

**Biyoçeşitlilik Gölge Fiyatının Doğal Kaynak Yönetiminde Kullanımı Üzerine: Uludağ Milli Parkı Örneği**

On the Use of Shadow Price of Biodiversity in Natural Resource Management: The Case of Uludağ National Park


Serkan GÜRLÜK

**Özet**

Biyojik çeşitlilik, insanoğluna kullanım ve kullanım dışı pek çok değer sağlamasına rağmen ekonomik sistemde bu hizmetlerin değerleri dikkate alınmadığı için yok oluşlarına şahit olmaktayız. Eczacılık hammaddesi sağlama değeri, tarımsal germaplazma destek değeri, ekoturizm değeri ve ekosistem değeri gibi değerler aslında ekonomik hayatın işleyişinde önemli rolleri olan hizmetlerdir. Bu çalışmanın amacı, biyolojik çeşitliliğin dağ-orman ekosistemlerindeki değerini ortaya koymak ve doğal kaynak yönetimindeki etkilerini incelemektir. Bursa Uludağ Milli Parkı'nın (UMP) doğal kaynak değerlerinden biri olan biyolojik çeşitliliğin değeri, optimal orman rotasyonunu hesaplama sürecine dahil edilerek, biyolojik çeşitlilik değerinin dikkate alınmadığı durumdaki Faustmann yaklaşımı ile biyolojik çeşitlilik değerinin dikkate alındığı Hartman yaklaşımları karşılaştırılmıştır. UMP'nin Faustmann yaklaşımıyla hesaplanmış temel modelde yaklaşık 44 yıllık rotasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. UMP, 44. yılda 956 USD Ha<sup>-1</sup> net bugünkü değere ulaşmaktadır. UMP'nin gerçek alanı ile değerlendirildiğinde, en yüksek bugünkü değeri, 12.2 milyon USD olarak hesaplanmıştır. UMP'nin biyolojik çeşitlilik akış değerinin dikkate alındığı Hartman rotasyonunda 44 yıl olan önceki rotasyon süresinin, 53 yıla yükseldiği gözlemlenmiştir. Hartman rotasyonunda 53. Yılda 5.294 USD Ha<sup>-1</sup> bugünkü değerine ulaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, UMP'nin toplam alanına genelleştirildiğinde aslında biyolojik çeşitliliğin ne kadar değerli bir ekosistem hizmeti sağladığı ortaya konulmuştur. Rotasyon başlangıcındaki biyolojik çeşitlilik değeri (gölge fiyatlarla hesaplanan) yeterli büyüklükte ise optimum rotasyon süresinin sonsuza uzaması muhtemeldir. Bu durumda söz konusu doğal kaynağın ekolojik olarak çok hassas doğal kaynaklardan biri olduğu ve kamusal tahsis kararlarında çok dikkatli olunması gerektiği anlaşılır. Ülkemizde hassas ekosistemlerin bulunduğu alanlar net bir şekilde belirlenmeli ve bu tür alanların yönetimi için pek çok ilgi grubunun yer aldığı danışma kurulları oluşturulmalıdır. Çalışmada kullanılan 'etki transferi' ve karbon sekurizasyonu ile eşleştirilen 'birincil üretim ağı' yöntemlerinin de kullanımıyla belirlenen biyolojik çeşitlilik akış değeri, Faustmann ve Hartman orman rotasyonu belirleme yaklaşımları ile ilgili kıymet takdiri literatürüne katkıda bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Faustmann orman rotasyonu, Hartman orman rotasyonu, Çevresel değerlendirme, Bursa, Birincil Üretim Ağı

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Serkan GÜRLÜK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye. E-mail: [serkan@uludag.edu.tr](mailto:serkan@uludag.edu.tr)

 OrcID: 0000-0002-3159-1769

**Atıf/Citation:** Gurluk,S. Biyoçeşitlilik Gölge Fiyatının Doğal Kaynak Yönetiminde Kullanımı Üzerine: Uludağ Milli Parkı Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 234-246.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

## **Abstract**

Although biodiversity provides many use and non-use values for humans, we witness their disappearance as the values of these services are not considered in the economic system. Values such as pharmaceutical raw material supply value, agricultural germplasm support value, ecotourism value and ecosystem value are actually services that have an important role in the functioning of economic life. The aim of this study is to reveal the value of biological diversity in mountain-forest ecosystems and to examine its effects on natural resource management. The value of biodiversity, which is one of the natural resource values of Bursa Uludağ National Park (UMP), was investigated at optimal forest rotation calculations. Faustman rotation system, in which the biodiversity value was not taken into account, and the Hartman rotation system, in which the biodiversity value was taken into account were considered in this study. It is concluded that the UMP has a rotation of approximately 44 years in the basic model calculated with the Faustmann approach. UMP reaches its net present value of 956 USD / Ha in the 44th year. When evaluated with the real area of UMP, its highest present value has been calculated as 12.2 million USD. In the Hartman rotation, it was observed that the previous rotation period, which was 44 years, increased to 53 years. In Hartman rotation, the present value of 5.294 USD / Ha is reached in the 53rd year. When the results obtained are generalized to the total area of the UMP, it is revealed how valuable the ecosystem service biodiversity actually provides. If the biodiversity value (calculated at shadow prices) at the beginning of rotation is large enough, the optimum rotation period is likely to extend to infinity. In this case, it is understood that the natural resource in question is one of the ecologically sensitive natural resources and it should be very careful in public allocation decisions. In our country, areas with sensitive ecosystems should be clearly identified and advisory boards should be established for the management of such areas, with many interest groups. The biodiversity flow value determined by the use of 'impact transfer' and 'primary production network' methods paired with carbon securization contributes to the appraisal literature on the approaches to determine Faustmann and Hartman forest rotation.

**Keywords:** Biodiversity, Faustmann rotation, Hartman rotation, Environmental valuation, Primary production network, Bursa

