

## ARAŞTIRMA MAKALESİ/ RESEARCH ARTICLE

## MARMARA BÖLGESİ BİTKİ ÖRTÜSÜ VE YAĞIŞ İLİŞKİSİ

Gamze MADEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, İstanbul.  
gmaden@aydin.edu.tr ORCID No: 0000-0002-3404-4920

Zafer ASLAN<sup>2</sup>

<sup>2</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul.  
zaferaslan@aydin.edu.tr ORCID No: 0000-0001-7707-7370

Geliş Tarihi/ Received Date: 27/11/ 2018 Kabul Tarihi/ Accepted Date: 06/02/2019

## Özet

Atmosferde bulunan sera gazlarının giderek artması, çağımızın en önemli sorunu olan küresel ısınmaya neden olmaktadır. Fosil yakıtlar, hızlı nüfus artışı, yeterince ağaçlandırma yapılmaması, ormanların tahrip edilmesi, hızlı şehirleşme, yanlış arazi kullanım politikaları gibi nedenler küresel ısınmanın etkilerini artırmaktadır. Türkiye’de de özellikle hızlı nüfus artışının görüldüğü Marmara Bölgesi’nde iklim değişiminin kısmi etkileri görülmektedir. Bu çalışmada seçilen Marmara Bölgesi için bitki örtüsü değişiminin yağışla ilişkisi matematiksel modellere dayalı olarak analiz edilmiştir. Bu makalede NASA’ya ait MODIS uydusunun TERRA bandından alınan Marmara Bölgesi’ne ait 2011-2016 yılları arası YAİ (Yaprak Alan İndeksi) verilerinin yerel ve zamansal değişiminde şehirleşme, göç vb. etkilerin rolü incelenmiştir. Marmara Bölgesi’nde yer alan 10 istasyondan (Edirne, Tekirdağ, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, İstanbul, Sakarya, Kocaeli, Bilecik, Kırklareli) alınan yağış verilerinin değişimi bitki örtüsü verileri ile birlikte yorumlanmıştır. Bu illerden en düşük ve en yüksek ortalama YAİ değerine sahip 2 il ayrıntılı olarak incelenmiştir. Sakarya ilinin en yüksek ortalama YAİ değerine sahip olmasında nüfus yoğunluğu ve yapı sayısının az olması etkilidir denilebilir. Buna karşın orman varlığının azlığı ve topraklarının büyük bölümünün tarım arazisi olarak kullanılması, Tekirdağ ilinin en düşük YAİ ortalamasına sahip olmasının nedeni olarak gösterilebilir. Sonuç olarak YAİ ile yağış arasında negatif korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. YAİ ile yağış değişimi arasında illere göre farklılıklar gözlenmekle birlikte 5-6 aylık zaman kayması dikkat çekmektedir. Toprakta bitki üyelerine suyun transferindeki gecikmenin bu zaman kaymasına neden olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** YAİ, Marmara Bölgesi, Küresel Isınma, MODIS.

## STATISTICAL ANALYSIS OF VEGETATION INDEX DEPENDING ON PRECIPITATION

## Abstract

The ever-increasing greenhouse gases in the atmosphere cause the most important problem of our era, the global warming. Fossil fuels, population growth, insufficient afforestation, destruction of forests and urbanization increase the impact of global warming. The effects of climate change have also been felt in Marmara

Region, where rapid population growth has been observed. In this study, some signals of climate change have been noticed in Marmara Region by analyzing vegetation cover based on mathematical modelling. The LAI (Leaf Area Index) data for 2011-2016 of the Marmara Region were taken from the TERRA Band of MODIS satellite belonging to NASA to examine spatio-temporal variations of vegetation index in terms of urbanization, migration etc. In addition, descriptive statistics of rainfall data from 10 stations (Edirne, Tekirdağ, Çanakkale, Balıkesir, Bursa, İstanbul, Sakarya, Kocaeli, Bilecik, Kırklareli) in the Marmara Region have been analyzed. Hereby, the change in rainfall amount due to global warming has been analyzed. Among these provinces, 2 of them with the lowest and highest mean LAI values were examined in detail. It can be said that the population density and the small number of buildings are effective in having the highest average LAI value in Sakarya province. On the contrary, the lack of forest assets and the use of a large part of the land for agriculture can be cited as the reason why Tekirdağ province has the lowest LAI average. As a result, negative correlation between LAI and precipitation has been observed. Accordingly, depending on the cities, 5-6 months time lag between LAI and precipitation attracts attention. It has been attributed that the delay of vegetation was caused by some delay of transferring water from soil to the plant members.

**Keywords:** LAI, Marmara Region, Global Warming, MODIS.

## 1. GİRİŞ

Marmara Bölgesi'nin nüfusunun hızla artması, bölgenin git gide daha fazla yerleşime açılması bitki örtüsünü olumsuz yönde etkilemektedir. Türkiye'nin en kalabalık şehri İstanbul bu bölgemizde yer almaktadır. Şehir yaşantısıyla bir çok olanağı barındıran bu büyük şehir en fazla göç alan illerimizdendir. Kentleşmenin hızla orman tahribine yol açması bölgedeki ekolojiyi tehdit etmekle kalmayıp daha fazla plansız kentleşmeye sebep olmaktadır (Akın, Sunar & Berberoğlu, 2015). İstanbul iline dair yapılan bir araştırmada küresel ısınmanın belirgin etkilerinden biri olan yağış miktarında artış kaydedilmiştir (Aslan ve ark., 2016). Küresel ısınmanın etkilerini saptayabilmek amacı ile bu çalışmada Marmara Bölgesi'nin bitki örtüsü değişimi incelenmiştir. İnceleme alanı tüm Marmara Bölgesi'ni kapsamaktadır.

