Mersin'de Kutanöz Leishmaniasisin Epidemiyolojisinin Ekolojik Niş Modellemesi Kullanılarak Tahmin Edilmesi

Prediction of Cutaneous Leishmaniasis Epidemiology in Mersin Using Ecological Niche Modeling

Ozan Artun, Hakan Kavur

Çukurova Üniversitesi Karaisalı Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

Cite this article as: Artun O, Kavur H. Prediction of Cutaneous Leishmaniasis Epidemiology in Mersin Using Ecological Niche Modeling. Turkiye Parazitol Derg 2018; DOI: 10.5152/tpd.2018.5924.

ÖZ

Amaç: Çalışmamızda, Mersin ilinde 2005-2015 yılları arasında rapor edilen 630 yerli kutanöz leishmaniasis (KL) hastasının lokasyon bilgileri ile biyoklimatik ve çevresel değişkenler kullanılarak hastalığın günümüzdeki tahmini dağılımını gösteren ekolojik niş modelinin üretilmesi amaçlanmıştır.
Yöntemler: Ekolojik niş modeli, hasta lokasyonları ile coğrafi bilgi sistemleri ve maksimum entropi veritabanına girilen biyoiklimsel ve çevresel değişkenlerin yorumlanması esasına dayalı olarak üretilmiştir.
Bulgular: Mersin ili için üretilen modelde, eğri altındaki alan değeri (AUC) 0,918 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca KL hastalığının dağılımına en etkili olan klimatik faktörler; en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO9), en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO10) ve en sıcak ayın maksimum sıcaklığı (BIO5) olarak belirlenmiştir.
Sonuç: Mersin'de kutanöz leishmaniasis hastalığının dağılımı ile iklimsel faktörler arasında bir ilişki söz konusudur. Üretilen model, sağlık bakanlığı yetkililerine vektör kaynaklı hastalıkların kontrolünde ve epidemiyolojilerinin daha iyi anlaşılmasında katkı sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Kutanöz Leishmaniasis, ekolojik niş modellemesi, coğrafi bilgi sistemleri, maksimum entropi, Mersin
Geliş Tarihi: 08.03.2018 **Kabul Tarihi:** 12.06.2018

ABSTRACT

Objective: In our study, we aimed to develop an ecological niche model showing current distribution of cutaneous leishmaniasis (CL) by using location information on 630 cases of CL reported in the Mersin province between 2005 and 2015 and bioclimatic and environmental variables.
Methods: The ecological niche model was based on interpretation of patient locations and climatic data entered in geographical information systems and maximum entropy databases.
Results: In the model produced for the Mersin province, the area under the curve was calculated as 0.918. Also, the mean temperature of the driest quarter (BIO9), mean temperature of the warmest quarter (BIO10), and maximum temperature of the warmest month (BIO5) were determined as climatic factors that are most effective for CL distribution.
Conclusion: There is a relationship between distribution of CL and climatic factors in the Mersin province. The developed model will contribute to better understanding of epidemiology and control of vector-borne diseases by authorities in the ministry of health.
Keywords: Cutaneous Leishmaniasis, ecological niche modeling, geographical information systems, maximum entropi, Mersin
Received: 08.03.2018 **Accepted:** 12.06.2018

GİRİŞ

Antartika dışında bütün kıtalarda yayılım gösteren leishmaniasis, vektör aracığıyla bulaştırılan zoonotik/antroponotik karakterli bir protozoon paraziter infeksiyon hastalığıdır. Hastalığın etkeni olan *Leishmania* (*L.*) parazitleri, ilk kez 1901 yılında saptanmış ve isimlendirilmiştir. Morfolojik olarak farklı olmayan çeşitli *Leishmania* türleri, göreceli olarak daha az öneme sahip öldürücü olmayan ve kendiliğinden iyileşebilen deri enfeksiyonlarından, iç organları tutan ve epidemilerle binlerce kişinin ölümüne neden olabilen sistemik enfeksiyon gibi farklı hastalıklara neden olmaktadırlar (1). Günümüze kadar, leishmaniasisin varlığı 88 ülkede tespit edilmiştir, ayrıca her yıl 350 milyon kişiyi risk altında yaşamaktadır. Kutanöz leishmaniasis (KL), (Şark çıbanı, Antep çıbanı, Halep çıbanı, Delhi çıbanı, Yıl çıbanı, Güzellik çıbanı) genellikle deriyi ve bazen de deri ve mukozalarını tutan, iz (skar) bırakarak iyileşen lezyonlara neden olur. Bu lezyonlar tedavi ile veya kendiliğinden düzeldikten sonra kişiyi ömür boyu yeni enfeksiyonlardan koruyan kalıcı bir bağışıklık oluşturmaktadırlar (2).

