

DİYARBAKIR İLİ SICAKLIK, YAĞIŞ VE KURAKLIK ANALİZİ

ÖZET

Endüstriyel faaliyetler sonucu atmosferdeki karbondioksit ve diğer gazlardaki artış küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu ısınma iklim değişikliği, taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olaylarda artışlara sebep olmaktadır. Son yıllarda iklimlerdeki değişiklikler sonucu bazı yörelerde sel felaketleri olurken, bazı yörelerde ise artan sıcaklık ve azalan yağışlarla birlikte kuraklık görülmektedir. Yapılan araştırmalar kurak ve yarı kurak bölgelerde mevsim içinde ortaya çıkan ürün kayıplarının büyük bir kısmının yağışların azalması ile oluşan su yetersizliği ve kuraklık sonucunda oluştuğu konusunda birleşmektedir.

Diyarbakır yağış-sıcaklık ve kuraklık analizi olarak yapılan çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri tarafından temin edilen uzun yıllar ve devam eden 1980–1999 yılları arası 20 yıllık dönemler için ortalama sıcaklık ve ortalama aylık yağış değerleri kullanılmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında, Diyarbakır'ın sıcaklık ve yağış değişimleri incelenmiştir. Yağışlarda önemli azalmalar tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise Thornthwaite yöntemine göre kuraklık indisi, Geliştirilmiş Fournier yağış indisi ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi ve yağışların neden olduğu aşındırıcı güç indisleri hesaplanmıştır. Thornthwaite kuraklık indeksi sınıflamasına göre Diyarbakır az nemli ve kuru karakterli, Bagnouls-Gaussen yöntemine göre çok kurak, Geliştirilmiş Fournier yağış indisine göre çok yağışlı, aşındırıcı güç indisi değerine göre orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Diyarbakır kurak dönemin Haziran-Eylül arası olmak üzere 4 ay olduğu, kritik az nemli ve kuraklık riski taşıdığı sonucuna varılmıştır.

GİRİŞ

Dünya oluşumundan beri çeşitli iklim evrelerinden geçerek bugünkü halini almıştır. Yeryüzünde insanoğlu yaşamı için iklimin elverişli şartlarda olması ve su kaynaklarının yeterince bulunması gereklidir. İklim, değişken hava şartlarının bir ortalaması olup sıcaklık, yağış miktarı, rüzgar, hava basıncı ve nem oranı gibi elemanlarının ölçüm değerleri ile tanımlanır.

İklim değişikliği yerkürenin değişik zamanlarında atmosfer kimyasının farklılaşması ile ortaya çıkmıştır. İklimin en önemli bileşenleri atmosferdeki kimyasal terkip ile bunun hareketini sağlayan güneş ışınımı enerjisi ve bu ışınımın yeryüzü ile olan etkileşimleridir. Fosil yakıt kullanımı ve sanayileşme süreçleri gibi insan etkinlikleri sebebiyle atmosferdeki sera

DIYARBAKIRDA DOĞAL HAYAT SU, İKLİM, ENERJİ VE MADEN

Nizamettin HAMİDİ

Dicle Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi İnşaat
Mühendisliği Bölümü,
Diyarbakır,
nhamidi@dicle.edu.tr

gazları artmakta ve yer kürenin ısıtım dengesi bozulur, iklimdeki sıcaklık artışı yönündeki değişiklikler meydana gelmektedir[1]. 20. yüzyıl boyunca yeryüzünün ortalama küresel yüzey sıcaklığı $0,6 (\pm 0,2)^\circ\text{C}$ arttığı ve gelecek yüzyılda da bu sıcaklığın $1,4-5,8^\circ\text{C}$ arasında artabileceği öngörülmüştür. Ayrıca sıcak hava dalgalarının daha sık, uzun süreli ve şiddetli olabileceği belirtilmektedir [2,3]. Atmosferde meydana gelen değişiklikler buzulların erimesine, buna bağlı olarak deniz seviyesinin yükselmesine, yağış rejimindeki değişimlere ve dünyanın küresel olarak ısınmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma iklim değişikliğinin yanı sıra taşkın ve kuraklık gibi ekstrem olaylarda artışlar yapabilmektedir [4].

Kuraklık yıllık ortalama toplam yağışların normal düzeyinin altına düşmesi ile hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir olaydır. Artan sıcaklık ve azalan yağışlarla görülen kuraklık bütün afetler arasında en çok etkiye sahip doğal afetler arasında yerini almaktadır. Bazı bölgelerde sıcaklıklar ortalama değerlerin üzerine çıkarken ters orantılı oluncasına yağışlardaki azalma kuraklık derecesinde (süre, şiddet, sıklık) kendini göstermektedir [4].

Kuraklığın temeli su eksikliğidir. Yağış, akış gibi değişkenlerin kaydedilen normal seviyelerinin altına düşmesi sonucu oluşan toplam su eksikliği kuraklık olarak tanımlanır. Etki alanına göre çeşitli kuraklık tanımları yapılmıştır. McGuire ve Palmer [5] yıllık veya aylık yağışın normalin belirli bir yüzdesinden daha az olması halini kuraklık olarak tanımlamıştır. En yaygın kuraklık tanımı, Wilhite ve Glantz [6] tarafından meteorolojik, hidrolojik, klimatolojik,

atmosferik, tarımsal ve su yönetimi olarak altı kategoride gruplandırılarak yapılmıştır.

Bir zaman periyodu boyunca oluşan su eksikliğine göre çeşitli yöntemler kullanılarak bir kısmı Türkiye geneli, bir kısmı ise havza ve coğrafi bölge kapsamında olmak üzere kuraklık indisleri geliştirilmiştir. De Martonne ve Thornthwaite formülleri kullanılarak Türkiye'nin kurak aylar sayısı incelenmiş ve kuraklık indisleri haritası hazırlanmıştır [7,8:9]. De Martonne yöntemi kullanılarak Diyarbakır ve çevresinde Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının çok kurak geçtiği saptanmıştır [10].

