

KIZILIRMAK NEHRİ'NİN MİKRO-İKLİMSEL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Çağdaş KUŞÇU ŞİMŞEK¹, Halime ÖDÜL², Canberk CABBAROĞLU³

¹Dr.Öğr.Üyesi, Cumhuriyet Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, cksimsek@cumhuriyet.edu.tr

²Y.Lisans Öğrencisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü

³Lisans Öğrencisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Günümüzde etkilerini yoğun biçimde hissettiğimiz, yoğun ve bilinçsiz kentleşmenin bir sonucu olarak ortaya çıkan kentsel iklim değişimleri karşısında geliştirilmesi gereken mücadele eylem planlarının önemi giderek artmaktadır. İnsan yaşamı ve yaşam konforu açısından değerlendirilmesi gereken iklim konusu, taşıdığı karmaşık yapısı gereği geniş bir perspektife ihtiyaç duymaktadır. Bu durum çok farklı disiplinlerin, farklı bakış açılarıyla konu üzerinde araştırma yapmalarını da gerekli kılmaktadır.

Yapılmış olan araştırmalar incelenildiğinde, daha çok ısı adaları ve ısı adalarının etkilerini azaltmaya dair stratejiler ön plana çıkmaktadır. Oysa, kent içi ve kent çevresi alanların planlanmasında, bölge potansiyelinde bulunan soğuk adaların dikkate alınması, bu alanların etkilerinin bilinçli planlama yaklaşımlarıyla artırılmaya çalışılması, komuyla mücadele açısından büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde sulak alanlar, evapotranspiration ve ısı depolaması özellikleri ile iklim düzenlenmesinde önemli role sahiptir. Sulak alanların kendilerine has radyasyon, termal ve su özellikleri, kendilerine özgü soğutma ve nemlendirme etkileri olan mikro iklim oluşmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada, potansiyel bir soğuk ada olan ve Sivas kent merkezi yakınından geçen Kızılırmak Nehri'nin mikro iklimsel etki alanı araştırılmıştır. Analizler uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışma alanı olarak, nehrin kent içerisinde kalan 11 km uzunluğundaki kısmı, sağa ve sola 1'er km genişlikte olacak şekilde seçilmiştir. Yüzeysel sıcaklığı verileri, 2009 yılı, Haziran 6, Temmuz 9 ve Ağustos 8 tarihli Landsat TM-5 görüntüleri üzerinden hesaplanmıştır. Arazi kullanımlarının dikkate alınarak yapıldığı analizler ile, nehrin soğutma etki alanının tespit edilmesine çalışılmıştır. İstatistiksel analizler yapılırken önce dağılımın normal dağılıma uygunluğu test edilerek Levene homojenlik testleri yapılmıştır. Daha sonra, sıcaklık verileriyle ilişkilendirilmiş tampon bölgelerin, aynı arazi sınıfı içerisinde birbirinden anlamlı derecede ayrılıp ayrılmadığı incelenmiştir. Ayrıca; bütün alanın yüzeysel sıcaklığı/mesafe ve arazi kullanımının yüzeysel sıcaklığı/mesafe korelasyonu Bivariate yöntemi ile incelenmiştir. Sonuçlar %95 güven aralığında test edilmiştir. Bu çalışma sonucunda, iklime duyarlı arazi kullanım planlamasının önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: arazi kullanım planlaması, mikro-iklim, soğuk ada, uzaktan algılama

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE MICRO-CLIMATIC EFFECTS OF RIVER KIZILIRMAK

Combat action plans, which should be improved against the urban climate changes that occur as a result of dense and senseless urbanization, are becoming more of an issue today. Matter of climate as a subject of human life and comfort of life requires a wider perspective due to its complicated structure. This situation also necessitates so many diverse disciplines to make researches with different views upon this task.

Examined researches are mostly interested in heat islands and strategies to reduce the effects of heat islands. However, main essential thing on combatting this issue is that urban and rural planning should consider the potential cool islands in the region and increase the effects of such areas by conscious planning.

In that respect, wetlands carry weight on climate composition with its evapotranspiration and heat storage features. Specific radiation, thermal and water features of wetlands lead to micro-climates, which have specific cooling and moisturizing effects.

In this study, the microclimatic effects of Kızılırmak River, which is a potential cool island passing nearby Sivas city center was investigated. The analyzes were made through remote sensing and GIS techniques. The study area was selected as 11 km span of the river passing through the city with 1 km width to the right and left apiece. Land surface temperature values are calculated from Landsat TM-5 images dated June 6th, July 9th and August 8th, 2009. It has been tried to determine the cooling effect of the river Kızılırmak by considering land usages. During the statistical analyses, the suitability of distribution to a normal distribution was first tested, Levene's homogeneity tests were performed. Then, whether the buffer areas associated with temperature data were significantly separated from each other within the same land class was examined. Results are tested in 95% confidence interval. Moreover, the surface temperature/distance correlation of the whole area and the surface temperature/distance correlation of land use were examined by the bivariate method. As a result of this research, the importance of climate-sensitive land use planning was emphasized.

Keywords: cool island, land use planning, micro-climate, remote sensing

1. GİRİŞ

Son yıllarda, küresel iklim değişiminin bir getirisi olarak oluşacak kuraklık ve doğal değişimler beklentisi ile birlikte kurulan senaryolar karşısında bilim dünyası, hemen her konuda mücadele ve adaptasyon stratejileri üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak dünya, bir tarafta makro ölçekte küresel iklim değişimi ve etkilerini tartışırken; diğer tarafta, hızla artan kentleşme ve değişen tüketim alışkanlıklarının beraberinde getirdiği bir problem olarak, bozuluma uğrayan mikro iklimsel yapı ve etkilerini tartışmaktadır.