CBS, vektör kaynaklı hastalıklarda mekansal bilgileri işlemede

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Hakan Kavur E.mail: hakankavur@yahoo.com
DOI: 10.5152/tpd.2018.5924

©Telif hakkı 2018 Türkiye Parazitoloji Derneği - Makale metnine www.turkiyeparazitolderg.org web sayfasından ulaşılabilir.
©Copyright 2018 Turkish Society for Parasitology - Available online at www.turkiyeparazitolderg.org

etkili olan veri tabanlarına dayalı sistemlerdir. Yükseklik, iklim, ışıma ve bitki örtüsü gibi çevresel faktörler kum sineklerinin ve bulaştırdığı hastalıkların coğrafik dağılımlarının şekillenmesinde etkilidir. Bilgisayar tabanlı çalışan CBS, araştırmacıların vektör kaynaklı hastalıklar, çevresel faktörler ve vektör eklembacaklıları arasındaki ilişkileri içeren risk haritaları üretmesini sağlar (3-5). Bununla birlikte, maksimum entropi (MaxEnt) içeren ekolojik niş modelleme, unsurların mevcut dağılım verilerine ihtiyaç duymaktadır. Kum sinekleri ve vektör kaynaklı hastalıkların dağılımının saptanmasında nitelikli tahmini işlevi ile bilinen yeni bir tekniktir (6, 7).

Çalışmamızın amacı, 2005-2015 yılları arasında Mersin'de rapor edilen KL hastalarının dağılımına, 19 biyoiklimsel ve 3 çevresel değişkenden en fazla etki eden etmen/etmenlerin MaxEnt ve ARCMAP 10.2 (ARCMAP; Esri, New York, ABD) kullanılarak tespit edilmesidir.

YÖNTEM

Çalışma Alanı

Mersin Türkiye'nin 11. Büyük kenti olarak Akdeniz Bölgesinin Doğusunda yer almaktadır. 15.853 km^2'lik yüz ölçümüne sahip olan ilin güneyinde Akdeniz, Kuzeyinde Doğu Toroslar bulunmaktadır. 13 ilçesi bulunan Mersin'in denizden yüksekliği 100 m'dir. Ayrıca, 36° 48' 43.575" kuzey enlemi ve 34° 38' 29.331" doğu boylamında konumlanmıştır. Son nüfus verilerine göre nüfusu 1,773,852 olarak hesaplanmıştır (8) (Şekil 1).

Verilerinin Elde Edilmesi ve Ekolojik Modelleme

Mersin'de 2005-2015 yılları arasındaki KL hasta bilgileri, Mersin İl Sağlık Müdürlüğü veritabanlarından elde edilmiştir (Tablo 1). Ekolojik niş modeli için oluşturulan veritabanı, uzaktan algılama ile türetilen üç çevresel veri (yükseklik, eğim, bakı) ile WorldClim (Versiyon 1.4) internet sitesinden indirilen 19 biyoiklimsel değişkeni (BIO1- BIO19) kapsamaktadır (9) (Tablo 1). Biyoiklimsel değişkenler, 1960-2000 yılları arasındaki gözlemlenen aylık ortalama iklim verilerinden geliştirilmiştir.

