

[980]

BARTIN-KIRAZLIKÖPRÜ BARAJ HAVZASINDA BİTKİ ÖRTÜSÜ FENOLOJİK VE EKOFİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİNİN MEŞCERE ALTINDAN VE UZAKTAN ALGILAMA İLE İZLENMESİ

Melih ÖZTÜRK¹, Ercan GÖKYER², Abdurrahim AYDIN³, Remzi EKER⁴

¹Yrd. Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı, 74100, Bartın, melihozturk@bartin.edu.tr

²Yrd. Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı, 74100, Bartın, egokyer@bartin.edu.tr

³Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman İnşaatı Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı 81620, Düzce, aaydin@duzce.edu.tr

⁴Araş. Gör., Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman İnşaatı Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı 81620, Düzce, remziaker@duzce.edu.tr

ÖZET

Yapımına ilk olarak 1999 yılında başlanılan ve bugünlerde bitirilme aşamasına gelen Bartın-Kirazlıköprü barajının havzası 865 km² alan kaplamaktadır. Yaklaşık yarısı orman, üçte birinden fazlası tarım alanları ile kaplı olan dağlık havzada yükselti 60 m ile 1600 m arasında değişmektedir. Baraj havzasının bilhassa hazneye yakın kesimlerindeki nispeten tekdüze yayılış gösteren ormanlarla kaplı dağların yamaçları boyunca, yükseltiye bağlı fenolojik ve ekofizyolojik değişim izlenecek ve analiz edilecektir.

Bu izleme ve analizler, meşcerelerde tomurcuk patlaması, sürgün verme, yaprak açma, büyüme ve genişlemesinin bizzat tepe çatısı altında takibi ve insansız hava aracına takılan hiperspektral sensör ile uzaktan algılanmasını içermektedirler. Tomurcuk patlama, sürgün verme ve yaprak açma süreç ve dönemlerinin takibi, yerinde gözleme ve kayda dayalı olmakla birlikte, tepe çatısı altında yaprak büyüme ve genişlemesinin takibi LI-3000C yaprak alan ölçer cihazı ile gerçekleştirilecektir. Bununla birlikte, Yaprak Alan İndisi (YAI) ise hem LAI-2200C cihazı kullanılarak hem de dijital SLR fotoğraf makinasına monte edilen 8 mm balık-gözü objektif sayesinde çekilen yarı-küre fotoğraflar ile takip ve analiz edilecektir. Çekilen yarı-küre fotoğrafların analizi ise Hemisfer 2.16 yazılımı ile gerçekleştirilecek ve YAI verileri elde edilecektir. Tüm bu takip ve ölçümler, insansız hava aracına takılan hiperspektral sensör ile yapılan ölçümler ile eş zamanlı olarak yürütülecektir.

İkinci etapta ise, belirli dağ yükseltilerinde gerçekleştirilen ve yukarıda bahsedilen takip ve ölçümler baraj havzasının geneline yaygınlaştırılacaktır. Böylece orman alanları için tespit edilen takip ve ölçümler tarım arazileri için de uygulanacaktır. Neticede muhtemel arazi kullanım ve iklim değişiminin baraj haznesindeki su verimi üzerindeki etkileri sayısal olarak modellenilebilecektir.

Anahtar Sözcükler: Baraj havzası, Ekofizyoloji, Fenoloji, Hiperspektral sensör, Yaprak Alan İndisi (YAI).

ABSTRACT

MONITORING ALTITUDINAL CHANGE OF PHENOLOGIC AND ECOPHYSIOLOGIC VEGETATION CHARACTERISTICS BENEATH STAND AND USING REMOTE SENSING TECHNIQUES WITHIN THE BARTIN-KIRAZLIKÖPRÜ DAM WATERSHED

The watershed of the Bartın-Kirazlıköprü dam whose construction had been initiated in 1999 and has almost been finished nowadays, covers 865 km² surface area. The altitude ranges between 60 m asl. and 1600 m asl. at the mountainous watershed half of which is dominated by forests and more than one-third is constituted by agricultural lands. In this study, altitude-based phenologic and ecophysiological change along the slopes of the mountains that exist at parts of the dam watershed particularly close to the reservoir and that are covered with uniformly distributed forests will be monitored and analyzed.