Küresel ısınmanın yanı sıra antropojenik etkilere bağlı olarak değişen iklim problemleri karşısında geliştirilmesi gereken mücadele eylem planlarının ve yöntemlerinin önemi giderek artmaktadır. Birbiriyle bağımlı geçişken bir yapı sergileyen bu iki problemin birleşik etkileri karşısında insan, konfor kriterlerinin dışında kalan iklimsel şartlara maruz kalabilmekte, hatta ölümcül sonuçlarla karşılaşabilmektedir. Nitekim son yıllarda sıkça karşılaştığımız, sıcak hava dalgaları sonucunda yaşanan ölüm haberleri bunun en belirgin göstergesidir. Küresel iklim değişimi nedeniyle daha sık karşılaşılan sıcak hava dalgaları, 2003 yazında Avrupa'da 70.000 (Robine vd., 2007), 2015'te Hindistan'da 15 günde yaklaşık 2500 (CNN, 2015), yine 2015'te Fransa'da 1 haftada 700 kişinin ölümüne neden olmuştur (AA, 2015). Bu sene, 29 Haziran - 8 Temmuz arası sadece Kanada Quebec kentinde aşırı sıcaklardan 54 kişi ölmüştür (Aydınlık Gazetezi, 2018). İnsan yaşamı ve yaşam kalitesi açısından göz önünde bulundurulması gereken bu konunun, karmaşık yapısı gereği, geniş bir bakış açısıyla ele alınması gerekmektedir.

Kentsel ısınmayla mücadelede önemli yöntemlerden birisi de bölge potansiyelinde bulunan soğuk adaların dikkate alınması, bu alanların etkilerinin bilinçli planlama yaklaşımlarıyla artırılmaya çalışılmasıdır. Soğuk adalar (Urban Cool Island / UCI) üzerine yapılmış araştırmalar incelenildiğinde, soğuk ada potansiyeli olarak park, yeşil alan (Jauregui, 1991; Shashua-Bar and Hoffman, 2000; Hamada and Ohta, 2010; Bowler et al., 2010; Kong et al., 2014; Kuşçu Şimşek, 2016) ve su kütleleri (Sun et. al, 2012; Steeneveld et. al., 2014; Hongyu et. al., 2016; Kuşçu ve Ödül, 2018) gösterilmektedir. Ancak araştırmalar, daha çok yeşil alanlar ve park alanları üzerine yoğunlaşmaktadır (Upmanis et al., 1998; Cao et al., 2010; Chow et al., 2011; Feyisa et al., 2014; Norton et al., 2015). Son dönem yapılmış olan çalışmalar incelenildiğinde, her ne kadar sulak alanların soğutucu etkisine dair çalışmaların arttığı görülse de sulak alanların çevresinde bulunan arazi kullanımlarıyla olan iklimsel ilişkilerine ya da sulak alanların iklimsel etki alanlarının mekansal ölçekteki ifadesi gibi konulara dair halâ yeterli sayıda bilimsel araştırma bulunmamaktadır.

Sulak alanlar, buharlaşma ve ısı depolaması özellikleri ile iklim düzenlenmesinde önemli role sahiptir (Gou et. al., 2015; Nakayama and Fujita, 2010). Suyun termal kapasitesinin toprak, kaya ve bitki örtüsünden daha yüksek olması nedeniyle, su kütleleri daha fazla ısı depolayabilmekte ve çevresindeki sıcaklık değişimini yavaşlatabilmektedir. Diğer bir deyişle sulak alanlar çevre bölgelerinin iklimini düzenleyebilmektedirler (Zhang et. al, 2016). Sulak alanların mikro iklimsel etkileri çoğunlukla evapotranspirasyon (buharlaşma) ve ısı depolama özellikleri üzerinden gerçekleşmektedir. Evapotranspirasyon oranı meteorolojik faktörlere, radyasyona, rüzgâr hızına, sıcaklığa, neme ve toprağın tipi, pürüzlülüğü ve ıslaklığı gibi yüzey özelliklerine bağlıdır (Kelvin et.al., 2017). Sulak alanların bu özelliklerine bağlı olarak kendilerine has radyasyon, termal ve su özelliklerinin bulunması, yine kendilerine özgü soğutma ve nemlendirme etkileri olan mikro iklim oluşmasına neden olmaktadır (Bai et. al., 2013; Carrington et.al., 2001). Bu nedenle, sulak alanların peyzaj planlama çalışmalarında, bitki örtüsünün biyolojik ve fiziksel özellikleri göz önünde bulundurulmalı ve bölgelerin termal konforunu sağlamak için bir strateji olarak kullanılmalıdır.

Bu çalışmanın temel amacı, kent yakınından geçmekte olan Kızılırmak Nehri'nin ne kadarlık bir mesafede soğutma etkisi gösterdiğini tespit etmek ve arazi kullanım değişikliklerinin bunun üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Yaz dönemine ait 3 termal görüntünün kullanıldığı çalışmada; yüzey sıcaklıkları, arazi kullanımları ve kıydan uzaklık verilerinin çapraz ilişkileri incelenmiştir.

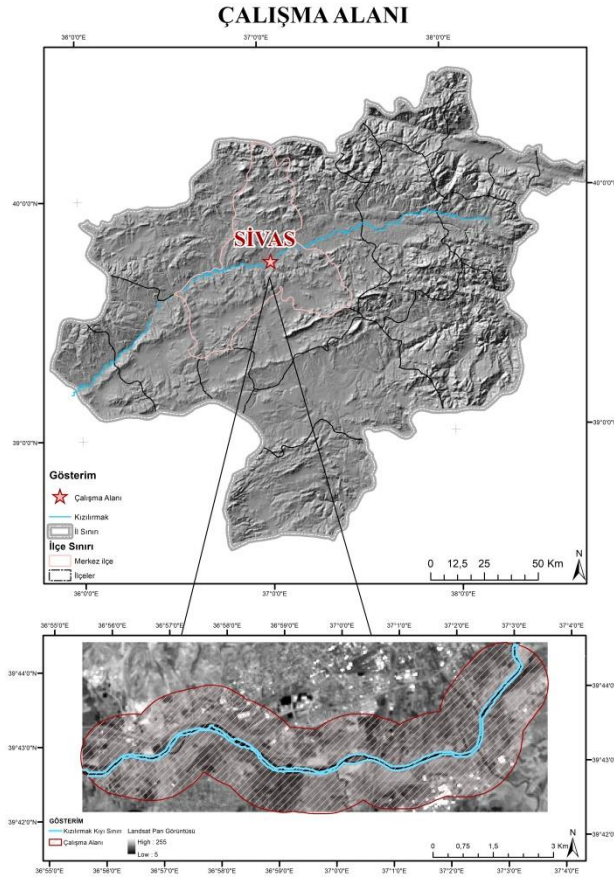
Ayrıca, iklim değişimine karşı geliştirilecek stratejilerin belirlenmesinde doğal kaynakların etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan, çalışmanın diğer bir amacı, önemli doğal kaynaklarımızdan olan sulak alanların iklim değişimi ile mücadelede bir araç olarak kullanılabileceğine dikkat çekmektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

