

Kutanöz Leishmaniasisin Gelecek Projeksiyonunu Ekolojik Niş Modelleme Kullanarak Belirleme: Diyarbakır İli Örneği

Ozan ARTUN¹, Hakan KAVUR^{1*}

ÖZET: Çalışmamızda, Diyarbakır'da kutanöz leishmaniasis (KL)'nin gelecekteki projeksiyonunu (2070) tahmininde bulunan biyo-iklimsel ve çevresel değişkenler ile ilişkili bir ekolojik niş modeli üretmek amaçlanmıştır. Diyarbakır ili için üretilen, KL hastalığının gelecek (2070) projeksiyonunu kapsayan, ekolojik niş modeli, 2008 ve 2016 yılları arasında, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğüne bildirilen 507 yerli KL vakasının konumsal bilgisi ile, coğrafi bilgi sistemlerine ve maksimum entropi veritabanlarına aktarılan biyo-iklimsel veriler ve çevresel verilerin karşılaştırılması ile oluşturulmuştur. Diyarbakır ili için üretilen modelde, eğri altındaki alan değeri (AUC) 0.921 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca KL hastalığının dağılımına en etkili olan biyo-iklimsel faktörler; En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO8) (%23.3), Ortalama diurnal aralık (BIO2) (%20.0) ve yıllık yağış miktarı (BIO12) (%15.6) olarak belirlenmiştir. Diyarbakır'da kutanöz leishmaniasis hastalarının dağılımı ile biyo-iklimsel faktörler arasında bir korelasyon vardır. Üretilen model, sağlık bakanlığındaki, ilgili yerel yöneticilere, vektör kaynaklı hastalıkların epidemiyolojisi ve kontrolünün daha iyi anlaşılmasında katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kutanöz Leishmaniasis, Ekolojik Niş Modellemesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Maksimum Entropi, Diyarbakır

Determination of the Future Projection of Cutaneous Leishmaniasis Using Ecological Niche Modeling: Diyarbakır Province

ABSTRACT: In our study, we aimed to produce an ecological niche model, related to bioclimatic and environmental variables, for predicting the future projection (2070) of the cutaneous leishmaniasis (CL) in Diyarbakır province. The ecological niche model is based on the interpretation of 507 native CL cases locations, reported between 2008 and 2016. Also, the bio-climatic and environmental data were entered in geographical information systems and maximum entropy databases. In the present model produced in Diyarbakır province, the area under the curve (AUC) was calculated as 0.921. According to the model used; Mean temperature of the wettest quarter (BIO8) (23.3%), Mean diurnal range (BIO2) (20.0%) and Annual precipitation (BIO12) (15.6%) were determined as the climatic factors that are the most effective for CL distribution. In the study, it is observed that there is a relationship between the distribution of cutaneous leishmaniasis patients and climatic factors in Diyarbakır. The novel model used in the study could be contributed to better understanding of epidemiology and controlling the vector-borne diseases to the related local authorities in the ministry of health.

Keywords: Cutaneous Leishmaniasis, Ecological Niche Modeling, Geographical Information Systems, Maximum Entropy, Diyarbakır

¹ Ozan ARTUN (Orcid ID: 0000-0002-6122-2729), Hakan KAVUR (Orcid ID: 0000-0002-4188-440X), Çukurova Üniversitesi, Karaisali Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hakan KAVUR, e-mail: hkavur@cu.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 29.01.2019

Kabul tarihi/Accepted: 21.03.2019

GİRİŞ

Kutanöz leishmaniasis, kum sinekleri tarafından insanlara regurgitasyon taşıma şekli ile bulaştırılan, deride uzun süren nodülo-ülseratif yaralarla seyredip atrofik sikatrisle iyileşen, protozoon kaynaklı bir deri hastalığı tablosudur (İnci ve Düzlü, 2009; Gürel ve ark., 2012). Ülkemizde kutanöz leishmaniasis *L. infantum* ve *L. tropica* etmenlerinin sırasıyla *Larroussious* (Ege ve Akdeniz), *Adlerius* (İç Anadolu) ve *Paraphlebotomus* (Doğu ve Güneydoğu Anadolu) alt cinslerinde yer alan kum sinekleri tarafından taşınması ile halk sağlığı açısından önemli bir sorun haline gelmiştir. Dünya sağlık örgütüne göre, günümüze kadar, leishmaniasisin varlığı 88 ülkede tespit edilmiştir, ayrıca her yıl 350 milyon kişiyi risk altında yaşamaktadır (Özbel ve ark., 2007; Kavur ve ark., 2018).