Türkiye'nin büyük bölümünde kurak koşulların yılın önemli bir kısmını kapsadığı, kuraklığın şiddeti ve süresi bakımından kurak bölgelerin sırasıyla Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege kıyı kesimleri, İç Anadolu, Trakya ve Doğu Anadolu olduğunu belirtmiştir [11,12]. Thornthwaite, De Martonne ve Erinc Kuraklık indislerini kullanarak Türkiye'deki yağış yetersizliğinin yol açtığı kuraklık sorunu ve etkilenen bölgeler belirlenmiştir [13]. Standartlaştırılmış yağış indeksi ile [14] ve Palmer kuraklık şiddeti indisi ile [15] Türkiye'nin geçmiş dönem kuraklıkları tespit edilmiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde Thornthwaite yöntemine göre 22 istasyon incelenmiş, 11'nde (bunlar denize yakın) kurak dönemin olmadığı, diğer iç kısımlardaki (daha çok karasal iklim) 11 istasyonun kurak olduğu belirlenmiştir [16]. Yine aynı bölgede hesaplanan Fournier indeksi ile 1000 mm' nin üzerinde yağış alan yerlerde yağış erozyonu riskinin olduğu, iç kısımlarda ise bu riskin azaldığı belirtilmektedir [17].

Bitki örtüsünden yoksun Güneydoğu Anadolu Bölgesinde erozyon ve kuraklık zamanla gelişen önemli doğal afetler arasında yerini almaktadır. Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu bölgesinin iklim özelliklerini taşır. Diyarbakır'da sıcaklık, yağış ve kuraklık ile ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Türkiye'de kuraklık durumunu ortaya koymak, sıcaklık ve yağış miktarlarındaki değişimi belirlemek amacıyla yapılan çalışmada Diyarbakır için 1970 yılı öncesi ve 1970-1980 yılları arasında ortalama sıcaklıkta 0,6 °C ve yağışlarda 26 mm azalma gösterdiği belirlenmiştir. Kuraklık ise aynı dönemlerde Thornthwaite yöntemine göre Diyarbakır'ın 32-63 sınıf aralığında az nemli sınıfa girdiği belirtilmektedir [18]. Diyarbakır için Geliştirilmiş Fournier Yağış İndisi 94.68 (dağılımı 91-120) ile 3. sınıf olmak üzere orta; Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndisi 212,8 (dağılımı>130) ile 4. sınıf olmak üzere çok kurak; Aşındırma İndisi 12 ile (dağılımı>8) 3. sınıf olmak üzere yüksek olduğu belirlenmiştir. [19]. Diyarbakır'ın 1960-1990 yılları arasında 31 yıllık aylık yağış ve sıcaklık ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak hazırlanan su bilançosu göre 677,3 mm ile Haziran- Kasım aylarında su eksiği, diğer aylarda 223.8 mm su fazlası olduğu tespit edilmiştir [20]. Diyarbakır kent merkezinde 1972-2005 yılları arasında en yüksek günlük maksimum sıcaklığın, 44,8 °C ile Ağustos ayında en düşük değerinin ise -12,4 °C ile Aralık ayında ve aynı periyotta en yüksek günlük minimum sıcaklığın, 28,6 °C ile Temmuz ayında, en düşük değerinin ise -23 °C ile Aralık ayında gerçekleştiği görülmüştür[21].

Çalışmanın amacı, uzun yıllar ortalama yağış ve sıcaklık verilerini kullanarak, Diyarbakır'da farklı kuraklık büyüklükleri için analizler yaparak, kuraklık sorununu ortaya koymak, sıcaklık ve yağış miktarlarındaki değişiklikler ile birlikte risk durumunu belirlemektir.

Çalışma Alanı

Diyarbakır ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında, Mezopotamya'nın kuzey batısındadır. Doğudan Batman, Muş; Güneyden Mardin; batıdan Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya; kuzeyden Elazığ ve Bingöl illeriyle çevrilmiştir. İl merkezi coğrafik konum olarak 37°55' kuzey enlemi ve 40°15' doğu boylamında yer almaktadır. Kent nüfusu 1997 yılında 641616, 2000 yılında 721463, 2008 yılında 851902 kişi olup, yüzölçümü 15355 km²'dir

İl toprakları doğudan kuzey Dicle havzasının doğu kesimi, kuzeyden Güneydoğu Torosların dış sınırları batıdan 1954 m. yükseltisi ile Karacadağ volkanik kütlesi ve güneyden Mardin eşiği ile sınırlanmıştır. Denizden yüksekliği 650–670 m. olup, il merkezi çanak şeklinde düzlük alan oluşturmaktadır[22]. Diyarbakır bitki örtüsü steplerdir. Steplerin büyük kısmı doğal değil, antropojendir. Ormanların varlığı pek azdır.

Bismil, Diyarbakır, Ergani ve Göksu-Çınar ovaları, oldukça tarıma elverişli kısmen sulak, kısmen kuru olan ilin en büyük ovalarıdır. Diyarbakır'ın en önemli akarsuları Dicle nehri ve kollarıdır. Kaynağını Güneydoğu Toroslardan alan Dicle nehri dağlık alanda dar ve derin vadilerden geçerek kuzeybatı-güneydoğu yönünde akar. Diyarbakır önlerine vardığı zaman oldukça geniş, ova görünümlü bir vadide akmağa başlar. Nehrin kolları, kuzeyde Ambar ve Pamuk Çayları, güneyde Ballıkaya, Olucak, Göksu, Savur Çayları, kuzeydoğuda Batman Çayı'dır[23]. Ayrıca il sınırlarında işletmede bulunan Kralkızı, Dicle, Göksu ve Devegeçidi yapay baraj gölleri ve göletler vardır.