Küresel ısınmanın git gide daha büyük bir tehdit haline gelmesi, ülkemizin bu tehlikeden ne kadar etkilendiği ve gelecekte neler olabileceğine dair çalışmaları hızlandırmıştır. Özellikle fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazları atmosferdeki CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ve CH<sub>4</sub> konsantrasyonunu artırmıştır. Yüzey sıcaklığı 2003-2012 yılı aralığında yaklaşık olarak 0.78 °C artmıştır (Stocker, Qin & Plattner, 2013). Son yayınlanan IPCC raporuna göre, yüzey sıcaklığı GISS veri seti dikkate alındığında 1901-1950 yılları arasında 0.090 ± 0.034 °C iken 1979-2012 yılları arasında 0.161 ± 0.033 °C değerine yükselmiştir (IPSS, 2014). Aşırı sıcaklar, aşırı yağışlar, sel ve kuraklık, deniz seviyesindeki artış küresel ısınmanın iklim üzerindeki belli başlı etkileridir. Okyanuslardaki su sıcaklığının artmasıyla birlikte; yakında bulunan karasal alanların ısınması, hidrat ayrışımı sonucu metan gazı salınımı, düşük oksijen çözünmesi, hidrolojik döngünün artmasına bağlı yükselen nem ve artan yağışlar görülmektedir (Laffoley & Baxter, 2016). Küresel ısınma sonucu meydana gelen CO<sub>2</sub> artışı sularda siyanobakterilerin çoğalmasına dolayısıyla diğer canlılar için tehlike oluşturmasına neden olmaktadır (Petra, Jolanda & Giovanni, 2016).

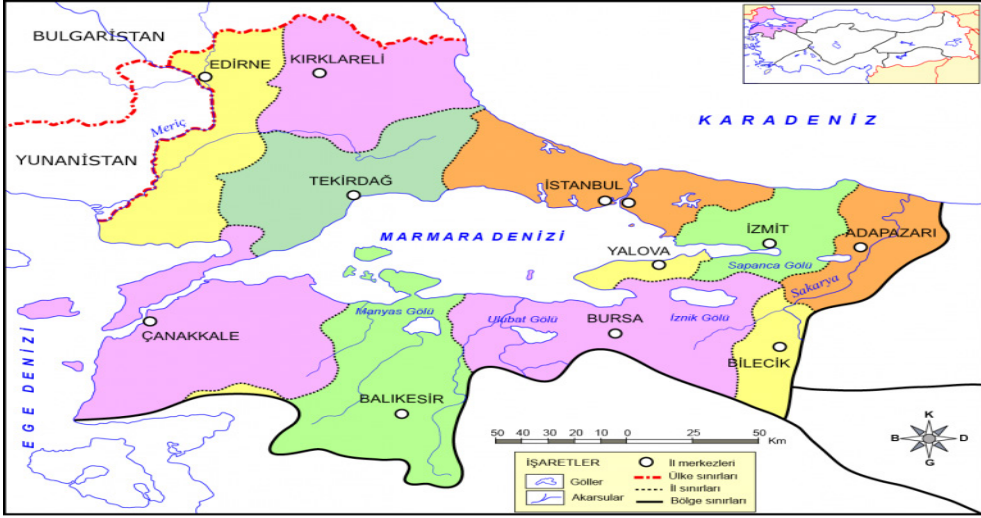
Gelişen teknoloji ile uydulardan elde edilen verilerle anlık saptamalar ve geleceğe yönelik tahminler yapılabilmektedir. Uydu verileri analizleri bu yönde en çok başvurulan ve güvenilen bir yöntemdir (Ertürk ve ark., 2012). Uzaktan algılama teknikleri ile bitki örtüsüne dair verileri elde etmek mümkün olmaktadır. İklimdeki değişimler incelenmek istendiğinde çoğunlukla NDVI (Normalize edilmiş bitki örtüsü indeksi) göz önüne alınmıştır. Bu makalede YAI (Yaprak Alan İndeksi) değişimleri göz önüne alınmıştır. YAI, bir ekosistemdeki yaprak miktarının ölçüm değeridir. Fotosentez, solunum, yağış ve bitki örtüsü üzerinde iklimle ilgili değişimlerin etkisi söz konusudur. Ülkemizde yapılan bir araştırma sonucu YAI ile tahıl ürün verimi arasında önemli bir ilişki ortaya çıkmıştır (Kızılgöçü ve ark., 2017). Bunun için melez bir tahıl türü olan tritikaleden faydalanılmıştır. Sonuç olarak YAI üzerine yapılacak çalışmaların tritikalede islahında yol gösterici olacağı ortaya çıkmıştır. Böylelikle tritikalenin tane verimi artırılarak artan nüfusun ihtiyaçlarının ekonomik olarak karşılanması mümkün olacaktır. Liang ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada dünya genelinde 1981-2012 dönemini kapsayan YAI değerlerini inceleyerek batıdan doğuya gidildikçe bitki örtüsünün zenginleştiğini saptamıştır. Çin'de ağaçlandırmayı arttırmak amacıyla başlatılan programların olumlu sonuçları YAI değerlerindeki artıştan açıkça görülmektedir. Sonuç olarak YAI'nin bitki örtüsündeki değişimleri incelemede güvenilir sonuçlar sağladığı söylenebilir.