## 1. Giriş

Biyolojik çeşitliliğin ekonomik sistem içerisinde dikkate alınmaması ve kaybı, önemli bir çevresel dışsallık sorunu oluşturmaktadır. Bu önemli doğal kaynağın ekonomik karar verme mekanizmalarında dikkate alınmamasının sebebi oluşturduğu hizmetlerin bedava olarak görülmesinden kaynaklanmaktadır. Çevresel değerlendirme yaklaşımları, bu sorunun çözümü için önemli ekonomik araştırma araçlarıdır. Dünya, şaşırtıcı sayıda bitki, hayvan ve böcek türüne ev sahipliği yapmaktadır. Günümüze kadar biyologlar 1.7 milyon tür sınıflandırmışlardır. Fakat bazı bilim adamları bu sayının toplamda 40 milyona kadar ulaşacağını belirtmektedir (Kula, 1994). Biyolojik çeşitliliğin fazla olması ekolojik dengenin sağlanmasında hayati bir öneme sahiptir. Ekolojik denge, biyosfer içinde farklı türlerin farklı fonksiyonları tamamlamasını mümkün kılmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin yok edilmesiyle, ekosistemin de büyük oranda zayıflayacağı bilinmektedir. Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerden sağlanan faydalar anlatılanlardan ve günümüze kadar keşfedilenlerden çok daha fazlası olabilir. Tüm bu faydalar aslında insanoğlunun ekonomik açıdan refah ve gelişme koşullarına da olanak sağlamaktadır. Ancak anlatılan faydalara karşın biyolojik çeşitlilikteki azalma trendinin düzenli bir şekilde devam edeceği; biyolojik çeşitliliğin 2010-2050 döneminde bugünkünden %10 daha az olacağı belirtilmektedir. Ayrıca günümüzde genetik çeşitliliğin her yıl giderek azaldığı ve bu azalmanın yılda ortalama 1000 tür olduğu; bu yüzyılın sonuna kadar yılda 10.000 türe kadar yükseleceği ifade edilmektedir (Goldsmith ve Hilyard, 1988). Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN), nesli tükenmekte olan bitki ve hayvan türleri için oldukça aktif çalışan bir organizasyondur. Organizasyonun çalışmalarında ise dünyada 31.000 den fazla türün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu ifade edilmiştir. Bu değer %41'inin amfibi, %25'inin memeliler, %34'ünün çeşitli ağaç ve çalı türleri, %14'ünün kuşlar, %30'unun köpek balığı türleri, %33'ünün mercan resifleri ve %27'sinin çeşitli kabuklu canlılardan oluştuğu deklare edilmiştir (IUCN, 2020). Dünyada biyolojik çeşitlilik etkin bölgeler ve tehdit altındaki bölgeler belirlenerek IUCN tarafından deklare edilmiştir. Amerika Kıtasının Pasifik Okyanusuna bakan sahil bölgeleri, Akdeniz'e kıyısı olan Güney Avrupa ve Kuzey Afrika bölgeleri, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi hariç tüm yüzölçümü, Afrika Kıtası'nın Doğu Bölgeleri (Arap Yarımadası ve Madagaskar dâhil), Güney Doğu Asya ve Avustralya etrafındaki ada bölgeleri biyolojik çeşitlilikte sıcak noktalar olarak ifade edilmektedir (Conservation International, 2020). Biyolojik çeşitlilik ya da yaşayan organizmaların çeşitliliği ve bu organizmalara ev sahipliği yapan ekosistemler buldukları topluma çok çeşitli yararlar sağlarlar. Ancak bu mal ve hizmetlerin ekonomik karar mekanizmaları içerisinde yer almamaları onların yok oluşlarının temel sebebidir. Doğrudan olmasa da farklı yaklaşımlarla biyolojik çeşitliliğin sağladığı mal ve hizmetlerin ekonomik karşılıkları bulunabilir. Biyolojik çeşitlilik, doğal kaynakların ekonomik değerlemesinde sıkça kullanılan toplam ekonomik değer tablosu içerisinde doğrudan kullanım değeri (use value) ve dolaylı kullanım değerlerinin (non-use value) bazı parçalarını içerir (Gürlük 2006a). Biyolojik çeşitliliğin zengin olması, bulunduğu bölgeye belirli düzeyde doğrudan kullanım değerleri sağlar. Rekreasyon amaçlı bölgedeki bitki ve hayvan zenginliğini keşfe gelenlerin oluşturduğu ekonomi ile eczacılık sektörüne hammadde sağlama değeri (farmasötik değer) bu grupta yer almaktadır. Kullanım değerleri arasında, biyçeşitliliğin tarımsal üretime hammadde sağlama fonksiyonu (Germaplazma) bulunur. Bu önemli fonksiyon üreticiler tarafından bilinmese de (dolaylı kullanımı) tarımda verimlilik ve sürdürülebilirlik için önemli yaşam destek fonksiyonudur (Pearce ve Pearce, 2001). Biyolojik çeşitliliğin kullanım dışı değerleri de söz konusudur. Kişiler gelecek kuşaklara bırakacakları doğal kaynak miktarını önemserler ve bunun sağlanması için bir ödeme isteğinde (willingness to pay) olabilirler (Gürlük, 2006b). Ayrıca çevresel mal ve hizmetlerin bugün kullanılmasa da gelecekte herhangi bir zamanda ve farklı biçimde kullanılma potansiyeli de bir ödeme isteği oluşturabilir. Diğer bir ifadeyle, doğrudan kullanım ve dolaylı kullanım değerinin bileşenlerinin herhangi birinin gelecekte kullanılmasından elde edilecek faydalar için bir ödeme isteği değeri atfedilebilir. Kişiler biyolojik çeşitliliğin varlığından hoşnut olurlar ve bu zenginliğin korunması için bir ödeme isteği eğilimine girebilirler. Ancak basit bir ödeme isteği sorgusu ile ortaya çıkarılamayacak biyolojik çeşitlilik değerleri de vardır. Yaşam döngüsü değeri (ya da yaşam ağı) ya da ekosistem değeri olarak adlandırılabilir bu tür fonksiyonlar ve değerler, diğer tüm ekosistem hizmetlerine altyapı desteği sağlarlar. Dolaylı kullanım değeri olan bu önemli fonksiyon oldukça karmaşık bir yapı gösterir (Van Kooten ve Bulte, 2000). Bir ekosistem içindeki biyolojik türler karşılıklı bağımlılık gösterir ve hayatta kalmak için karmaşık bir gıda sistemine bağımlıdır. Örneğin sonsuz enerji kaynağı olan güneş, yerküreye enerji sağlarken, bitki örtüsü bu enerjiden faydalanır ve çekirgeler için uygun bir ortam oluşur. Çekirgelerin avcısı kuşlar ve kurbağalardır. Kuş ve

kurbağalar yılanların besin zincirinde önemli bir yer tutar. Yırtıcı kuşlar ise önceki türlerin hepsi için avcı konumundadır. Bir hayvan türü öldüğünde, solucanlar, mantarlar ve bakteriler tarafından ayrıştırılır ve çimlerin tekrar kullanması için çürüme sürecinde besinler toprağa salınır. Döngü yeniden başlar. İşte bu döngü, insanoğlu için de hayatın devamlılığı konusunda bir altyapı sağlarken; döngüdeki tüm bitki ve hayvan türleri insanoğlu için doğrudan besin kaynağı da olabilir. Böylesine büyük ve karmaşık ilişkiler sisteminin sağladığı ekonomik değeri tahmin etmek oldukça güçtür. Ancak belirli düzeylerde yaklaşımlar geliştirilmiştir. Ekosistemdeki tüm yaşam biçimleri, gıda arzı ve enerji için diğer tüm canlı ve cansız varlıklara bağlıdır (Anderson, 2010; Bann, 1998). Tüm tahmin güçlüklerine rağmen, insanoğlunun tükettiği enerji kaynaklarıyla elde ettiği gelirin önemli bir bölümü ve her öğünde tükettiği gıdanın parasal değerini önemli bir bölümü biyolojik çeşitlilikle ilgili bir hizmetin sonucu olduğu söylenebilir. Biyolojik çeşitliliğin ekosistem değeri ile ilgili kapsamlı bir araştırma Costanza ve ark., (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, biyolojik çeşitliliğin yaşam ağı hizmet değerinin küresel Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla toplamının 1.3 katı kadar olduğu tahmin edilmiştir. Bahsedilen çalışmalar, her ne kadar karmaşık olsa da biyolojik çeşitliliğin ekosistem destek değeri için de bir yaklaşım geliştirilebileceğini göstermektedir. Biyolojik çeşitliliğin ekonomik değerlemesi kavramı bazı yazarlarca eleştirilse de (Ehrenfeld, 1988), aslında değeri tespit edilen, biyolojik çeşitliliğin sağladığı hizmetlerdir (Pearce ve Pearce, 2001). Diğer bir ifade ile ekonomik analizlerde biyolojik çeşitliliğin kaynak değerleri belirlenmeye çalışılır. Dünya genelinde orman alanlarını içerisindeki biyolojik çeşitlilik, bölgesel ekosistemin sürekliliği için önemli değerler olarak kabul edilmektedir (Gret-Regamey ve ark., 2012; Yılmaz, 2009). Dağ ve orman ekosistemi, enerji, su, gıda, barınak, tıbbi rezervler ve kültürel ekosistem hizmetleri gibi çok çeşitli ekosistem hizmetlerini desteklemekte; insan ihtiyaçlarına önemli düzeyde kaynak olmaktadır (Huber ve ark., 2013; Swallow et al., 1990). Düzenleyici işlevi ile karbon sekurizasyonu ve hidrolojik döngünün sürekliliğinin sağlanmasında rol oynamaktadır (Kroupova ve ark., 2016). Çalışmanın konusunu oluşturan Uludağ Milli Parkı (UMP), böyle bir ekosistemdir ve Bursa ili ve Türkiye için önemli bir doğal kaynak konumundadır. Doğrudan ve dolaylı kullanım değerlerinden hemen hepsini içerisinde barındırmaktadır. Ancak son yıllarda artan ziyaretçi sayısı ve yönetsel sorunlar UMP'den beklenen faydaların elde edilememesine ve toplumsal refah kayıplarına yol açmaktadır. Bursa İli nüfus ve sanayi gelişimi ise bu tür doğal kaynaklar için önemli problemlerdir.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Hartman yaklaşımı, aslında orman kaynakları yönetiminde ilk teorik yaklaşım olan Faustmann yaklaşımının bir uzantısıdır. Faustmann yaklaşımı, 19. Yüzyılın ortalarında doğal kaynak yönetimine ve özellikle dağ-orman ekosistemlerinin ekonomik analizine önemli katkılar yapmıştır. Orman rotasyonu açısından önemli teorik çıkarımlar sağlayan Faustmann yaklaşımı ile rotasyon zamanının doğru tahmin edilmesi yani optimum rotasyon periyodu belirlenebilmektedir (Braze, 2001). Belirli bir ağaç büyüme fonksiyonu ile hektara düşen dağ-orman değeri belirlenmektedir. Faustmann yaklaşımı, kullanım ve kullanım dışı değerlerin analize katılmadığı durumlarda biyolojik kütle değişimini (kereste değeri) gösterge kabul eden bir yaklaşımdır. Faustmann yaklaşımı ile çalışan pek çok araştırmacı daha çok indirgeme oranı üzerindeki değişimlerle analizleri gerçekleştirirken (Koskela ve Ollikainen, 1997; Parks ve Murray, 1994; Deacon, 1994; Bulte ve van Soest 1996; Crabbe ve van Long 1989; UMP özelinde incelenen bu çalışmada biyolojik çeşitlilik değerleri de analize dâhil edilerek Hartman yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmada kullanılan biyolojik çeşitlilik değerlendirme metodolojileri Hartman yaklaşımı ile ilgili literatüre katkı yapacaktır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini UMP amenajman planı vasıtasıyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca UMP'yi baz alan daha önceki çalışmalar Web of Science, Scopus, Google Scholar gibi bilimsel yayın tarama platformları kullanılarak elde edilmiştir. Modellerde kullanılan parametre değerlerinin tümü yaygın literatüre uygun olarak belirlenmiştir. Araştırmanın materyalini oluşturan UMP dağ-orman ekosisteminin kaynak değerlerine ilişkin pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. 12762 ha.'lık alana sahip olan UMP'nin % 71'i orman, % 28' i çayırılık ve kayalık alanlar, % 0.4' ü açık alanlar, % 0.1' i su ile kaplı alanlar, % 0.8' i ise yerleşim alanlarıdır. Uludağ, ormanlık alanlar, makilik, turbalıklar, subalpin fundalıklar, alpin sarp kayalıklar ve açık alanlar gibi çok zengin bir habitat çeşitliliğine sahiptir. Bitkisel çeşitlilik merkezi olan Uludağ'da, 1320 bitki türü bulunmakta olup, bunlardan 33' ü Uludağ, 138' i Türkiye endemiği olmak üzere toplam 171 endemik türe ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca Uludağ küresel ölçekte nesli tehlike altında olan 3 türün, Avrupa ölçeğinde nesli tehlike altında olan 54 türün yaşam alanını oluşturmaktadır (Eltan ve ark., 2016; Özhatay ve ark.,2003; Daşkın, 2008).