These monitoring and analyses involve the observation of the stand budburst, shoot formation, leaf out, leaf growth and expansion, directly beneath the canopy and remote sensing them by hyperspectral sensor mounted on an unmanned aerial vehicle (uav). The observation of budburst, shoot formation and leaf out processes and stages will be based upon in-situ monitoring and recording while the investigation of leaf growth and expansion will be conducted using LI-3000C leaf area meter instrument beneath canopy. Besides, Leaf Area Index (LAI) will be monitored and analyzed both by LAI-2200C instrument and by hemispherical photographs taken with 8 mm fish-eye lense mounted on a digital SLR camera. The digital analysis of these hemispherical photographs will be conducted by Hemisfer 2.16 software and LAI data will be acquired. All of these observations and analyses will be performed simultaneously with the analysis of hyperspectral sensor mounted on an unmanned aerial vehicle.

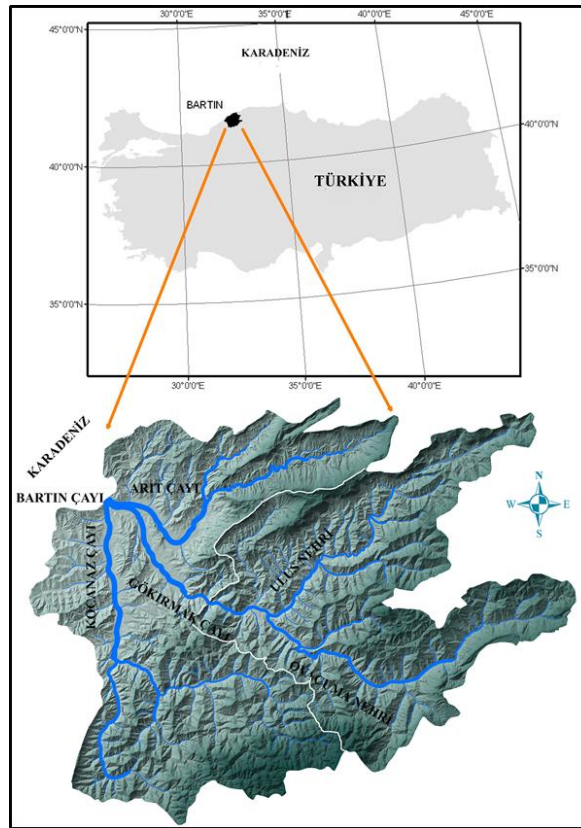
In the second step of this study, above mentioned monitoring and analyses conducted on the definite altitudes of the mountains will be extended for the overall dam watershed. Thus, the observations and analyses will be applied for the agricultural lands. Consequently, possible impacts of land use and climate change on the water yield of the dam reservoir will be numerically modelled.

Keywords: Dam watershed, Ecophysiology, Phenology, Hyperspectral sensor, Leaf Area Index (LAI).

1.GİRİŞ

Durgun suların buharlaşmaya bağlı olarak havayı daha nemli hale getirdikleri bilinmektedir. Mesafeye göre değişmekle birlikte, bu durgun suların çevrelerinde ıslanlaştırıcı etki yaptıklarına dair pek çok bilimsel araştırma mevcuttur. Barajlar su depolayan yapılar olup (Usul, 2001), baraj hazneleri suni olarak oluşturulan durgun su yüzeyleridir. Barajlar, faaliyete geçtikten sonra buldukları havzanın bilhassa su haznesine yakın kesimlerinde hava sıcaklığının yükselmesinde etkilidirler. Baraj havzasında hava sıcaklığının artması, bir taraftan yakın çevrede daha nemli ve mutedil bir iklime sebep olurken, diğer taraftan civarda bulunan bitki örtüsü üzerinde bazı fenolojik ve ekofizyolojik tesirlere yol açarlar. Nitekim havanın ısınmasıyla toprak sıcaklığı da artar ve erken vejetasyon dönemi söz konusu olur. Bitkiler, erken tomurcuk patlaması, sürgün verme, yaprak açma dönemlerine girerler. Bu da fotosentetik aktivitenin süresinin uzamasına ve beraberinde bitki bünyelerinde daha fazla karbon depolanmasına sebebiyet verir. Nihayetinde karbon döngüsü sekteye uğrar.