Diyarbakır'da yukarıda bahsedildiği gibi *L. tropica*'nın KL etmeni olduğu bilinmektedir. Sıtmanın yok edilmesinde sivrisineklere karşı kullanılmış olan DDT ile kum sineği vektörlerinin ortadan kaldırılmasından sonra KL insidansı bölgede azalmıştır; ancak 2000 yılından sonra Diyarbakır'da görülme sıklığı artmıştır. Özellikle Suriye'deki iç savaştan kaçan mülteciler ile birlikte hastalığın insidansının önümüzdeki yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir (Aytekin ve ark., 2006; Özkeklikçi ve ark., 2017).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), konumsal verileri toplama, yönetme ve sunulması işlemlerini başarı ile gerçekleştiren teknolojilerin bütünüdür. CBS bu işlemleri gerçekleştirirken yeryüzünü tanımlama, analiz etme ve yorumlamaya yönelik modeller oluşturur. Bu modellerin oluşturulmasında ve sunulmasında amaca göre özelleştirilmiş haritalara ihtiyaç vardır. CBS'nin karar destek sistemleri olması sebebiyle karar verme süreçlerinin desteklenmesi için haritaların aynı zamanda sözel verilerle

uyumlu olması gerekmektedir. Özellikle Avrupa ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletlerinde CBS oldukça ağırlıklı olarak sağlık sektöründe kullanılmaktadır. Hastanelerdeki hasta kayıtları veri tabanlarına kaydedilerek CBS vasıtasıyla aylık, 3 aylık, 6 aylık ve yıllık periyotlar halinde hastalıkların bölgelere göre dağılımını ortaya koyup hastalığın nedenleri üzerine değişik bölgesel analizler yapılabilmektedir. Bu da hastalıklara karşı alınacak önlemlerin daha bilinçli bir şekilde yapılmasına katkı sağlamaktadır (Tecim, 2008).

Genellikle CBS programları ile entegre çalışabilen Maksimum Entropi (MaxENT), çevresel verilerin hedef konu üzerine olan etkisini ortaya çıkaran ve takibini kolaylaştıran, algoritmik prensiplere sahip bir programdır (Phillips ve ark., 2006).

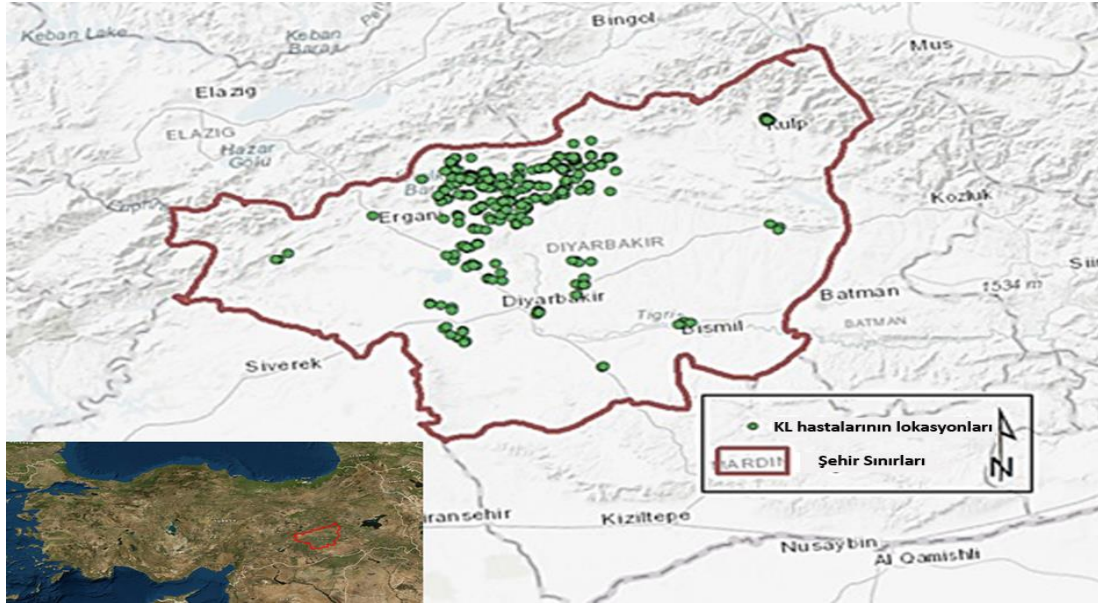
Yapılan çalışmada, 2008-2016 yılları arasında Diyarbakır'da rapor edilen KL hastalarının dağılımına, 19 biyoiklimsel ve 3 çevresel değişkenden en fazla etki eden etmen/etmenlerin MaxEnt ve CBS kullanılarak tespit edilmesi hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Diyarbakır Türkiye'nin 12. büyük kenti olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinin orta kısmında yer almaktadır. 15168 km²'lik yüz ölçümüne sahip olan şehir genelde dağlarla çevrili (Şekil 1), ortası hafif çukurlaşmış görünümündedir ve Güneydoğu Torosların kollarıyla çevrilidir. 17 ilçesi bulunan Diyarbakır'ın denizden yüksekliği 674 m.'dir. Diyarbakır şehri 37°54'39" Kuzey enlemi ile 40°14'12" Doğu boylamında konumlanmıştır. 2018 yılı sonu itibarıyla nüfusu 1 732 396 olarak belirlenmiştir (Anonim 1, 2018).