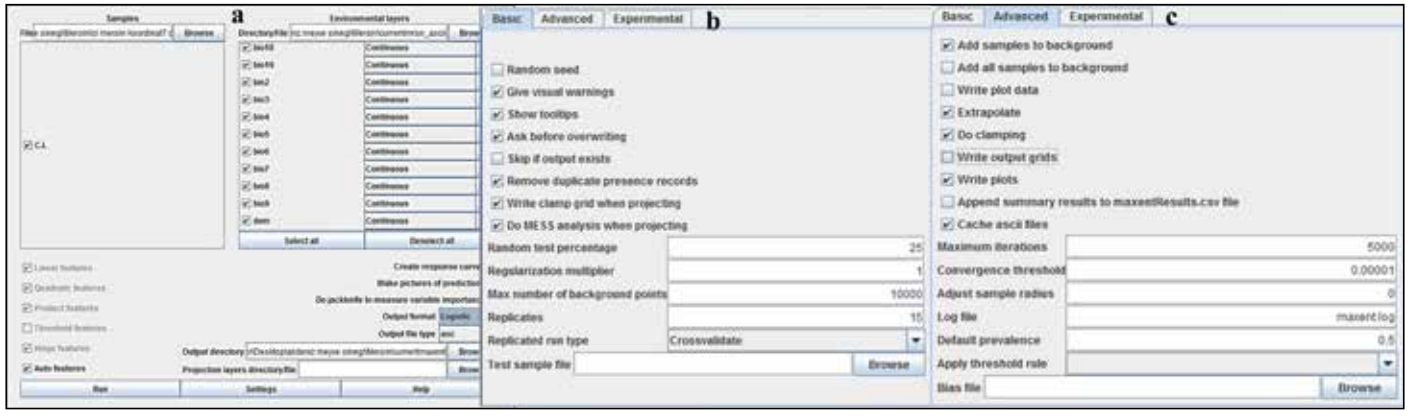
ENM üretmek için öncelikle elde edilen yerli kutanöz leishmaniasis olgularının dağılımı, benzer çevresel değişkenler ile belirlen-



Şekil 1. Mersin ili sınırları ve KL hastalarının lokasyonları

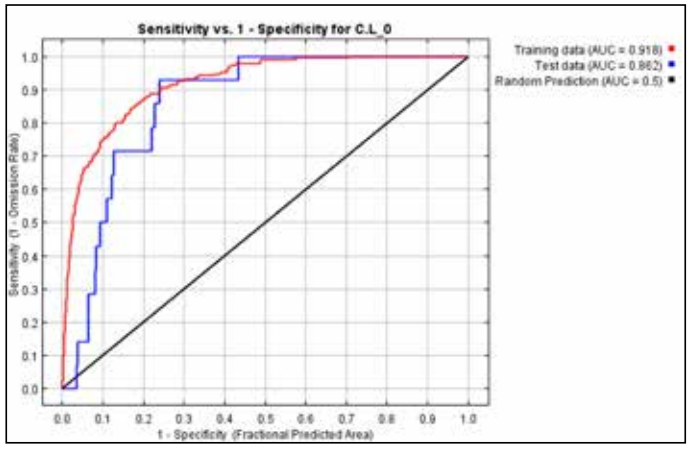
Tablo 1. Çevresel değişkenler

Veri Adı	Açıklama
Alt	Deniz seviyesinden yükseklik (m)
Slope	Eğim (derece olarak yükseklikten elde edilmiştir, %)
Aspect	Bakı (derece olarak yükseklikten elde edilmiştir, yön)
BIO1	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)
BIO2	Ortalama diurnal aralık (ort. aylık (maks. sıc – min. sıc)) (°C)
BIO3	İsotermalite (BIO2/BIO7) (x100)
BIO4	Sezonluk sıcaklık (standart sapma x100)
BIO5	En sıcak ayın maksimum sıcaklığı (°C)
BIO6	En soğuk ayın minimum sıcaklığı (°C)
BIO7	Yıllık sıcaklık aralığı (BIO5-BIO6) (°C)
BIO8	En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO9	En kuru çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı (°C)
BIO12	Yıllık yağış miktarı (mm)
BIO13	En nemli ayın yağış miktarı (mm)
BIO14	En kuru ayın yağış miktarı (mm)
BIO15	Sezonluk yağış (çeşitlilik katsayısı)
BIO16	En nemli çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO17	En kuru çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO18	En sıcak çeyreğin yağış miktarı (mm)
BIO19	En soğuk çeyreğin yağış miktarı (mm)

