

KLİMATOLOJİK SERİLERDEN TÜRKİYE
İKLİMİNDE TREND ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Hüseyin TOROS

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Haziran 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Temmuz 1993

Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Mikdat KADIOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Fevzi ERDOĞMUŞ

Prof. Dr. Korkut ATASUNGUR

TEMMUZ 1993

ÖNSÖZ

Günümüzde dünyada iklim değişikliği konusunda çalışmalar hızla artmaktadır. Bu konuda Türkiye'yi temsilen seçilen verilerin incelenmesinde bana her türlü yardımda bulunan ve beni bu konuda yönlendiren sayın hocam Dr. Mikdat KADIOĞLU'na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmamda değişik şekilde bana yardımcı olan sayın hocam Şükrü ÖZTEPE'ye, Dr. Zekai ŞEN'e, Dr. Mehmet KARACA'ya, Yük. Müh. Ali DENİZ'e, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne, Türk Petrol Vakfı'na, İstanbul Kültür Araştırmaları Vakfı'na ve yine bana her zaman yardımcı olan diğer hocalarıma, arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Hüseyin TOROS
Haziran 1993, İstanbul

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
SUMMARY	xv
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. VERİ VE KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİ	7
2.1. Kullanılan veri	7
2.2. Veri Kalite Kontrol Yöntemleri	7
2.2.1. Run (Swed-Eisenhart) Testi	8
2.2.2. Seri Korelasyon (Wald-Wolfowitz) Testi	9
2.3. Homojenlik Testlerinin Kullanılan Veriye Uygulanması	11
BÖLÜM 3. KULLANILAN TREND ANALİZ METODLARI	14
3.1. En Küçük Kareler Yöntemi	14
3.2. Spearman Meritbe Korelasyonu	15
3.3. Mann-Kendall Meritbe Korelasyonu ve İstatistiği	16
BÖLÜM 4. TÜRKİYE GENELİNDE TREND ANALİZİ	22
4.1. Sıcaklık Verileri	22
4.2. Yağış Verileri	26
BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	29
KAYNAKLAR	33
EKLER	36
ÖZGEÇMİŞ	172

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No:

Sayfa No:

1.1. Atmosferde sera etkisi	4
1.2. Son yüzyılda sera gazları konsantrasyonlarındaki artış, (WMO, 1990)	5
1.3. Küresel olarak son yüzyılda sıcaklıktaki değişimler, (Bruce, 1990)	6
1.4. Küresel olarak son yüzyılda yağıştaki değişimler, (NOAA, 1990)	6
2.1. Türkiyeyi temsilen seçilen istasyonların konumları	11
3.1. Normal dağılım ve çarpıklık ve yamukluk şekilleri	18
3.2. En küçük kareler yöntemi ile doğrusal çizgi geçirilmesi	18
3.3. Sperman rank korelasyonuna örnekler	19
3.4. Mann-Kendall rank korelasyon istatistiğine bir uygulama	21
A1. Zonguldak, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	37
A2. Zonguldak, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	38
A3. Zonguldak, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	39
A4. Zonguldak, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	40
A5. Samsun, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	41
A6. Samsun, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	42
A7. Samsun, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	43
A8. Samsun, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	44
A9. Trabzon, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	45
A10. Trabzon, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	46
A11. Trabzon, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	47

A12. Trabzon, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	48
A13. Edirne, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	49
A14. Edirne, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	50
A15. Edirne, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	51
A16. Edirne, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	52
A17. Göztepe, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	53
A18. Göztepe, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	54
A19. Göztepe, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	55
A20. Göztepe, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	56
A21. Sivas, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	57
A22. Sivas, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	58
A23. Sivas, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	59
A24. Sivas, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	60
A25. Kars, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	61
A26. Kars, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	62
A27. Kars, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	63
A28. Kars, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	64

A29. Çanakkale, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	65
A30. Çanakkale, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	66
A31. Çanakkale, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	67
A32. Çanakkale, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	68
A33. Ankara, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	69
A34. Ankara, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	70
A35. Ankara, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	71
A36. Ankara, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	72
A37. Kütahya, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	73
A38. Kütahya, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	74
A39. Kütahya, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	75
A40. Kütahya, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	76
A41. Van, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	77
A42. Van, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	78
A43. Van, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	79
A44. Van, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	80
A45. Elazığ, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	81

A46. Elazığ, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	82
A47. Elazığ, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	83
A48. Elazığ, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	84
A49. İzmir, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	85
A50. İzmir, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	86
A51. İzmir, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	87
A52. İzmir, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	88
A53. Konya, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	89
A54. Konya, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	90
A55. Konya, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	91
A56. Konya, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	92
A57. Urfa, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	93
A58. Urfa, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	94
A59. Urfa, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	95
A60. Urfa, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	96
A61. Diyarbakır, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	97
A62. Diyarbakır, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	98

A63. Diyarbakır, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	99
A64. Diyarbakır, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	100
A65. Antalya, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	101
A66. Antalya, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	102
A67. Antalya, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	103
A68. Antalya, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	104
A69. Adana, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	105
A70. Adana, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	106
A71. Adana, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	107
A72. Adana, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	108
A73. Türkiye geneli, (A) kış (C) ilkbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	109
A74. Türkiye geneli, (A) yaz (C) sonbahar düşük sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	110
A75. Türkiye geneli, yıllık ortalama (A) düşük (C) yüksek sıcaklıkların zaman serileri, (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	111
A76. Türkiye geneli, (A) kış (C) ilkbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	112
A77. Türkiye geneli, (A) yaz (C) sonbahar yüksek sıcaklıklarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	113
A78. Türkiye geneli, (A) düşük (B) yüksek sıcaklık anomali (B) düşük (D) yüksek sıcaklık için Mann-Kendall trend testi.	114
A79. Zonguldak, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	115

A80. Zonguldak, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	116
A81. Yıllık yoplam, (A) Zonguldak (C) Samsun yağışlarının zaman serileri;	
(B) Zonguldak (D) Samsun için Mann-Kendall trend testi.	117
A82. Samsun, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	118
A83. Samsun, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	119
A84. Trabzon, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	120
A85. Trabzon, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	121
A86. Yıllık yoplam, (A) Trabzon (C) Edirne yağışlarının zaman serileri;	
(B) Trabzon (D) Edirne için Mann-Kendall trend testi.	122
A87. Edirne, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	123
A88. Edirne, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	124
A89. Göztepe, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	125
A90. Göztepe, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	126
A91. Yıllık yoplam, (A) Göztepe (C) Sivas yağışlarının zaman serileri;	
(B) Göztepe (D) Sivas için Mann-Kendall trend testi.	127
A92. Sivas, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	128
A93. Sivas, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	129
A94. Kars, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	130
A95. Kars, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri;	
(B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	131
A96. Yıllık yoplam, (A) Kars (C) Çanakkale yağışlarının zaman serileri;	
(B) Kars (D) Çanakkale için Mann-Kendall trend testi.	132

