).

Buna göre fırtına riskinin en yüksek olduğu arazi kullanım sınıfı açık alanlardır. Bu araziler % 3.32 (30717.90 ha) oranında alansal dağılışa sahiptir. Fırtına riskinin en az olduğu arazi kullanım sınıfı ise % 17.60 (162889.13 ha) değerle ormanlık alanlardır. Diğer arazi kullanım sınıfları ise risk oranı küçükten büyüğe doğru sıralanacak şekilde, % 7.84 (72591.21 ha) alansal oranla çalılık alanlar, % 24.05 (222583.63 ha) alansal oranla mera alanları, % 0.60 (5570.64 ha) alansal oranla yerleşim alanları, % 46.59 (431240.72 ha) alansal oranla tarım alanlarıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kıbrıs adası dahilinde fırtına afeti konusu kapsamında zarar ve risk analizi aşamaları olarak gerçekleştirilen bu çalışma sonuçları, iki kısımda ele alınabilir.

Zarar analizi sonuçlarına göre Kıbrıs'ta, geçmiş yıllarda yaşanmış, günümüz ve gelecekte yaşanabilecek fırtına afeti değerleri geleceğe doğru 24.514.7 oranında artmaktadır. Bu artış tamamen doğru olmasa da, günümüz ve gelecek bakımından fırtına konusunda acil önlemlerin alınmasını gerekliliğini göstermesi bakımından önemlidir. Zira ada çevresinde çeşitli yıllarda yaşanan fırtınalar bu düşüncenin ne kadar yerinde olduğunu göstermektedir.

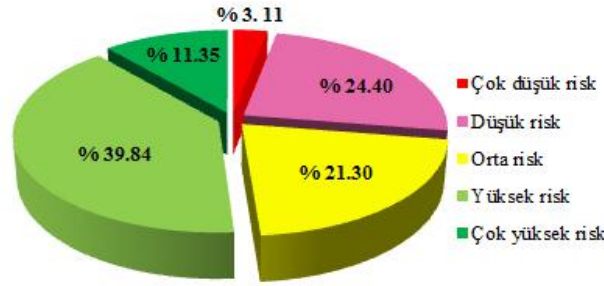
Çalışmanın ikinci aşamasında ise, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) metodolojisi çerçevesinde koşullara bağlı ağırlıklı yöntem kullanılarak yapılan fırtına risk analizi sonucunda, hem fırtına riski altında olan alanlar tespit edilmiş, hem de bu alanların dağılışı ha olarak ifade edilmiştir. Analiz sonucuna göre Kıbrıs adasının % 51.19 (Yüksek risk: 3684.09 ha ve % 39.84; Çok yüksek risk: 1049.22 ha ve % 11.35)'unun risk altında, % 21.30 (1969.60 ha)'unun orta riskli ve % 27.51 (Düşük risk: 2256.09 ha ve % 24.40; Çok düşük risk: 287.13 ha ve % 3.1)'inde risk altında olmadığı anlaşılmıştır (Tablo 4; Şekil 6-7).

Analiz sonuçlarına göre fırtına riski özellikle yükselti seviyesinin az olduğu ova sahalarında daha yüksek değerlerdedir. Buna göre Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde en riskli alanlar, başkent Lefkoşa çevresidir. Bunu Gazi Magosa yerleşim merkezi çevresi takip etmektedir. Riskin en az olduğu alanlar ise Girne çevresidir.

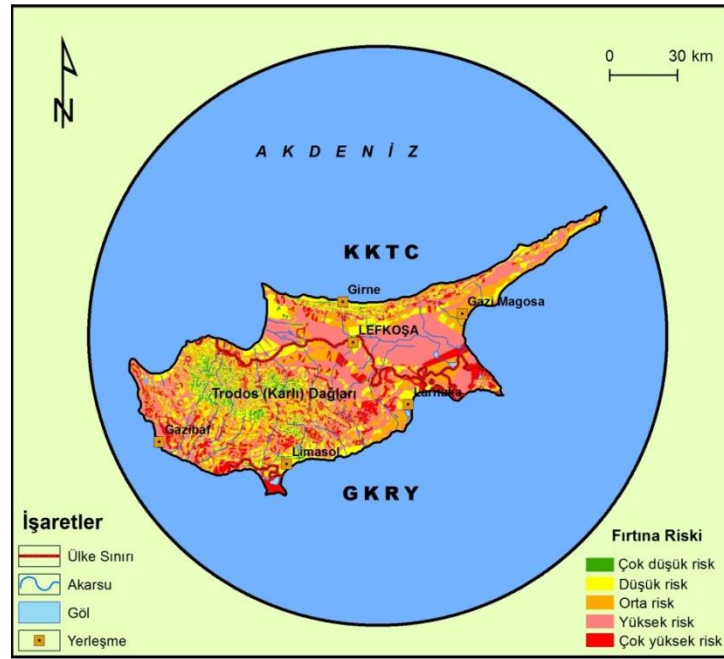
Güney Kıbrıs Rum Yönetiminde ise en riskli alanlar Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyetinde olduğu gibi Lefkoşa çevresidir. Bunu Gazibaf ve çevresi takip ederken, riskin en düşük seviyede olduğu yerler ise Limasol çevresi ve Trodos Dağları civarıdır (Şekil 7).