İç Anadolu'nun doğusunda yer alan Sivas ili, yüksek platolar üzerinde başlayıp doğuya doğru yükselmektedir. Ortalama yükselti 1000m'nin üzerindedir. Sivas ilinin büyük kısmı, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlı geçen karasal iklimin etkisi altındadır. En soğuk illerden biri olan Sivas'ın, çevreye göre yüksek oluşu, kuzey rüzgarlarına açık oluşu, engebeli bir yapıya sahip oluşu, yıl içinde değişen basınç etkilerinde kalması gibi nedenler çevre illerden farklı kendine has bir iklim bölgesi oluşturmaya da neden olmaktadır.

Sivas kent merkezi yakınından geçmekte olan Kızılırmak Nehri'nin 11km'lik kısmı, sağa ve sola 1'er km genişlikte alınarak, çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 1).

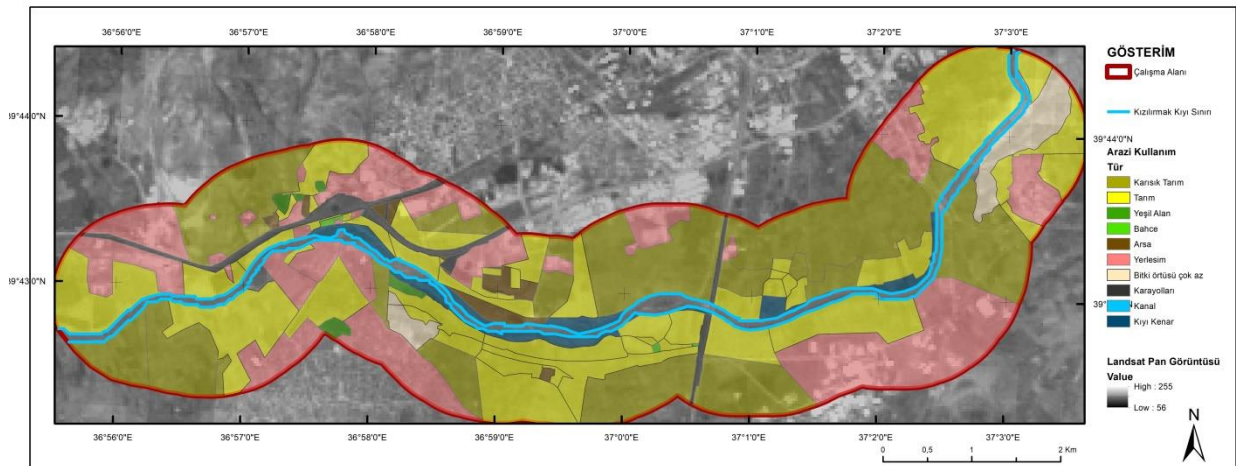


Şekil 1. Çalışma alanı.

2.2 Veri

Çalışmada uydu görüntüsü olarak 2009 yılına ait, 7 Haziran, 9 Temmuz ve 17 Ağustos tarihli Landsat TM-5 görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüsünün seçiminde, çalışmanın amacı da göz önüne alınarak; ısınmanın daha fazla olduğu yaz dönemi görüntüleri tercih edilmiştir.

Arazi kullanım verileri; Sivas Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Kızılırmak Nehri çevresine ait arazi kullanım ve ekilen ürün bilgileri ile Sivas Belediyesi hâlihazır verilerinden faydalanılarak oluşturulmuştur (Şekil 2). Arazi kullanım sınıfı olarak; arsa, bahçe, kanal, karışık tarım, kıyı kenar, tarım, ulaşım, yerleşim ve yeşil alan belirlenmiştir.

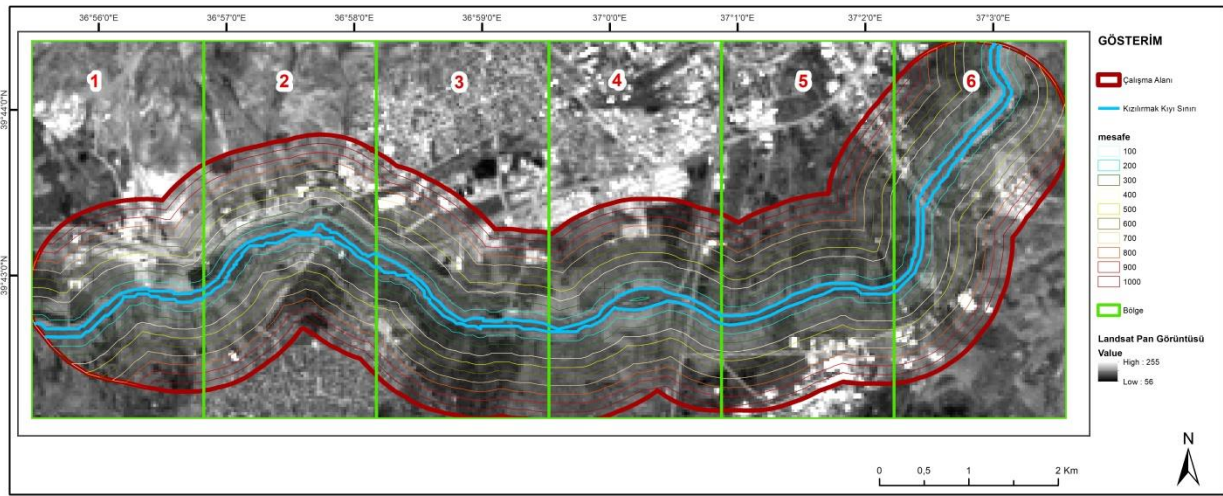


Şekil 2. Arazi kullanım haritası.