A97. Çanakkale, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	133
A98. Çanakkale, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	134
A99. Ankara, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	135
A100. Ankara, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	136
A101. Yıllık yoplam, (A) Ankara (C) Kütahya yağışlarının zaman serileri; (B) Kütahya (D) Kütahya için Mann-Kendall trend testi.	137
A102. Kütahya, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	138
A103. Kütahya, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	139
A104. Van, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	140
A105. Van, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	141
A106. Yıllık yoplam, (A) Van (C) Elazığ yağışlarının zaman serileri; (B) Van (D) Elazığ için Mann-Kendall trend testi.	142
A107. Elazığ, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	143
A108. Elazığ, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	144
A109. İzmir, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	145
A110. İzmir, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	146
A111. Yıllık yoplam, (A) İzmir (C) Konya yağışlarının zaman serileri; (B) İzmir (D) Konya için Mann-Kendall trend testi.	147
A112. Konya, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	148
A113. Konya, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	149

A114. Urfa, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	150
A115. Urfa, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	151
A116. Yıllık yoplam, (A) Urfa (C) Diyarbakır yağışlarının zaman serileri; (B) Urfa (D) Diyarbakır için Mann-Kendall trend testi.	152
A117. Diyarbakır, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	153
A118. Diyarbakır, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	154
A119. Antalya, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	155
A120. Antalya, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	156
A121. Yıllık yoplam, (A) Antalya (C) Adana yağışlarının zaman serileri; (B) Antalya (D) Adana için Mann-Kendall trend testi.	157
A122. Adana, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	158
A123. Adana, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	159
A124. Türkiye geneli için, (A) kış (C) ilkbahar yağışlarının zaman serileri; (B) kış (D) ilkbahar için Mann-Kendall trend testi.	160
A125. Türkiye geneli için, (A) yaz (C) sonbahar yağışlarının zaman serileri; (B) yaz (D) sonbahar için Mann-Kendall trend testi.	161
A126. Türkiye geneli için yıllık yoplam, (A) yağış anomalî zaman serileri; (B) Mann-Kendall trend testi.	162

TABLO LİSTESİ

Tablo No:

Sayfa No:

2.1. İncelenen istasyonlara ait genel bilgileri; kullanılan verilerin ait olduğu periyotlar ve eksik olan yıllar	12
2.2. Run testi ile homojenlik analizi için alt ve üst güvenirlilik sınırları	12
2.3. Run testi için bir uygulama	13
3.1. Ankara'da yıllık toplam yağış miktarı değişimi için Mann-Kendall Trend istatistiği $u(t)$ ve $u'(t)$ 'nin hesaplanması	20
B1. Kışın düşük sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testlerinin sonuçları	163
B2. İlkbahar düşük sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testlerinin sonuçları	163
B3. Yazın düşük sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	164
B4. Sonbahar düşük sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	164
B5. Yıllık düşük sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	165
B6. Yıllık yüksek sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	165
B7. Kışın yüksek sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	166
B8. İlkbahar yüksek sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	166
B9. Yazın yüksek sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	167
B10. Sonbahar yüksek sıcaklık verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	167
B11. Kışın yağış verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	168
B12. İlkbahar yağış verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	168

B13. Yazın toplam yağış verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	169
B14. Sonbahar toplam yağış verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	169
B15. Yıllık toplam yağış verileri için bazı temel istatistik bilgileri, homojenlik ve trend testleri sonuçları	170
B16. Minimum sıcaklık verilerinin lineer trend katsayıları	170
B17. Maksimum sıcaklık verilerinin lineer trend katsayıları	171
B18. Yağış verilerinin lineer trend katsayıları	171

ÖZET

Günümüzde artan aşırı şehirleşme, özellikle sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan gaz atıkları, motorlu vasıtalar, ısıtmada kullanılan yakıtlar ile bitki örtüsünün değişmesi, bir bölgedeki ısı dengesini ve hidrolojik çevrini etkileyebilmektedir. Bir bölgedeki sıcaklık ve yağıştaki salınım ve değişim trendlerinin bilinmesi; yapılaşmadan, kurulacak endüstriye kadar bina ve aletlerin dizayn ve yapımında önem kazanmaktadır. Yine iklimdeki değişim ve salınımların bilinmesi, tarım ve orman ürünlerinin artımı açısından değerli faydalar sağlayacaktır.

Dünyada iklim değişimi ile ilgili çalışmalar şu ana kadar daha çok sıcaklık ve yağış verileri incelenerek yapılmaktadır. Küresel ölçekte, bilhassa sıcaklığa bağlı olarak meydana gelen iklimsel değişimlerin bölgesel olarak incelenmesinde faydalar vardır. Bu çalışmada, bölgesel olarak iklimde bir değişimin olup olmadığını belirleyebilmek için Türkiye genelini temsilen 18 meteoroloji istasyonuna ait yağış ve sıcaklık verileri incelenmiştir. İncelenen iklim verilerinin kalite kontrolü için tüm veriler homojenlik testlerine tabi tutulmuştur. Verilerin normal dağılıma uyup uymadıkları gibi bazı istatistikî özellikleri de tesbit edilmiştir. Çalışmanın esasını teşkil eden iklim değişimi için en küçük kareler metodu yanında dağılımdan bağımsız olan Spearman mertbe korelasyonu ve Mann-Kendall mertbe korelasyonu test istatistiği uygulanmıştır. Yapılan homojenlik testlerine göre incelediğimiz veriler genelde homojendir. Trend analizlerinin sonuçlarına göre, Türkiye genelinde incelenen istasyonlarda yüksek sıcaklık ve yağışta genelde belirgin bir trend gözükmezken, özellikle ilkbahar düşük sıcaklıklarında 1950'li yıllarda başlayan ve zamanla artan yönde bir trend mevcuttur.

Türkiye'nin iklim değişikliği çalışmalarına bilimsel bir yaklaşım getirebilmek için uyguladığımız yöntemler ve sonuçlarımız ilerideki çalışmalarla birlikte bir bütün halinde düşünüldüğünde belirgin faydalar sağlayacağı görülmektedir. Daha sonraki bu tür çalışmalara yardımcı olacağını gözönüne alarak verilerin zamansal değişimi ile ilgili test sonuçları da grafik ve tablolar halinde ekte sunulmuştur.

SUMMARY

TREND ANALYSIS IN TURKISH CLIMATE FROM CLIMATOLOGICAL SERIES

Current warming trend in global temperature, tendency towards contamination of the environment especially with the man-made gases, and numerical experiment climatic models suggest that the earth climate will most probably continue to warm up in the future. (NAS, 1983). Global warming gives rise to significant changes both in local climatological features as well as hydrometeorological variables.