## 2.2. Metot

Bu çalışmanın konusunu oluşturan biyolojik çeşitliliğin yarattığı ekonominin belirlenmesinde Faustmann ve Hartman yaklaşımları kullanılmıştır. Orman kaynakları yönetiminde ilk teorik yaklaşım olan Faustmann yaklaşımı, ormancılıkta kereste değeri üzerinden analizler yaparak optimal rotasyon süresini belirlemeyi amaçlamaktadır. Hartman yaklaşımı ise, Faustmann yaklaşımının bir uzantısı olup; ormanın kereste dışı değerlerinin ekonomik analizine olanak tanımaktadır. UMP özelinde incelenen bu çalışmada biyolojik çeşitlilik değerleri de analize dâhil edilerek Hartman yaklaşımı benimsenmiştir.

Biyolojik çeşitliliğin farmasötik değerleri dikkate alınırken ise iki farklı alt değer göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan birincisi ilacın ticari (geleneksel) kullanım değeri ve oluşturduğu ekonomidir. İkincisi ise opsiyon değeri ile ilgilidir. İnsanoğlu, icadını gelecekte gerçekleştirileceği pek çok ilacın hammaddesini, biyolojik çeşitliliğin kaybı sebebiyle şu anda tehlikeye atıyor olabilir. O halde her türlü doğal kaynağa müdahalede biyolojik çeşitlilik değerleri karar çalışmalarına dâhil edilmelidir. Farmasötik değer tahmini için önemli bir model Pearce ve Moran (2001) tarafından geliştirilmiştir. Belirli bir doğal alanın farmasötik değerinin, alandaki biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığına (p), ilacın piyasa değerine (pdi), telif hakkı (royalty) değerine (th) ve rant edinimi katsayısına (re) bağlı olduğu ifade edilmiştir. Tüm bunlar aşağıdaki gibi eşitlik 1 ile formülleştirilebilir :

$$FD = p * pd_i * th * re \quad (Eş. 1)$$

FD : Farmasötik değer  
p : Biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı  
pdi : İlacın piyasa değeri  
th : Telif hakkı değeri  
re : Rant edinimi

Belirli bir bölgedeki biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşmesi önemli bir 'şans değişkeni' olup; ve olasılıklar dâhilinde dikkate alınabilir. Principe (1991), bu değerini iyimser bir yaklaşımla 0.001 ve 0.0001 referans aralığında olabileceğini ifade etmiştir. Simpson ve ark., (1996) ise bu değeri bölgedeki tür sayısı, Ar-Ge yatırım harcamalarına bağlı bir modelleme çalışması ile bu olasılığı 0.000012 olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada Simpson ve ark., (1996) tarafından deklare edilen değer ile Principe (1991)'in 0.0001 referans değeri dikkate alınmıştır. İlacın piyasa değeri iki farklı metotla (i=1 ya da i=2) hesaplanabilir. Kullanım ve veriye erişim kolaylığı sebebiyle piyasa fiyatlarının kullanımı daha yaygındır. Ancak ölümü azaltmasının kişi başı gelir getirici durumu, hastalık sebebiyle iş yapamamanın kişi başı kaybı gibi vekil fiyatlar da referans alınabilir. Ancak ikinci metodolojide, kullanılan hangi ilacın hastayı iyileştirdiği ya da hayatta kalmanın istatistik gelir değerinin saptanması gibi verilere ulaşmak oldukça güçtür. Günümüz dünyasının güncel konusu Covid-19 virüsüne karşı bulunabilecek ilaç ya da aşı oldukça önem kazanmıştır. Aşının ya da ilacın mahiyetinin biyçeşitlilik yardımıyla çözüme kavuşturulmasının piyasa değeri, en az iki çeyrekteki dünya Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla toplam değerine eşit olabilir. Tüm bu açıklamalar ışığında, 1990 yılında ABD'de bitkisel biyçeşitliliğe dayalı ilaç satışlarının 15.5 Milyar USD olduğu ve bunun 40 türden elde edildiği bilinmektedir (Pearce ve Moran, 1994) Dolayısıyla yapılan tahminlere göre tür başına 390 Milyon USD değeri referans alınabilecektir. Ancak ülkemizde bu tür çalışmaların yapılmaması ve ilaç sanayi Ar-Ge departmanlarının yeteri kadar yaygın olmaması sebebiyle etki transferi metoduyla, örnek alınan ülkedeki koşulların Türkiye koşullarına ekstrapole yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki etki transferi (fayda ya da maliyet) formülasyonu (eşitlik 2), değer saptamanın güçleştiği durumlarda, daha önce yapılmış çalışmalardan faydalanmayı mümkün kılmaktadır (Tabche, 2002):

$$I_j = (Y_i / Y_j)^E * I_i \quad (Eş. 2)$$

I<sub>j</sub> : j ülkesi için etki değeri  
Y<sub>i</sub> : i ülkesinin GSYH değeri  
Y<sub>j</sub> : j ülkesinin GSYH değeri  
E : Çevresel fayda talebinin gelir elastikiyeti  
I<sub>i</sub> : i ülkesi için etki değeri

Hesaplamalar için gerekli veriler Türkiye ve ABD için 1990 yılı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla değerleri sırasıyla 150.67 Milyar USD ve 5.963 Trilyon USD olarak alınmıştır (WB, 2020). Çevresel fayda talebinin gelir elastikiyeti ise 0.5 olarak kabul edilmiştir. Bu katsayı pek çok Avrupa ülkesi için 1'in altında olarak kabul edilmektedir. Sanayileşme ve