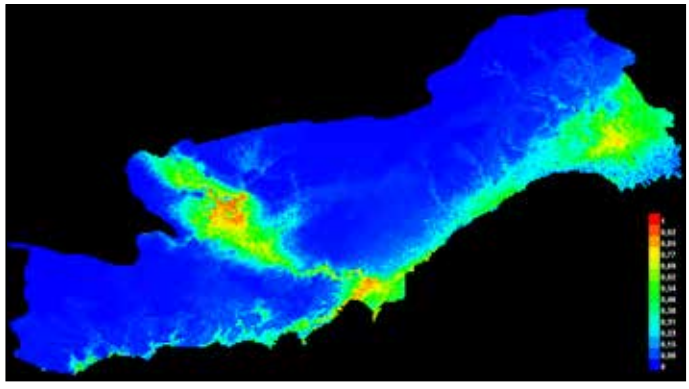


Şekil 2. a-c. MaxEnt programının işlem menüleri; a) Örnek lokasyonları ve çevresel katmanlar b) Basit program ayarları c) Gelişmiş program ayarları

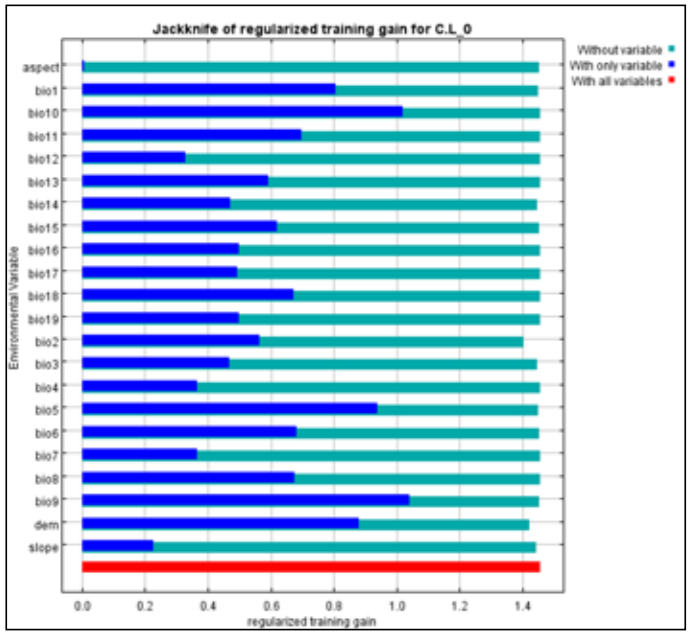
diklerinden, vektör kum sineği türlerinin dağılımları gibi düşünülerek model içerisinde kullanılmıştır (7).



Şekil 3. MaxEnt programında KL hastaları için hesaplanan AUC değeri



Şekil 4. MaxEnt programının ürettiği KL olgularının Mersin'de tahmini olası rapor edilebileceği alanlar; mavi renkten kırmızı renge görünme olasılığının arttığı alanlar



Şekil 5. Jackknife testi sonuçları

Bu çalışmada, MaxEnt v3.3.3 (6) yazılımı kullanılarak, Mersin ilinin KL vakalarının dağılımları dikkate alınarak maksimum entropi modelleri üretilmiştir. ENM için, MaxEnt programında kullanılacak olan çevresel değişkenler ve KL vakalarının lokasyonları öncelikle katman olarak ARCMAP 10.2 (ARCMAP; Esri, New York, Amerika Birleşik Devletleri) programına dahil edildi, programdaki işlem menüleri kullanılarak söz konusu veriler UTM, Zone 36N koordinat sistemine çevrildi. Son olarak, 1 km²'lik çözünürlük ile oluşturulan katmanlar çalışma alanı sınırlarına kesildi ve daha sonra ASCII formatına dönüştürüldü.

Maxent, eksik bilgilerden tahmin veya çıkarım yapmak için üretilen genel amaçlı istatistik tabanlı bir yöntemdir. Program, astronomi, portföy optimizasyonu, görüntü rekonstrüksiyonu, istatistiksel fizik ve sinyal işleme gibi farklı alanlardaki uygulamaları araştıran, Maksimum Entropi ve Bayes Yöntemleri ile aktif bir araştırma alanı olmaya devam etmektedir. MaxEnt yazılım paketi özellikle tür dağılım/çevresel niş modelleme için tasarlanmış olmasına rağmen, yazılım kolayca hasta niş modelleme için uyarlanabilir (6).