In this study we have used the mean seasonal and annual minimum and maximum temperatures, totals of seasonal and annual precipitation. Eighteen meteorology stations are chosen for a study of climatic trend in Türkiye. These stations have a uniform geographical distribution, long-period records, and sosyo-economic importance.

These data are analyzed in order to identify meaningful long-term trends by making use of the least square method, Spearman rank correlation and Mann-Kendall trend tests. Before using homogeneity and trend tests it is useful to analyze climatologic data for its average, median, mode, standard deviation, minimum, maximum, standardized skewness and standard kurtosis values. In this way it is possible to learn much about the data distribution and range of variability.

For data homogeneity two tests are used namely, run (Swed-Eisenhart) test and serial (Wold-Wolfowitz) tests. The former is a nonparametric test used in determining the randomness or homogeneity of data set, (Swed and Eisenhart, 1943). It is used here to test the homogeneity of mean seasonal and annual minimum and maximum temperatures, seasonal and annual totals of precipitation. The number of runs of data points occurring higher than and less than the median are compared against confidence limits. If the number of runs falls between the limits, the data set considered is random.

or homogeneous. However, when the number of runs falls below the lower limit, the data set is considered to have a changing mean with time. On the other hand, when the number of runs falls above the upper limit, the data set contains a high frequency oscillation. In the application of the Swed-Eisenhart test it is supposed that N consecutive values of a data set are considered for homogeneity. The maximum number of runs that could exist is N (alternating values greater and less than the median throughout) and the minimum number two (all values greater or less than the median occurring in the first or last half of the series). If N runs occur, an oscillation obviously exist. If the runs occur such that the greater-than and less-than values (*Above* and *Below*, respectively) are paired, a situation like *BBBB.A.A.BAAA.BBBAAA, ..., ABBBBB* exists. An oscillation is evident, but the Swed-Eisenhart test would indicate that the data points are random. One must be certain that data-set appearance and Swed-Eisenhart test results do not conflict. So that an accurate application of the test can be assured, (Kevin and Griffiths, 1986).

On the other hand, the Wald Wolfowitz test can be explained for homogeneity as follows. If X_1, X_2, \dots, X_n are the values of the series being considered on which a change of origin has been carried out in such a way that

$$\sum_{i=1}^n X_i = 0 \quad (1)$$

and if also we put

$$X_{n+1} = X_1 \quad (2)$$

the test statistic is the quantity

$$R = \sum_{i=1}^n X_i - X_{i-1} \quad (3)$$

whose distribution under the null hypothesis, is approximately normal for large values of n . Then mean and the variance of the distribution are fairly complex. However, if it is limited to terms of order $1/n$, this becomes

$$E(R) = -S_2/(n-1) \quad \text{and} \quad \text{var } R = S_2^2/(n-1) \quad (4)$$

where we put

$$S_2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad (5)$$

in addition, it is clear that if the statistic R is replaced by the function

$$r = R/S_2 \quad (6)$$

the mean and the variance of the asymptotic distribution becomes

$$E(r) = -1/(n-1) \quad \text{and} \quad \text{var } r = 1/(n-1). \quad (7)$$

It must be stressed that in the serial correlation test considered, the alternative hypothesis includes only the contingency of a positive serial correlation (persistence). In order to ensure maximum power to the test, therefore, its one-sided is used, and the null hypothesis is rejected for large values of r .

It follows that the test is reduced to calculation of the quantity

$$u(r) = [(n-1)r + 1]/\sqrt{n-1} \quad (8)$$

and of the probability α determined from a standard normal distribution table, such that

$$\alpha = P(u > u(r)) \quad (9)$$

if α_0 is the significance level of the test the null hypothesis is accepted or rejected at the level α_0 depending on whether $\alpha > \alpha_0$ or $\alpha < \alpha_0$, (Sneyers, 1990).

In our data we used three tests to demonstrate the possible existence of a trend (null hypothesis). One of them is least square method which depends

on data distribution. The other two non-parametric tests are the Spearman coefficient r_s and the Mann-Kendall rank correlation statistic k .

Least squares method: Let us suppose that we are fitting N data points (X_i, Y_i) , $i = 1, 2, 3, \dots, N$ this dependence may be characterized by a relation of the form:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) \quad (10)$$

In this case, the function f reduces to a linear function of the time: this becomes

$$Y = AX + B \quad (11)$$

Here if X is zero than B is the first value of Y . However, A is the trend constant. Value and sign of A show us how values are changing with time, (Sen, 1993).

The second one is Spearman coefficient r_s : Calculation of this the time is $i = 1, 2, 3, \dots, N$ and its rank is denoted by RX_i . The original observations Y_i , $i = 1, 2, \dots, N$ and its rank is replaced by RY_i which are given to them when they are arranged in increasing order of magnitude. The correlation coefficient r_s , between the RX_i and RY_i series, can be calculated by means of the formula

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (RX_i - RY_i)^2 \quad (12)$$

using the null hypothesis, the distribution of this quantify is asymptotically normal with

$$E(r_s) = 0 \quad \text{and} \quad \text{var } r_s = \frac{1}{n - 1} \quad (13)$$

It is clear that in the absence of any assumptions regarding the existence of a trend in a given direction, the test is correct only if its two-sided form is adopted, that is to say if the null hypothesis is rejected for large values of $|r_s|$. In these conditions, after having calculated r_s , it is useful to determine the probability α , by means of a standart normal distribution table, such that

$$\alpha = P(|u| > |u(r_s)|) \quad (14)$$

where

$$u(r_s) = r_s \sqrt{n-1} \quad (15)$$

and the null hypothesis is accepted or rejected at the level α_0 , depending on whether $\alpha > \alpha_0$ or $\alpha < \alpha_0$.

In the case of significant values of $|r_s|$, an increasing or decreasing trend is observed depending on whether $r_s > 0$ or $r_s < 0$.

The third one is Mann-Kendall trend test. In this test, for each element x_i or, what amounts to the same thing, for each element y_i , the number n_i of elements y_j preceding it $i > j$ is calculated such that $y_i > y_j$, the test statistic t is then given by equation

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (16)$$

and its distribution function, under the null hypothesis, is asymptotically normal, with mean and variance

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \quad \text{and} \quad \text{var } t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \quad (17)$$

It is clear that, as for the test based on the Spearman coefficient r_s , in the absence of any assumption regarding the existence of a trend in a given direction, the test is correct only in its two-sided form. The null hypothesis must, therefore, be rejected for high values of $u(t)$ with:

$$u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{\text{var } t} \quad (18)$$

In particular, if the probability α is determined using a standard normal distribution table such that

$$\alpha = P(u > u(t)) \quad (19)$$

the null hypothesis is accepted or rejected at the level α_0 , depending on whether we have $\alpha > \alpha_0$ or $\alpha < \alpha_0$.