Tablo 4. Fırtına risk sınıfları ve dağılışları

FIRTINA RİSKİ	ALAN	
	ha	%
Çok düşük risk	287.13	3.11
Düşük risk	2256.09	24.40
Orta risk	1969.60	21.30
Yüksek risk	3684.09	39.84
Çok yüksek risk	1049.22	11.35
TOPLAM	9246.13	100.00



Şekil 6. Fırtına risk sınıfları ve dağılımları



Şekil 7. Fırtına Risk Haritası

Elde edilen bulgular çerçevesinde Kıbrıs'taki fırtınalar konusunda öncelikli olarak yapılması gerekenler şunlardır;

1. Fırtına riski konusunda daha detaylı ve kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır,
2. Afet bilgi sistemlerine yönelik uygulamalar hayata geçirilmelidir,
3. Özellikle bu kapsamda fırtına bilgi ve yönetim sistemleri oluşturulmalıdır,
4. Tahmin ve erken uyarı sistemleri kurulmalıdır,
5. Yakın tarihte meydana fırtınalardan etkilenen alanların o dönemlere ait uydu görüntülerinin uzaktan algılama yöntemleri ile analiz edilerek tespit edilmelidir,
6. Özellikle yoğun nüfuslu alanlarda fırtına risk planlamaları yapılmalıdır.
7. Yapılacak analizler sonucunda belirlenen riskli sahalarda rüzgâr hızını bertaraf edecek engeller oluşturulmalıdır,
8. Yerel halkın fırtına afeti konusunda bilinçlendirilmesi gerekir.

Sonuç olarak fırtına riski yüksek olan bu adada bu konuda multidisipliner bir bilim anlayışıyla daha kapsamlı planlamaların yapılması gerekmektedir.

Turkish Studies

KAYNAKÇA

- AHMED, Musfique ve ANWAR, Rifat, “Risk Assessment of Storm Surge of Kutubdia Islve Using GIS”, **2012 IACSIT Coimbatore Conferences IPCSIT**, Volume: 28 (2012), pp.: 178-182, IACSIT Press, Singapore.
- ALTUNÇ, Mustafa, **Fiziksel ve Biyolojik Çevre'nin Özellikleri ve Doğal Kaynakların Kullanımı**, YDÜ, ÇED Raporu, Lefkoşa 1998.
- VERE, Zerger, “Examining GIS decision utility for natural hazard risk modeling”, **Environmental Modelling & Software**, Volume: 17 (2002), pp.: 287-294.
- ASHIS Kumar, GUPTA Saha, Ravi P. ve ARORA, M. K., “GIS-based Lveslide Hazard Zonation in the Bhagirathi (Ganga) Valley, Himalayas”, **Int. j. remote sensing**, Volume: 23 (2002), No: 2, pp.: 57-369.
- ATALAY, İbrahim, **Resimli ve Haritalı Dünya Coğrafyası**, İnkılap Kitabevi, İstanbul 2011.
- ATASOY, Ahmet, “Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin Nüfus Coğrafyası”, **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 8, Sayı: 15 (2011), s.: 29 – 62.
- CHRISTOPHER, J. Koroneos, PARIS, Fokaidis ve NICOLAS, Moussiopoulos, “Cyprus energy system ve the use of renewable energy sources”, **Energy**, Volume: 30 (2005), pp.: 1889-1901.
- CLERICI, Aldo, PEREGO, Susanna, TELLINI, Claudio ve VESCOVI, Paolo, “A Procedore for Lveslide Susceptibility Zonation by Conditional Analysis Method”, **Geomorphology**, Volume: 43 (2002), pp.: 349-364.
- EKİNCİ, Deniz (2004). **Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi**, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- EKİNCİ, Deniz, **Zonguldak-Hisarönü Arasındaki Karadeniz Akaçlama Havzasının Kütle Hareketleri Duyarlılık Analizi**, Titiz Yayıncılık, İstanbul 2011.
- EROL, Oğuz, **Genel Klimatoloji**, 8. Baskı, Çantay Kitabevi, İstanbul 2010.
- HOBLIT, Brian, ZELINKA, Steve, CASTELLO, Cris ve CURTIS, David, “Spatial Analysis of Storms Using GIS”, **2004 User Conference Proceedings the 24th Annual Esri International User Conference**, August 9-13, 2004, New York Street, USA 2004.
- KARAASLAN, Tufan, **Ortadoğu'nun Coğrafyası**, 3. Baskı, Atlas Kitabevi, Konya 1998.
- KHALID, Fakhar ve BABB, Renee, “Hazard ve Risk Assessment from Hurrricane Ivan (2004) in Grenada using Geographical Information Systems ve Remote Sensing”, **Journal of Maps Student Edition**, (2008), pp.: 4-10.
- KUTOĞLU, Sibel, (2004) “**Girne-Lefkoşa Hattının Batısında Kalan Sahadaki Hatalı Arazi Kullanımının Neden Olduğu Jeomorfolojik Problemler**”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- OKTAY, Fehmi, (1993) “**Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (Doğu Akdeniz) Etkileyen Hava Kütleleri**”, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