Modelleme yapısı için ARCMAP'te veritabanı oluşturularak modele dahil edilen KL olgusunun tespit edildiği 630 lokasyonun % 25'i modelin test edilmesinde kullanıldı (11). Yazılımda parametrelerden, azami arka plan yokluğu sayısı (the maximum number of background absences) 10.000, yakınsama eşiği (convergent thresholds) 0,00001, tekrar sayısı (replicates) 15, yineleme sayısı (the maximum numbers of iterations) 5000 seçilerek hastaların sürekli varlığını gösteren lojistik değerler 0 ile 1 arasında bulunmuştur (Şekil 2a, Şekil 2b, Şekil 2c) (6).

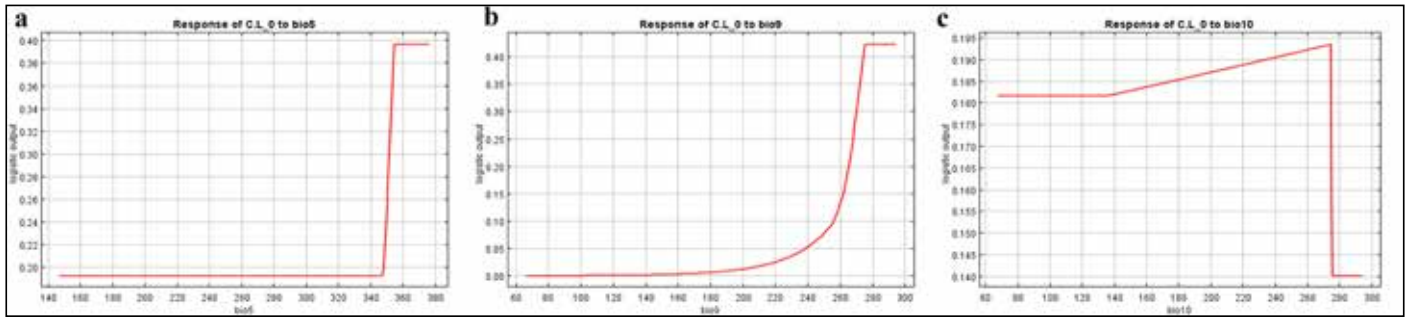
Modelleme sürecinde her değişkenin hastalığın dağılımına katkısını hesaplamak için Jackknife testi uygulandı. Jackknife, parametrelerin güven aralıklarının tahmininde ve istatistiksel testlerin performanslarının değerlendirilmesinde büyük ölçüde kullanılan bir araçtır. Bu prosedür genellikle veri setinde aşırı uç değerlerin varlığında kullanılmaktadır. Model için eğri altındaki alan (AUC) ve alıcı çalışma karakteristik eğrisi (ROC) bulunmuştur. AUC değeri, 0,5'in altında ise rasgeleden kötü, 0,5'e eşit ise rasgele, 0,5'in üstünde ise tahmin gücü yüksek olarak belirlenmiştir (6, 10-11).

Üretilen KL modeli için maksimum entropi algoritmasına dayanan Maxent yazılımı kullanılmıştır. Jackknife testi, üretilen modelde hastalık dağılımına en çok etki eden değişkenlerin hesaplanmasında önemli bir rol oynamıştır. Yapılan çalışmada, KL'nin çevresel gereksinimlerini daha iyi anlamak için programın tespit ettiği en yüksek etkiye sahip üç değişkene odaklanılmıştır (6).

BULGULAR

Mersin'nin 13 ilçesinde 2005-2015 yılları arasında lokasyonu bilinen toplam 630 KL hastası rapor edilmiştir. Modelin 15. iterasyonundan sonra, AUC çalışma grubu değeri 0,918, test grubu değeri ise 0,862 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3).