When the values of $u(t)$ are significant, an increasing or decreasing trend can be observed depending on whether

$$u(t) > 0 \quad \text{or} \quad u(t) < 0 \quad (20)$$

After the implimentation of homogeneity and trend tests it is concluded that most of the data are homogeneous. The data of some stations are inhomogeneities for both tests. These stations are; for minimum temperature data, Konya, Urfa, Diyarbakır and Antalya in spring, Sivas, Çanakkale, Van, Diyarbakır, Antalya and Adana in summer, Ankara, Elazığ and Antalya in autumn, Sivas, Antalya and Adana in annual average. For maximum temperature, Diyarbakır in annual average, Göztepe, Urfa and Antalya in winter, Ankara and Konya in spring, Konya in summer. For precipitation data, Zonguldak in spring, Van in autumn. There is a big discontinuity at two instances Antalya data in 1937 and 1974.

Generally there is no trend in precipitation and maximum temperature in Türkiye, but there is increasing trend in minimum temperatures. There is in increasing and decreasing way in some stations for both Spearman and Mann-Kendall test. These stations are; for minimum temperature, Kars and Adana's temperatures are increasing in winter, Zonguldak, Göztepe, Sivas, Kars, Çanakkale, Kütahya, Van, Elazığ, İzmir, Konya, Ş. Urfa, Diyarbakır and Adana's temperatures are increasing in spring, Zonguldak, Edirne, Göztepe, Sivas, Çanakkale, İzmir, Konya, Ş. Urfa, Diyarbakır and Antalya's temperatures are increasing in summer, Trabzon, Sivas, Ş. Urfa and Adana's temperatures are increasing in autumn, Zonguldak, Göztepe, Sivas, Kars, Çanakkale, Kütahya, Van, Elazığ, İzmir, Konya, Ş. Urfa, Diyarbakır and Adana's temperatures are increasing in annual data. For maximum temperature, Kütahya temperature is increasing in spring, Van and Ş. Urfa in summer, Samsun, Van and Ş. Urfa's temperatures are increasing in autumn. For precipitation Samsun and Kars in winter, Kars and Ankara's precipitation are decreasing, Ankara in spring, Antalya in summer, Ankara in annual precipitation is increasing.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Dünya atmosferi, gezegenimizi çevreleyen değişik gazların ve partiküllerin karışımından meydana gelmiştir. Atmosferdeki bu değişik orandaki gazların varlığı, canlıların dünya yüzeyinde yaşamasına imkan sağlamaktadır. Yeryüzünü kaplayan söz konusu gazların yer değiştirmesi veya azalıp çoğalması, ekosistemi etkilediği için her zaman ilgi odağı olmuştur.

Dünyamızın ikliminde bir çok faktör etkili olmaktadır. Dünya atmosferi, içinde bulunan gazların etkisi sebebiyle olması gerekenden 33°C daha sıcaktır. Güneş radyasyonu (kısada dalga boyunda) yeryüzüne ulaşırken, yeryüzünden yansıyan radyasyon (uzun dalga boyunda) atmosferdeki gazlar tarafından tutulur. (Şekil 1.1). Bu olaya literatürde "sera etkisi" adı verilmekte, böylece yeryüzü ile atmosfer arasında ısı depolanmış olmaktadır. Yeryüzünün ısınmasına sebep olan başlıca gazlar su buharı, karbondioksit, azotoksit, metan ve troposferik ozon'dur. Sera gazlarının son yüzyılda konsantrasyonları hızla artmakta, atmosfer içindeki gazların ve partiküllerin artması da yeryüzünün daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır. (Şekil 1.2, WMO, 1990). Küresel ölçekte, atmosfer sıcaklığında son yüzyılda önemli bir artış olduğu gözlenmiştir. (Şekil 1.3). Yapılan araştırmalarda bu artış yaklaşık 0.3°C ile 0.6°C arasındadır. (Hileman and Washington, 1992). Yapılan sayısal iklim modelleri ve araştırmaları yeryüzü sıcaklığının gelecekte de artmaya devam edeceğini göstermektedir. (NAS, 1983). Yağışta da küresel olarak belirgin bir trend olmamakla birlikte bazı salınımlar olduğu belirlenmiştir. (Şekil 1.4). Yeryüzünün ısınması yanında bazı etkenler nedeniyle soğuması da mümkündür. Bu etkenlerden insanların faaliyeti sonucundan kaynaklanan kükürt emisyonları atmosfere küçük partiküller halinde geçmekte ve bu partiküller güneş ışınlarını geri yansıtmaktadır. (Monastersky, 1992). Bu durum yeryüzünün ısınması gereken miktardan daha az ısınması dolayısıyla soğuma etkisi yapmakta olduğu belirlenmiştir. Ayrıca stratosferik ozonun

azalması da yeryüzü sıcaklığına soğutma etkisi yapabileceği araştırılmaktadır, (Gadd, 1992).

Dünya nüfusunun son yüzyılda üstel bir şekilde artması, insanların ihtiyaçları olan gerekli ürünü almaları ve buna paralel olarak daha iyi şartlarda yaşama isteği sonucu tarımsal ve endüstriyel faaliyetler hızla artmaktadır. Nüfus artışlarının belirli alanlarda yoğunlaşması iklimsel değişimin sözü edilen yörelerde daha fazla olmasına neden olmaktadır. İnsan etkinlikleri sonucunda gezegenimizdeki iklim değişimlerini tahmin edebilmek ve yeni modeller geliştirmek amacıyla bu konuyla ilgili küresel ve bölgesel ölçekte bir çok araştırmalar yapılmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak daha iyi bilgi edinmek için verilerin uzun zaman aralığında olması ve fazla istasyon bazında incelemek gerekmektedir. İklim değişimi çalışmaları daha çok hava sıcaklığı üzerinedir, (Colacino, 1983). Bununla birlikte son yıllarda iklime etkili faktörlerden biri olan yağış verileri üzerine de çalışmalar yoğunlaşmıştır. Küresel ölçekte sıcaklıktaki değişimler araştırılırken, şehirleşmeden dolayı oluşan ve "ısı adası etkisi" olarak adlandırılan belirli alanlardaki sıcaklık artışı üzerine daha fazla araştırmalar yapılmaktadır, (Oke, 1974, 1979; Garstang ve ark. 1975; Landsberg, 1981). Dünya oluşumunun tarihi gelişiminde paleoklimatoloji yönünden küresel olarak iklimde bir değişim olduğu bilinmesine rağmen, 1970'lere kadar günümüz ikliminin değişmediği kabul ediliyordu, (Le Roy Ladurie, 1967; Lewis 1947). Konunun önem kazanması sebebiyle uzun zaman serilerinde küresel ölçekteki sera etkisini göstermek için bir çok araştırmacı bu konuyla ilgilenmişlerdir, (Jones, 1988; Jones ve ark., 1986; Vinnikov ve ark., 1987).