2.3 Yöntem

Bu çalışmanın ana hedefi, kent yakınından geçen Kızılırmak Nehri'nin mikro ölçekte soğutma etki alanını ve etki derecesini tespit etmek, arazi kullanımı ile ilişkisini ortaya koymaktır. Ayrıca, iklim değişimine karşı geliştirilecek stratejilerin belirlenmesinde doğal kaynakların etkin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu açıdan, çalışmanın diğer bir amacı, önemli doğal kaynaklarımızdan olan sulak alanların iklim değişimi ile mücadelede bir araç olarak kullanılabilceğine dikkat çekmektir.

İklim araştırmalarının önemli parametrelerinden birisi çalışma ölçeğinin belirlenmesidir. İklim değişikliği, zamansal ve mekânsal farklılıklarla birlikte ölçeğe göre değişiklik göstermektedir (Şen, 2009). Bu çalışmada, Grimmond vd. (2010) ile Britter ve Hann'ın (2003) kullanmış oldukları iklimsel ölçek sınıflandırmaları dikkate alınarak, 1 km'lik bir alanda incelenen 100m'lik aralıklar mikro ölçek olarak tanımlanmıştır. Bunun için çalışma, nehrin sağ ve sol yakasının 100m'de bir tampon alanlarına ve nehrin 11 km'lik kısmının 6 bölgeye ayrılması ile yürütülmüştür (Şekil 3). Oluşturulan tampon alanları yardımıyla, birim mesafede oluşan sıcaklık değişimi takip edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemin sağladığı çapraz sorgulama ve analiz imkânları, daha detaylı sonuçların elde edilmesine ve daha hassas değerlendirmelerin yapılmasına da olanak tanımaktadır.



Şekil 3. Çalışma alanı bölge ve tampon alanları.

Bu çalışmada, çoklu veri analizine ve entegrasyonuna olanak tanıyarak bütünsel bir araştırma yapılmasını sağlayan uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) tekniklerinin kullanılması uygun görülmüştür. Ekolojik ortamlar barındırdıkları çeşitliliğe bağlı olarak karmaşık spektral yapı sergilemektedirler. Bu noktada, kompleks yapılı ortamların ölçümü, sınırlandırılması ve sınıflandırılması işlemlerinde uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması büyük avantaj yaratmaktadır. Özellikle zamansal seri uydu görüntülerinin kullanımı; bileşenlerin karmaşıklığına rağmen, gelişmenin daha doğru takibine ve anlaşılmasına olanak tanımaktadır (Weng and Quattrochi, 2007). Ayrıca, aynı anda çok geniş alanlara ait termal verilerin elde edilebiliyor oluşu, iklimsel araştırmalarda uydu görüntüleriyle çalışmayı avantajlı hâle getirmektedir (Pongracz et al., 2006; Li et al., 2012). Bu çalışmada da, birçok noktaya ait eş zamanlı yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılmak istenmesi nedeniyle uydu görüntülerinden faydalanılmıştır.

Uydu görüntülerinin işlenmesinde, öncelikle her bir görüntüye ait radyometrik düzeltmeler yapılarak yüzey sıcaklıkları hesaplanmıştır. Termal veriler Chander vd. (2009) tarafından verilmiş olan Landsat TM-5 kalibrasyon parametrelerine göre düzeltilmiştir (1). Daha sonra, Van de Griend ve Owe (1993) tarafından formülleri verilmiş olan, yüzey elemanlarının yansıma özelliklerini belirgin hale getiren (2) ve (3) no'lu formüller ile, NDVI ve emissivite değerleri hesaplanmıştır. Son olarak Jiménez-Muñoz vd. (2009) tarafından verilmiş olan radyasyonel transfer denkleminde (4) (radiative transfer equation) faydalanılarak yüzey sıcaklıkları (5) hesaplanmıştır.

$$L\lambda = [(L_{max\lambda} - L_{min\lambda}) / (Q_{cal\ max} - Q_{cal\ min})] (Q_{cal} - Q_{cal\ min}) + L_{min\lambda} \quad (1)$$

$$Q_{cal\ max} = 255 \quad Q_{cal\ min} = 0$$

$$L\lambda = [(L_{max\lambda} - L_{min\lambda}) / 255] * Q_{cal} + L_{min\lambda}$$

$$L\lambda = G_{rescale} * Q_{cal} + B_{rescale}$$

$$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3) \quad (2)$$

$$\epsilon = 1.0094 + 0.047 \ln(NDVI) \quad (3)$$

$$L_{\lambda} (T_S) = [(L_{\lambda} - L_{\lambda} \text{ atm} \uparrow) / (\tau \varepsilon_{\lambda})] - [(1 - \varepsilon_{\lambda}) * L_{\lambda} \text{ atm} \downarrow / \varepsilon_{\lambda}] \quad (4)$$