Elde edilen modelde, Mersin'de KL vektörü türlerin dağılımlarının, hastalığın dağılımını takip etme olasılığını yüksek olduğu varsayılarak, hastalarının güncel dağılımlarının tahminleri gösterilmiştir. Programın ürettiği tahmini dağılımları gösteren haritada, KL hastalarının olası dağılımları, sarıdan kırmızıya doğru artan artan bir şekilde renklendirilmiştir. Mersinin'in Mut, Silifke, Akde-



Şekil 6. a-c. KL dağılımına Mersin'de en etkili olan çevresel etmenler

niz ve Tarsus ilçelerindeki tahmini KL dağılımının ilin geri kalan kısımlarına oranla daha geniş bir alanda olduğu gözlemlenmiştir. Şehirin tahmini haritasında, kuzeyde kalan bölgeler, KL'nin düşük olasılıkta bulunduğunu ön gören mavi renk ile gösterilmiştir (Şekil 4).

Jackknife analizi sonuçlarına göre, Mersin ilindeki KL dağılımını en fazla etkileyen çevresel faktörler; en kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO9), en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO10) ve en sıcak ayın maksimum sıcaklığı (BIO5) olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm çevresel verilerin düzenlenmiş eğitim kazancı (regularized training gain) yaklaşık 1,5 olarak bulunmuştur (Şekil 5).

KL olası dağılımına etkili olduğu saptanan çevresel etmenlerden (BIO5, BIO9 ve BIO10) tümü hastalığın dağılımı ile doğru orantılı olduğu belirlenmiştir (Şekil 6a, 6b, 6c).

TARTIŞMA

Kutanöz leishmaniasis hastalığı dünya çapında bir çok kapsamlı projenin konusu olmuş vektör kaynaklı bir protozoon hastalığıdır (12). Canlı türlerin, hastalıkların v.b. olguların ekolojik modellerinin ve tahmini dağılım haritalarının oluşturulmasında, GARP (GARP; Unidata, Colorado, Amerika Birleşik Devletleri), ARCMAP ve MaxEnt gibi programları kullanılmaktadır. Çalışmamızda ARCMAP ve MaxEnt programları verilerin hazırlanması ve değerlendirilmesi aşamalarında birlikte kullanılmıştır (6, 13).

Mersin, KL açısından endemik alanlara sahip ve Türkiye'nin 11. büyük kenti olarak bilinen Akdeniz'e kıyısı olan bir şehirdir. Önceki yıllarda yürütülen epidemiyoloji ve kum sineği dağılım çalışmalarına katkıda bulunacak olan ve KL hastalığının olası dağılımının gösterilmesi için üretilen ekolojik niş modelini kapsayan çalışmamız, hastalık vektörü türler ile ilgili modelleme çalışmaları olmasına karşın, KL hastalığının ekolojik niş modeli için bölgede ve Türkiye'deki ilk çalışmadır.

Sadece insan vakalarının konumsal bilgilerinin kullanıldığı çalışmamızda, 0,918'lik AUC değeri ile tahmin gücü yüksek bir model elde edilmiştir. KL hasta kayıtlarının güvensiz tutulduğunun düşünüldüğü bazı gelişmemiş ülkelerde ve hasta lokasyonlarına bağlı KL vektörü türlerinin tahmini dağılımlarını göstermede ekolojik niş modelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Dünyada, sadece hasta, sadece vektör ya da hem hasta hem de vektör verileri ile oluşturulan birçok model mevcuttur (7, 15).

KL'yi bulaştıran kum sinekleri ile ilgili fauna ve ekolojik çalışmalar, Mersin'e yakın olan alanlarda sıklıkla yapılmıştır. Özellikle Adana ilinde yaygın tür olarak bulunan *Phlebotomus* (*P.*) *tobbi Leishmania* (*L.*) *infantum*'un kesin vektörü olarak bilinmektedir (14). Yapılan çalışmalarda, *P. neglectus*, *P. similis* ve *P. tobbi*'nin dağılımının sayısal yükselti modeli (DEM) ile ilişkili olduğu saptanmıştır (16, 17).

Türkiye'de KL hastalığı ve kum sinekleri tahmini dağılımlarını gösteren ekolojik niş modelleme çalışmalarına dair herhangi bir kayıt bulunmamasına rağmen, Orta Doğu, Orta Asya ve Kuzey Afrika'daki bazı ülkelerde özellikle İran'da bir çok çalışma bulunmaktadır.