Tömros ve Mentel (2014) YAI ile yağış arasındaki ilişkiye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre doğrusal korelasyon analizi sonucu YAI ile yağış arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. YAI'nin yağışın bir fonksiyonu olduğu gözlenmiştir. YAI ile yağış arasındaki ilişkiye dair İran'da yapılan bir çalışma sonucu bu iki değişken arasında doğrusal olmayan bir ilişki ortaya çıkmıştır (Davoodi ve ark. 2017). Araştırmacılar YAI ile yağış arasında 3 aylık bir zaman kayması tespit etmişlerdir. MODIS YAI ve simülasyon sonucu elde edilen YAI değerleri su stresi olmayan aylar dışında yüksek korelasyon göstermiştir. Güney Amerika'da yapılan bir çalışmada YAI ve yağış ilişkisi incelenmiştir (Anderson ve ark. 2015). Sonuç olarak Amazon Bölgesinde YAI ile yağış arasında negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi tam net olmamakla birlikte iki faktörün etkin olması sözkonusu olabilir. Bu ilişkide biyofiziksel veya bulutluluk ve konsantrasyonu yüksek atmosferik gazların YAI verilerini yanıltmasının rol oynadığı söylenebilir. YAI ile yağış arasında daha kısa bitki örtüsünde pozitif korelasyon olduğu görülmüştür. Malî'de bitki örtüsü üzerine yapılan bir inceleme sonucu YAI ile ortalama yağış ve sıcaklık arasında yüksek korelasyon gözlenmiştir (Rian ve ark. 2009). Bitki yoğunluğu azaldıkça YAI ve yeşillik nemle birlikte azalmaktadır. Çıplak toprakta buharlaşma oranı artmakta ve yeşil alan yerini daha kuru ortama bırakmaktadır. Savanalar Bölgesinde yapılan bir çalışma sonucu yağış yoğunluğu ile ağaç yoğunluğu arasında negatif korelasyon bulunmuştur (Xu, Medvigy & Iturbe, 2015). Yağış şartları iyi olduğunda otların büyümesi ağaçlara kıyasla daha hızlı olsa da kurak şartlarda daha hızlı yok olmaktadır. Bunun nedeninin farklı su kullanım stratejileri olarak gösterilmektedir. Otların çoğalması YAI değerinin artması demek olduğundan yoğun sulama ile bu ilişkinin pozitif yöne çevrileceği tasarlanan model ile saptanmıştır. Bu makalede ise YAI ile yağış arasındaki ilişki istatistiksel olarak yorumlanmıştır. YAI ve yağışta meydana gelen değişim farklı istasyonlarda incelenmiş ve bu değişimin sebepleri üzerinde durulmuştur.

### 1.1 Veri ve İnceleme Bölgesi

MODIS'ten Marmara Bölgesi'ndeki 10 şehre (Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Kocaeli, Sakarya, Tekirdağ, İstanbul) ait enlem boylam değerleri girilerek, 1 Ocak 2011 ile 31 Aralık 2016 tarihleri

arası YAİ verileri seçilmiştir. Yağış verileri ise illere ait meteoroloji istasyonlarından elde edilmiştir. Toplam Marmara Bölgesine ait 1440 adet YAİ ve yağış verisi gözönüne alınmıştır. 1 Ocak 2011 ile 31 Aralık 2016 yılları arası veriler aylık olarak değerlendirilmiştir. Toplam olarak her bir şehir için 72 adet YAİ ve aynı sayıda yağış verisi elde edilmiştir.



Şekil 1. İnceleme Bölgesi (Maden, 2018)

## 1.2 Yöntem

İstatistiksel analizde her şehir ayrı ayrı incelenmiştir. İstatistiksel modellemeler ve kümeleme R Studio programı kullanılarak R dili ile yapılmıştır. İstatistiksel modellemede box diyagramından yararlanılmıştır. YAİ için box diyagramları MODIS arşivinden alınmış, ve yağış için R Studio programında çizdirilmiştir. Her iki değişken aylık ve yıllık olarak incelenmiştir. YAİ ve yağış arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Yöntemi ile incelenmiştir.