Çalışma alanı olan Diyarbakır il sınırları içerisinde 2008-2016 yılları arasında toplam 507 KL hastası (Şekil 1) rapor edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve 2008-2016 yılları arasında rapor edilen KL hastalarının lokasyonları.

Kullanılan Veriler ve Modelleme

Diyarbakır'da 2008-2016 yılları arasındaki KL hastalarına ait sayısal bilgiler (Çizelge 1), Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'nın veritabanlarından sağlanmış, yıllara ve ilçelere göre kategorize edilmiştir.

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 (Anonim 2, 2018). Biyoiklimsel değişkenler (Çizelge 2), 1950-2000 yılları arasındaki gözlemlenen aylık ortalama iklim verilerinden geliştirilmiştir.

Çizelge 1. Diyarbakır'da 2008-2016 yılları arasında rapor edilen KL hastalarının ilçelere göre dağılımı.

İLÇE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOPLAM
Bağlar			2	5	1		1	3		12
Bismil			1						3	4
Çermik							3			3
Çınar								2		2
Dicle	39	24	97	13	17	5	6	3	1	205
Eğil		1	1	38	13	2	7	4		66
Ergani		1								1
Hani	54	44	46	16	4		2		1	167
Kayapınar					3		1	1		5
Kocaköy									1	1
Kulp		3	3				1	3		10
Silvan					1		1		1	3
Sur			2	14	1	1			3	21
Yenişehir			2	1	1			3	1	7
TOPLAM	93	73	154	86	41	8	22	19	11	507

Çizelge 2. Çevresel ve biyo-iklimsel değişkenler.

Veri Adı	Açıklama
Yükseklik	Deniz seviyesinden yükseklik (m)
Eğim	Eğim (derece olarak yükseklikten elde edilmiştir, %)
Bakı	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)

Ekolojik niş modeli üretmek için öncelikle elde edilen yerli KL olgularının dağılımı, benzer çevresel değişkenler ile belirlendiklerinden, vektör kum sineği türlerinin dağılımları gibi düşünülerek model içerisinde kullanılmıştır (Abdullah ve ark., 2017).

Bu çalışmada, MaxEnt v3.3.3 yazılımı kullanılmıştır. MaxEnt programında kullanılacak olan çevresel değişkenler ve KL vakalarının lokasyonları öncelikle katman olarak ARCMAP 10.2 programına dahil edilmiş, programdaki işlem menüleri kullanılarak söz konusu veriler Universal Transverse Merkator (UTM) projeksiyon sistemine çevrilmiştir.

Çalışmada, yaklaşık 1 km² bir uzaysal çözünürlüğe sahip iklimsel veriler Worldclim küresel veritabanından elde edilmiştir (Anonim 2, 2018). Yükseklik, eğim, bakı verileri ise NASA Global Data Explorer veri tabanından elde edilmiş olan ASTER Global DEM v2 global