Mersin'de rapor edilen ve lokasyonu bilinen 630 KL hastası ilgili çalışmamıza benzer olarak Bangladeş'te 3671 rapor edilen viseral leishmaniasis hastasının tahmini olası dağılımına ait ekolojik niş modeli üretilmiştir. Model için hesaplanan AUC değeri 0,842 (tahmin gücü yüksek) olarak bulunmuştur. Bununla birlikte, hastalığın dağılımına etkili olan çevresel parametreler, arazi yüzey sıcaklığı (LST), normalize edilmiş farklı bitki örtüsü indeksi (NDVI), yıllık yağış miktarı, en sıcak çeyrekteki yağış miktarı, drenaj ve genel toprak tipi (GST) olarak bulunmuştur (7).

Tunus'ta tamamlanmış başka bir çalışmada ise KL hastaları ile bu hastalığın etmeni olan *L. infantum* ve taşıyıcısı olan *P. papatasi*'nin ekolojik niş modeli üzerine odaklanılmıştır. Çalışmada bileşik topoğrafik indeks (CTI) ve arazi örtüsü, verileri çalışmamızda yer almayan çevresel etmenler olarak tespit edilmiştir. Yükseklik KL hastalığını etkileyen en önemli çevresel etmen olarak bulunmuştur (18).

Afganistan'da, 2003-2009 yılları arasında 20 şehirde toplam 148.945 yeni leishmaniasis vakası kaydedilmiştir. MaxEnt programı kullanılarak yapılan leishmaniasis'in ekolojik niş modellemesinde, Eğitim modellerinin ortalama AUC değeri 0.929, test modelinin AUC değeri 0.756 olarak hesaplanmıştır (15).

Bodj ve ark. 2017 yılında, İran'da Hürmüzgan eyaletinde yaptığı araştırmada yükseklik ve biyoklimatik faktörleri kullanılmıştır. 2005-2015 yılları arasında çalışma alanlarından toplam 2531 CL vakası bildirilmiştir. *P. papatasi* ve *P. sergenti* için AUC değeri sırasıyla 0.870 ve 0.886 olarak bulunmuştur (19).

SONUÇ

Sonuç olarak tahmin gücü yüksek olarak elde edilen modelimizde, KL dağılımının, ilin özellikle orta ve batı kesimlerinde, sıcak ve kuru dönemlerdeki sıcaklık değişimlerinden (BIO5, BIO9 ve BIO10) daha fazla etkileneceği tarafımızca öngörülmektedir. Bu nedenle, ilerleyen dönemlerde hasta lokasyonları ile KL vektö-

rü kum sineği dağılımlarının birbirini takip etme olasılığı yüksek olduğu düşünülen, Mut, Silifke, Akdeniz ve Tarsus ilçelerinde hastalığın dağılımının genişleme göstereceği düşünülmektedir. Çevresel değişkenler hakkındaki bilgiler, KL hastalığın ve vektör kum sineği türlerinin dağılımını tahmin etmede önemli bir role sahiptir. Bu çalışma, KL epidemiyolojisinin daha iyi anlaşılmasında ve vektör kum sinekleri ile yapılan mücadele çalışmalarının stratejik olarak geliştirilmesinde Mersin İl Sağlık Müdürlüğü ve Sağlık Bakanlığı yetkililerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.K., O.A.; Tasarım – H.A.; Denetleme – O.A., H.K.; Kaynaklar - O.A., H.K.; Malzemeler – H.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi - O.A., H.K.; Analiz ve/veya Yorum- O.A., H.K.; Literatür Taraması - O.A., H.K.; Yazıyı Yazan – H.K.; Eleştirel İnceleme - H.K., O.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.K., O.A.; Design – H.A.; Supervision – O.A., H.K.; Resource - O.A., H.K.; Materials – H.K.; Data Collection and/or Processing - O.A., H.K.; Analysis and /or Interpretation - O.A., H.K.; Literature Search - O.A., H.K.; Writing – H.K.; Critical Reviews - H.K., O.A.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