## 2. ANALİZ

İllere göre YAİ ve yağışa ait bazı istatistiksel parametreler Çizelge 2.1 ve 2.2'de verilmiştir. Çizelge 2.3'de illere göre YAİ-yağış korelasyon bilgileri yer almaktadır. Buna göre Bilecik, Edirne ve Tekirdağ illerinde YAİ ve yağış arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $\alpha=0.05$ ). İllerin korelasyon katsayılarına bakıldığı zaman YAİ ile yağış arasında negatif korelasyon olduğu görülmektedir. Aylık dağılımların yer aldığı grafiklerde YAİ ile yağış arasındaki zaman kayması dikkat çekmektedir (Şekil 2.1.1, Şekil 2.2.1). Toprağın su tutma kapasitesine bağlı olarak, bitki yoğunluğu artana kadar yağışı bünyesinde tutması sonucu oluşan gecikme bu kaymaya neden olmaktadır. Farklı inceleme bölgelerine göre değişmekle birlikte yağış benzer ekstremelerin gözlenmesinde 5 veya 6 aylık gecikme saptanmıştır.. Balıkesir, Bilecik, Bursa ve İstanbul illerinde 5 aylık, diğer illerde 6 aylık zaman kayması gözlenmiştir (Maden, 2018). En yüksek ortalama YAİ değerine sahip il Sakarya, en düşük ortalama YAİ değerine sahip il ise Tekirdağ olarak tespit edilmiştir. Tüm inceleme bölgelerinde YAİ ve yağış değerlerinde pozitif çarpıklık belirlenmiştir.

YAl	Min.	Maks.	Ort.	s	s <sup>2</sup>	Mod	Medyan	Range	Çarpıklık	Basıklık
Edirne	0.24	1.84	0.84	0.45	0.21	-	0.71	1.61	0.3944	1.9012
Kırklareli	0.32	2.39	1.23	0.69	0.48	-	1.27	2.07	0.1009	1.400
Tekirdağ	0.2	2.06	0.81	0.53	0.28	-	0.64	1.86	0.7691	2.3828
Çanakkale	0.52	2.46	1.44	0.58	0.33	-	1.48	1.93	0.0689	1.5813
Balıkesir	0.37	2.26	1.12	0.54	1	-	1	1.9	0.4527	2.1306
İstanbul	0.38	2.73	1.38	0.73	0.53	-	1.27	2.35	0.2405	1.5922
Kocaeli	0.39	3.44	1.7	0.93	0.87	-	1.52	3.05	0.1520	1.5314
Sakarya	0.33	3.36	1.7	1.01	1.02	-	1.48	3.03	0.1168	1.4152
Bilecik	0.26	2.08	1.02	0.55	0.3	-	0.93	1.83	0.2971	1.6788
Bursa	0.37	2.43	1.28	0.63	0.39	-	1.15	2.06	0.1580	1.5344

Çizelge 1. YAl verilerine ait istatistiksel parametreler (Ocak 2011-2016 Aralık) (Maden, 2018)

Yağış	Min.	Maks.	Ort.	s	s <sup>2</sup>	Mod	Medyan	Range	Çarpıklık	Basıklık
Edirne	0	1834	53	45	216	0	44	183.6	0.7307	2.7066
Kırklareli	0	215	54	46	216	0, 57, 33	43	215	1.0307	3.7579
Tekirdağ	0	182	47	44	194	0	32	181.9	1.1693	3.8831
Çanakkale	0	197	49	45	201	0	46	197.1	1.0320	3.9295
Balıkesir	0	183	53	49	236	0	39	183.2	0.7558	2.6790
İstanbul	0.2	173	45	39	154	13.4, 3.4, 50	35	174.5	1.1895	4.1030
Kocaeli	0	280	70	50	245	87.4	64	279.8	1.4295	6.4612
Sakarya	5	284	76	53	285	29.4, 3.6	67	278.5	1.2151	4.9420
Bilecik	0	136	43	31	971	46.7, 0	36	136.2	0.5855	2.6479
Bursa	0	169	54	42	175	25.4, 0	48	169.2	0.5253	2.4424

Çizelge 2. Yağış verilerine ait istatistiksel parametreler (Ocak 2011-2016 Aralık) (Maden, 2018)

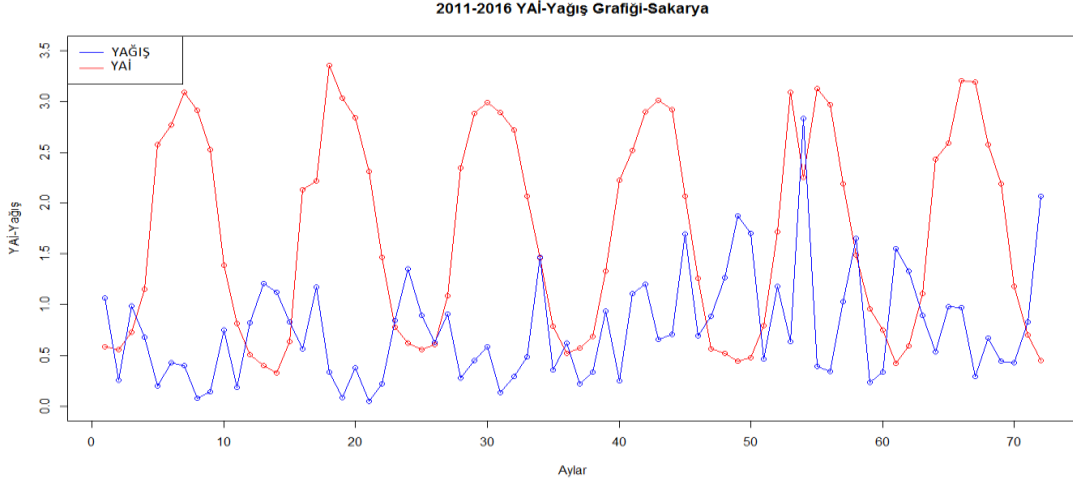
İl	R	R <sup>2</sup>	p-değeri	İl	R	R <sup>2</sup>	p-değeri
Balıkesir	-0.3123	0.0975	0.0076	Kırklareli	-0.2651	0.0703	0.0245
Bilecik	-0.1762	0.031	<b>0.1392</b>	Sakarya	-0.3329	0.1108	0.0043
Bursa	-0.4783	0.2288	2.2e-05	Kocaeli	-0.4128	0.1704	0.0003
Çanakkale	-0.4675	0.2186	3.4e-05	Tekirdağ	-0.1776	0.0315	<b>0.1347</b>
Edirne	-0.1509	0.0228	<b>0.2085</b>	İstanbul	-0.3932	0.1546	0.0006