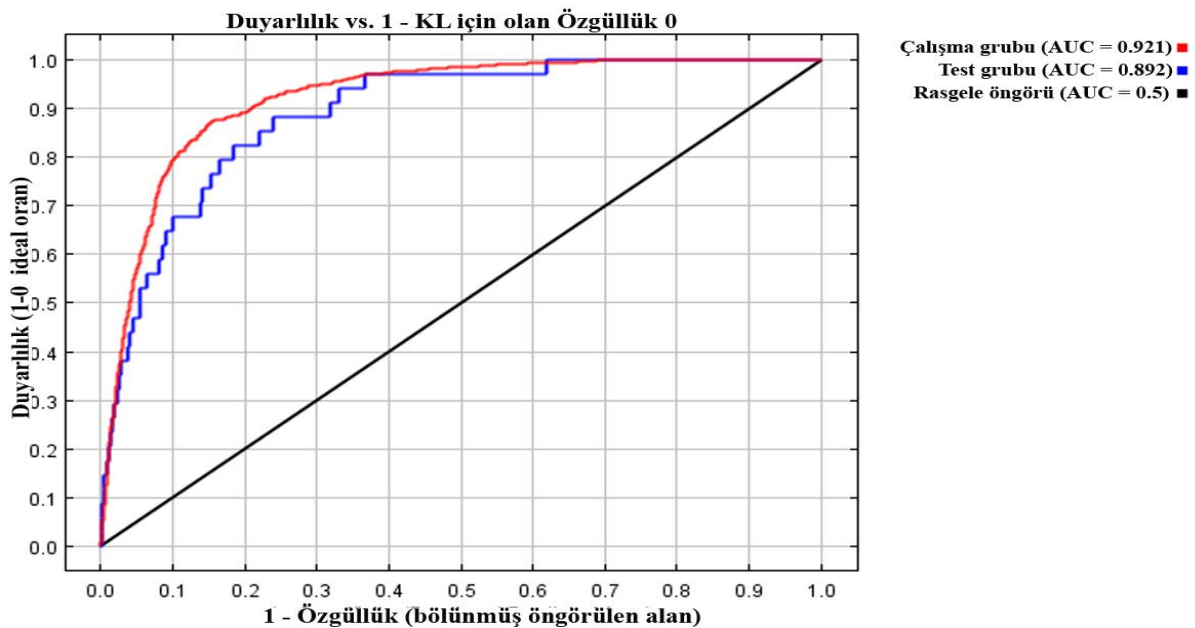
yükseklik modelinden 30 m. çözünürlükle türetilmiştir (Anonim 3, 2018). Son olarak elde edilen tüm veriler, 30 m'lik çözünürlüğe dönüştürülerek, çalışma alanı sınırlarına kesilmiş ve daha sonra ASCII formatına dönüştürülmüştür. Modelleme yapısı için ARCMAP'te veri tabanı oluşturularak modele dahil edilen KL olgusunun tespit edildiği 507 lokasyonun % 25'i modelin test edilmesinde kullanılmıştır. Yazılımda parametrelerden, azami arka plan yokluğu sayısı (the maximum number of background absences) 10000, 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 olduğu kabul edilmiştir (Abdullah ve ark., 2017).

Modelleme sürecinde her değişkenin KL'nin Diyarbakır ilindeki dağılımına katkısını

belirlemek için Jackknife testi kullanılmıştır. Jackknife, parametrelerin güven aralıklarının tahmininde ve istatistiksel testlerin performanslarının değerlendirilmesinde büyük ölçüde kullanılan bir analiz yöntemidir. Bu teknik, 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 (Phillips ve ark., 2006; Sofizadeh ve ark., 2017).

KL'nin gelecek projeksiyonunun tahmini için, maksimum entropi algoritması esasına dayanan Maxent yazılımı kullanılmıştır. Jackknife testi, üretilen modelde hastalıkların çalışma sahasındaki dağılımına en çok etki eden

çevresel ve biyo-iklimsel değişkenlerin gösterilmesinde önemli bir role sahiptir. Yapılan çalışmada, KL'nin çevresel gereksinimlerini daha iyi anlamak için en yüksek etkiye sahip üç değişkene odaklanılmıştır (Phillips ve ark., 2006). 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 (Phillips ve ark., 2006).



Şekil 2. Diyarbakır'daki KL hastaları için MaxEnt programı ile hesaplanan AUC değerleri.