kalkınmakta olan ülkeler için 0.5 katsayısının yeterli olacağı ifade edilmektedir (Kriström ve Riera, 1996). Yapılan hesaplamalar ile bulunan 2.453.437.339 USD'lik değer, (OGM, 2014) tarafından deklare edilen 1980 yılı orman alanına bölündüğünde (yaklaşık 20.5 Milyon Hektar), hektar başına düşen biyolojik çeşitliliğin eczacılık hammaddesi piyasa değeri (pdi) 119.6 USD olarak elde edilmiştir. Sermaye piyasası gelişmiş ve mülkiyet haklarının oldukça başarılı bir şekilde korunduğu ülkelerde, genel olarak telif hakkı oranı %5-20 arasında değişkenlik göstermektedir. Eczacılık sektörü için %5 oranı, sözleşmelerde en çok karşılaşılan oran (Royalty Source, 2020) olduğu için bu çalışmada telif hakkı oranı (th) %5 olarak kabul edilmiştir. Gelişmekte olan ya da az gelişmiş bir ülkenin biyolojik çeşitliliğin toplam değerinden elde edeceği rant edinimi oldukça düşük düzeydedir. Tarihsel süreçte bu değer hemen hemen sıfıra yakın bir değerde olduğu; ancak son zamanlarda Ekvatorial bölgelerdeki ülkelerin de kurumsal düzenlemelere gitmesi ve biyoçeşitlilik koruma projelerinin dış finansman sağlanarak gerçekleştirilmesi ile belirli düzeyde iyileşmelerin olduğu vurgulanmaktadır (Ruitenbeek, 1988; Bann, 1998). Kıymet takdiri çalışmalarında bu faktör hesaba katılırken, evsahibi ülkenin kurumsal kapasitesi iyi analiz edilmelidir. Genel olarak bu tür bir rantı elde etmeyi etkileyen faktörler, ev sahibi ülkelerdeki lisanslama yapısı; Ar-Ge kültürü, kaynak tahsisi kapasitesi ve beşeri sermayesi olarak sıralanabilir. Bu tür özelliklerin tropik bölgelerdeki yoksul ülkelerde bulunmaması ile biyoçeşitliliğin de ne yazık ki bu coğrafyalarda yoğunlaşmış olması birer realitedir. Bu noktada rant edinimi ekonomisi ve teknolojisi yüksek bir ülke için  $re=1$  kabul edilirse, az gelişmiş bir ülke için bu faktörün  $re=0.1$  olabileceği öngörülebilir. Bu çalışmada Türkiye için bu değer 0.5 olarak kabul edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Türkiye için farmasötik değer, biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı 0.000012 değeri dikkate alındığında  $3.59 \cdot 10^{-5}$  USD Ha<sup>-1</sup>, 0.0001 değeri dikkate alındığında  $2.99 \cdot 10^{-4}$  USD Ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Burada önemli bir konu da çalışılan alandaki risk altındaki tür sayısıdır. Elde edilen değer risk altındaki tür sayısı ile genelleştirilmesi gerekmektedir (Pearce ve Moran, 1995).

Bioçeşitlilik ile ilgili UMP özelinde yapılan araştırmalardan 33 türün sadece UMP ölçeğinde endemik tür olması sebebiyle, 33 endemik tür sayısı  $2.99 \cdot 10^{-4}$  USD Ha<sup>-1</sup> ile çarpılarak UMP'nin farmasötik değeri elde edilmiştir. Bulunan 31 yıllık önceki değer bugüne getirilerek %10 indirgeme oranı için 1.795 USD Ha<sup>-1</sup> ve %3 indirgeme oranı için 0.493 USD Ha<sup>-1</sup> değeri elde edilmiştir. UMP'nin geneline güncellenen değerler ise %10 indirgeme oranı için 22.907 USD/Yıl ve %3 indirgeme oranı için 6.291 USD/yıl olarak hesaplanmıştır. Bioçeşitliliğin tarımsal üretimi desteklediği ve olanak sağladığı pek çok araştırmada belirtilmiştir. Bu görevin (faydanın) çiftçinin üretim fonksiyonu içerisinde dikkate alınmaması çoğu kez toprak kaynağının bilinçsiz kullanılmasına sebebiyet verirken; pek çok çevre sorununun temelini oluşturmaktadır. Bioçeşitlilik fonksiyonları, tarımsal üretim için önemli bir genetik kaynak durumundadır ve dolaylı kullanım değerine sahiptir. Germaplazma değeri olarak ifade edilen bu önemli kaynak, tarımsal üretimin devamlılığı ve verim kabiliyetinin artması için oldukça önemlidir. Özellikle bitkisel üretim için gerekli germaplazma kaynağının %6.5'unun biyolojik çeşitlilik sebebiyle meydana geldiği belirtilmiştir (Swanson, 1996; Fromm, 2000). Tarımsal üretim girdileri içerisinde bedava olarak kabul edilebilecek bu kaynak, olmaması durumunda verim kayıplarına yol açabilecektir (Hanley ve Perrings, 2019). UMP etrafındaki pek çok tarımsal alanda, yem bitkileri, çeşitli meyve ve sebze üretimi ve arıcılık gibi faaliyetlerde bulunmaktadır. UMP'ye sınır bu arazilerin büyüklüğü 2340 Ha'dır. Tarım alanlarının bitkisel üretim değeri ortalama 5197 TL Ha<sup>-1</sup> olup; Croitoru (2007) metodu ile hesaplanmış otlatma değeri 393 TL Ha<sup>-1</sup>'dir (Anonim, 2020). Buna göre UMP'nin biyolojik çeşitliliği sebebiyle tarımsal üretime ekolojik desteği yıllık 1.739.768 USD olarak hesaplanmıştır. Hayvanların otlatılması sebebiyle 565 hektarlık arazide ortaya çıkan yıllık değer 2.064 USD olarak hesaplanmıştır. Bu iki değer UMP toplam arazi miktarına bölümü ile 1 hektara atfedilen bitkisel üretim kaynaklı değer 136.3USD Ha<sup>-1</sup> ve hayvansal üretim kaynaklı değer de 0,16 USD Ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Biyolojik çeşitliliğin sağladığı tüm fonksiyonların oluşmasına katkı olarak kabul edilen ekosistem destek değeri için önemli bir çalışma Richmond ve ark., (2007) tarafından önerilmiştir. Çalışmada, ekosistem değeri sayesinde Gayrisafı Yurtiçi Hasıla üretilebildiği, bunun oluşması için ise enerjiye ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. 'Birincil Üretim Ağı' (BÜA) olarak adlandırılan bu enerji akışı, bitkiler tarafından depolama, büyüme ve üreme için kullanılan enerji miktarını temsil eder. BÜA, ekosistem hizmetleri üreten doğal sermaye stokunu koruyan bir akış olarak kabul edilmektedir (Costanza ve ark., 1997; Gaston, 2000). BÜA, ekonomik sistemdeki pek çok hammadde akışı ile pozitif korelasyon göstermektedir. Genel olarak, zayıf BÜA değerine sahip bitki örtüsü, yüksek BÜA'ya sahip bitki örtüsü ile karşılaştırıldığında ikincisi lehine daha fazla doğrudan ve dolaylı kullanım değeri üretildiği gözlemlenir. Diğer bir ifade ile biyolojik çeşitlilik ile bölgede ortaya çıkan BÜA da artış gösterir (Gaston, 2000). BÜA'nın üretim fonksiyonuna (GSYH'ya) katkısı, ekosistemlerin üretim sebebiyle ortaya çıkan karbon ayrıştırma (sekurizasyon) karşılığı ile değerlendirilmiştir. Diğer bir ifade ile bilinen Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda işgücü (L), sermaye (K) ve teknoloji sabiti (A)'ya BÜA değişkeni (N) eklenerek, genişletilmiş üretim fonksiyonu ile çalışılmıştır. Bu sayede 71

gelişmekte olan ülkede ve 20 gelişmiş ülke verileriyle yapılan çalışmada BÜA'nın gölge fiyatı, üretim sebebiyle açığa çıkan 'karbon karşılığı' olmuştur. Sonuçlara göre BÜA için 1 Milyon Kg. karbonun gölge fiyatı Zimbabwe'de 0.37 USD, Hollanda'da 924 USD olarak hesaplanırken bu değer Türkiye için 121-147 USD aralığında gösterilmiştir. Bu çalışmada aritmetik ortalama değeri olan 134 USD dikkate alınmıştır. BÜA'nın ekosistem değerinin parasal olarak ifade edilmesi için, değeri saptanacak ekosistem bölgesinin ayrıştırdığı karbon miktarının belirlenmesi gereklidir. Orman ekosisteminin, açığa çıkan karbonu ayrıştıracacağı miktarın belirlenmesi için geniş bir literatür bulunmaktadır. Bitki örtüsü, ağaç çeşidi, rakım, iklim faktörleri, topraktaki bitki besin miktarı düzeyi, orman zeminindeki ekosistem farklılıkları ülke düzeyinde yapılan çalışmaların da farklı çıkmasına sebebiyet vermektedir (Tolunay, 2011). Ağaç kök bölgesi ve toprak üzeri olarak depolanan karbon miktarı meşcere büyüdükçe artış göstermektedir (Keleş, 2017; Kula ve Günalay, 2012). Biyolojik kütle, kök artış oranı, kök hacminin yerüstü biyokütleyle dönüştürülmesi ve genişlemesi için gerekli dönüştürme faktörü ve karbon faktörünü dikkate alan aşağıdaki karbon stoğu formülü (eşitlik 3) bu çalışmada dikkate alınmıştır (Tolunay, 2009):

$$C = (V \times BCEFI) \times (1 + R) \times CF \quad (\text{Eş. 3})$$

C	: Karbon stoğu (Ton)
V	: Ağaç biyolojik kütlesi (m <sup>3</sup> )
BCEFI	: Kök hacminin yerüstü biyokütleyle dönüştürme faktörü (Ton/m <sup>3</sup> ) (0,545±0,037)
R	: Kök artış oranı (0.20-0.40)
CF	: Karbon faktörü (0.51)