Türkiye'de Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından sürdürülmekte olan ölçümler bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada sıcaklık- yağış ve kuraklık analizi ile ilgili veriler, 1939–1990 yılları arasındaki 51 yıllık ölçülen uzun yıllar ortalamaları ve 1990–2000 yılları arasındaki 10 yıllık ortalamaları alınarak Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarından sağlanmıştır[24,25]. Verilerle ilgili bilgiler Tablo 2 ve 3'te verilmiştir.

İklim Özellikleri

Diyarbakır'da sert bir kara ve yarı kurak yayla iklimi egemendir. Yazları çok sıcak geçer, bazı yıllarda kış aylarında sert soğuk iklim şartları görülür. 1929–2005 yılları arasındaki Diyarbakır meteoroloji istasyonunun gözlem kayıtlarına göre uzun yıllar sıcaklık ortalamaları en yüksek 22,5°C, en düşük 8,7°C ve ortalama 15,8°C'dir. En yüksek sıcaklık 46,2 °C ile 21.07.1937 tarihinde, en düşük sıcaklık ise -24,2 °C ile 11.01.1933 tarihinde kaydedilmiştir. Diyarbakır'da yağışlar, çoğunlukla kış ve ilkbahar aylarında görülür.

Yağışlar güneyden kuzeye ve kuzey batıya doğru gittikçe artar. Ortalama yağışın 212,1 mm ile % 43,4'ü kış, 180,5 mm. ile % 37'si ilkbahar, 87,9 mm. ile % 18'i sonbahar, 7,9 mm. ile % 1,6'sı yaz mevsiminde düşmektedir. En çok ortalama aylık toplam yağış miktarı 73,6 mm ile Ocak ayında, en az ortalama aylık toplam yağış miktarı 0,4 mm. ile Ağustos ayında düşmüştür. Ortalama yıllık toplam yağış miktarı 488,4 mm'dir. En çok yağış 703,5 mm. ile 1967 yılında, en az yağış ise 206,2 mm. ile 1932 yılında olmuştur. Yıllık ortalama yağışlı gün sayısı 88,4 gündür. Yağışlı günlerin en fazla olduğu ay 13,3 gün ile Ocak, en az ise 0,3 gün ile Ağustos ayıdır. Yıllık ortalama kar yağışlı gün sayısı 12,4 gündür. En yüksek kar kalınlığı 65 cm. olarak Ocak ayında tespit edilmiştir. Yıllık ortalama Oranlı yağışlar gün sayısı 20'dir. Yıllık ortalama kapalı gün sayısı 62,22, açık gün sayısı 146,4, bulutlu gün sayısı 156,7, sisli gün sayısı 13,7 ve dolulu gün sayısı 3,4 gündür. Yıllık ortalama aktüel basınç değeri 936,1 mb.'dır [26].

Ortalama nisbi nem % 54' tür. Ortalama en fazla nem, Ocak ve Aralık aylarında % 77; en az nem

ise Temmuz ve Ağustos aylarında % 27 civarındadır. Bölgede yazlarının sıcak ve nemin az olmasından dolayı, sıcaklıklar Akdeniz Bölgesindeki gibi fazlaca bunaltıcı olmamaktadır. Yıllık toplam buharlaşma miktarı 1782,8 mm.'dir. Aylık ortalama buharlaşma miktarı 401,2 mm. ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir. Ocak ve Şubat aylarında buharlaşma görülmemektedir. Uzun yıllar verilerine göre; ortalama rüzgar hızı 2,4 m/s'dir. Ortalama rüzgar Haziran ve Temmuz aylarında azami hızını bulur. En kuvvetli rüzgar şubat ayında 33,8 m/s olarak, saate ortalama 121,7 km. hızla güneyden (S) esiş göstermiştir. Yörede hakim rüzgar, kuzeybatı (NW-Karayel) yönlüdür [26].

Yöntem

Bu çalışmada Diyarbakır sıcaklık ve yağış istasyonundaki verilerden yararlanılarak, önce Thornthwaite tarafından önerilen kuraklık indeksi eşitliği, daha sonra yağışların aşındırıcı güç indisinin hesaplanmasında geliştirilmiş Fournier yağış indisi ile Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu yöntemler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Thornthwaite Yöntemi

Thornthwaite yöntemi yağışın kaybedilen sudan fazla olduğu zaman iklimin yağışlı, su yetersizliğinin ihtiyaca göre daha fazla olduğu yerlerde iklim kuraktır prensibine dayanır. Atmosferden gelen suyun bir kısmı topraktan veya su yüzeylerinden evaporasyonla ya da bitkilerin topraktan aldığı suyu transporasyonla, tekrar geri verilir. Suyun bir kısmı da ya toprak yüzeyinden akıp gider ya da toprağın içerisine süzülür [27:16]. Thornthwaite yöntemi ile bir bölgenin iklim tipi belirlenirken öncelikle meteorolojik elemanlardan ortalama aylık ve yıllık sıcaklık değerlerine ihtiyaç duyulur[28:16]. Ortalama sıcaklık ve ortalama yağış elemanları ve çeşitli amprik bağıntıların yardımıyla iklim tipini belirleyen indis değerleri hesaplanır. Böylece hesaplanan indis değerleri ile ilgili istasyonların iklimsel karakteristikleri belirlenir. Meteoroloji istasyonlarından elde edilen sıcaklık ve yağış verilerinden yararlanılarak hesapların yapılması için Thornthwaite tarafından önerilen kuraklık indeksi eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$(P-E)=\sum_{i=1}^{12} (P/(0,639 T+7,81)))^{10/9} \quad (1)$$

Burada; (P - E) Eşdeğer toprak rutubeti veya Thornthwaite kuraklık indeksi, P (mm) ortalama aylık yağış miktarı ve T (°C) ortalama aylık sıcaklığı göstermektedir.