BULGULAR VE TARTIŞMA

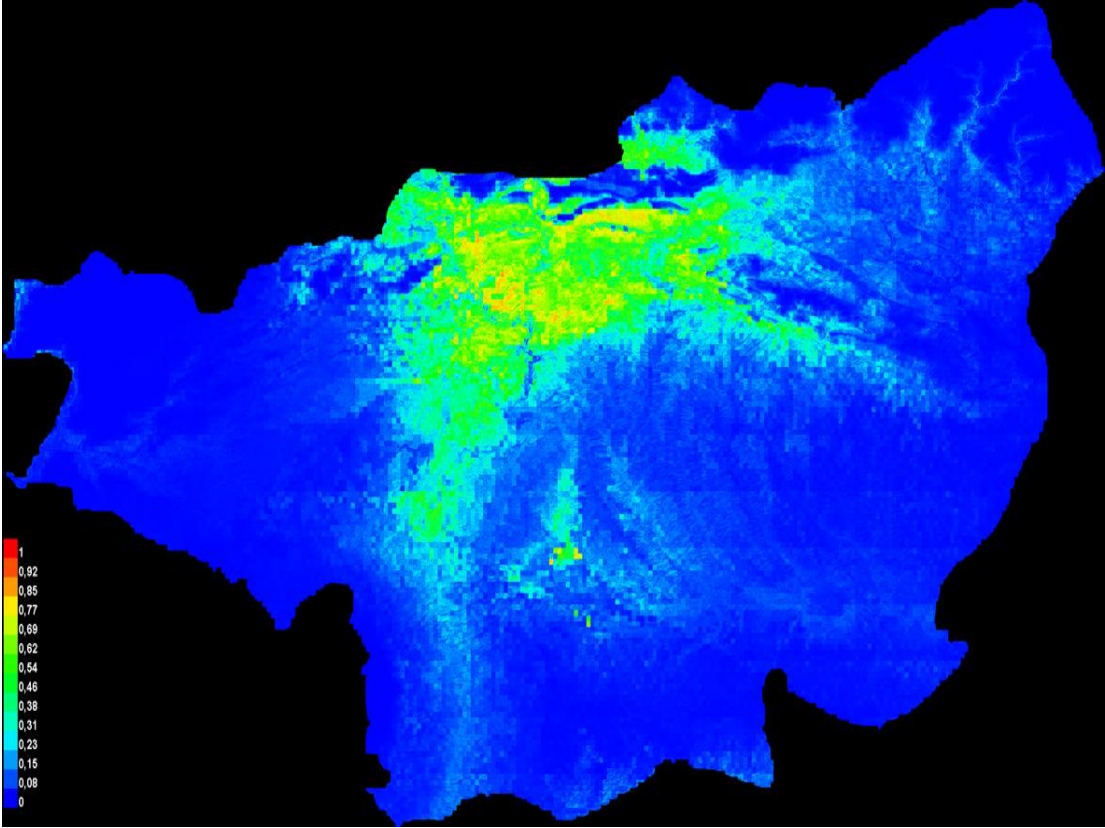
Diyarbakır ilinin 17 ilçesinde 2008-2016 yılları arasında lokasyonu bilinen toplam 507 KL hastası rapor edilmiştir. Modelin 15. iterasyonundan sonra, AUC çalışma grubu (Şekil

2) değeri 0.921, test grubu değeri ise 0.892 olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen modelde, Diyarbakır'daki KL hastalarının olası gelecek (2070) dağılımlarının tahminleri yer almaktadır. Programın ürettiği tahmini dağılımları gösteren haritada, KL

hastalarının olası dağılımları, sarıdan kırmızıya doğru artan bir şekilde renklendirilmiştir. Diyarbakır'ın Dicle, Eğil ve Ergani ilçelerindeki tahmini KL dağılımının ilin geri kalan kısımlarına oranla daha geniş bir alanda gözlemlenebileceği tespit edilmiştir. Kentin üretilen tahmini haritasında, kuzeyde ve orta

kesimlerinde kalan bölgeler, KL'nin yüksek olasılıkla rapor edilebileceği öngören sarıdan kırmızıya olan renklerle gösterilmiştir. Haritada bulunan kırmızı renkle belirtilen yerler (Şekil 3), gelecekte (2070) hastalığın en çok gözlemlenebileceği alanları göstermektedir.