Formüldeki değişkenlerin parantez içerisindeki değerleri, ülkemizdeki silvikültür çalışmalarında gözlemlenen değerlerdir. Buna göre yapılan hesaplamalarda, 1 ton biyolojik kütle karbon stoğu 360 kg karbon olarak kabul edilmiştir. Ancak literatürde hektara biyolojik kütle toplam değerinin %50'sinin karbon stoğu olarak alınabileceğini belirten çalışmalar mevcuttur (Cannell, 1999; Grierson ve ark., 1992). Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme gibi faktörler orman kaynaklarının senelik karbon depolama performansını da etkileyebilecek niteliktedir (Cannell, 1999). Yapılan hesaplamalarda BÜA'nın ekosistem değerinin parasal olarak ifade edilmesi için 1 ton orman biyolojik kütlesi için yıllık 0.134 USD\*0.360 = 0.048 USD değeri dikkate alınmıştır. Ağaç biyolojik kütlesi yanında bitki örtüsü ve orman toprağının da karbonu ayrıştırdığı belirtilmektedir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda orman toprağının hektara 44-268 ton karbonu ayrıştırdığı belirtilmektedir (Creedy ve Wurzbacher, 2001). Tropik ormanlarda bu değer en yükseğe ulaştığı varsayılırsa bu iki değer aritmetik ortalaması olan 156 ton Ha<sup>-1</sup> değeri bu çalışmada kullanılabilir. Bu miktar, orman ekosistemin yer aldığı toprağın BÜA değerinin 0.134\*156 = 20.90 USD Ha<sup>-1</sup> olduğunu göstermektedir. O halde BÜA'nın ekosistem değerinin analizlerde parasal olarak ifade edilmesi için, orman toprağının depoladığı karbon değeri ve biyolojik kütledeki artış için karbon depolama değerleri ayrı ayrı dikkate alınmalıdır.

Biyçeşitlilik kıymetinin UMP yönetiminde kullanılması ve daha anlamlı hale getirilmesi için orman arazisi yönetiminde Faustmann temelli Hartman çözüm algoritması kullanılmıştır. Faustmann'ın modeli öncelikli olarak tek rotasyonlu ve belirli bir ağaç büyüme fonksiyonuna sahiptir. Ağaç büyürken, hasat edilecek kereste miktarının da zamanla değişeceği öngörülmektedir. Faustmann analizinin başlangıcı T rotasyon yaşında kereste miktarını m<sup>3</sup> formunda q(T) ile gösterilmesiyle başlar. Ağaç topluluğunun (meşcere) tamamında homojen bir ağaç grubu olduğu kabul edilirse (UMP için böyle bir varsayım kullanılacaktır) Q(T), meşcerenin tüm kereste miktarını gösterir. Burada nq(T)= Q(T) eşitliğinden bahsedilir ki n, meşceredeki ağaç sayısını ifade etmektedir. Başlangıçtaki stok miktarı Q<sub>0</sub> ile gösterilirse aslında bu değer T=0 anındaki Q(T) değeri olduğu söylenebilir. Meşcerenin kereste miktarı, biyolojik kütle büyüme oranı α ve meşcerenin taşıma kapasitesi K ile ilişkilidir. Büyüme oranı ağaç yapısının ince veya kalın dokulu olmasına göre değişkenlik göstermektedir. Kalın dokulu ağaçların büyüme oranının daha düşük olacağı bilinmektedir. Taşıma kapasitesi ise meşcerenin destekleyebileceği maksimum kereste hacmini ifade etmektedir. Mevsimin ılıman, yağışlı oluşuna ve toprak kalitesine bağlıdır. Bu veriler ışığında aşağıdaki biyolojik kütle kereste hacmi kullanılarak model geliştirilmiştir.

Eşitlik 4, kereste biyolojik kütle başlangıçta küçük, ancak rotasyon yaşıyla beraber taşıma kapasitesine kadar artan bir 'S' eğrisini işaret eder.

$$Q(T) = \frac{K}{1 + \left[ \frac{K - Q_0}{Q_0} \right] e^{-\alpha T}} \quad K > Q_0 > 0 \quad (\text{Eş. 4})$$

Modelde tam rekabet piyasasının varlığı altında analizde kullanılacak fiyat, maliyet ve faiz oranının (indirgeme oranı) sabit olduğu varsayılır. Meşçerenin kurulumunda, rotasyonun başlangıcında sabit bir bedele (S) katlanılır. Ancak daha sonra meşçerenin doğal büyüme ortamında herhangi bir masrafa katlanılmadan büyüdüğü varsayılır. Hasat masrafları (C) ve stampaj fiyatı (p) piyasa fiyatlarıdır. Burada iki önemli masrafın da analize katılması gerekliliği vardır. Bunlardan birincisi büyüme periyodundaki meşçereye yapılan masrafların hasada ulaşana kadarki süreçte kaybedeceği faiz geliridir. Rotasyon aralığı uzadıkça söz konusu maliyet artacaktır. Bu fırsat maliyeti bir faiz oranı (r) ile modele yansıtılır. Doğal olarak T yaşındaki meşçerenin bugünkü değeri bir indirgeme faktörü ( $e^{-rT}$ ) ile bugüne getirilebilir. Başlangıç yılındaki dikim maliyeti, S, indirmeye tabi tutulmamaktadır. Bu noktada T rotasyon uzunluğundaki hasat edilen meşçerenin net bugünkü değerini veren eşitlik (5) aşağıdaki gibi olacaktır:

$$N(T) = (p-C)Q(T)e^{-rT} - S \quad (\text{Eş. 5})$$

Bir diğer maliyet ise arazi kıymetiyle ilgilidir ve çevre yönetimi sorunlarının da önemli bir nedenidir. Zira orman alanına yakın yerlerin aşırı kıymetlenmesi, bu tür alanların bulunduğu alanların da paraya dönüştürülmesine ve başka alanlarda kullanılmasına sebebiyet verebilmektedir. Diğer bir ifade ile arazi kirası ya da satılması yoluyla elde edilebilecek alternatif gelir, bu modeldeki ikinci tür maliyettir. Tüm ekolojik ve ekonomik parametrelerin değişmediği sabit olduğu varsayımıyla, bir sonraki periyotta da orman yönetiminin karşılaştığı sorun yine aynıdır. Diğer bir ifadeyle her rotasyondaki problem aynı kalacaktır. O halde  $V(T)$  rotasyon periyodunun sonunda ağaçların kesilmesiyle elde edilen kereste değerinin net bugünkü değeri ile rotasyon periyodunun sonundaki çıplak arazi kıymetinin bugünkü değerinin toplamını verecektir:

$$V(T) = [(p-C)Q(T)e^{-rT} - S] + V(T)e^{-rT} \quad (\text{Eş. 6})$$

Buradan aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$V(T) = \frac{(p-C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 7})$$

Toplum menfaatleri doğrultusunda Eşitlik 7'nin maksimize edilmesi gerekmektedir. Zira ekonomik etkin olmayan bir doğal kaynak yönetimi toplumun aleyhine olacaktır.  $V(T)$ 'yi maksimize eden eşitlik 8:

$$MAX_T : V(T) = \frac{(p-C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 8})$$

Maksimizasyon problemi için  $V(T)$ 'ye bağlı birinci türev alınıp sıfıra eşitlenmelidir.

$$V(T^*) = \frac{(1 - e^{-rT^*})[(p-C)Q_{T^*}e^{-rT^*} - re^{-rT^*}(p-C)Q(T^*)]}{(1 - e^{-rT^*})^2} - \frac{re^{-rT^*}[(p-C)Q(T^*)e^{-rT^*} - S]}{(1 - e^{-rT^*})^2} = 0 \quad (\text{Eş. 9})$$

Eşitlikte  $Q_T$  ifadesi, T rotasyon periyoduna bağlı birinci türevin alındığını göstermektedir.  $T^*$  ifadesi ise optimal rotasyon yılını göstermektedir. Eşitlik 9'un daha kolay bir formu aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{(p-C)Q_T}{(p-C)Q(T) - S} = \frac{r}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 10})$$

Eşitlik 10, optimal rotasyon uzunluğunu gösteren Faustmann formülü olarak adlandırılır (Amacher ve ark., 2009). Eşitlik 9'un hesaplama aracı olarak daha kolay gösterimi aşağıdaki gibi verilebilir:

$$(p-C)Q_T = r[(p-C)Q(T) + V(T)] \quad (\text{Eş. 11})$$

Eşitlik 11, meşçerenin etkin rotasyon periyodunun, orman değerindeki değişim oranıyla, ağaçları ve orman arazisini para sermayesine dönüştürmeyle kazanılacak getiri oranının birbirine eşit olduğunda oluşacağını



açıklamaktadır. Ekonomik anlatımla, eşitliğin sol tarafı meşcerenin büyümesi için ayrılan kerestenin marjinal ürün değeridir. Eşitliğin sağ tarafı ise kereste yetiştirmekle kullanılan sermayenin ve arazinin başka şekilde kullanılmaması nedeniyle oluşan maliyetin (bu tercihin fırsat maliyeti) toplamından oluşur. Biyolojik çeşitliliği ve buna bağlı değerlerin modele yansıtılması aşağıdaki maksimizasyon probleminin çözümüdür:

$$MAX_{T^*} : V(T) = \frac{\int_0^T B(t)e^{-rt} dt + (p - C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 12})$$