Geliştirilmiş Fournier Yağış İndisi

Bu indisin hesaplanmasında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$Y_i = \sum_{i=1}^{12} P_i^2 / \bar{P} \quad (2)$$

Burada; P_i (mm) i ayında toplam yağışı ve $\bar{P}$ (mm) yıllık ortalama yağış miktarını göstermektedir.

Bagnouls-Gausson Kuraklık İndisi

Kuraklık indeksi (Kİ) hesabı için kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$K_i = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - P_i) k_i \quad (3)$$

Burada; t_i (°C) i ayındaki aylık ortalama sıcaklığı, P_i (mm) i ayındaki aylık toplam yağış miktarını ve k_i (2t_i - P > 0) olduğu ayın değerlendirilmesini göstermektedir. Kuraklık İndisi (Kİ) değeri için (k_i) değerleri yalnızca aylık ortalama sıcaklığın iki katının, aynı ayda kaydedilen yağış miktarından daha fazla olduğu aylar dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Yağışların Aşındırıcı Güç İndisinin Hesaplanması

Yağışların aşındırıcı gücü indeksi (AGİ), özellikle yağışların şiddetine, miktarına ve dolayısı ile içerdikleri kinetik enerjiye bağlıdır. Yağışların aylık toplam miktarları ile yıllık ortalama miktarlarını tanımlayan "Geliştirilmiş Fournier Yağış İndisi (Yİ)" ve yağışların aylık toplam

miktarları ile ortalama sıcaklıklarını sentezleyen Bagnouls-Gausson Kuraklık indeksi (Kİ)'den yararlanılarak hesaplanmaktadır [19,29].

Kurak, yarı kurak ve nemlilik durumunu belirlemek için Thornthwaite kuraklık indeksi, Bagnouls-Gausson kuraklık indeksi, yağış durumunu belirlemek için Geliştirilmiş Fournier yağış indeksi ve yağışların aşındırıcı güç indeksi değerlerinin dağılım, sınıflaması ve tanımı Tablo 1'de verilmiştir.

Thomthwatle Kuraklık İndisi		Bagnouls-Gausson Kuraklık İndisi			
Dağılım	Tanımı	Dağılım	Sınıfı	Tanımı	
>128	Islak	0	1	Nemli	
64-127.	Nemli	1- 50	2	Yarı Nemli	
32-63	Az Nemli	51-130	3	Kurak	
16.32	Kuru	>130	4	Çok Kurak	
Fournier Yağış İndisi		Aşındırma Güç İndisi			
Dağılım	Sınıfı	Tanımı	Dağılım	Sınıfı	Tanımı
>60	1	Çok az	>4	1	Düşük
60- 90	2	Az	6- 8	2	Orta
91-120	3	Orta	>8	3	Yüksek
121-160	4	Yüksek			
>160	5	Çok Yüksek			

Tablo 1. Kuraklık-yağış ve aşındırıcı güç indeksi dağılım, sınıflama ve tanımı

Bulgular

Sıcaklık ve Yağış Analizi

Diyarbakır düz ova ve çanak şeklinde olup, kuzeyindeki yüksek dağlar yöre iklimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kış mevsiminde buralarda oluşan yüksek basınç alanı, yörede kış aylarının soğuk geçmesine neden olur. Çöl ikliminin güney kısımlarda etkili olması, serin

hava kitlelerinin kuzeyden güneye girmesine engel olması sonucu yaz ayları çok sıcak geçmekte ve çoğunlukla tipik bir kara iklimi hüküm sürmektedir. Diyarbakır meteoroloji istasyonuna ait uzun dönem 1928–1979 (52 yıllık) ve 1979–1999 (20 yıllık) yılları arasında aylık ortalama sıcaklık değerleri çalışmada değerlendirmek amacı ile Tablo 2’de ve her iki dönemin değişim grafiği Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre uzun dönem sıcaklık ortalamaları en yüksek 31 °C ile Temmuz ayında, en düşük 1.6 °C ile Ocak ayında ve ortalama 15.9 °C’dir. 20 yıllık dönemin ortalama sıcaklığı ise 0.4 °C azalma ile 15.5 °C olmuştur. Ocak ve Haziran ayında sıcaklıkta 0.1 °C ile artma, Temmuz ayında değişim olmadığı ve diğer aylarda azalma olduğu görülmüştür.

Şekil 1. Diyarbakır uzun dönem ve 20 yıllık a) aylık ortalama sıcaklık ve b) aylık toplam yağış miktarının değişimi