$$T_S = 1260.56 / \text{Ln} [(607.76 / L_{\lambda}) + 1] \quad (5)$$

Piksel bazlı yapılmış bu çalışmanın son aşamasında veri ilişkilendirmeleri yapılarak istatistiksel analizlere geçilmiştir. İstatistiksel analizler yapılırken önce verilerin dağılımının normal dağılıma uygunluğu test edilerek Levene homojenlik testleri yapılmıştır. Daha sonra, sıcaklık verileriyle ilişkilendirilmiş tampon bölgelerin, aynı arazi sınıfı içerisinde birbirinden anlamlı derecede ayrılıp ayrılmadığı incelenmiştir. Tampon bölgelerin incelenmesinde, varyansların homojen olup olmasına göre de test işlemleri ayrı yöntemlerle yapılmıştır. Grup varyanslarının homojen olduğu durumlarda Tukey testleri, varyansların homojen olmadığı durumlarda ise Tamhane's T2 testi seçilerek %95 güven aralığında sınıflar incelenmiştir. Ayrıca; bütün alanın yüzey sıcaklığı/mesafe, her bir bölgenin yüzey sıcaklığı/mesafe ve her bir bölgeye ait arazi kullanımının yüzey sıcaklığı/mesafe korelasyonu Bivariate yöntemi ile incelenmiştir. Son aşama olarak elde edilmiş olan tüm sonuçlar bir arada değerlendirilerek, Kızılırmak Nehri'nin ne kadarlık bir mesafeye kadar serinletme etkisi oluşturabildiği ve bunun arazi kullanımları ile ilişkisi yorumlanmıştır.

3. BULGULAR VE SONUÇLAR

3.1 Bulgular

Karmaşık ilişkiler sergileyen mikro iklimsel yapısı üzerindeki etkilerin daha rahat incelenebilmesi için analizler çapraz ilişkiler kurularak yapılmıştır. Analizlere başlanmadan önce, görüntülerin birbirleriyle korelasyonları incelenmiş, 0.01 anlamlılık düzeyinde yüksek (> 0.65) korelasyonlu oldukları tespit edilmiştir. Bu korelasyon oranıyla görüntülerin bir arada değerlendirilebileceğine uzman kararıyla karar verilmiştir.

İlk olarak bütünsel (bölgeleme ve tampon bölge kullanılmadan) bir analiz yapılarak, kıydan uzaklıkla yüzey sıcaklıkları arasındaki korelasyon incelenmiştir. Daha sonra, her bir bölge içerisinde, üç döneme ait yüzey sıcaklığı verilerinin, kıydan uzaklıkla ilişkisi incelenmiştir (Çizelge 1). Bu iki analizin karşılaştırması ile, bölgeleme yaparak daha yüksek korelasyon elde edilip edilemediği incelenmiştir. Elde edilmiş sonuçlara göre, bütünsel analizde en fazla 0.128 olan yüzey sıcaklığı / kıydan uzaklık korelasyonu, bölgeleme yapıldığında 0.421'e kadar ulaşmıştır. Bu sonuç, mikro iklimsel çalışmalarda, değişken yapı faktörlerin etkilerini minimize edebilmek için bölgeleme yapmanın ya da alanı küçültmenin olumlu etkisini göstermiştir.

Çizelge 1. Bölgelerin korelasyon analizleri.

| Bivariate Korelasyonu (yüzey sıcaklığı ve mesafe ilişkisi) Spearman's rho | Bölge | 07.06.2009 | 09.07.2009 | 17.08.2009 |
|--|-------|----------------|----------------|----------------|
| Kızılırmak | BÜTÜN | 0.128** | 0.115** | 0.078** |
| | 1 | -0.141** | -0.079** | -0.029 |
| | 2 | 0.155** | 0.178** | 0.145** |
| | 3 | 0.213** | 0.204** | 0.126** |
| | 4 | 0.168** | 0.084** | 0.172** |
| | 5 | 0.009 | -0.070** | -0.321** |
| | 6 | 0.376** | 0.421** | 0.377** |

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Daha sonra, her bir arazi kullanımının, her bir bölge içerisinde yüzey sıcaklığı / kıydan uzaklık ilişkisi incelenmiştir (Çizelge 2). Elde edilmiş sonuçlara göre, bölgeleme yapmanın yanı sıra arazi kullanımlarının dikkate alınarak yapıldığı analizlerde korelasyon oranının artarak 0.692'ye ulaştığı görülmüştür. Bu durum, arazi kullanımlarının da yüzey sıcaklıkları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, verilmiş olan çizelgeler incelenildiğinde, aynı arazi kullanımına ait yüzey sıcaklığı / kıydan uzaklık ilişkilerinin, bölgeden bölgeye değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç, arazi örtüsünün de yüzey sıcaklığı üzerinde etkili olduğu fikrini güçlendirmektedir.

Çizelge 2. Bölgelerin arazi kullanımlarına göre korelasyon analizleri.

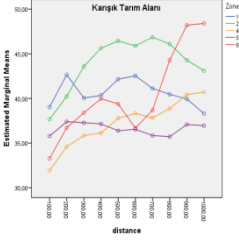
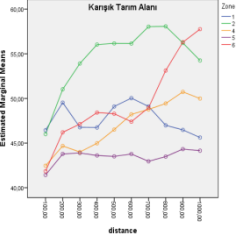
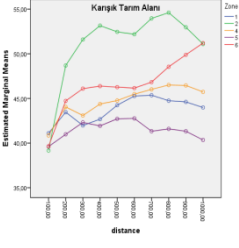
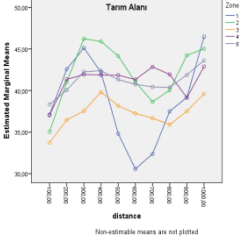
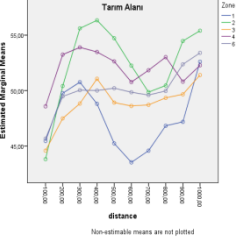
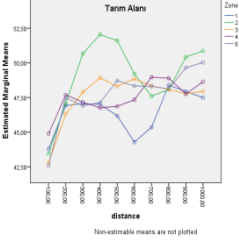
| Bivariate Korelasyonu (yüzeysel sıcaklığı / mesafe / arazi kullanımı) Spearman's rho | | Arazi Kullanım | Bölge | 07.06.2009 | 09.07.2009 | 17.08.2009 |
|---|------------------------|----------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| Kızılırmak | Karışık Tarım Alanları | 1 | 1 | -0.085** | -0.068** | 0.161** |
| | | 2 | 2 | 0.100** | 0.257** | 0.230** |
| | | 4 | 4 | 0.333** | 0.344** | 0.258** |
| | | 5 | 5 | -0.002 | 0.101** | -0.123** |
| | | 6 | 6 | 0.655** | 0.692** | 0.639** |
| | | 1 | 1 | -0.007 | -0.028 | 0.150** |
| | Tarım Alanları | 2 | 2 | 0.102** | 0.175** | 0.205** |
| | | 3 | 3 | 0.035 | 0.084** | 0.301** |
| | | 4 | 4 | 0.129** | 0.058* | 0.107** |
| | | 6 | 6 | 0.115** | 0.206** | 0.339** |
| | Yerleşim | 1 | 1 | 0.136** | 0.052* | -0.044 |
| | | 6 | 6 | 0.401** | 0.443** | 0.412** |