T'ye bağlı maksimizasyon probleminin çözümü için gerekli birinci sıra diferansiyeli aşağıdaki gibidir:

$$(P - C)Q_T + B(T) = r[(P - C)Q(T) + V(T)] \quad (\text{Eş.13})$$

Eşitlik 13, Faustmann optimal orman arazisi yönetiminin uzatılmış yaklaşımı olan Hartman çözümüdür. Hartman çözümü için biyolojik çeşitlilik fayda akışını betimleyen bir fonksiyona ihtiyaç vardır. Zira optimal rotasyon koşullarının, biyolojik çeşitlilik faydası ile değişmesi söz konusudur. Hartman yaklaşımında, sonsuz rotasyon boyunca meydana gelen çevresel fayda değerleri,  $B(t)$ , etkin rotasyon dönemi olan  $T$  için Boman ve ark., (2010) tarafından aşağıdaki gibi modele dahil edilmiştir:

$$B(T) = \frac{\int_0^T B(t)e^{-rt} dt}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 14})$$

Eşitlik 14, orman alanının kereste değeri, alan kıymeti ve biyolojik çeşitliliğin gösterdiği değerler toplamı olarak  $VV(T)$  ifadesinin kullanılması daha uygundur. O halde,

$$VV(T) = V(T) + B(T) \quad (\text{Eş. 15})$$

ifadesi, yeni optimizasyon koşulunun dikkate alınmasında biyolojik çeşitlilik faydasının da dikkate alınacağını göstermektedir. Bu durumda Eşitlik 15'in birinci sıra diferansiyeli, eşitlik 16 olur.

$$VV'(T) = 0 \Rightarrow (P - C)Q'(T) + B(t) = r[(P - C)Q(T) + VV(T)] \quad (\text{Eş. 16})$$

Literatürde üssel büyüme fonksiyonu, kereste değeri dışındaki değerleri göstermesi bakımından en çok kullanılan fonksiyon tipidir (Burgess, 2000; Swallow, 2000). Bu nedenle  $B(t) = B_0 e^{bt}$  fonksiyonu bu çalışmada biyçeşitlilik değerleri temsil edecek olan fonksiyondur.  $B(t)$ ,  $t$  rotasyon zamanında biyolojik çeşitliliğin kompozit indeks değeri (USD Ha<sup>-1</sup>) olup; bu değer  $t=0$  esnasında biyolojik çeşitlilik başlangıç değerine ( $B_0$ ) eşit olacağı gözlemlenebilir. Zira biyolojik çeşitliliğin, orman biyolojik kütlesiyle artış gösterecek değerleri olduğu gibi; buna bağlı olmayan değerleri de mevcuttur. Bu nedenle  $b$  değeri  $b > 0$ ,  $b < 0$  ya da  $b = 0$  olabilir. Bu çalışmada 1 ton orman biyolojik kütlesi başına düşen BÜA değeri dışında diğer tüm değerler sabit olarak ( $B_0$ ) kabul edilmiş;  $b$  katsayısının da yıllık ağaç büyüme oranından ( $\alpha = 0,1$ ) daha küçük olarak 0.05 olduğu kabul edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan tüm parametreler Faustmann ve Hartman yaklaşımları için ayrı ayrı *Tablo 1* ve *2'*de verilmiştir.

**Tablo 1. Faustmann temel model parametreleri**  
*Table 1. Faustmann's main model parameters*

Parametre	Değer
$\alpha$ (Yıllık ağaç büyüme oranı)	0.1
K (Meşcere taşıma kapasitesi)	500 m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup>
PC (Dikim maliyeti)	100 USD Ha <sup>-1</sup>
p (Stampaj fiyatı)	63 USD/m <sup>3</sup>
C (Hasat/kesim maliyeti)	25 USD/m <sup>3</sup>
r (indirgeme oranı)	%5
Q <sub>0</sub> (Biyolojik kütle başlangıç değeri)	5m <sup>3</sup> Ha <sup>-1</sup>

**Tablo 2. Hartman biyoçeşitlilik faydası model parametreleri**

Parametre	Değer
FD: Farmasötik değer	1.795USD Ha <sup>-1</sup> (%10 indirgeme faktörü)
p: Biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı	0,0001
pd <sub>i</sub> : İlacın piyasa değeri	119USD Ha <sup>-1</sup>
th: Telif hakkı değeri	%5
re: Rant edinimi değeri	0.5
Germaplazma fonksiyonu değeri	
Bitkisel üretim kaynaklı değer	136,3 USD Ha <sup>-1</sup>
Hayvansal üretim kaynaklı değer	0.16 USD Ha <sup>-1</sup>
BÜA (Birincil Üretim Ağı)	
C: Karbon stoğu	Ton
V: Ağaç biyolojik kütlesi	m <sup>3</sup>
BCEFI: Kök hacminin yer üstü biyokütleye dönüştürme faktörü (Ton / m <sup>3</sup> ) (0,545±0,037)	0.545Ton/m <sup>3</sup>
R: Kök artış oranı	0.30
CF: Karbon faktörü	0.51
UMP Orman biyolojik kütlesi için BÜA değeri	0.048 USD/Ton
UMP toprağı için BÜA değeri	20.90 USD Ha <sup>-1</sup>
Biyolojik çeşitlilik kompozit indeksi	
B(t)	USD Ha <sup>-1</sup>
B <sub>0</sub>	159.15 USD Ha <sup>-1</sup>
b	0.01

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmanın formülasyonu 'Microsoft Excel Spreadsheet', diferansiyel analizi 'MATLAB' paket programları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarının başlangıç modelinde *Tablo 1*'de verilen nümerik değerler dikkate alınmıştır. Temel modelin sonuçlarına göre, UMP'nin yaklaşık 44 yıllık rotasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. UMP, 44. yılda 956 USD Ha<sup>-1</sup> net bugünkü değere ulaşmaktadır. Çalışmanın sonuçları UMP'nin gerçek alanı ile değerlendirilebilir. Buna göre, biyolojik çeşitlilik değerlerinin dikkate alınmadığı durumda UMP'nin 44 yıllık rotasyonda en yüksek şimdiki değeri, 12.2 milyon USD olarak hesaplanmıştır. UMP'nin diğer tüm değerleri (çevresel fayda değeri) sıfır kabul edildiğinde matematiksel beklenti, sonsuz rotasyonda UMP'nin 44 yılda bir yenilenmesi olurdu. Zira bu yılda, kaynak stoğunun (burada biyolojik kütle hacmi) büyüme oranı indirgeme oranına eşitlenmiştir. Sıfırdan farklı seçilecek her indirgeme oranı, kaynak stoğu büyütmenin fırsat maliyeti için referans teşkil edecektir. Üzerinde biyolojik kütle ve arazinin kendisinin değerinden oluşan meşcere değeri de bu yıldan sonra azalmaktadır. Nümerik parametrelerdeki artışın meşcere değeri üzerindeki etkisi farklı olacaktır. Stampaj fiyatı (dV/dP), meşcere taşıma kapasitesi (dV/dK), ağaç büyüme oranı (dV/dα) ve/veya biyolojik kütle başlangıç değeri (dV/dQ0) arttıkça optimum rotasyondaki meşcerenin bugünkü değerinde artış gösterecektir. Dikim maliyeti (dV/dPC) ve/veya indirgeme oranı (dV/dr) arttıkça optimum rotasyondaki meşcerenin bugünkü değerinde azalma gözlemlenecektir. Araştırmada biyolojik çeşitlilik faydasının dâhil edilmesiyle model, Hartman yaklaşımına dönüşmüş, *Tablo 2*'de verilen nümerik parametre değerleri dikkate alınmıştır. UMP Hartman yaklaşımının sonuçlarına göre, UMP'nin 44 yıl olan Faustmann modeli rotasyon süresinin, 53 yıla yükseldiği gözlemlenmiştir. UMP, biyolojik çeşitliliğin dikkate alındığı Hartman rotasyonunda 53. Yılda 5.294 USD Ha<sup>-1</sup> bugünkü değerine ulaşmaktadır. Bu yıldan sonraki her yıl, orman biyolojik kütlesi ve biyolojik çeşitlilik faydasındaki artış bir önceki yıla göre daha düşük olacaktır. Eğer orman yönetiminde rotasyona gidilmez ise sosyal kârlılık 53. yıldan sonra %5'in altına düşecektir. Diğer bir ifadeyle, UMP'nin biyolojik kütlesinin yenilenmesindeki her yılki gecikmenin marjinal faydası, ilave yılın toplam biyolojik kütle değerine katkısı ve biyolojik çeşitlilik değerinin yıllık katkısı toplamı kadar olacaktır. UMP'nin biyolojik kütlesinin yenilenmesindeki her yılki gecikmenin marjinal fırsat maliyeti ise toplam orman stoğu, orman çıplak toprak değeri ve biyolojik çeşitlilik değeri toplamının faiz değerinin indirgenmiş değerlerine eşit olacaktır. Yıllık gecikmenin marjinal faydası ve marjinal fırsat maliyetleri 53. yılda birbirine eşit olmaktadır. Elde edilen sonuçlar, UMP'nin toplam alanına genelleştirildiğinde aslında biyolojik çeşitliliğin ne kadar değerli bir ekosistem hizmeti sağladığını anlatmaktadır. Eğer biyolojik çeşitlilik kompozit indeksindeki parametrelerden B<sub>0</sub> oldukça büyük ve b pozitif ise optimum rotasyon süresinin sonsuza uzaması muhtemeldir. Bu durumda söz konusu doğal kaynağın nadide doğal kaynaklardan biri olduğu ve tahsis kararlarında çok dikkatli olunması gerektiği anlaşılır. Eğer kentleşme, sanayileşme ya da diğer türlü ekonomik gerekçelerle arazi tasarrufları değişiyor ve dolayısıyla oluşan yeni fiyatlar doğal kaynak aleyhine geliyorsa, bu defa kıt olan kaynak biyolojik çeşitlilik değil kullanım değerleri olabilir. Matematiksel olarak belirli bir seviyeden sonra ise ekosistem