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1980	51,7	112,4	91,2	95,5	22,0	9,5	0,0	0,0	0,0	3,4	49,8	130,9	566,4
1981	92,4	67,5	133,1	38,7	53,1	19,3	0,0	0,0	0,1	26,2	57,5	49,1	537,0
1982	54,7	26,7	86,9	139,7	93,9	10,4	0,5	0,0	3,7	14,4	36,3	61,1	528,3
1983	94,3	76,6	46,3	29,0	48,1	16,9	2,8	0,2	1,5	13,6	98,7	41,4	469,4
1984	44,9	25,8	75,9	33,8	14,0	0,2	0,1	0,0	0,0	33,9	80,6	39,8	349,0
1985	66,2	116,6	48,3	121,7	21,5	0,1	0,0	0,0	0,0	33,6	55,8	91,7	555,5
1986	32,4	118,1	48,6	42,7	64,1	0,4	0,1	3,4	3,6	24,0	43,3	16,8	397,5
1987	83,0	27,9	120,9	10,8	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	148,1	46,7	162,0	603,2
1988	102,0	54,9	83,0	125,9	29,9	2,8	0,4	0,2	2,3	85,4	52,9	82,3	622,0
1989	0,7	29,6	85,0	1,8	1,5	1,1	0,0	3,8	1,4	51,0	92,2	20,7	288,8
1990	69,5	89,9	29,0	79,0	4,0	25,4	0,0	0,0	0,0	1,3	34,4	40,1	372,6
1991	66,8	65,3	123,2	31,5	46,0	4,3	0,0	0,0	0,0	25,8	58,8	147,9	569,6
1992	39,9	111,0	14,8	20,9	79,8	39,8	0,0	0,0	0,7	0,5	77,7	43,4	428,5
1993	65,8	91,9	54,9	58,5	119,5	5,5	0,0	1,6	0,0	11,6	99,1	8,7	517,1
1994	133,6	54,2	45,2	48,1	33,7	1,0	0,0	0,0	0,6	55,7	115,4	89,1	576,6
1995	83,1	55,0	49,5	115,6	20,8	20,3	0,0	0,0	0,0	10,9	56,2	0,0	411,4
1996	142,8	71,7	210,3	54,8	8,0	0,2	2,4	0,0	8,5	27,4	3,5	133,5	663,1
1997	25,3	48,7	44,7	34,6	12,8	4,3	0,0	0,0	25,2	91,0	59,4	80,9	426,9
1998	75,2	41,7	70,5	75,6	86,3	1,7	0,5	0,0	0,0	0,2	27,2	62,3	441,2
1999	15,6	45,5	52,0	76,1	22,4	1,1	0,9	0,0	10,5	2,7	1,9	31,5	260,2
Ortalama	67,0	66,6	75,7	61,7	39,1	8,4	0,4	0,5	2,9	33,0	57,4	66,7	479,2

Tablo 2. Diyarbakır aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarının değişimi

Diyarbakır'da yağışlar, güneyden kuzeye ve kuzeybatıya doğru gittikçe artar. Kuzey ve batı kısımlardamevcutdağlaraçarpanveyükselmeye başlayan hava kitleleri soğuyarak kısa zamanda doyma noktasına varmakta ve yağışlara neden olmaktadır. Diyarbakır genelinde en çok yağışın kış ve sonbahar mevsimlerine ait aylarda yağdığı görülmektedir. Uzun dönem 1929–1979 (51 yıllık) ortalama aylık toplam yağış miktarı ve değişimi Tablo 2’de ve Şekil 1’de 1979–1999 yılları arasında (20 yıllık) ortalama aylık toplam yağış miktarı Tablo 3’de verilmiştir.

Uzun yıllar yağış verilerine bakıldığında ortalama aylık toplam yağış miktarı en çok 76.6 mm ile Ocak ayında, en az 0.5 mm. ile Ağustos ayında düşmüştür. 1980–1999 yılları arası 20 yıllık dönemde; en çok yağış 75.7 mm. ile Mart ayı ve 663.1 mm. ile 1996 yılı, en az yağış ise 0.4 mm. ile Temmuz ayı ve 260,2 mm. ile 1999 yılında gerçekleşmiştir. En çok aylık toplam yağış miktarı 210.3 mm. ile 1996 yılı Mart ayında yağmıştır. Aylık toplam yağışlarda Mart, Mayıs, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında artma, Ağustos ve Eylül ayında aynı ve Ocak, Şubat, Nisan, Temmuz ve Aralık aylarında azalma yönünde bir değişim göstermiştir. 1979 öncesi uzun dönem yıllık toplam yağış miktarı ortalama 495.1 mm iken 1980–1999 yılları döneminde 15.9 mm. azalma ile 479.2 mm’ye düşmüştür. Ancak 1990–1999 yılları 10 yıllık döneme göre 28 mm’lik azalma görülmüştür. 10 yıllık dönemler halinde son yıllara doğru yağışlarda görülen azalmalardaki artış anlamlıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yağışların 1961, 1970, 1973, 1984, 1989, 1999, 2000 ve 2008 yıllarında çok normallerin altında, 1963, 1968, 1976, 1988 ve 1996 yıllarında normallerin üstünde

olduğu belirtilmektedir[26]. Diyarbakır’da bu yıllarda benzer durum görülmektedir.

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)				
Aylar	1928-1979	1980-1999	Fark	Değişim
Ocak	1,6	1,7	0,1	Artma
Şubat	3,6	3,1	-0,5	Azalma
Mart	8,3	7,8	-0,5	Azalma
Nisan	13,9	13,7	-0,2	Azalma
Mayıs	19,4	19,0	-0,4	Azalma
Haziran	25,9	26,0	0,1	Artma
Temmuz	31,0	31,0	0	Yok
Ağustos	30,5	29,9	-0,6	Azalma
Eylül	24,9	24,4	-0,5	Azalma
Ekim	17,2	16,7	-0,5	Azalma
Kasım	10,0	8,8	-1,2	Azalma
Aralık	4,2	3,7	-0,5	Azalma
Ortalama	15,9	15,5	-0,4	Azalma
				Yıllık Toplam

Aylık Toplam Yağış (mm)			
1928-1979	1980-1999	Fark	Değişim
76,6	67,0	-9,6	Azalma
69,3	66,6	-2,7	Azalma
64,4	75,7	11,3	Artma
75,7	61,7	-14,0	Azalma
42,4	39,1	3,3	Artma
7,0	8,4	1,4	Artma
0,8	0,4	-0,4	Azalma
0,5	0,5	0	Yok
2,9	2,9	0	Yok
28,3	33,0	4,7	Artma
53,6	57,4	3,8	Artma
73,6	66,7	-6,9	Azalma
41,26	39,9	-1,4	Azalma
495,1	479,2	-15,9	Azalma

Tablo 3. Diyarbakır ortalama aylık toplam yağış miktarı (mm)

Kuraklık Analizi

Diyarbakır’da sıcaklık ve yağış dağılımlarına göre kuraklık durumunu incelemek amacıyla 1980 öncesi 1980–1999 yılları arasında aylık

ortalama sıcaklık ve ortalama aylık toplam yağış verilerden yararlanılmıştır. Thornthwaite denklemi ile hesaplanan kuraklık indisi değerleri 1980 öncesi yıllık ortalama olarak Tablo 4'te, 1980-1999 yıllarındaki değerler Tablo 5'te ve kuraklık indisi değerlerinin yıllara göre değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar referans değerlerle (Tablo 1) karşılaştırılmıştır. Tablo 1'de verilen kuraklık sınıflamasına göre indisi değerleri büyük ise ıslak, küçük ise çok kurak olarak yorumlanmaktadır. Diyarbakır Kuraklık İndisi (Kİ) değerleri her sene farklılık göstermiştir. 1980 öncesi ortalama kuraklık indisi değeri 48.05 ve 1980-1999 yıllarında 48.86 olarak hesaplanmıştır.