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

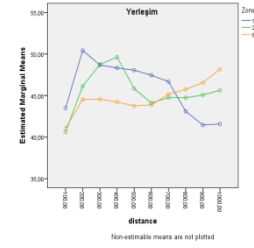
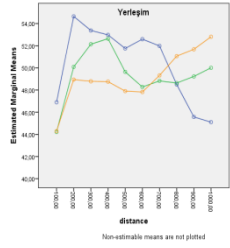
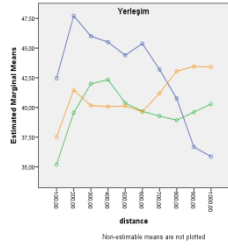
** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

En son olarak, bu bölgeleşmiş alanlar içinde kalan kısımlarda, kıyıdağ itibaren en az 800m boyunca sürekliliğini sağlayan arazi kullanımlarının mikro iklimsel etki mesafesi incelenmiştir. Her bir arazi kullanımının ayrı ayrı bütün bölgelerde incelendiği analizde, her bir bölgedeki sıcaklık kırılma noktaları tespit edilmiş, başlangıç sıcaklığı ile farkları alınmış, ayrıca arazi kullanımlarına göre sıcaklıkların farklı bölgelerde gösterdiği değişim grafiklerinin korelasyonları incelenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bölgenin arazi kullanımlarına göre korelasyon analizleri ve ilişkileri.

| | Kızılırmak | 07.06.2009 | 09.07.2009 | 17.08.2009 |
|---------------------|----------------------------|---|--|---|
| Karışık Tarım Alanı | |  |  |  |
| | K. N. (m) | 200, 400, 200, 300, 400 | 200, 500, 200, 300, 400 | 200, 400, 200, 300, 400 |
| | ΔT (C°) | 3.62; 7.97 ; 2.68; 1.49; 6.70 | 3.09; 10.15 ; 2.21; 2.46; 6.57 | 2.36; 13.99 ; 3.20; 2.70; 6.74 |
| | Grafikler arası korelasyon | b4b6: 0.770** | b2b4: 0.733* b2b6: 0.673* b4b6: 0.927** | b1b2: 0.648* b1b4: 0.830** b2b4: 0.733* b4b6: 0.855** |
| Tarım Alanı | |  |  |  |
| | K. N. (m) | 300; 300; 400; 300; 400 | 300; 300; 400; 300; 500 | 400; 300; 400; 200; 300 |
| | ΔT (C°) | 8.02; 11.20 ; 6.08; 4.90; 4.06 | 5.30; 11.80 ; 6.49; 5.32; 4.55 | 3.23; 7.24 ; 6.14; 2.80; 4.33 |
| | Grafikler arası korelasyon | b2b3: 0.867** b2b6: 0.903** b3b6: 0.939** | b2b3: 0.733* b2b6: 0.770** b3b6: 0.855** | - |

Yerleşim



| | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| K. N. (m) | 200; 400; 200 | 200; 400; 200 | 200; 400; 200 |
| ΔT (C°) | 5.26; 7.15 ; 3.97 | 7.75; 8.41 ; 4.66 | 6.94; 9.00 ; 3.47 |
| Grafikler arası korelasyon | - | - | - |

K.N: Kırılma Noktası

 ΔT (C°) = Kırılma Sıcaklığı (C°) – Başlangıç Sıcaklığı (C°)

b: bölge

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Elde edilmiş sonuçlara göre, belli bir mesafeye kadar, kıyıdan uzaklaştıkça sıcaklığın arttığı görülmüştür. Verilerin %33'ünün kırılma noktası 200m.'de, %29'unun kırılma noktası 300 m'de, %33'ünün kırılma noktası 400m'de ve %5'inin kırılma noktası 500m'de meydana gelmiştir (Çizelge 3). Bu durum, Kızılırmak Nehri'nin ortalama 200 – 400 m arası etki mesafesinin olduğunu ortaya koymaktadır. Her bir arazi kullanımının farklı bölgelerde göstermiş olduğu grafiklerin birbirleri ile olan korelasyonları incelendiğinde; kimi grafiklerde yüksek korelasyonlar yakalansa da, her zaman bu korelasyonun sağlanamadığı görülmüştür. Dolayısıyla arazi kullanım sınıflarının her zaman kendilerine has bir termal özellik göstermediği, bunu etkileyen faktörlerin bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Her bir arazi kullanım türünün aynı döneme ait grafikleri incelendiğinde; zonlar arasında düşük korelasyonlar görüldüğü gibi, $p < 0.01$ seviyesinde 0.9'a ulaşan çok yüksek korelasyonlar da görülmektedir. Bu durum, arazi kullanımı dışında farklı faktörlerin yüzey sıcaklığı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

3.2 Sonuçlar

Sulak alanlar iklim düzenlemesinde önemli yere sahiptir (Bai et. al, 2013). Sulak alanların mikro iklimsel etkileri çoğunlukla evapotranspirasyon (buharlaşma) ve ısı depolama özellikleri üzerinden gerçekleşmektedir. Sulak alanların evapotranspirasyon oranı meteorolojik faktörlere, radyasyona, rüzgâr hızına, sıcaklığa, neme ve toprağın tipi, pürüzlülüğü ve ıslaklığı gibi yüzey özelliklerine bağlıdır (Kelvin et.al., 2017). Diğer taraftan, suyun termal kapasitesi toprak, kaya ve bitki örtüsünden daha büyüktür. Kara ile karşılaştırıldığında, su kütlelerinin daha fazla ısı depolayabilme ve sıcaklık değişimlerini yavaşlatabilme özelliği, çevre ikliminin düzenlenmesinde bir araç olarak kullanılabilir (Zhang et.al., 2016). Bu nedenle, sulak alanların peyzaj planlama çalışmalarında, bitki örtüsünün biyolojik ve fiziksel özellikleri göz önünde bulundurulmalı ve bölgelerin termal konforunu sağlamak için bir strateji olarak kullanılmalıdır.