hizmetine ihtiyaç duyulmayabilir. Aslında günümüzde yaşanan çevre sorunlarının temelini, doğal kaynak hizmetlerinin tüm ekonomik değerlerinin bilinmemesi sebebiyle olduğu açıktır. Biyolojik çeşitliliğin önemi, eczacılık sektörünün gelişimiyle yakından ilgilidir. Ancak biyolojik çeşitliliğin diğer değerlerinin de bilinmesi gereklidir. Merck İlaç Firması, 1991 yılında Kostarika'daki Biyçeşitlilik Enstitüsü (INBio) ile bir anlaşma yaparak, Kostarika'daki Guanacaste Ulusal Parkı 40 yıl boyunca her yıl 2000 numunenin taranmasını amaçlamıştır. Bunun için firmanın katlandığı maliyet hektar başına 3.27 USD iken, elde edeceği ilaç hammaddesinin değeri 9.65 USD olarak hesap edilmiştir. Ancak Kostarika'daki 600.000 Hektarlık bu ormanı Biyokoruma alanı ilan etmenin maliyeti ise hektar başına 407 USD olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin korunması için salt eczacılık avantajları değil tüm diğer değerler de ortaya çıkarılmalıdır (Barbier ve Aylward, 1996). Benzer şekilde Simpson ve ark. (1996), gelişmekte olan ülkelerde potansiyel korunan alanlar olarak tanımlanan 18 kritik biyolojik çeşitlilik etkin (hotspots) noktasında biyolojik üretim için mümkün olan maksimum eczacılık değerinin hektar başına 20 USD olduğunu ve daha az genetik çeşitliliğe sahip bölgelerde bu değer hektar başına 1 USD olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle biyokoruma alanlarının belirlenmesinde proje bazlı ilerlemesinde bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekir. Örneğin gölge fiyatların kullanıldığı ekonomik analizlerde, seçilecek indirgeme oranı önemlidir. Zira seçilecek indirgeme oranının yüksek tutulması gelecek kuşaklara verilen önemin düşüklüğünün bir göstergesi olurken; indirgeme oranının düşük tutulması sürdürülebilir kalkınma gereğidir.

Gelişmekte olan ülkeler %10-15 aralığında bir sosyal indirgeme oranı tercih ederken; gelişmiş ülkeler %2-5 düzeyinde bir sosyal indirgeme oranı tercih etmektedirler (Gürlük, 2016). Bu çalışmada %5 olarak kabul edilen indirgeme oranı değiştirilerek simülasyonlar yapılabilir. Seçilecek indirgeme oranının ne olması gerektiği konusu bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Ülkemizde doğal kaynak yönetimine daha çağdaş bir yönetim anlayışı hayata geçirilmelidir (Genç ve ark., 2007). Öncelikli olarak nitelikli çevresel değerlendirme çalışmaları ile mevcut doğal kaynak stoğuna en yaklaşık değerler ortaya konulmalı; kullanım değerleri dışındaki değerlerin de dikkate alındığı yönetim ilkeleri oluşturulmalıdır. Biyçeşitlilik değerlerinin ortaya çıkarılması, gelecekte oluşabilecek rant edinimi ve doğal koruma alanları oluşturulmasıyla ortaya çıkacak fayda ve maliyetler belirlenmelidir. Bazı durumlarda doğal kaynağı kendi hâline bırakmak ile doğal koruma alanı ilan etmek arasında kararlar verilirken bu çalışmadaki metodolojik yaklaşımlara ihtiyaç olabilir. Biyolojik çeşitliliğin de dikkate alındığı doğal kaynak yönetim sisteminde ziraat mühendisleri, ekologlar, biyologlar, etnobotanistler, sağlık politikasından sorumlu karar vericiler, bahçe bitkileri uzmanları, hukuk müşavirleri, milli park yönetiminden sorumlu kişiler, farmakologlar, bitki islahçıları, bitki patoloğları ve kaynak ekonomistlerinden oluşacak bir üst kurula ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (WHO, 1993).

#### 4. Sonuç

Biyçeşitlilik önemli bir doğal kaynak değeridir. Sunduğu hizmetlerin ekonomik değerleri kamusal karar verme süreçlerine dâhil edilmelidir. Bursa Uludağ Milli Parkı'nın doğal kaynak yönetimine katkıda bulunacak bu çalışmada, biyolojik çeşitlilik hizmet değerinin diğer çevresel değerlerin ekonomik analizlerde kullanımı oldukça önemlidir. Matematiksel biyçeşitlilik akış fonksiyonu, sonraki çalışmalar için önemli bir referans olabilir. Bu çalışmada biyçeşitlilik için gelen ziyaretçilerin ödeme isteği ya da biyçeşitlilik özelinde yapılan ekolojik ziyaretlerin seyahat maliyeti analizi dikkate alınmamıştır. Koşullu değerlendirme yöntemi gibi yaklaşımlarla da biyçeşitliliğin diğer değerleri de ortaya konabilir. Bu değerlerin de eklenmesiyle UMP'nin biyolojik çeşitlilik değerleri ve optimum rotasyon yılı değişkenlik gösterebilir. Ayrıca Bursa gibi kentleşme ve sanayileşmenin hızla arttığı kent merkezlerinde oluşan karbon stoğunun ayrıştırılmasında önemli rolleri olan UMP gibi doğal kaynakların bu hizmeti hangi ölçüde gerçekleştirebildikleri, bu çalışmada kullanılan karbon stoğu formülü yardımıyla belirlenebilir. UMP'nin ideal karbon ayrıştırma kapasitesi ile mevcut durum karşılaştırılarak, Bursa kent merkezinde meydana gelen çevresel sorunların parasal değeri konusunda bir bakış açısı sağlanabilir. Çalışmada kullanılan Faustmann ve Hartman yöntemleri ile pek çok dağ-orman ekosistem değerlendirme çalışmalarına ışık tutacaktır. Bu tür alanların yıllık koruma ve bakım masrafları için ayrılan bütçelerin belirlenmesinde, aşırı ziyaretçi alan doğal kaynaklardaki bozulmaların engellenmesinde, ekosistem alanlarının tahsis kararlarının yeniden gözden geçirilmesinde söz konusu optimizasyon yöntemleri politik karar vericilere farklı bakış açıları kazandırabilir. Ülkemizde hassas ekosistemlerin bulunduğu alanlar net bir şekilde belirlenmeli ve bu tür alanların yönetimi için pek çok ilgi grubunun yer aldığı danışma kurulları oluşturulabilir. Bu sayede konunun önemi daha iyi anlaşılacak ve daha iyi anlatılacaktır.