Çizelge 3. YAl-Yağış verileri (N=72) (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

## 2.1 Sakarya İline ait İstatistiksel Analizler

İnceleme bölgeleri arasında en yüksek YAl değerlerine sahip olan Sakarya iline ait YAl ve yağış verilerinin zamansal değişiminin (N=72) karşılaştırılmasına Şekil 2.1.1'de yer verilmiştir. YAl-Yağış ilişkisi incelendiğinde, Tekirdağ, Edirne, Bilecik ve Kırklareli hariç diğer istasyonlarda  $\alpha < 0,01$  güven seviyesinde anlamlı ilişki söz konusudur. YAl verileri Mayıs-Ağustos ayları arası maksimum değerlerini almakta; Yağış ise Ocak,

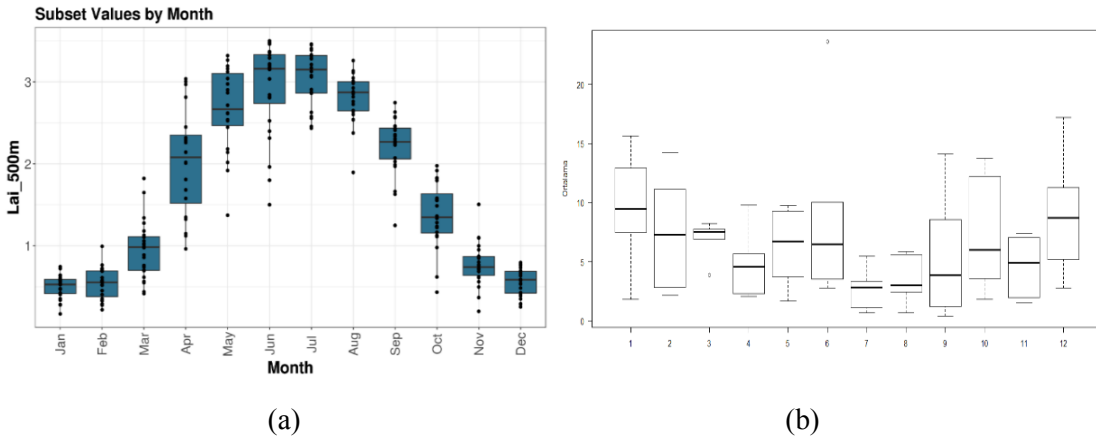
Ekim ve Aralık aylarında maksimum değerlerine ulaşmaktadır (Maden, 2018). Her mevsim başlangıcında genelde yağış miktarı artmaktadır.



**Şekil 2.** Sakarya YAI-Yağış aylık dağılımı (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

Aylık box diyagramı YAI verileri incelendiğinde Haziran ve Temmuz ayında en yüksek değerleri almıştır. Bu aylarda verilerin %75'inin Q3 (3.5) değerlerinin altında değiştiği görülmüştür. En düşük değerleri Aralık ve Ocak ayında almıştır. Değerlerde Nisan ve Eylül aylarına geçişte büyük farklar yaşanmıştır (Şekil 2.1.2a).

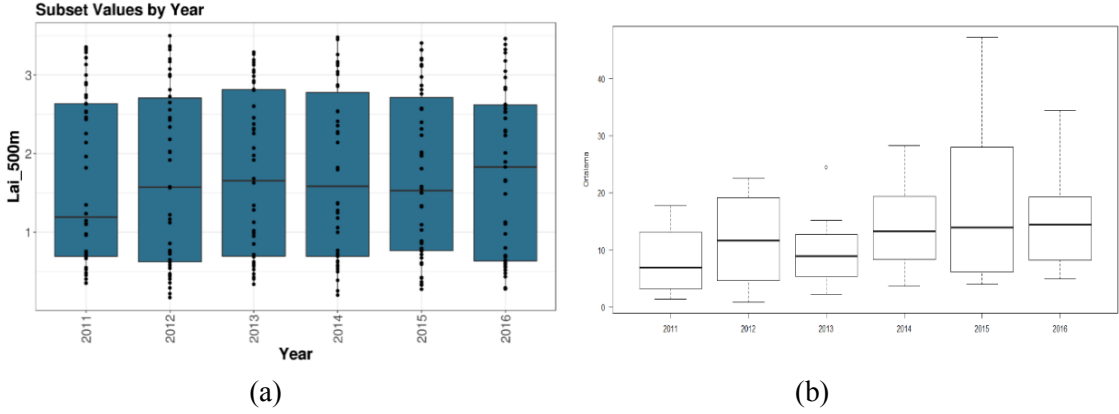
Aylık yağış verileri incelendiğinde ise sınıf orta (medyan) değerlerinin (Q2) kıştan ilkbahara doğru azaldığı görülmektedir. Temmuz ayında en düşük değerini almış, Ağustos'tan sonra tekrar yükselmeye başlamıştır. Kasım'da medyan değeri düşmüştür. Verilerin %75'i Q3 (5 mm) değerinin altında kalmıştır (Şekil 2.1.2b).