Bu çalışmada Sivas kent merkezi yakınından geçen Kızılırmak Nehri'nin 3 farklı dönemde, mikro iklimsel etki alanı, arazi kullanım verileri ile birlikte incelenmiştir. Elde edilmiş olan sonuçlar doğrultusunda, sulak alanların yönetiminde göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalar ortaya konulmuştur.

Literatürde, mikro iklimin düzenlenmesinde sulak alanların önemi konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Daha çok park ve yeşil alanların soğuk ada etkisi üzerine araştırmalar yapılmışken sulak alanların soğuk ada etkisi (wetland cool island / WCI) üzerine araştırmalar daha yeni gündeme gelmeye başlamıştır (Hongyu et al., 2016). Dolayısıyla, bu konu üzerine araştırılması gereken çok fazla detay bulunmaktadır.

Literatürdeki benzer araştırmalardan elde edilmiş sonuçlar ile bu araştırmanın sonuçları karşılaştırıldığında, farklı detaylarda yapılan araştırmalarda farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Sun et al. (2012) ve Hongyu et al. (2016) tarafından yapılmış olan çalışmalarda, yöntem olarak bütünsel analizin kullanılmış, arazi kullanım sınıfları dikkate alınmamıştır. Bu araştırmaların sonuçlarına göre sulak alanların 1 km'ye varan etki alanları tespit edilmiştir. Kuşçu ve Ödül (2018), tarafından yapılmış olan göl ve baraj alanlarına ait çalışmada ise, diğer çalışmalardan farklı olarak, bütünsel yaklaşım yerine bölgeleme yapılmış ve arazi kullanım göz önüne alınmıştır. Buna göre elde edilmiş sonuçlarda, su kütlesi çevresindeki düzenli sıcaklık artışının maksimum 1000 m'ye ulaştığı görülse de, ağırlıklı olarak kırılma noktalarının 300m – 400m'de kaldığı tespit edilmiştir. Yapılmış olan bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde ise, bölgeleme ve arazi kullanımlarının kullanıldığı çalışma sonuçları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nehrin 6 bölgeye bölünerek bölgeleme yapıldığı çalışmada, antropojenik faktörlere bağlı etkiler minimize

edilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde yapılmış olan analizlerle kıyıda uzaklık / yüzey sıcaklığı arasındaki korelasyonun arttığı tespit edilmiştir. Bütünsel analizde 0.128 olan yüzey sıcaklığı / kıyıda uzaklık korelasyonunun, bölgeleme yapıldığında 0.421'e kadar ulaştığı görülmüştür. Her bir bölge içinde bulunan arazi kullanımları için ayrı ayrı kıyıda uzaklık / yüzey sıcaklığı ilişkileri incelenildiğinde ise bu korelasyon 0.692'ye kadar ulaşmıştır. Bu şekilde yapılmış olan analiz sonuçlarına göre ise; su kütlesi çevresindeki düzenli sıcaklık artışının maksimum 500 m'ye ulaştığı, ağırlıklı olarak kırılma noktalarının 200m – 400m'de aralığında bulunduğu tespit edilmiştir.

Analiz sonuçlarında görülen artan korelasyon oranı, arazi kullanımına bağlı değişimin, sulak alanların iklimsel etki alanı oranını değiştirdiğini göstermektedir. Ancak kendi içerisinde değişkenlik gösteren bu durum (her bir bölge içerisindeki arazi kullanımının aynı etkiyi göstermemesi) örtü tipinin de göz önünde bulundurulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Aynı arazi kullanımına ait farklı örtü tiplerinin bulunması, kendi içinde de farklılaşmalara neden olmaktadır.

Ayrıca, bu çalışma ve yapılmış olan diğer çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde, sulak alanların 200m'den 1 km'ye kadar serin alanlar oluşturulabildiği görülmektedir. Bu özellik, özellikle küresel ölçekte lokal ölçüğe iklim değişimleri ile mücadelede, sulak alanların önemli bir doğal kaynak potansiyeli olarak görülmesi gerektiğini de ortaya koymaktadır. Sulak alanların peyzaj planlamasında, uygun iklimsel konforun sağlanabilmesi için, sulak alan çevresindeki arazi örtü tiplerinin bilinçli bir tasarımla oluşturulması gerekmektedir. Her bir arazi kullanımı ve örtü tipinin, belli kullanım kararları çerçevesinde düzenlenecek olması, sulak alanların yaratacağı iklimsel avantajı artıracaktır.

KAYNAKLAR

AA, <http://www.aa.com.tr/tr/dunya/557235--fransada-sicak-hava-bir-haftada-700-can-aldi> [16 Temmuz 2015]

Aydınlık Gazetesi, <https://www.aydinlik.com.tr/asiri-sicaktan-onlarca-kisi-hayatini-kaybetti-dunya-temmuz-2018> [14 Temmuz, 2018]

Bai, J., Lu, Q., Zhao, Q., Wang, J. and Ouyang, H., 2013. Effects of Alpine Wetland Landscapes on Regional Climate on the Zoige Plateau of China, *J. Advances in Meteorology*, 10 (1), 1-7

Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. and Pullin, A.S., 2010. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, *Landscape and Urban Planning*, 97, 147-155

Britter, R. ve Hann, S., 2003. "Flow and Dispersion in Urban Areas", *Annual Review of Fluid Mechanics*, 35:469-496.