Ayrıca bitki örtüsünün ideal gelişim gösterdikleri optimum sıcaklıklar söz konusudur. Bu optimum sıcaklık, bitki örtüsünün yatay ve dikey doğrultuda yayılışında etkili faktördür. Ortalama hava sıcaklığının ve beraberinde toprak sıcaklığının 1-2°C artışı, bitki örtüsünün, bilhassa dikey doğrultuda yer değiştirmesini tetikleyebilmektedir (Peterson vd., 2005; Elkin vd., 2013). Bu durum, özellikle dağlık baraj havzaları için ciddi bir arazi kullanım değişikliğine öncülük edebilir. Arazi kullanım değişiminin de hidrolojik döngü ve su verimi üzerinde belirgin etkileri ise barajın su haznesine dolaylı biçimde geri bildirim olarak yansımaktadır (Çepel, 1986). Yapılan bir çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde ortalama yıllık sıcaklığın ve yıllık toplam yağışın artacağı ve yaz sıcaklığının azalacağı vurgulanmıştır (Lindner vd., 2010). Nitekim, Öztürk vd. (2016), yaptıkları çalışmada, ilgili yörede son 30 yıl içerisinde ortalama yıllık sıcaklığın ve yıllık toplam yağışın arttığını, bununla birlikte Haziran ayı sıcaklığının da belirgin bir şekilde arttığını ortaya koymuşlardır. Bölgesel iklim değişikliğinin bitki örtüsü ve hidroloji üzerindeki kısmi etkileri olarak nitelendirebileceğimiz tüm bu ifade edilen öngörüler (Önol vd., 2014), baraj havzalarının yersel ve zamansal olarak yoğun bir izlemeye tabi tutulmasını gerektirir.



Şekil 1. Kirazlıköprü Baraj Havzasının, Bartın Çayı Havzası içerisindeki ve Türkiye'deki konumu (Ergün vd., 2014).

2. BARAJ VE BARAJ HAVZASI

Bartın-Kirazlıköprü barajının yapımına ilk olarak 1999 yılında başlanmıştır (Ergün vd., 2014). Baraj, günümüzde tamamlanma aşamasına gelmiş olup, haznesinde su biriktirmeye başlanılacaktır. Hazneye gelen su, Gökırmak Çayı tarafından sağlanmaktadır. Gökırmak Çayı ise iki ana kol olan Ulus ve Ovacuma nehirleri tarafından beslenmektedir. Gökırmak Çayı'nın barajı besleyen kesimi, Ulus ve Ovacuma kolları, ve bunları besleyen yan kollar, derelerle birlikte yaklaşık 865 km²'lik baraj havzası içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Çoğunlukla dağ ve tepelerden oluşan baraj havzasının yükseltisi, deniz seviyesinden 60 m ile 1600 m arasında değişkenlik göstermektedir (HGK, 2012). Baraj havzasının ortalama eğimi %15 civarındadır (HGK, 2012).

Baraj havzasının hemen hemen yarısı orman alanları ile kaplıdır. Bu ormanlar, havzanın alçak ve orta kesimlerinde ekseriyetle iğne yapraklı ağaçlardan oluşmaktadır. Bunlardan karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam, (*Pinus brutia*), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) en yaygın olanlarıdır. Bu alçak ve orta kesimlerde iğne yapraklı meşcerelere geniş yapraklı ağaçlardan, Avrupa gürgeni (*Carpinus betulus* L.), meşe türleri (*Quercus robur* L. ve *Quercus petraea*) eşlik etmektedir (OGM, 2011). Irmak kenarlarında ise Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) ağırlık kazanmıştır. Havzanın yüksek kesimlerinde ise iğne yapraklı ağaçlardan (*Abies bornmülleriana*) ile geniş yapraklı ağaçlardan Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) saf ve karışık meşcereler oluşturmaktadır (OGM, 2011). Havzanın üçte birinden fazlası tarım alanları ile kaplı olup, yerleşimler ekseriyetle bu tarım alanlarının çevresindeki köylerden müteşekkildir.