**Şekil 3.** Sakarya ili aylık box diyagramı: (a) YAI ve (b) yağış (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

Yıllık box diyagramı YAİ verileri incelendiğinde %75'inin Q3 (3) değerlerinin altında değiştiği görülürken %25'i Q1 (1) değerinin altında kalmıştır. Sınıf orta değerleri 2016 yılında en yüksek değeri almıştır. 2012-2013 yılları YAİ değerlerinin en yüksek değerlere sahip olduğu yıldır (Şekil 2.1.3a).

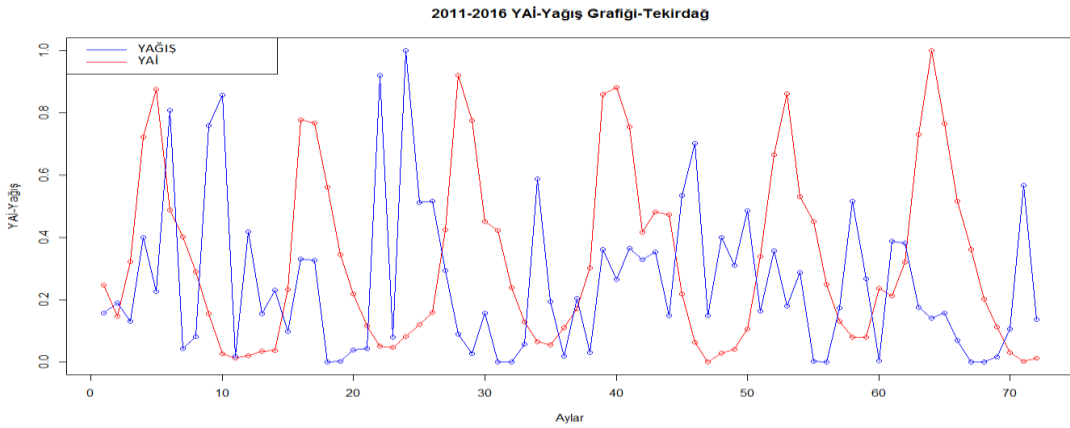
Yıllık yağış verileri incelendiğinde ise 2011 yılında en düşük yağış değerleri kaydedilmiştir. 2015 yılında verilerin %75'i Q3 (25 mm) değerinin altında kaydedilmiştir. 2015 yılında ortalama 40 mm üstünde maksimum yağışlar görülmüştür (Şekil 2.1.3b).



Şekil 4. Sakarya ili yıllık box diyagramı: (a) YAİ ve (b) yağış (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

## 2.2 Tekirdağ İline ait İstatistiksel Analizler

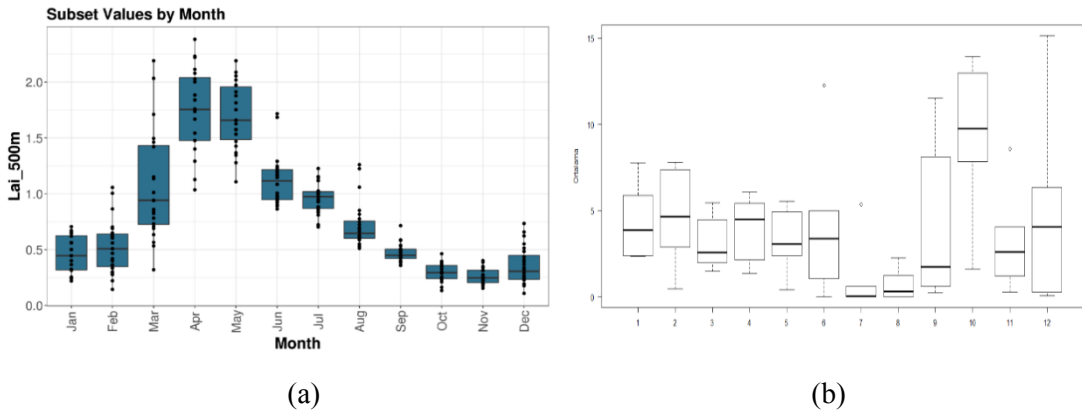
Tekirdağ iline ait YAİ ve yağış verilerinin zamansal değişiminin (N=72) karşılaştırılmasına Şekil 2.2.1'de yer verilmiştir. YAİ verileri Nisan ve Mayıs aylarında maksimum değerlerini almakta; Yağış ise Ekim ve Aralık aylarında maksimum değerlerine ulaşmaktadır (Maden, 2018). Her mevsim başlangıcında genelde yağış miktarı artmaktadır.