## Kaynakça

- Anderson, D. (2010). Environmental Economics and Natural Resource Management. Routledge publishing, USA.
- Anonim, (2020). Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Resmi Kayıtları, Bursa.
- Bann, C. (1998). The Economic Valuation of Tropical Forest Land Use Options: A Manual for Researchers. A Report for Economy and Environment Program for Southeast Asia Organization, Singapore.
- Barbier, E. B., Aylward, B. A. (1996). Capturing the pharmaceutical value of biodiversity in a developing country. *Environment and Resource Economics* 8(1996): 157-81.
- Boman, M., Jacobsen, J. B., Strange, J., Norman, J., Mattsson, L. Forest Amenity Values and the Rotation Age Decision: Nordic Perspective. *Ecological Bulletins* 53:7-20.
- Braze, R. The Faustmann Formula: Fundamental to Forest Economics 150 years After Publication. *Journal of Forest Science*47(4): 441-442.
- Bulte, E., Soest, van D. 1996. International Transfers, Price Uncertainty and Tropical Deforestation. *Environment and Development Economics* 1(3): 281-287.
- Burgess, J. C. (2000). Economics of Tropical Forest Land Use. Doctoral Thesis of University College London.
- Cannell, M. G. R. (1999). Growing trees to sequester carbon in the UK: answers to some common questions. *Forestry* 72(3): 237-247.
- Conservation International, (2020). Conservation International Internet Sayfası [www.biodiversityhotspots.org](http://www.biodiversityhotspots.org) Erişim Tarihi: 13.04.2020.
- Costanza, R., Arge, R., Groot R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'neill V. R., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature* 387: 253-260.
- Crabbe, P. J., N. V. Long. 1989. Optimal Forest Rotation under Monopoly and Competition. *Journal of Environmental Economics and Management* 17:54-65.
- Creedy, J., D. Wurzbacher, D. 2001. The Economic value of a forested catchment with timber, water and carbpn sequestration benefits. *Ecological Economics*, 38, 71-83.
- Croitoru, L., (2007). Valuing the non-timber forest products in the Mediterranean region. *Ecological Economics* 63, 768-775.
- Daşkın, R. (2008). *Uludağ florası*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış. Doktora Tezi.
- Ehrenfeld, D., (1988). Why Put a Value on Biodiversity. Chap. 24 in Biodiversity edited by E. O. Wilson with F. M. Peter. Washington: National Academy Press.
- Eltan, C., Özügül, M. D. ve Atabay, S. (2016). Uludağ Milli Parkı doğal eşiklerin belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 1(1-3), 50-61.
- Fromm, O. (2000). Ecological Structure and Functions of Biodiversity as Elements of its Total Economic Value. *Environmental and Resource Economics* 16: 303-328.
- Gaston, K. J. (2000). Global Patterns in Biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Genç, Y., B. Bostancı, B., Genç, L. 2007. TROIA Milli Parkı Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılamaya ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4( 1): 27-41.
- Goldsmith, E., Hilyard, N. 1988. The Earth Report. Price Stern Sloan Inc, LA,USA: p-216.
- Gret-Regamey, A., Brunner, H. S., Kienast, F. 2012. Mountain Ecosystem Services: Who Cares? *Mountain Research and Development* 32(2012): 23-34.
- Grierson, P. F., Adams, M. A., Attiwill, P. M. (1992). Estimates of Carbon Storage in the Above-ground Biomass of Victoria's Forests. *Australian Journal of Botany* 40: 631-640.
- Gürlük, S. (2006a). *Manyas Gölü ve Kuş Cenneti'nin Çevresel Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bursa.
- Gürlük, S. (2006b). The estimation of ecosystem services' value in the region of Misi Rural Development Project: Results from a contingent valuation survey. *Forest Policy and Economics* 9(3): 209-218.
- Gürlük, S. (2016). Diagnostic of High Social Discount Rate in Developing Countries and Low Social Discount Rate in Developed Countries. *Advances in Environmental Research* ISBN: 978-1-63484-990-6. Nova Publishing House, USA.
- Hanley, N., Perrings, C. (2019). The Economic Value of Biodiversity. *Annual Review of Resources Economics* 11: 355-375.
- Huber, H. R., Goldstein, J., Duke, E. A. 2013. Intermediary roles and payments for ecosystems services: A typology and program feasibility application in Panama. *Ecosystem Services* 6: 104-116.
- IUCN, (2020). Uluslararası Doğa Koruma Birliği Kırmızı Listesi Raporu (IUCN Red List). IUCN Kırmızı Liste İnternet Sayfası: <https://www.iucnredlist.org/> Erişim Tarihi: 13.04.2020

- Keleş, S. (2017). Determining Optimum Cutting Ages Including Timber Production and Carbon Sequestration Benefits in Turkish Pine Plantations. *Sains Malaysiana* 46(3)(2017): 381–386
- Koskela, E., Ollikainen, M. 1997. Optimal Design of Forest Taxation with Multiple-Use Characteristics of Forest Stands. *Environmental and Resource Economics* 10:41-62.
- Kula, E. 1994. *Economics of Natural Resources, the Environment and Policies*. Chapman and Hall, UK.
- Kula, E., Günalay, Y. (2012). Carbon sequestration, optimum forest rotation and their environmental impact. *Environmental Impact Assessment Review* 37: 18-22.
- Kriström, B., Riera, P. (1996). Is the Income Elasticity of Environmental Improvements Less Than One? *Environmental and Resource Economics* 7: 45-55.
- Kroupova, Z., Havlikova, Z. M., Halova, P., Maly, M. 2016. Economic Valuation of Mountain Landscapes and Ecosystems: A Meta-Analysis of Case Studies. *Agris Online Papers in Economics and Informatics* 3:103-112.
- OGM, (2014). Orman Genel Müdürlüğü Türkiye Orman Varlığı Raporu, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 115, Ankara.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. (2003). Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları. Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Parks, P. J., Murray, B. C. 1994. Land Attributes and Land Allocation: Nonindustrial Forest Use in the Pacific Northwest. *Forest Science* 40(3): 558-575.
- Pearce, D. Moran, D. 1995. Debt and Environment. *Scientific American* 272(6):5256.
- Pearce, D. W., Pearce, C. G. T. (2001). *The Value of Forest Ecosystems Report for Biological Diversity Convention*, University College London, UK.
- Principe, P. (1991). Valuing the Biodiversity of Medicinal Plants. In Edition Book by Akerele, O., Heywood, V., Synge, H. *Conservation of Medicinal Plants*. Cambridge University Press, UK.
- Richmond, A., Kaufmann, R. K., Myneni, R. B. (2007). Valuing ecosystem services: A shadow price for net primary production. *Ecological Economics* 64: 454-462.
- Royalty Source, (2020). Royalty Source Telif Hakkı Uzlaşma Şirketi İnternet Sayfası: [https://royaltysource.com/?gclid=CjwKCAjwqJ\\_1BRBZEiwAv73uwEJC7D1Oo9Kdt2Lrl2LPYC-wae6XtuTXNCT4wo\\_fs3moqOuzUJ8pFBoCPwwQAvD\\_BwE](https://royaltysource.com/?gclid=CjwKCAjwqJ_1BRBZEiwAv73uwEJC7D1Oo9Kdt2Lrl2LPYC-wae6XtuTXNCT4wo_fs3moqOuzUJ8pFBoCPwwQAvD_BwE) Erişim Tarihi: 28.04.2020.
- Ruitenbeek, J. (1988). Social Cost/Benefit Analysis of the Korup Project, Cameroon. World Wide Fund for Nature Report of Republic of Cameroon.
- Simpson, R. D., Sedjo, R. A., Reid, J. W. (1996). Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research. *Journal of Political Economy* 104 (1996): 163-185.
- Swallow, S. K., Parks, P. J., Wear, D. N. (1990). Policy-Relevant Nonconvexities in the Production of Multiple Forest Benefits? *Journal of Environmental Economics and Management* 19: 264-280.
- Swanson, T. M. (1996). The Reliance of Northern Economies on Southern Biodiversity: Biodiversity as Information. *Ecological Economics* 17, 1–8.
- Tabche, I. (2002). Cost-benefit analysis within a sustainable development paradigm: an application to a production system. University of Bath PhD. Dissertation.
- Tolunay, D. (2009). Carbon concentrations of tree components, forest floor and understorey in young *Pinus sylvestris* stands in North-western Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24(5): 394-402.
- Tolunay, D. (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35:265-279.
- Van Kooten, G. C., Bulte, E. H. (2000). *The Economics of Nature*. Blackwell Publishers, Oxford, UK.
- WB, (2020). World Bank İnternet Sayfası: <https://data.worldbank.org/> Erişim Tarihi 28.04.2020.
- WHO, (1993). Guidelines on the Conservation of Medicinal Plants. On behalf of World Health Organization. The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Yılmaz, R. 2009. Edime'de Çevre Bilincinin Belirlenmesi ve Sosyo-ekonomik Özelliklerin Çevresel Bilinç Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 79-92.