Yerel sıcaklık artışıyla ilgili araştırmalarda bulunan Kukla ve arkadaşları (1986), hava alanları yakınında küçük ölçekte ölçülen verilerde ısı adaları etkilerini incelemişlerdir. Birçok araştırmacı da gerek Avrupa ve gerekse Kuzey Amerika'da yoğunlaşmış şehirlerde ısı adalarının şehirleşmeden, dolayısıyla nüfus artışından kaynaklandığı belirlenmiştir. Örneğin, Londra'da Moffit (1972), 1878-1968 yılları arasında sıcaklığın 1°C arttığını belirtmiştir.

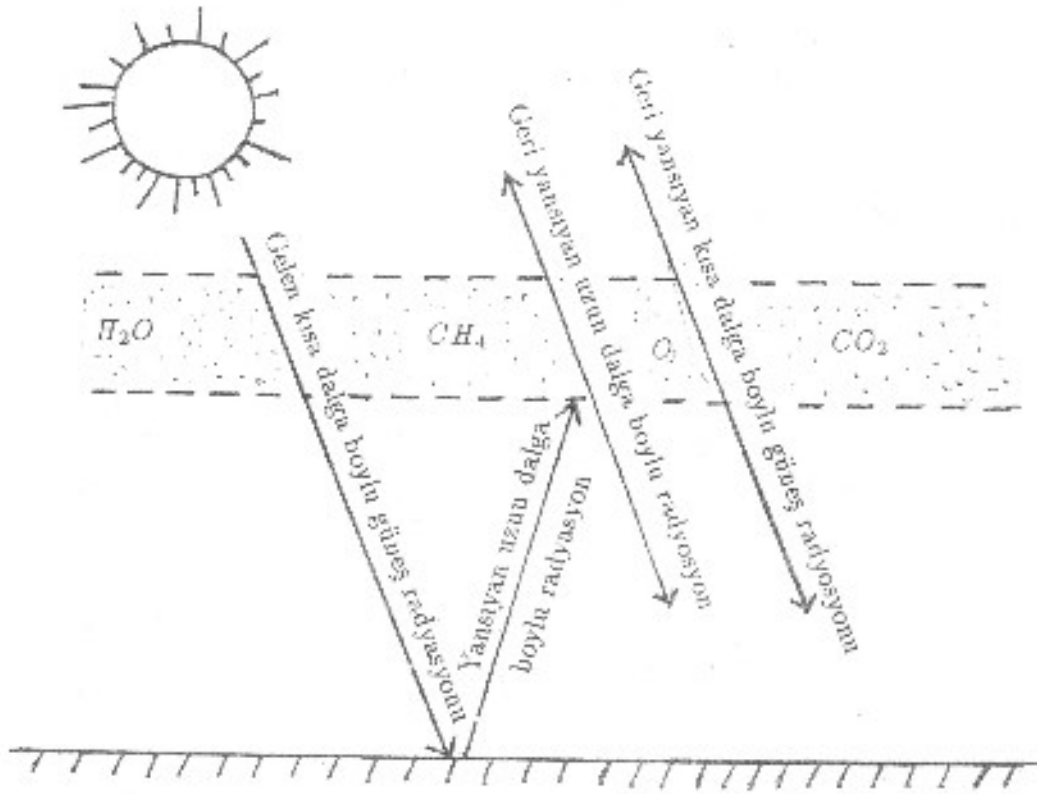
Yapılan çalışmalar ve araştırmalarla şehirleşmeden kaynaklanan ısı artışının olduğu gösterilmesine rağmen şehir nüfus yoğunluğu ile ısı adası

oluşumu arasında doğrusal bir ilişki bulunamamıştır. Yapılan diğer bazı araştırmalarda Kuzey Amerika ve Avrupanın bir çok şehrinde yaptıkları araştırmada maksimum ısı adası oluşumu ve şehirleşme büyüklüğü arasındaki ilişkilerin daha çok nüfus yoğunluğu ve şehir yapısına bağlı olarak farklılıklar göstermekte olduğunu belirtmişlerdir. Chandler (1965) ve Oke (1973, 1987). Büyük şehirlerde çok fazla nüfus artışımdan dolayı uzun dönem içinde sıcaklıklarda artış olduğu literatürde yer almaktadır. (Cayan ve Douglas 1984; Kukla ve ark., 1986; Nasrallah ve ark., 1990). Arseni-Papadimitriou ve Maheras (1991) yaptıkları bir çalışmada Akdeniz kenarındaki dört yerleşim birimini (Kudüs, Atina, Roma ve Marsilya) seçmiş olmaları ve ülkemizin de bu bölgede olması açısından önemlidir. Arseni-Papadimitriou ve Maheras araştırmasında 120 yıldan daha uzun süreli sıcaklık verileri kullanarak sıcaklıktaki değişimleri belirleyebilmek için Mann-Kendall trend testini kullanmışlardır. Çalışmanın yapıldığı bu bölgelerde elde edilen çalışma sonuçlarına göre Atina dışında sıcaklıklarda ısınmaya doğru bir gidişatın olduğunu vurgulamışlardır. Sıcaklıkta değişim başlangıç tarihleri ise Roma'da 1893, Kudüs'te 1920, Marsilya'da 1942 yıllarıdır.