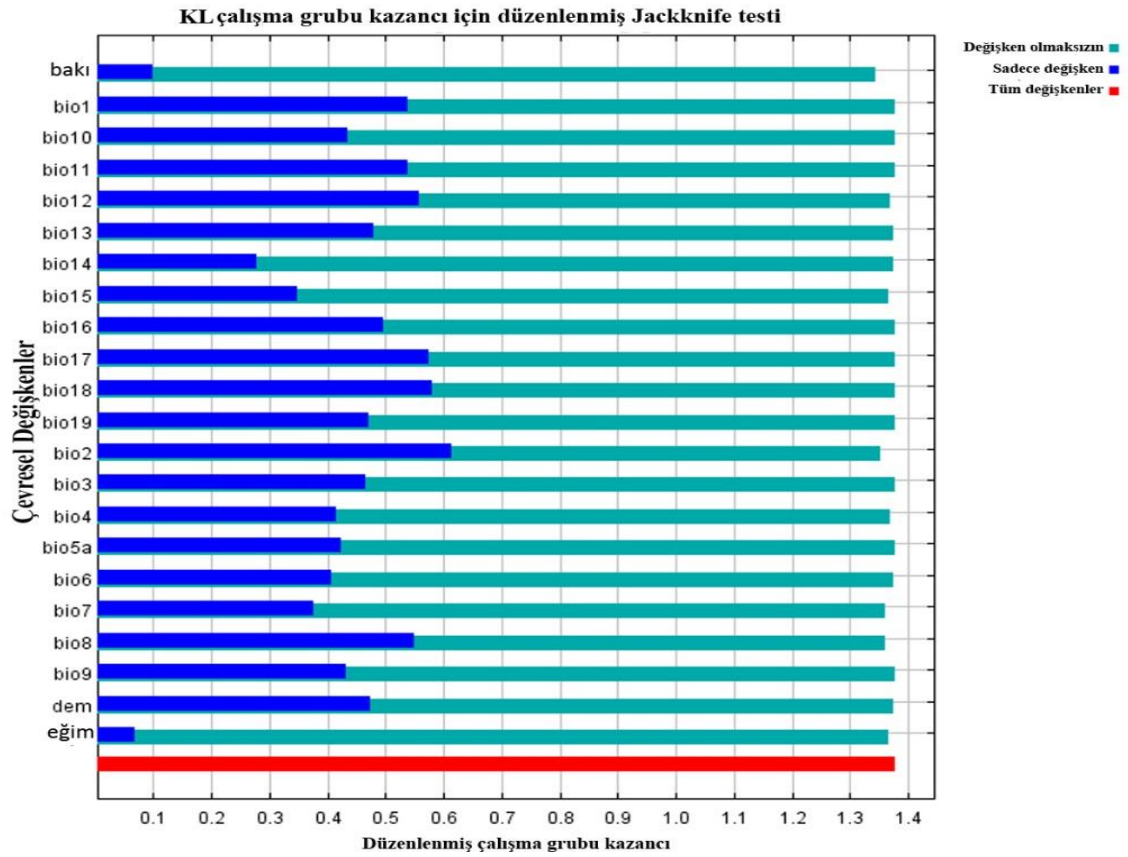
Şekil 3. MaxEnt programının ürettiği KL olgularının gelecekte (2070) Diyarbakır'da tahmini rapor edilebileceği alanlar (Mavi renkten kırmızı renge görünme olasılığının arttığı alanlardır).

Jackknife analizi sonuçlarına göre (Şekil 4), Diyarbakır ilindeki olası KL dağılımını en fazla etkileyen çevresel faktörler; En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı (BIO8) (%23.3), Ortalama diurnal aralık (BIO2) (%20.0) ve yıllık yağış miktarı (BIO12) (%15.6) olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm çevresel verilerin düzenlenmiş eğitim kazancı (regularized training gain) yaklaşık 1.5 (1.392) olarak bulunmuştur.

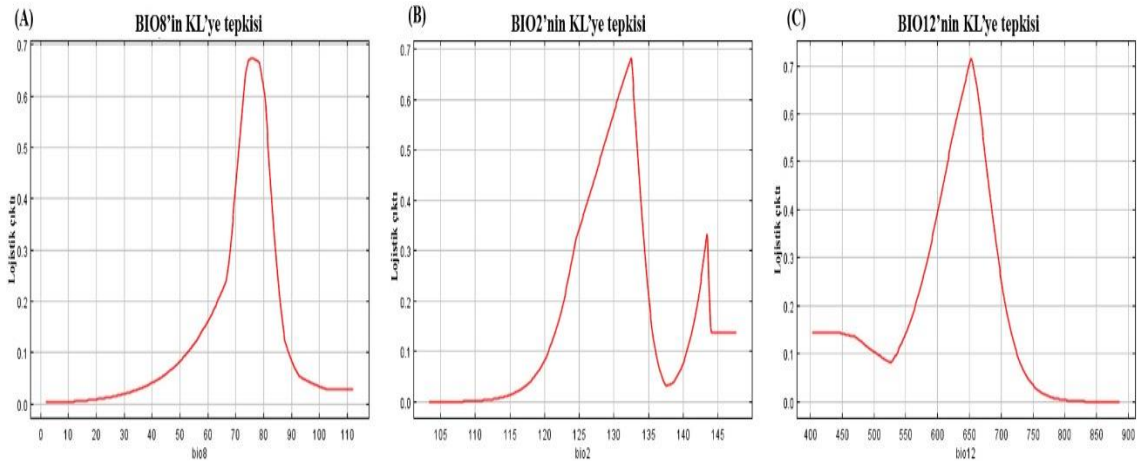
KL olası dağılımına etkili olduğu saptanan çevresel etmenlerden (BIO8, BIO2 ve BIO12) tümü Diyarbakır'da KL'nin gelecekteki dağılımı

ile doğru orantılı (Şekil 5a, Şekil 5b, Şekil 5c) olduğu belirlenmiştir.