Bölgede bulunan Bartın meteoroloji istasyonunun yaklaşık 30 yıllık verilerine göre, yıllık toplam yağış 1044 mm'dir (MGM, 2014). Ortalama toplam yağışlara göre, Ekim ayı 123 mm ile en yağışlı ay olurken, Mayıs ayı ise 49 mm ile en kurak durumundadır. Bölgede yıllık ortalama hava sıcaklığı 12.6°C olup, en sıcak ay 22.2°C ile Temmuz olup, en soğuk ay ise 4.1°C ile Ocak'dır (MGM, 2014). Bu toplam ve ortalamalar neticesinde bölge nemli mezotermal iklim kuşağında bulunmaktadır (Atalay, 2011). Yıllık ortalama kar kalınlığı 15 cm olup, kar daha çok Aralık ve Ocak aylarında düşmektedir (MGM, 2014). Hâkim rüzgârlar, Karadeniz'in yer aldığı batı-kuzeybatıdan ve kuzey-kuzeydoğudan esmektedir (MGM, 2014). Havzada oldukça geniş yer kaplayan kahverengi orman toprakları ile ırmak kenarlarına hâkim olan alüvyal topraklar (GTHB, 2005) kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı, volkanit-çökelkayalar ile alüvyon (MTA, 2007) araziler üzerinde teşekkül etmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışmada gözlem ve analizlere, Bartın-Kirazlıköprü barajının haznesinde su birikmeye başladıktan ve, geniş ve açık su yüzeyi oluştuğundan sonra girilecektir. İlk etapta, havzanın özellikle su haznesinin civarındaki yaş, boy ve karışım itibariyle benzer yayılış gösteren bilhassa Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Avrupa gürgeni (*Carpinus betulus* L.) geniş yapraklı orman meşcereleri ile kaplı dağlarda, yükseltiye bağlı fenolojik ve ekofizyolojik değişim izlenecek ve analiz edilecektir. Bu orman meşcereleri içerisinde her 100 m'lik yükseltiden örnek ve kontrol amaçlı olarak seçilen geniş yapraklı ağaçların sırasıyla tomurcuk patlaması, sürgün verme, yaprak açma, büyüme ve genişleme gibi fenolojik ve ekofizyolojik süreçleri takip edilecektir. Bu izleme ve analizler, bizzat tepe çatısı altından takibi ve insansız hava aracına takılan hiperspektral sensör ile uzaktan algılamayı içermektedir.

Her 100 m'lik yükseltide tespit edilen 3 adet ağaçtan seçilen ve işaretlenen sabit tomurcukların patlama, sürgün verme ve yaprak açma zaman, süreç ve dönemleri yerinde gözlenecek ve kayda geçirilecektir. Öte yandan, bu belirli yaprakların büyüme ve genişlemesinin ölçülmesi LI-3000C (LI-COR) yaprak alan ölçer cihazı ile gerçekleştirilecektir. Bununla birlikte, önemli bir bitki örtüsü tepe çatısı kapallılık parametresi olan Yaprak Alan İndisi (YAI) ise hem LAI-2200C (LI-COR) cihazı kullanılarak hem de dijital SLR fotoğraf makinasına (Canon EOS 5D Mark II) monte edilen 8 mm balık-gözü objektif (Sigma F3.5 EX DG) sayesinde çekilen yarı-küre fotoğraflar ile takip ve analiz edilecektir. Çekilen yarı-küre fotoğrafların analizi ise Hemisfer 2.16 (İsviçre Federal Orman, Kar ve Peyzaj Araştırma Enstitüsü) yazılımı (Schleppi vd., 2007) ile gerçekleştirilecek ve YAI verileri elde edilecektir. Bu yarı-küre fotoğrafların analizinde, otomatik eşik belirleme süreci Nobis ve Hunziker (2005) tarafından yapılan çalışmaya dayandırılmaktadır. YAI'nin tespiti için Lang (1987) yöntemi esas alınmıştır. Yine YAI için doğrusal olmama durumu ve eğim düzeltmeleri Schleppi vd. (2007)'ye göre yapılmıştır. Tüm bu takip ve ölçümler, insansız hava aracına takılan hiperspektral sensör ile yapılan ölçümler ile eş zamanlı olarak yürütülecektir. Kümelenme etkisi oluşturan gövde ve dalların YAI üzerindeki tesirlerini gidermek için Chen ve Cihlar (1995) tarafından ortaya konulan yöntem hesaplamalara dâhil edilmiştir.

4. MUHTEMEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Baraj havzasında bilhassa su haznesine yakın kesimlerdeki benzer yayılış gösteren geniş yapraklı orman

meşcerelerinin bulunduğu örnek olarak seçilmiş dağların yamaçlarında her 100 m’de fenolojik ve ekofizyolojik süreçlerin zamanlaması ile yaprak büyüme ve gelişmesinin, ve YAİ’nin değişiminin ortaya konulması, çalışmanın en önemli bulgularını teşkil edecektir. Böylece ağaçların yıl içerisinde, yükseltiye bağlı olarak tomurcuk patlama, sürgün verme, yaprak açma tarihleri tespit edilecek, yaprakların alansal büyüme ve genişlemesi kaydedilmiş olacaktır. Ayrıca seçilen orman meşcereleri için YAİ ortalaması dönemlik olarak tespit edilmiş olacaktır. Öte yandan, bu değişimin izlenmesi ve analiz edilmesi vejetasyon öncesi ve sonrası dönemleri de ihtiva edecektir. Bir yılın yaklaşık sekiz ayını ihtiva eden bu izleme ve analizler, sonraki en az iki yılda da tekrür ettirilmek suretiyle teyit sağlanmış olacaktır. Neticede örnek olarak seçilmiş dağların tekdüze yayılış gösteren geniş yapraklı orman meşcereleri ile kaplı yamaçlarının 100’lik fenolojik ve ekofizyolojik desenleri ortaya konulmuş olacaktır. İlgili çalışmanın diğer bir ayağını oluşturan ve baraj havzasında bilhassa su haznesine yakın kesimlerdeki seçilmiş olan dağların yamaçlarının tepe, orta ve eteklerine üçer adet portatif ve otomatik meteoroloji istasyonlarının kurulmasını planlandığı proje çerçevesinde ise havza meteorolojik izlemeye tabi tutulacaktır. Bu sayede meteorolojik verilerden bilhassa sıcaklık ve yağışın yükseltiye bağlı olarak değişimi ile yukarıda bahsedilen fenolojik ve ekofizyolojik desenler arasında korelasyon kurulması hedeflenmektedir.

5. SONUÇ

Bartın-Kirazlıköprü baraj havzasında tespit edilen belirli dağların 100 m’lik yükseltilerinde gerçekleştirilen fenolojik ve ekofizyolojik izleme ve analizler neticesinde elde edilen bulguların tekrür eden en az iki sene içerisindeki teyidi sağlanacaktır. Bu bulgular ile meteorolojik verilerden bilhassa sıcaklık ve yağış verileri arasındaki korelasyon düzeyi, baraj haznesindeki durgun suyun çevresindeki bitki ekosistemi üzerindeki etkisini ortaya koymakta etkin olacaktır. İlgili takip ve ölçümler zaman içerisinde baraj havzasının geneline yaygınlaştırılacaktır. Böylece orman ekosistemleri için tespit edilen izleme ve analizler tarım arazileri için de uygulanacaktır. Bütüncül sonuçlar, baraj havzasının geneli için önemli veri ve gösterge oluşturacaktır. Neticede muhtemel arazi kullanımının ve iklim değişiminin baraj haznesindeki su verimi üzerindeki etkileri sayısal olarak modellenebilecektir. Kalibrasyonu, sağlaması ve doğrulaması, elde edilen veriler ile temin edilen bu sayısal modeller, hidrolojik modeller ile uyumlu hale getirilip, baraj havzası için iklim değişikliğine hassas bütüncül havza arazi kullanım-hidrolojik modeli geliştirilebilir.