Cao, X., Onishi, A., Chen, J. and Imura, H., 2010. Quantifying the cool island intensity of urban parks using ASTER and IKONOS data, *Landscape and Urban Planning*, 96, 224-231

Carrington, D.P., Gallimore, R.G., Kutzbach, J.E., 2001. Climate sensitivity to wetlands and wetland vegetation in mid-Holocene North Africa. *Climate Dynamics*. 17, 151-157.

Chander, G., Markham, B. L. And Helder, D. L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors, *Remote Sensing of Environment* 113, 893-903

Chow, W.T.L., Pope, R.L., Martin, C.A. and Brazel, A.J., 2011. Observing and modeling the nocturnal park cool island of an arid city: horizontal and vertical impacts, *Theor. Appl. Climatol.*, 103, 197-211

CNN, <http://edition.cnn.com/2015/06/01/asia/india-heat-wave-deaths/> [1 Haziran 2015]

Feyisa, G.L., Dons, K. and Meilby, H., 2014. Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa, *Landscape and Urban Planning*, 123, 87-95

Gou, Q.Q., Qu, J.J. and Han, Z.W., 2014. Microclimate and CO2 fluxes on continuous fine days in the Xihu desert wetland, China, *J. Arid Land*, 7(3), 318-327

Grimmond, C.S.B., Roth, M., Oke, T.R., Au, Y.C., Best M., Betts, R., Carmichael, G., Cleugh, H., Dabberdt, W., Emmanue, R., Freitas, E., Fortuniak, K., Hanna, S., Klein, P., Kalkstein, L.S., Liu, C.H., Nickson, A., Pearlmutter, D., Sailor, D. ve Voogt J., 2010. "Climate and More Sustainable Cities: Climate Information for Improved Planning and Management of Cities (Producers/Capabilities Perspective)", *Procedia Environmental Sciences* 1:247-274.

Hamada, S. and Ohta, T., 2010. Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas, *Urban Forestry and Urban Greening*, 9, 15-24

- Hongyu, D., Xuejun, S., Hong, J., Zenghui, K., Wang, Z., and Yongli, C., 2016.** Research on the cooling island effects of water body: A case study of Shanghai China, *Ecological Indicators*, 67, 31-38
- Jauregui, E., 1991.** "Influence of a Large Urban Park on Temperature and Convective Precipitation in a Tropical City", *Energy and Buildings*, 15/16: 457-463.
- Jiménez-Muñoz, Cristóbal, J., Sobrino J. A., Sòria G., Ninyerola M. and Pons X., 2009.** Revision of the single-channel algorithm for land surface temperature retrieval from landsat thermal-infrared data, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 47, 1, 339-349
- Kong, F., Yin, H., James, P., Hutyra, L.R and He, H.S., 2014.** Effects of spatial pattern of greenspace on urban cooling in a large metropolitan area of eastern China, *Landscape and Urban Planning*, 128, 35-47
- Kuşçu Şimşek, Ç., 2016.** An analysis of micro climatic influences of middle-scale urban parks: the case of Gezi park, Maçka park and Serencebey park, *METU JFA*, 33:2, 1-17
- Kuşçu Şimşek, Ç. and Ödül, H., 2018.** Investigation of the effects of wetlands on micro-climate, *Applied Geography*, 97, 48-60
- Li, Y., Zhang, H. and Kainz, W., 2012.** Monitoring patterns of urban heat islands of the fast growing Shanghai metropolis China_Using time series of Landsat data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 19, 127–138
- Nakayama, T. and Fujita, T., 2010.** Cooling effect of water-holding pavements made of new materials on water and heat budgets in urban areas. *Landscape and Urban Planning*. 96, 57–67.
- Norton, B.A., Coutts, A.M., Livesley, S.J, Harris, R.J., Hunter, A.M. and Williams, N.S.G., 2015.** Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes, *Landscape and Urban Planning*, 134, 127-138
- Pongracz, R., Bartholy, J. and Dezso, Z., 2006.** Remotely sensed thermal information applied to urban climate analysis, *Advances in Space Research*, 37, 2191–2196
- Robine, J.M., Cheung, S.L., Roy, S.L., Oyen, H.V. ve Herrmann, F.R., 2007.** *Report on Excess Mortality in Europe During Summer 2003, EU Community Action Programme for Public Health, Grant Agreement 2005 114*
- Şen, Z., 2009.** *İklim Değişikliği, Yerel Yönetimler ve Sektörler*, Su Vakfı Yayınları, ISBN:978-975-6455-39-5.
- Shashua-Bar, L. and Hoffman, M.E., 2000.** Vegetation as a climatic component in the design of an urban street An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees, *Energy and Buildings*, 31, 221-235
- Steeneveld, G.J., Koopmans, S., Heusinkveld, B.G and Theeuwes, N.E., 2014.** Refreshing the role of open water surfaces on mitigating the maximum urban heat island effect, *Landscape and Urban Planning*, 121, 92-96
- Sun, R., Chen, A., Chen, L. and Lü, Y., 2012. Cooling effects of wetlands in an urban region: the case of Beijing, *Ecological Indicators*, 20, 57-64
- Upmanis, H., Eliasson, I. and Lindqvist, S., 1998.** The Influence of Green Areas on Nocturnal Temperatures in a High Latitude City, *International Journal of Climatology*, 18, 681-700
- Van de Griend, A A. and Owe, M., 1993.** On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces, *international journal of remote sensing*, 14, 6, 1119-1131.
- Weng, Q., Quattrochi, D.A., 2007** *Urban Remote Sensing*, CRC Press Taylor&Francis Group ISBN: 0-8493-9199-7.
- Zhang, W., Zhu, Y. and Jiang, J., 2016** Effect of the urbanization of wetlands on microclimate: A case study of Xixi wetland , Hangzhou, China