KAYNAKLAR

1. Marquardt WC, Demaree RS, Grieve RB, et al. Leishmania and the Leishmaniases. In: Parasitology and Vector Biology, Harcourt/Academic Press 2000; 57-71.
2. Özbel Y. Leishmaniosis. Özcel MA. Ak M, Özcel Y, editörler. Tıbbi Parazit Hastalıkları. İzmir: Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları. 2007; 926 s.197-241.
3. Momeni M, Saradjian MR. Evaluating NDVI-based emissivities of MODIS bands 31 and 32 using emissivities derived by Day/Night LST algorithm. Remote Sens Environ 2007; 106: 190-8.
4. Kahime K, Boussaa S, El Idrissi AL, Nhammi H, Boumezzough A. Epidemiological study on acute cutaneous leishmaniasis in Morocco. J Acute Dis 2016; 5: 41-5.
5. Ebrahimi S, Bordbar A, Esmaeili Rastaghi AR, Parvizi P. Spatial distribution of sand fly species (Psychodidae: Phlebtominae), ecological niche, and climatic regionalization in zoonotic foci of cutaneous leishmaniasis, southwest of Iran. J Vector Ecol 2016; 41: 103-13.
6. Phillips SJ, Anderson RP, Schapired RE. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecol Modell 2006; 190: 231-59.
7. Abdullah AY, Dewan A, Shogib RI, Rahman M, Hossain F. Environmental factors associated with the distribution of visceral leishmaniasis in endemic areas of Bangladesh: modeling the ecological niche. Trop Med Int Health 2017; 45: 1-15.
8. Türkiye İstatistik Kurumu, Nüfus Veritabanı, 2016.
9. WorldClim. WorldClim-global climate data. http://www.worldclim.org/bioclim. Accessed 10 Febuary 2018.
10. Sofizadeh A, Rassi Y, Vatandoost H, Bojd AAH, Mollalo A, Rafizadeh S, et al. Predicting the distribution of phlebotomus papatasi (diptera: psychodidae), the primary vector of zoonotic cutaneous leishmaniasis, in golestan province of Iran Using ecological niche modeling: comparison of MaxEnt and GARP models. J Med Entemol 2017; 54: 312-20.
11. Temel GO, Erdoğan S, Ankaralı H. Sınıflama Modelinin Performansını Değerlendirmede Yeniden Örnekleme Yöntemlerinin Kullanımı. Bilişim Teknolojileri Dergisi 2012; 5: 1-7.
12. Ok Z, Balcioglu IC, Ozkan AT, Ozensoy S, Ozbel Y. Leishmaniasis in Turkey. Acta Tropica 2002; 84: 43-8.
13. Ostfeld RS, Glass GE, Keesing F. Spatial epidemiology: An emerging (or re-emerging) discipline. Trends Ecol Evol 2005; 20: 328-36.
14. Svobodova M, Alten B, Zidkova L, Dvorak V, Hlavackova J, Myskova J, et al. Cutaneous leishmaniasis caused by Leishmania infantum transmitted by Phlebotomus tobbi. Int J Parasitol 2009; 39: 251-6.
15. Adegboye AO, Adegboye M. Spatially correlated time series and ecological niche analysis of cutaneous leishmaniasis in Afghanistan. Int J Environ Res Public Health 2017; 14: 1-14.
16. Olgen MK, Ozbel Y, Balcioglu IC, Demir S, Simsek F, Ozensoy Toz S, et al. A new approach for determining the spatial risk levels for visceral and cutaneous leishmaniasis related with the distribution of vector species in western part of Turkey using geographical information systems and remote sensing. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2012; 18 (Suppl A): A77-A84.
17. Kavur H, Artun O. Geographical Information Systems in Determination of Cutaneous Leishmaniasis Spatial Risk Level Based on Distribution of Vector Species in Imamoglu Province, Adana. J Med Entemol 2017; 54: 1175-82.
18. Chalghaf B, Chlif S, Mayala B, Ghawar W, Bettaieb J, Harrabi M, Benie GB. Ecological niche modeling for the prediction of the geographic distribution of cutaneous leishmaniasis in Tunisia. Am J Trop Med Hyg 2016; 94: 844-51.
19. Hanafi-Bojd AA, Khoobdel M, Soleimani-Ahmadi M, Azizi K, Aghaei Afshar A, Jaberhashemi SA, et al. Species composition of sand flies (diptera: psychodidae) and modeling the spatial distribution of main vectors of cutaneous leishmaniasis in hormozgan province, Southern Iran. J Med Entemol 2018; 55: 292-9.