Bu çalışmanın amacı, yukarıda ifade edilen tüm gözlemler, takipler, ölçümler, analizler, arazi kullanım ve hidrolojik model önerileri için gerekli alt yapı, arazi özellikleri, yöntem, araç ve gereçlerin tartışılması, bilgi ve fikir alış verişinin sağlanmasıdır. Bu sayede, çalışmanın kapsamının genişletilmesi ve yaygın katılımlı işbirliğinin tesis edilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Atalay, İ. 2011, *Türkiye İklim Atlası*, (İstanbul, Türkiye: İnkılâp Kitabevi).

Chen, J.M., Cihlar, J. 1995, Quantifying the effect of canopy architecture on optical measurements of leaf area index using two gap size analysis methods. *IEEE Transactions in Geoscience and Remote Sensing*, 33, 777-787.

Çepel, N. 1986, Barajların yukarı yağış havzaları için arazi kullanım planlamasının ekolojik esasları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B. Cilt:36. Sayı:2. İstanbul.

Elkin, C., Gutiérrez, A.G., Leuzinger, S., Manusch, C., Temperli, C., Rasche, L., Bugmann, H. 2013, A 2°C warmer world is not safe for ecosystem services in the European Alps, *Global Change Biology*, 19, 1827-1840.

Ergün, A., Öztürk, M., Bolat, İ., Kara, Ö. 2014, Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasında Güncel Arazi Kullanımının Değerlendirilmesi, *Bildiriler Kitabı: I. Ulusal Havza yönetimi Sempozyumu*, Ceyhan Göl (Ed.), (10-12 Eylül 2014).

GTHB (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı). 2005, *Bartın Çayı Havzasına ait Sayısal Toprak Haritaları*. (Ankara, Türkiye).

HGK (Harita Genel Komutanlığı). 2012, *Bartın Çayı Havzasına ait 1/25000’lik Sayısal Yükselti Haritaları*. (Ankara, Türkiye).

Lang, A.R.G. 1987, Simplified estimate of leaf area index from transmittance of the sun’s beam, *Agricultural and Forest Meteorology*, 41, 179-186.

Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J., Marchetti, M. 2010, Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, 259, 698-709.

- MGM (Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).** 2014, *Bartın Meteoroloji İşleri Müdürlüğüne ait Günlük Meteorolojik Veriler.* (Ankara, Türkiye).
- MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü).** 2007, *Zonguldak F-29 Paftasına ait Sayısal Jeolojik Haritalar.* (Ankara, Türkiye).
- Nobis, M., Hunziker, U.** 2005, Automatic thresholding for hemispherical canopy-photographs based on edge detection, *Agricultural and Forest Meteorology*, 128, 243-250.
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü).** 2011, *Bartın, Ulus ve Safranbolu Orman İşletme Müdürlüklerine ait Orman Amenajman Harita ve Planları.* (Ankara, Türkiye).
- Önol, B., Bozkurt, D., Turuncuoğlu, U.U., Şen, Ö.L., Dalfes, N.** 2014, Evaluation of the twenty-first century RCM simulations driven by multiple GCMs over the Eastern Mediterranean–Black Sea region, *Climate Dynamics* 42, 1949-1965.
- Öztürk, M., Bolat, İ., Gökyer, E., Kara, Ö.** 2016, Growth gradients of multi-aged pure oriental beech stands along the altitudinal gradients within a mesoscale watershed landscape, *Applied Ecology and Environmental Research*, 14(4), 101-119.
- Peterson, A.T., Tian, H., Martínez-Meyer, E., Soberón, J., Sánchez-Cordero, V., Huntley, B.** 2005, Modeling distributional shifts of individual species and biomes, In: *Climate Change and Biodiversity*, Thomas E. Lovejoy, Lee Hannah (Eds.), Yale University Press, Michigan, USA, pp. 211-228.
- Schleppi, P., Conedera, M., Sedivy, I., Thimonier, A.** 2007, Correcting non-linearity and slope effects in the estimation of the leaf area index of forests from hemispherical photographs, *Agricultural and Forest Meteorology*, 144, 236-242.
- Usul, N.** 2001, *Engineering Hydrology.* (Ankara, Türkiye: ODTÜ Yayınları).