Kutanöz leishmaniasis, Türkiye'de çoğunlukla şehirlerin periferlerinde ya da kırsal bölgelerinden rapor edilen, özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu illeri için endemik olarak kabul edilen bir vektör hastalığıdır. Tıbbi bilimlerde, hastalıkların, teşhis, tanı ve tedavi basamaklarına ek olarak son yıllarda önemi giderek artan hastalıkların tahmini epidemiyolojik modellemeler, özellikle hastalıklara karşı alınan tedbir ve stratejilere farklı açılardan bakılmasına olanak sağlamıştır.



Şekil 4. MaxENT programında yapılan Jackknife testi sonuçları.



Şekil 5. Diyarbakır'da KL dağılımına gelecek projeksiyonunda (2070) en etkili olan çevresel etmenler: (A) BIO8 (En nemli çeyreğin ortalama sıcaklığı), (B) BIO2 (Ortalama diurnal aralık), (C) BIO12 (Yıllık yağış miktarı).

Çalışmamızda Diyarbakır ili için üretilen, KL hastalığının gelecek projeksiyondaki (2070) muhtemel dağılımını gösteren bir model üretilmiştir. Söz konusu modelde, hastalığın dağılımının gelecek dönemlerde hangi çevresel

ve biyo-iklimsel parametreler ile ilişkide olacağı vurgulanmıştır.

Günümüzde, özellikle KL olgularının dağılımına ve hastalığı bulaştıran kum sineklerinin ekolojik modellemelerini kapsayan çalışmaların sayısı artmaktadır. Bu çalışmalar

saha verilerinin yanı sıra geçmişte gerçekleştirilen çalışmaların tutulan kayıtlarından ve hastalara ait lokasyon bilgilerini içeren verilerin bulunduğu kütüphanelerden elde edilen bilgiler ışığında gerçekleştirilmektedir (Ostfeld ve ark., 2005; Phillips ve ark., 2006; Abdullah ve ark., 2017).

Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerin çoğunu kapsayan ve leishmaniasisi bulaştıran vektör eklem bacaklıların dağılımını modelleyen bir çalışmada, kullandığımız biyo-iklimsel değişkenlerin tümü modele dahil edilmiş, gelecek projeksiyonumuzdan farklı olarak seçilen 2020, 2050 ve 2080 yıllarına ait modellemeler üretilmiştir. Diyarbakır 2008-2016 yılları arasında rapor edilmiş 507 KL hastasının lokasyon bilgilerine bağlı olarak üretilen 2070 yılına ait modelimizin, vektör eklem bacaklıların fauna verilerine göre üretilen söz konusu modelin, KL'yi bulaştıran *Phlebotomus (P.) sergenti* için öngörülen 2050 ve 2080 yılı prediksyonu ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca leishmaniasisin iç organlar formu olan visceral leishmaniasis (VL) vektörü olan ve günümüzde Diyarbakır'da herhangi bir kaydı bulunmayan *P. alexandri*'nin iklim değişikliğine bağlı olarak 2080 yılı için söz konusu alanlarda yaşayabileceği ve VL'i bulaştırabileceği öngörülmüştür (Chalghaf ve ark., 2018).

Tarafımızca Türkiye'de ilk kez Mersin ili için gerçekleştirilen ve KL hastalığının günümüz dağılımını tahminleyen ekolojik niş modellemesinde, 630 hastanın lokasyon bilgileri yaklaşık 1 km'lik çözünürlüğe sahip haritalara dönüştürülürken, Diyarbakır için üretilen son modelde tahmin gücü yaklaşık 30 m'lik çözünürlükle arttırılmıştır (Artun ve Kavur, 2018).

İran'da 2007-2016 yılları arasında rapor edilen KL hastalarının lokasyon bilgileri ile hastalığın vektörü *P. papatasi* ve rezervuarı *Rhombomys opimus*'un dağılımına ait tahmini içeren çalışmada AUC değerleri modelimizdeki

AUC değeri gibi tahmin gücü yüksek ve iki canlı için sırası ile 0.955 ve 0.914 olarak hesaplanmıştır (Shiravand ve ark., 2018).

Çin'de sadece VL hastalarına ait 2010-2016 yılları lokasyon bilgilerine dayalı olarak yapılan çalışmadan farklı olarak arazi örtüsüne dair 12 değişkenin hasta dağılımlarına olan etkisi üzerinde durulmuştur (Gao ve Cao, 2019).