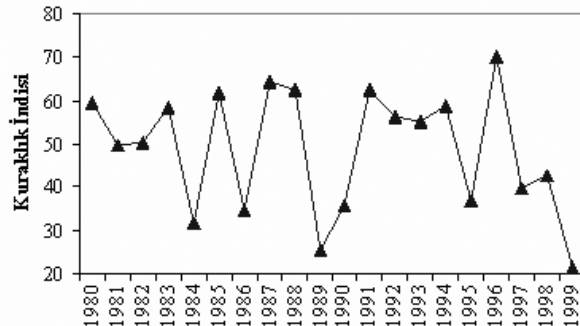
Bu indisi değerlerine göre Diyarbakır az nemli karakterlidir. 1980-1999 döneminde Kİ değeri 21.41 ile 1999 yılı çok kurak, 69.96 ile 1996 yılı nemli geçmiştir. Tablo 5 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi 1984, 1989, 1999 yılları kuru (dağılımı 16-32 arası), 1987, 1996 yılları nemli (dağılımı 64-127 arası) ve diğer yıllar az nemli (dağılımı 32-63 arası) sınıfa dahildir. Dağılımı ıslak sınıfa ait yıllara rastlanmamıştır. Buna göre Diyarbakır kuraklık riski taşımaktadır. Ortalama yağış ve maksimum sıcaklığa göre inceleme yapılırsa Kİ değerlerinin daha küçük ve kuraklığa doğru gidiş olabileceği söylenebilir.

Thornthwaite Kuraklık İndisi		Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndisi		Fournier Yağış İndisi		Aşındırma Güç İndisi	
Dağılım	Tanımı	Dağılım	Sınıfı	Dağılım	Sınıfı	Dağılım	Sınıfı
48,05	Az nemli	219,5	4	31,25	1	4	2
			Çok Kurak		Çok az		Orta

Tablo 4. Diyarbakır kuraklık-yağış ve aşındırıcı güç indisi değerleri (1980 öncesi)

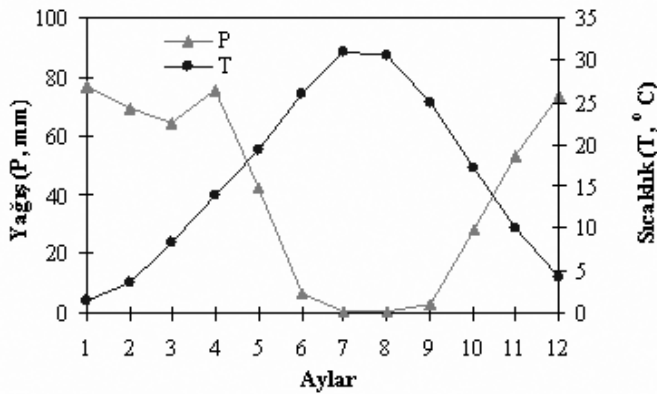
Yıllar	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
İndis Değeri	59,48	49,56	50,49	58,26	31,85	61,66	34,55	64,20	62,56	25,50
Tanımı	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Kuru	Az nemli	Az nemli	Nemli	Az nemli	Kuru
Yıllar	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
İndis Değeri	35,66	62,57	56,24	55,20	58,66	36,86	69,96	39,85	42,77	21,41
Tanımı	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Az nemli	Nemli	Az nemli	Az nemli	Kuru
1980-1999 yıllar ortalaması : 48,86										

Tablo 5. Thornthwaite yöntemine göre kuraklık indisi değerleri (1980-1999)



Şekil 2. Thornthwaite yöntemine göre Diyarbakır kuraklık indisi değişimi

Uzun dönem 1980 öncesi Diyarbakır istasyonu için Geliştirilmiş Fournier yağış indisi, Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi, Geliştirilmiş Fournier yağış indisi ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indisinin birlikte kullanılması ile aşındırıcı güç indisi değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 1’deki dağılıma göre tanımları yapılarak Tablo 4’te verilmiştir. Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi 219.5, Fournier yağış indisi 31.25 ve aşındırıcı güç indisi 4 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Diyarbakır çok kurak karakterli, çok az yağışlı ve yağışların aşındırma etkisi orta şiddette olduğu görülmektedir. Diyarbakır az dağlık ve ova görünümünde olmasına rağmen yağış indisi yönünden çok az yağışlı sınıfa girmesi ve yağışların aşındırma etkisinin orta seviyede olması dikkat çekicidir. Bu durum yörenin bitki örtüsünden yoksun olduğunu teyit etmektedir. Şekil 3’te görüldüğü gibi uzun dönem sıcaklık ve yağış verilerine göre Diyarbakır’ın kurak dönemleri Haziran-Eylül arası olmak üzere yaklaşık 4 ay olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Diyarbakır’ın sıcaklık ve yağış dağılımına göre kurak dönemi

Sonuçlar

Diyarbakır meteoroloji istasyonuna ait uzun dönem ve devam eden 20 yıllık yıllara göre ortalama sıcaklık ve yağış miktarlarının değişimlerinin analizi yapılmıştır. Uzun dönem 1979 öncesi 52 yıllık ortalama sıcaklık 15,9 °C iken bu değer devam eden 1980–1999 yılları 20 yıllık döneme göre 0,4 °C azalma ile 15.5 °C olmuştur. Ancak yapılan bir çalışmada geçmişi daha yakın uzun dönem maksimum sıcaklıkların ortalamasında artışlar olduğu belirlenmiştir [21]. Ortalamalar açısından soğuma, maksimumlar yönünden ısınma dikkat çekicidir.