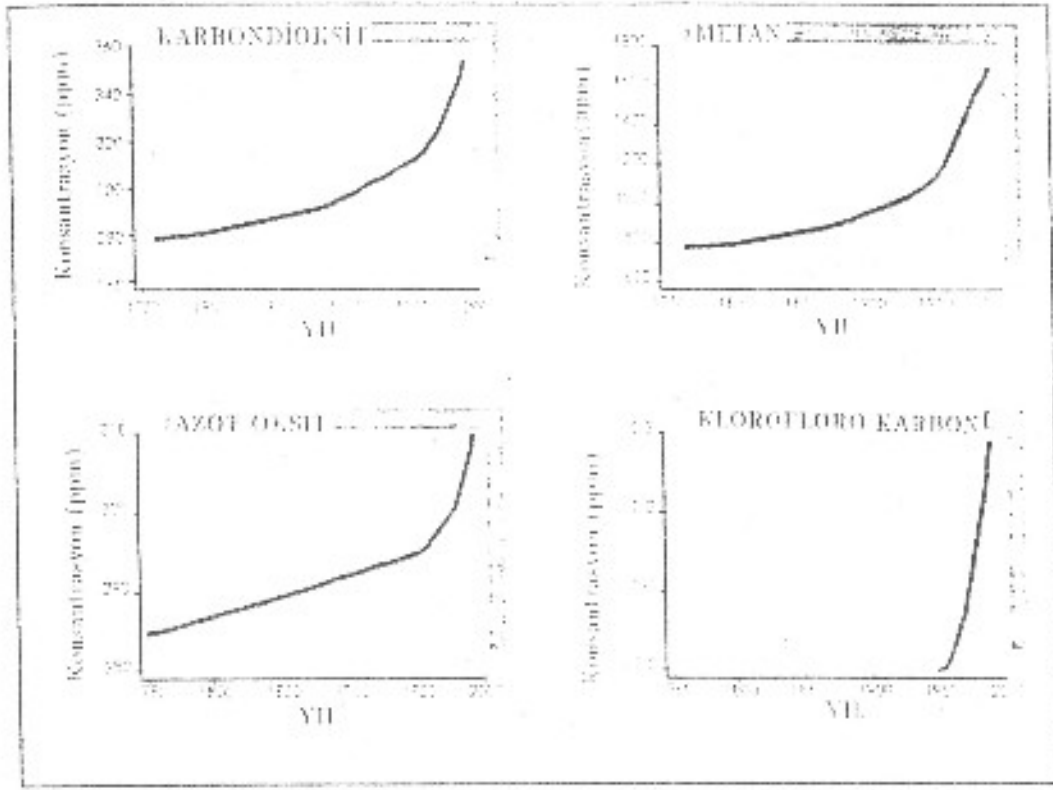
Global olarak sıcaklıkta bir artış gözlenmesine rağmen yağış değerleri üzerinde de dünyanın değişik bölgelerinde bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Dünya atmosferinde meydana gelen değişikliklerin yağış rejiminde de değişimlere sebep olduğu bilinmektedir, (Namias, 1988; Eischeid ve ark. 1991). Yağıştaki bölgesel ve küresel ölçekteki değişimler daha çok son 20-30 yıldır araştırılmaktadır. Sıcaklıkta meydana gelen artışlara değişik tipte karmaşık faktörlerin sebep olduğu bilinmektedir. Gerçekten güneş radyasyonu blançosu nedeniyle vejetasyonun değişmesi, yerlerin asfalt ve betonlarla kaplanması, hava kirliliği ile atmosferin kompozisyonunun değişmesi ve insan etkinlikleri ile oluşan ısı kaynakları ve motorlu araçlardan çıkan ısılar yeryüzünün radyasyon dengesini etkilemektedir.

Literatür taramalarımızda gelişmiş ülkelerde, yakın tarihte de olsa küresel olarak ve bölgesel ölçekte dünyada bu konuda birçok araştırmalar ve çalışmalar yapılırken Türkiye'de bu konuda yapılmış herhangi bir çalışmaya araştırma bazında rastlanmamıştır.

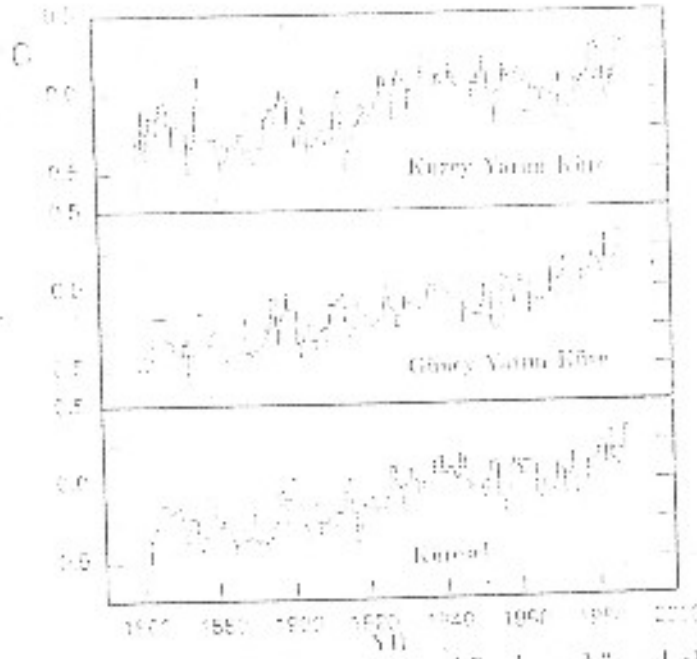
Bu çalışmada Türkiye'yi temsilen seçilen 18 meteoroloji istasyonundaki ortalama 60 yıllık sıcaklık ve yağış verileri incelenmiştir. İncelenen verilere önce homojenlik için Run ve Seri korelasyon testleri uygulanmıştır. Trend testi için ise en küçük kareler metodu yanında, dağılımdan bağımsız Spearman rank korelasyonu ve Mann-Kendall merteye korelasyonu istatistikî yöntemleri uygulanmıştır. Sonuçlar ve öneriler bu çalışmanın son bölümünde sunulmuştur. Ayrıca konunun daha iyi anlaşılması ve bundan sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olması için orjinal verilere ait istatistikî bilgiler, uygulanan test sonuçları ve verilerin zaman içindeki gidişatı tablo ve şekillerle ile ayrıntılı olarak ekte sunulmuştur.



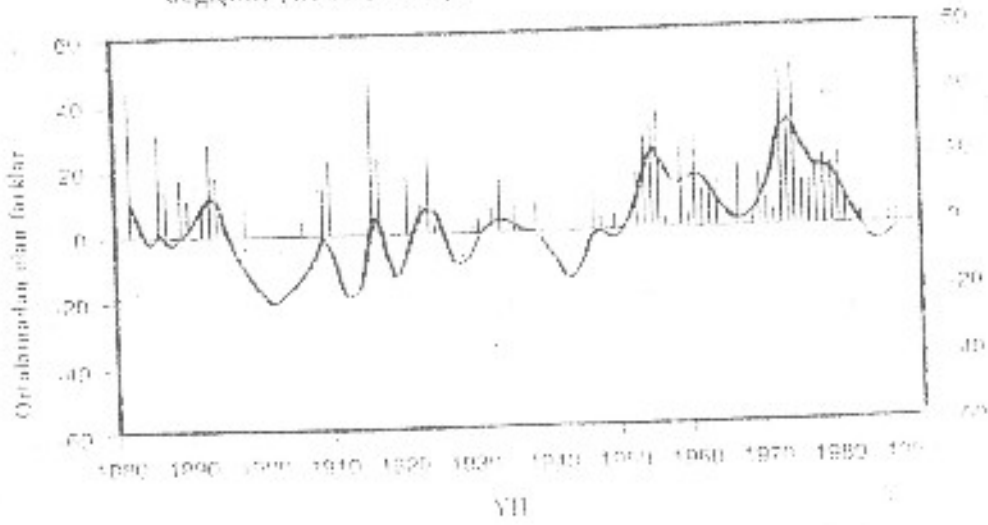
Şekil 1.1. Atmosferik sera etkisi.



Şekil 1.2 Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarında meydana gelen artışlar. (WMO, 1990).



Şekil 1.3 Kuzey, güney yarımkürede ve küresel olarak ortalama yeryüzü sıcaklıklarındaki zamansal değişim. (Bruce, 1990).