- ÖZCAN, Orkan, MUSAOĞLU, Nebiye ve ŞEKER, Dursun Zafer, (2009). "Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi Sakarya Havzası Örneği", **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı**, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- ÖZDEMİR, Nevin, **Doğal Afetler**, Bölüm 7, Genel Fiziki Coğrafya (Editör: Cemalettin ŞAHİN), Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara 2011.
- ÖZEY, Ramazan, **Afetler Coğrafyası**, Aktif Yayınevi, İstanbul 2006.
- PARARAS-CARAYANNIS, George, **Natural Disasters in China**, Chapter 9, International Perspectives on Natural Disasters, Occurrence, Mitigation and Consequences (Editors: Joseph P. Stoltman, John Lidstone ve Lisa M. DeChano), Springer, The Netherlands 2007.
- SACHS, Adam, **Using spatial analysis to establish a relationship between hurricane attributes ve damages**, Harvard College Class of 2007, The Department of Earth & Planetary Sciences ve the Department of Economics, USA 2007.
- ŞAHİN, Cemalettin ve SİPAHİOĞLU, Şengün, **Doğal Afetler ve Türkiye**, Genişletilmiş 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara 2003.
- STELIOS, Pashardes ve CONSTANTINOS, Christofides, "Statistical analysis of wind speed ve direction in Cyprus", **Solar Energy**, Volume: 55 (1995), pp.: 405–414.
- WEB 1. <http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/?cid=45>, (Son Erişim Tarihi: 26.04.2012).
- WEB 2. Kıbrıs Coğrafyası (Türkçe), maestro-dmc.com, (Son Erişim Tarihi: 28.04.2012).
- WEB 3. Kıbrıs Tarihi 1, (Türkçe), KKTC Milli Eğitim ve Kültür Bakanlığı, (Son Erişim Tarihi: 29.09.2008).
- WEB 4. Kıbrıs Cumhuriyeti, http://tr.m.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCney_K%C4%B1br%C4%B1s_Rum_Kesimi, (Son Erişim Tarihi: 28.04.2012).
- WEB 5. Akdeniz'de Gizli Petrol Savaşı (Türkçe), Ajans 7/24 (2009-06-15), (Son Erişim Tarihi: 21.06.2009).
- WEB 6. Cyprus, Encyclopedia Britannica, 2008, Encyclopedia Britannica Online, (Son Erişim Tarihi: 28.10.2008).
- WEB 7. Kuzey Kıbrıs (Türkçe). incentivetur.com, (Son Erişim Tarihi: 21.06.2009).
- WEB 8. Kuzey Kıbrıs Türk Yönetimi Coğrafyası (Türkçe), www.gozlemci.net, (Son Erişim Tarihi: 21.06.2009).
- WEB 9. North Cyprus Almanack, Kemal Rüstem (Edit.) ve diğerleri, London; K.Rustem & Brother 1987, s.: 86.
- WEB 10. Cyprus Geography, <http://www.kypros.org/CyprusPanel/cyprus/geography.html>, (Son Erişim Tarihi: 28.04.2012).
- WEB 11. <http://cyprus-storms.webs.com/apps/photos/photo?photoid=92085693>, (Son Erişim Tarihi: 30.04.2012).
- WEB 12. Cyprus Weather Map, <http://www.weather-forecast.com/maps/Cyprus>, (Son Erişim Tarihi: 30.04.2012).

-
- WEB 13. Physical Map of Cyprus, <http://www.freeworldmaps.net/europe/cyprus/map.html>, (Son Erişim Tarihi: 30.04.2012).
- WEB 14. Cyprus GDP Per Capita (PPP), US Dollars Statistics http://www.economywatch.com/economicstatistics/Cyprus/GDP_Per_Capita_PPP_US_Dollars/, (Son Erişim Tarihi: 02.05.2012).
- YEREBAKAN, Metin, **Rüzgâr Enerjisi**, İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 2001-33, İstanbul 2001.
- VIEUX, Baxter E. ve GAUER, Nalneesh, "Finite-Element Modeling of Storm Water Runoff Using GRASS GIS", **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, Issue: 9, Volume: 4 (1994), pp.: 263–270.
- ZERGER, Vere ve SMITH, David Ingle, "Impediments to using GIS for real-time disaster decision support", **Computers, Environment ve Urban Systems**, Issue: 27, Volume: 2 (2003), pp.: 123–141.