Yağış miktarlarının dağılımı incelendiğinde, normallerin altında yağışların yıl sayısı normallerin üstündeki yağışların yıl sayısından daha fazla ve yağışlarda sonraki dönemlerde azalmalarda artış tespit edilmiştir. 1979 öncesi uzun dönem 51 yıllık toplam yağış miktarı ortalama 495,1 mm iken, 1980–1999 yılları döneminde 15,9 mm. azalma ile 479,2 mm’ye düşmüştür. 10 yıllık (1990–1999 yıllarında) dönemde 28 mm’lik azalma olmuştur. 20 yıllık dönemde en çok toplam yağış 663,1 mm. ile 1996 yılında ve bu yağışın 210,3 mm’lik kısmı Mart ayında yağmıştır. En az toplam yağış ise 260,2 mm. ile 1999 yılında yağmıştır. Yaklaşık olarak ortalama yağışın % 44’ü kış, % 37’si ilkbahar, % 18’i sonbahar ve %1’i yaz mevsiminde düşmektedir. En çok yağışın Ocak ve Mart aylarında ve tüm yılların yaz aylarında sifıra yakın yağış olduğu gözlenmiştir. Aylara göre yağış dağılımı homojenlik göstermediği için, kış ve bahar aylarında su fazlalığı görülmediği gibi yaz aylarında sulama ve diğer kullanımlar için şiddetli su ihtiyacı görülmektedir.

Diyarbakır'ın kuraklık durumunu belirlemek amacıyla 1980 öncesi uzun dönem ve 1980-1999 yılları 20 yıllık dönem için aylık ortalama sıcaklık ve ortalama aylık toplam yağış verileri kullanılarak yapılan bu çalışmanın ilk aşamasında Thornthwaite yöntemine göre değerlendirme yapılmıştır. Buna göre 1980 öncesi ortalama kuraklık indisi değeri 48.05 ve 1980-1999 yıllarında 48.86 olarak hesaplanmıştır. Bu indisi değerlerine göre Diyarbakır genel olarak kuruya yakın az nemli karakterlidir. 1932, 1961, 1970, 1973, 1984, 1989 ve 1999 yılları kuru, 1974, 1987 ve 1999 yılları nemli, diğer yıllar az nemli veya daha çok kuraklığa yakın az nemli geçmiştir. 1980-1999 döneminde 1999 yılında 21.41 ile çok kurak 1996 yılında 69.96 ile nemli karakterli olduğu tespit edilmiştir. Dağılımı ıslak sınıfa ait yıllara rastlanmamıştır.

Yıllık ortalama yağışlar ile yaz aylarında düşen yağışlar arasındaki büyük farklar çok şiddetli yaz kuraklığını somut bir şekilde belirtmektedir. Diyarbakır'ın kurak dönemleri Mayıs ayının ortalarından başladığı ve Eylül ayının ortalarına kadar devam ettiği ve tam olarak kurak devre Haziran-Eylül arası olmak üzere 4 ay olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Ortalama yağış ve maksimum sıcaklığa göre inceleme yapılırsa Kİ değerlerinin daha küçük ve kuraklığa doğru gidiş olabileceği söylenebilir. Bu nedenle Türkiye'de kuraklığın şiddeti ve süresi bakımından kuraklığın en fazla hissedildiği Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Diyarbakır ili kritik az nemli ve kuraklık riski taşımaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında 1980 öncesi uzun dönem için, Geliştirilmiş Fournier yağış indisi, Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi, Geliştirilmiş Fournier yağış ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indisinin birlikte kullanılması ile aşındırıcı güç indisi yöntemleri kullanılmıştır. Buna Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi 219,5 değeri ile Diyarbakır çok kurak karakterli, Fournier yağış indisi 31,25 değeri ile çok az yağışlı ve aşındırıcı güç indisi 4 değeri ile yağışların aşındırma etkisi orta şiddette olduğu belirlenmiştir. Diyarbakır ova görünümünde, çok az yağışlı sınıfa girmesi ve yağışların aşındırma etkisinin düşük seviyede olmaması, bitki örtüsü ve ormanlık alanların yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır.

Kuraklık; ekonomi, çevre ve toplum üzerinde olumsuz etkilerinin yanı sıra tarımsal ürünlerin, gıda üretiminin, su kaynaklarının, otlak ve orman alanların neden olur. Bu nedenle kuraklık durumu ile ilgili bilgiler güvenilir

ve zamanında elde edilerek, bunların olumsuz etkileri önceden tahmin edilmeli ve gerekli önlemlerin alınması gereklidir. Genel olarak kısa ve uzun vadeli planlamalar yapılmalıdır.