Şekil 1.4 Küresel olarak yıllık toplam yağışta 1951-70 ortalamasından olan sapmalar. (NOAA, 1990).

BÖLÜM II

VERİ VE KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİ

2.1. Kullanılan Veri

Bu çalışmada, Türkiye'yi temsilen 18 meteoroloji istasyonunun seçilmesinin sebepleri şunlardır:

- 1- Uzun yıllar meteorolojik gözlem yapılmış olması (ortalama 60 yıl),
- 2- Eşit coğrafi dağılım,
- 3- Yerleşim birimlerinin sosyo-ekonomik önemi.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı istasyonların harita üzerindeki dağılımı ve istasyonlara ait bilgiler ve incelenen dönemler şekli ve tablo ile gösterilmiştir, (Şekil 2.1 ve Tablo 2.1). Verilerin homojenlik ve trend analizleri, mevsimlik ve yıllık değerleri kullanılarak yapılmıştır. Mevsimler, kış için bir önceki yılın aralık ayı ile o yılın ocak ve şubat; ilkbahar için mart, nisan ve mayıs; yaz için haziran, temmuz ve ağustos; sonbahar için eylül, ekim ve kasım aylarına ait değerler alınmıştır, (Kevin, 1983).

Gündüz sıcaklığını temsilen yüksek (maksimum), gece sıcaklıklarını temsilen ise düşük (minimum) sıcaklıklar alınmıştır. Yağış verileri olarak da aylık toplam yağış miktarları gözönünde tutulmuştur.

2.2. Veri Kalite Kontrol Yöntemleri

Klimatolojik zaman serilerinde iklim verilerinin homojenliği büyük problem oluşturmaktadır. Temel ilke olarak iklim verilerinin homojen olması için aynı toplumdaki gelmesi ve rastgele (birbirinden bağımsız ve herhangi bir dış etki altında kalmamış) olması gerekmektedir. Verilerin aynı toplumdaki

gelmesi şartı ise aynı dönem verilerinin bir araya gelmesiyle olur. Örneğin, eğer aylık veriler kullanılıyorsa her yıl aynı ayın birbiriyle karşılaştırılması yani ocak ayları birbirleriyle karşılaştırılabilirliği. Ocak ayı ile diğer aylar arasındaki seride trend aramak yanlış olur. Çalışmamızda, mevsimlik çalışmalar yapıldığı için yıllar içinde aynı mevsimler birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Bu tür çalışmalarda mevsimlik ve yıllık değerlerin kendi içinde homojen olup olmadıklarını belirleyen çeşitli testler geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullandığımız verilere, Run ve Seri korelasyon testleri uygulanmıştır. Test sonuçları, klimatolojik seri homojendir veya değildir şeklinde iki varsayımda incelenmiştir. Ancak serinin homojenliği kabul edilen bir güven aralığı içinde, sonuçların olup olmadığına bakılarak kabul edilir. Genel kavram olarak istatistikte güven aralığı, %95 veya %90 seviyesi olarak alınmaktadır. %95 güven aralığının dağılım tablolarında karşılığı ± 1.96 , %90 için ise bu değer ± 2.54 'dür. (Jack ve Cornel, 1970).

2.2.1. Run (Swed-Eisenhart) Testi

Bu test, verinin aynı toplumdaki geldiği ve birbirinden bağımsız olduğu kabulü veya tersi şeklindeki iki varsayımı kontrol etmek için kullanılır. Söz konusu kabul edilen kabule ait varsayımdaki serilere, basit rastgele seriler denir. Verilerin homojenliği için yapılan varsayımlar şunlardır;

H_0 : Veriler homojendir,

H_1 : Veriler homojen değildir.

Run testinin uygulanış şekli ise şöyledir. Amaca uygun kritik değer (genellikle iklim verilerinde kritik değer olarak medyan alınır) seviyesi belirlenerek verilerin sırasıyla bu değerin altında veya üstünde olması durumları tespit edilir. Üstte ve altta birbirini takip eden değerlerin (run) sayısı belirlenir. Bulunan değer, Tablo 2.2'de verilen dağılım tablosundaki değerle karşılaştırılarak verinin yukarıda belirtilen iki varsayımdan hangisine uyduğuna karar verilir, (Oliver, 1981). Aynı test formüle dayanarak, verinin dağılımı z bulunarak H_0 hipotezinin kabulü veya reddine karar verilir. Bu

fürmüldür: z , test değeri; N , veri sayısı; N_p , medyandan büyük olan veri sayısı; N_s , medyandan küçük olan veri sayısı; r , run sayısı olmak üzere,

$$z = \frac{r - \frac{2N_s N_p}{N_s + N_p} + 1}{\sqrt{\frac{2N_s N_p (2N_s N_p - N)}{N^2 (N-1)}}} \quad (2.1.1)$$

şeklinde elde edilir.

Test sonucuna göre %95 güvenirlilik seviyesine karşılık gelen, z 'nin ± 1.96 'dan daha büyük değerlerinde H_0 hipotezi reddedilir.

Bu test ile iki istasyon verilerinde uygulama yapılacak olursa, Tablo 2.3'deki değerlerin mertebeleri küçükten büyüğe doğru veya büyüktan küçüğe doğru sıralandığı görülmektedir. Daha sonra da orta noktadaki değerini belirlemek gerekir. Eğer orta noktada iki değer var ise bunların ortalaması alınır. Mesela; Göztepe ve Antalya'ya ait 50 yıllık düşük sıcaklık verilerinde orta nokta 25 ve 26. değerdir. Bu örnekte, Tablo 2.3'den görüleceği üzere, medyanlar sırasıyla 10.3 ve 14.0 değerleridir. Şimdi verilerin sırayla bu değerlerin altında mı yoksa üstünde mi seyir ettiği sayılır. Bu sayı tablodan görüleceği üzere Göztepe için 26 ve Antalya için 10'dur. Diğer yandan Tablo 2.2'e bakılırsa 50 yıllık bir veri için homojenlik limitleri 22-30 arasındadır. Sonuçta, bu iki örnekten Göztepe verileri homojen, Antalya verilerinin ise homojen olmadığına karar verilir.

2.2.2. Seri Korelasyon (Wald-Wolfowitz) Testi

Serinin ortalamasından olan farklar $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ise

$$\sum_{i=1}^n X_i = 0 \quad (2.2.1)$$

dir. Ayrıca $X_{n+1} = X_1$ kabul edilecektir. Test istatistik değeri R ise,

$$R = \sum_{i=1}^n X_i X_{i+1} \quad (2.2.2)$$

olarak tanımlanır.