SONUÇ

Sonuç olarak, ekolojik niş modelleme, bir çok hastalığın, etmeninin ya da vektörünün tahmini dağılımlarını günümüzde ya da gelecekte daha iyi anlaşılmasını sağlayan bulguları içermektedir. Diyarbakır'da KL'nin, çevresel etmenler ve biyo-iklimsel değişkenlere bağlı olarak dağılımını 2070 yılı için modelleyen çalışmamız, bölgedeki sağlık bakanlığı ve yerel yöneticilerin söz konusu hastalık açısından bilinçlenmesine ve konu üzerinde çalışanların bilgi birikimine katkıda bulunacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamızı, "FBA-2018-10679" numaralı bireysel araştırma projesi ile destekleyen, Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Abdullah AY, Dewan A, Shogib RI, Rahman M, Hossain F, 2017. Environmental Factors Associated with the Distribution of Visceral Leishmaniasis in Endemic Areas of Bangladesh: Modeling The Ecological Niche. Trop. Med. Int. Health, 45 (13):1-15.

Anonim 1, 2018. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Diyarbak%C4%> (Erişim tarihi: Ocak, 2019).

Anonim 2, 2018. WorldClim. WorldClim-global climate data. <http://www.worldclim.org/bioclim>. (Erişim tarihi: Şubat, 2018).

- Anonim 3, 2018. NASA LP DAAC, 2015, ASTER Global Dem Version 2. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota (<https://lpdaac.usgs.gov>), (Erişim tarihi: Eylül, 2018).
- Artun A, Kavur H, 2018. Mersin’de Kutanöz Leishmaniasis’in Epidemiyolojisinin Ekolojik Niş Modellemesi Kullanılarak Tahmin Edilmesi, 42 (3):1-10.
- Aytekin S, Ertem M, Yağdıran O, Aytekin N, 2006. Clinico-epidemiologic study of Cutaneous leishmaniasis in Diyarbakir Turkey. *Dermatology Online Journal*, 12 (3):14.
- Chalghaf B, Chemkhi J, Mayala B, Harrabi M, Benie GB, Michael E, Salah AB, 2018. Ecological niche modeling predicting the potential distribution of *Leishmania* vectors in the Mediterranean basin: impact of climate change. *Parasites & Vectors*, 11:461.
- Gao X, Cao Z, 2019. Meteorological conditions, elevation and land cover as predictors for the distribution analysis of Visceral Leishmaniasis in Sinkiang province, Mainland China. *Science of the Total Environment*, 646:1111–1116.
- Gürel MS, Yeşilova Y, Ölgen MK, Özbel Y, 2012. Türkiye’de Kutanöz Leishmaniasis’in Durumu. *Turkiye Parazit Derg*, 36:121-129.
- İnci A, Düzlü Ö, 2009. Vektörler ve Vektörlerle Bulaşan Hastalıklar. *J Fac Vet Med Univ Erciyes*, 6 (1): 53-63.
- Kavur H, Arıkan H, Özbel Y, 2018. *Phlebotomus halepensis* (Diptera: Psychodidae) Vectorial Capacity in Afyon and Nigde Province, Turkey. *J. Med. Entomol*, 55(2): 317-322.
- Ostfeld RS, Glass GE, Keesing F, 2005. Spatial epidemiology: An emerging (or re-emerging) discipline. *Trends Ecol. Evol*, 20:328–336.
- Özbel Y, 2007. Tıbbi Parazit Hastalıkları. *Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları No: 926*, s. 197-241, İzmir-Türkiye.
- Özkeklikçi A, Karakuş M, Özbel Y, Töz S, 2017. The New Situation of Cutaneous Leishmaniasis After Syrian Civil War in Gaziantep City, Southeastern Region of Turkey. *Acta Tropica*, 166:35–38.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapired RE, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231-259.
- Shiravand B, Ali A, Tafti D, Bojd AAH, Almodaresi SA, Mirzaei M, Abai MR, 2018. Modeling spatial risk of Zoonotic Cutaneous Leishmaniasis in Central Iran. *Acta Tropica*, 185: 327–335.
- Sofizadeh A, Rassi Y, Vatandoost H, Bojd AAH, Mollalo A, Rafizadeh S, Akhavan AA, 2017. 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. Entomol*, 54 (2):312–320.
- Tecim V, 2008. Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. *Renk Form Yayınevi No: 362*, s. 150-151, İzmir-Türkiye.