Yağışın yetersiz veya hiç olmaması, buna karşın özellikle yaz aylarında sıcaklığın yüksek değerlere ulaşması bitki yetiştiriciliği açısından iyi verim alabilmek için, sulamanın zamanında ve uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Özellikle üreticinin sulamayı tekniğine uygun biçimde yapması sağlanmalıdır. Salma sulama yöntemi terk edilip, daha az su gerektiren damla sulama uygulanmalıdır. Bu konuda basılı ve görsel medyada ilgili gerekli eğitici programlar hazırlanmalı, suyun ekonomik biçimde kullanılması sağlanmalıdır. Daha az su tüketen bitkilerin yetiştirilmesi, birim alana düşecek bitki sayısının arttırılması ve ormanlık alanların arttırılması ve korunması gerekir. İklim öngörüsü için modeller oluşturulmalı ve bölge bazında uygulanmalıdır. Kuraklığın gelecekteki etkilerini ortaya koymak amacıyla bilimsel ve teknik düzeylerdeki toplantılar daha fazla yapılmalı ve uluslararası işbirliği oluşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Şen,Z., "İklim Değişikliği Tatlı Su Kaynakları ve Türkiye", Su Vakfı Yayınları,272 sayfa, İstanbul, 2009 a.
2. EPA., "National Emissions Inventory Data and Documentation", U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, <http://www.epa.gov/climatechange/science/pastcc.html>, 2002.
3. IPCC, "Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers -Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ", IPCC Secretariat, WMO, Geneva, 2007.
4. Şen,Z., "Kuraklık Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri", Su Vakfı Yayınları,248 sayfa, İstanbul, 2009 b.
5. Mcguire, J.K., and Palmer, W.C., "The 1957 Drought in the Eastern United States", Monthly Weather Review, 85, 305-314. 1957.
6. Wilhite, D.A., and Glantz, M.H.,. "Understanding the Drought Phenomenon, The Role of Definitions", IWRA,Water International, 10(33),111-120.1985.
7. Erinc, S., "The Climates of Turkey according to Thornthwaite's classifications",AnnalsoftheAssociationofAmericanGeographers,39(1), 26-36.1949.
8. Erinc, S., "Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis ", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 41, 62s., İstanbul, 1965.
9. Toğan, İ., " Ege Bölgesi İç Kesiminde Bazı Önemli Merkezlerde Meydana Gelen Kuraklık Üzerine Bir İnceleme", Yüksek Lisans Tezi,Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, İzmir,1996.
- 10.İnandık, H. , "Diyarbakır Yöresindeki Kuraklık İndisleri ve İklim Diyagramları", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 2, 105-112,İstanbul, 1951.
- 11.Tümertekin, E., "Türkiye'de Kuraklık İndisleri", Türk Coğrafya Kurumu 9. Coğrafya Meslek Haftası, Tebliğler ve Konferanslar, Sayı2, 107-118, 1955.
- 12.Tümertekin, E., "Türkiye'de Kuraklık Süresinin Coğrafi Dağılışı", Türk Coğrafya Dergisi, 15, 145-150, 1956.
- 13.Koçman, A.,. "Türkiye'de Yağış Yetersizliğine Bağlı Kuraklık Sorunu", Ege Coğrafya Dergisi, 7, 77-88, 1993.
- 14.Türkeş, M., "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey", International Journal of Climatology, 16, 1057-1076, 1996.

- 15.Güner,Ü., Özen, B., Akyer, M.K., Öner, S.S., "Büyük Menderes Havzasında Kuraklık Çözümlemesi ve Bölgesel Taşkın Frekans Analizi", II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 22-24 Haziran 1998, s. 114-121, İstanbul,1998.
- 16.Özer, F.,Malkoç, Y., Köse, E.,Dinçer, A.C.,Seyhan, K., Erüz, C. Ve Durukanoğlu, H.F."Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kurak Döneme Sahip Yörelerin Belirlenmesi", II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ, 22-24 Haziran 1998, s.209-216, İstanbul,1998a.
- 17.Özer, F.,Malkoç, Y., Köse, E., Erüz, C.,Dinçer, A.C.,Aslan, Z., ve Durukanoğlu, H.F."Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kurak Döneme Sahip Yörelerin Belirlenmesi", II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ, 22-24 Haziran 1998, s.217-223, İstanbul,1998b.
- 18.Kırımhan,S., "Türkiye'de Kuraklık Sorunu ve Son Yıllarda Sıcaklık ve Yağış Miktarlarındaki Değişmeler", Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi Sempozyumu-7,13-17 Mayıs 1985, s. 411-435., Erzurum, 1985.
- 19.Doğan, O. ve Denli, Ö., "Türkiye'nin Yağış-Kuraklık-Erozyon İndisleri ve Kurak Dönemleri", T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel yayın No:215, Teknik Yayın No:60, Ankara,1999.
- 20.Yeşilnacar, M.İ., Gerger, R. ve Yazgan M.S,"Gap Kapsamındaki İllerin Su Bilançosu", II. Ulusal Hidroloji Kongresi, İTÜ, 22-24 Haziran 1998, s.283-294, İstanbul,1998.
- 21.Toprak, Z.F., Öztürkmen, G., Yılmaz S., Dursun, F., Bayar G., EM, A., Hamidi, N., "Diyarbakır Kent Merkezi İçin Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Analizi", İklim Değişikliği ve Çevre, 1 (2), 49-74, 2009
- 22.Diyarbakır Valiliği, "www.diyarbakir.gov.tr/cografya.asp",2010.
- 23.DSİ., "Güneydoğu Anadolu Projesi", DSİ Genel Müdürlüğü. Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1980.
- 24.DMİ., "Uzun Yıllar Ortalamasına Göre Aylık Yağış ve Sıcaklık Değerleri", DMİ Genel Müdürlüğü Bilgi İşlem Merkezi, Ankara, 1991.
- 25.DMİ., "www.dmi.gov.tr/ /verideger/2009-iklim-verileri.pdf",Diyarbakır,2009.
- 26.DMİ., www.dmi.gov.tr/FILES/verideger/2009-iklim-verileri.pdf,"1929-2005 Yıllar arası Diyarbakır Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü Büyük Klima Rasat kayıtları", 2010.
- 27.Eagleman, J.R., "Meteorology", Second Edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, 1985.
- 28.Gray, D.M., "Handbook on the Principles of Hydrology", Second Edition, Water Information Center Publication, New York, 1973.
- 29.Doğan, O. ve Küçükçakar, N., "Erozyon Haritalamasında Bazı Metodolojiler", Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, 1994.