Şekil 5. Tekirdağ YAİ-Yağış aylık dağılımı (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

Aylık box diyagramında YAİ verileri incelendiğinde Nisan ve Mayıs ayında en yüksek değerler gözlenmiştir. Nisan ayında verilerin %25'i Q1 (1.5) değerinin altında kalmıştır. %75'i ise Q3 (2.5) değerinin altındadır. En düşük değerler Kasım ayında kaydedilmiştir. Sınıf orta değeri Ocak ayında Aralık ayına kıyasla artış göstermiştir. Mart ve Haziran ayları değerlerde büyük farkların görüldüğü aylar olmuştur (Şekil 2.2.2a).

Aylık yağış verileri incelendiğinde ise sınıf orta değerlerinin (Q2) yaz mevsiminden kış mevsimine doğru sonbahar boyunca genelde yükseldiği görülmektedir. Temmuz ayında en düşük yağış değerleri kaydedilmiştir. En yüksek değerler genelde Ekim ayında gözlenmiştir. Aralık ayında 15 mm üstünde maksimum değerler saptanmıştır. Medyan değerleri yıl içinde önemli değişim göstermiştir. En büyük genlik Eylül ayında kaydedilmiştir. Kasım ayında diğer illere oranla daha az yağış kaydedilmiştir. Verilerin %75'i Q3 (5 mm) değerinin altında kalmıştır (Şekil 2.2.2b).

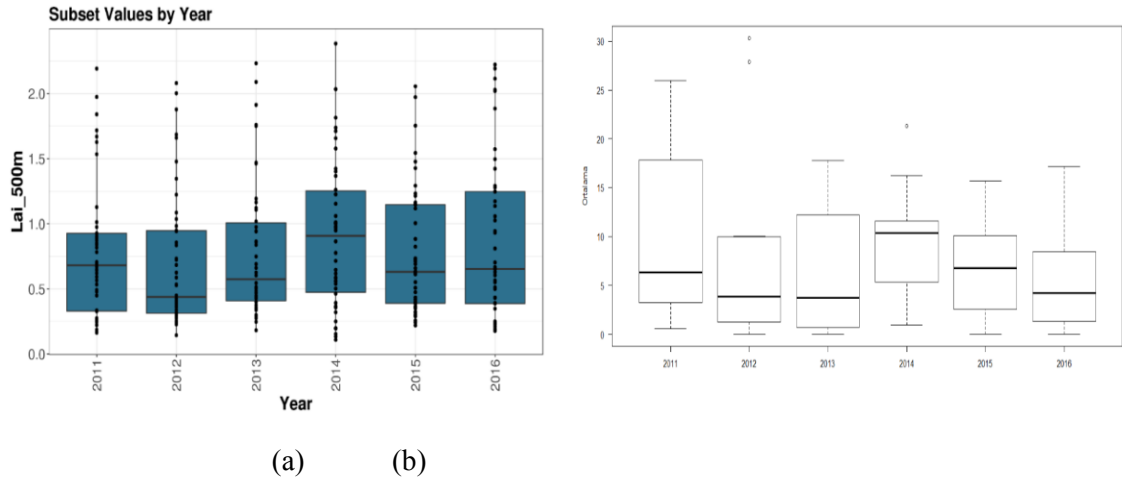


**Şekil 6.** Tekirdağ ili aylık box diyagramı: (a) YAİ ve (b) yağış (Ocak 2011- Aralık 2016) (Maden, 2018)

Yıllık box diyagramını YAİ değişimi incelendiğinde verilerin %75'i Q3 (1.25) değerinin altında görülürken %25'i Q1 (0.5) değerinin altında kalmıştır. Medyan değeri 2014 yılında en yüksek değerini almıştır. 2014 yılı aynı zamanda en yüksek YAİ değerlerinin kaydedildiği yıl olmuştur (Şekil 2.2.3a).

Yıllık yağış verileri incelendiğinde ise diğer illerden farklı olarak 2011 yılında en yüksek orta değerler kaydedilmiştir. En düşük değerler ise 2016 yılında gözlenmiştir. 2014 yılında medyan en yüksek değerdedir. 2011 yılında verilerin %75'i Q3 (20 mm) değerinin altında kaydedilmiştir. En yüksek yağış miktarı 2011 yılında kaydedilmiştir.





**Şekil 7.** Tekirdağ ili yıllık box diyagramı: (a) YAİ ve (b) yağış (Ocak 2011-Aralık 2016) (Maden, 2018)

### 3. SONUÇ

Ülkemizde de etkileri hissedilen iklim değişimi göz önüne alındığında bitki örtüsünün bu değişime nasıl bir tepki gösterdiğini bilmek önemlidir. Bu çalışmada bitki örtüsünün yağış ile ilişkisi incelenmiştir. Marmara Bölgesi'nde yer alan 10 il arasında, en yüksek ortalama YAİ değerine sahip Sakarya ve en düşük ortalama YAİ değerine sahip Tekirdağ ili verileri ayrıntılı olarak analiz edilmiştir. Analiz için 2011-2016 dönemi seçilmiştir. Her bir şehir için 6 yıllık toplam 72 YAİ ve 72 yağış verisi incelenmiştir. İnceleme bölgelerinde genel olarak Nisan, Mayıs ve Haziran ayları en yüksek YAİ değerleri gözlenmiştir. En düşük YAİ değerleri ise Kasım, Aralık ve Ocak aylarında (sonbahar sonu ve kış mevsimi başı) kaydedilmiştir. Yağış değerleri incelendiğinde ise sonbahar aylarında en yüksek değerler kaydedilmiştir. En düşük değerler ise Temmuz ve Ağustos aylarında (yaz mevsimi) kaydedilmiştir. Nüfus yoğunluğu ve yapı sayısının az olduğu illerde YAİ ile yağış ilişkisi anlamlı bulunmuştur (Maden, 2018). Sakarya ilinde YAİ-yağış ilişkisinin anlamlı olmasında nüfus yoğunluğu ve yapı sayısının az olmasının etkili olduğu söylenebilir. Buna karşın Tekirdağ ilindeki orman varlığının azlığı, topraklarının büyük bölümünün tarım arazisi olması Marmara Bölgesi'ndeki en düşük ortalama YAİ değerine sahip olmasının açıklayıcı nedeni olarak gösterilebilir. Sonuç olarak YAİ ile yağış arasında negatif korelasyon olduğu görülmektedir. Toprağın yağışı bitki üyelerine transferinde yaşanan gecikmenin bu zaman kaymasına neden olduğu söylenebilir.

### Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir.

### 4. KAYNAKLAR

**Akın, A., Sunar, F. & Berberoğlu, S.** 2015. Urban change analysis and future growth of Istanbul. Environ Monit Assess (2015) 187:506 DOI 10.1007/s10661-015-4721-1.

**Anderson, M.C., Zolin, C. A., Hain, C.R., Semmens, K., Yılmaz, M.T. & Gao, F.** 2015. *Comparison of satellite-derived LAI and precipitation anomalies over Brazil with a thermal infrared-based Evaporative Stress Index for 2003–2013*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.01.005> 0022-1694/Published by Elsevier B.V.

**Aslan, Z., Giden, F., Koyuncu, H. & Kalafat, A. G.** 2016. İstanbul'un Asya ve Avrupa Bölgeleri'nde Hava Sıcaklığı ve Yağış Miktarı Değişimleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi *Cilt:2 · Sayı:1 · Sayfa:11-29 · Ocak 2016*.

**Davoodi, E., Ghasemieh, H., Batelaan, O. & Abdollahi, K.** 2017. *Spatial-Temporal Simulation of LAI on Basis of Rainfall and Growing Degree Days*. 23 Kasım 2017. Remote Sens. 2017, 9, 1207; doi:10.3390/rs9121207 .

**Ertürk, A.G., Söğüt, A. S., Okçu D., Aslan, Z. & Maktav, D.** 2012. Yağış Miktarının Msc Sevrin Verileri İle Belirlenmesi. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), 16-19 Ekim 2012, Zonguldak.

**IPCC.** 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

**Kızılgöçü, F., Akıncı, C., Albayrak, Ö. & Yıldırım, M.** 2017. *Tritikale Hatlarında Bazı Fizyolojik Parametrelerin Verim ve Kalite Özellikleri İlişkilerinin Belirlenmesi*. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Cilt/Volume: 7, Sayı/Issue: 1, Sayfa/pp: 337-345, 2017 ISSN: 2146-0574, e-ISSN: 2536-4618 DOI: 10.21597/jist.2017127446

**Laffoley, D. & Baxter, J. M.** 2016. *Explaining ocean warming: Causes, scale, effects and consequences*. Gland, Switzerland: IUCN. 456 pp. ISBN: 978-2-8317-1806-4 DOI: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.08.en>

**Liang, S., Zhang, X., Xiao, Z., Cheng, J., Liu, Q. & Zhao, X.** 2014. *Global Land Surface Satellite (GLASS) Products: Algorithms, Validation and Analysis* (Berlin: Springer International Publishing). Chapter 2 Leaf Area Index. DOI: 10.1007/978-3-319-02588-9\_2

**Maden, G.** 2018. *Bitki Örtüsü İndeksinin Yapay Sinir Ağları ve Dalgacık Dönüşümü ile Analizi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

**Stocker, T.F., Qin D. & Plattner, G. K.** 2013. *Technical Summary*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Tömros, T. & Menzel, L.** 2014. *Leaf Area Index as a Function of Precipitation within a Hydrological Model*. IWA Publishing, Ağustos 2014, 45 (4-5) 660-672; DOI: 10.2166/nh.2013.143

**Türkiye Bölge Haritaları**, [http://cografyaharita.com/turkiye-cografi\\_bolge-haritalari.html](http://cografyaharita.com/turkiye-cografi_bolge-haritalari.html), erişim tarihi: 30 Temmuz 2018'te erişildi.

**Xu, X., Medvigy, D. & Iturbe, I.R.** 2015. *Relation between Rainfall Intensity and Savanna Tree Abundance Explained by Water Use Strategies*. Ekim 2015; 112 (42): 12992-12996, doi: 10.1073/pnas.1517382112