Bunun dağılımı büyük sayıdaki n 'lerde varsayım H_0 için normal dağılıma uyur. Ortalama ve varyansın dağılımı tamamen komplekstir. Bununla birlikte ortalama ve varyansın seri içinde değişimini $E(R)$; varyansını da $var R$ olarak gösterirsek,

$$E(R) = -S_2/(n-1) \quad \text{ve} \quad var R = S_2^2/(n-1) \quad (2.2.3)$$

olup burada S_2 :

$$S_2 = \sum_{i=1}^n X_i^2 \quad (2.2.4)$$

şeklindedir. R istatistik değeri, r ile yeniden yazılırsa ortalama ve varyansın asimtotik dağılımı, $E(r)$ ve $var(r)$:

$$E(r) = -1/(n-1) \quad \text{ve} \quad var r = 1/(n-1) \quad (2.2.5)$$

şeklindedir. Burada r 'nin büyük değerleri için seri homojen varsayımı reddedilir. Test değeri $U(r)$ ise,

$$U(r) = [(n-1)r + 1]/\sqrt{n-1} \quad (2.2.6)$$

şeklinde hesaplanır. Bunun olasılık değerleri α standart normal dağılım tablolarından belirlenir.

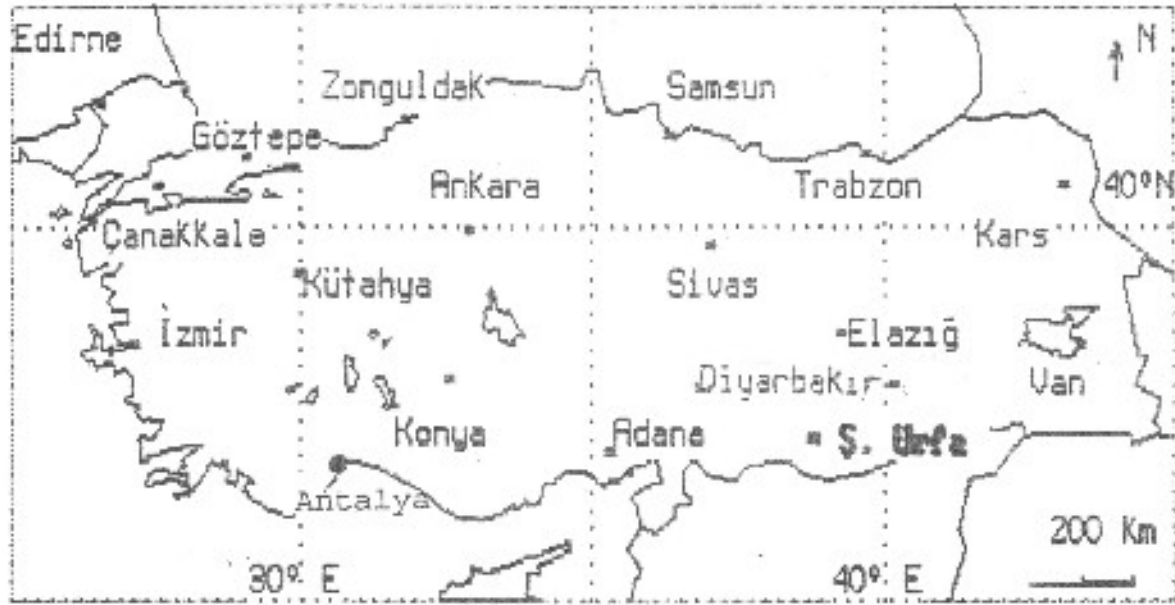
$$\alpha = P(u > u(r)). \quad (2.2.7)$$

Testin sonucuna göre $\alpha < 0.5$ olduğu durumlarda %95 veya daha yüksek güvenilirlik seviyesinde H_0 varsayımı reddedilir.

2.3. Homojenlik Testlerinin Kullanılan Veriye Uygulanması

Run ve Seri korelasyon testlerine göre %95 güvenilirlik seviyesinde verileri homojen çıkmayan istasyonlar şunlardır:

Düşük sıcaklık verilerinde: Konya, Ş. Urfa, Diyarbakır, Antalya ve Adana ilkbahar verileri; Sivas, Çanakkale, Van, Diyarbakır, Antalya ve Adana yaz verileri; Çanakkale, Elazığ ve Antalya sonbahar verileri, Sivas, Antalya ve Adana yıllık ortalama verileri. Yüksek sıcaklık verilerinde: Diyarbakır yıllık ortalama; Göztepe, Ş. Urfa ve Antalya kış, Ankara ve Konya ilkbahar; konya yaz verileri. Yağış verilerinde: Zonguldak ilkbahar; Van sonbahar verileri için H_0 hipotezi reddedilir.



Şekil 2.1 İncelenen meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılımı

Tablo 2.1. İncelenen istasyonlara ait genel bilgiler; kullanılan verilerin ait olduğu periyotlar ve eksik olan yıllar. Verilerin eksik olduğu yılların sadece son iki hanesi, noksan yıl sayısı birden fazla ise diğer yılların son hanesi yazılmıştır.

İstasyon	No	Enlem	Boylam	Yük. (m)	Yağış Verileri		Sıcaklık Verileri	
					Periyot	Periyot		
Zonguldak	022	31.48	41.27	136	1931-90	Tam	1939-90	Tam
Samsun	030	36.18	41.16	44	1931-90	Tam	1929-90	Tam
Trabzon	038	39.43	41.00	37	1929-90	Tam	1929-89	35,7
Edirne	050	26.41	41.40	48	1931-90	Tam	1929-90	Tam
Göztepe	060	29.05	40.58	40	1931-90	Tam	1929-90	Tam
Sivas	090	37.01	39.45	1285	1931-90	Tam	1930-90	Tam
Kars	098	43.05	40.36	1775	1931-90	Tam	1930-90	54,5,6,7
Çanakkale	112	26.24	40.08	3	1931-90	Tam	1930-90	Tam
Ankara	130	32.53	39.57	902	1929-90	Tam	1926-90	Tam
Kütahya	152	29.58	39.24	969	1931-90	Tam	1929-89	Tam
Van	170	43.21	38.27	1661	1932-90	Tam	1938-90	Tam
Elazığ	202	39.17	38.36	582	1931-90	Tam	1938-89	Tam
İzmir	220	27.10	38.26	26	1931-90	Tam	1938-90	Tam
Konya	244	32.33	37.55	1022	1931-90	Tam	1929-90	Tam
Urfa	270	33.46	37.08	547	1931-90	34,5,6	1929-90	34,5,5
Diyarbakır	280	40.11	37.53	677	1931-90	Tam	1929-90	Tam
Antalya	300	30.44	36.42	50	1931-90	Tam	1930-90	Tam
Adana	350	35.25	37.00	20	1931-90	Tam	1929-90	Tam

Tablo 2.2. Run testi ile homojenlik analizi için alt ve üst güvenirlilik sınırları, (Oliver, 1981).

Veri sayısı	alt sınır	üst sınır	Veri sayısı	alt sınır	üst sınır	Veri sayısı	alt sınır	üst sınır
20	8	13	30	12	19	70	31	41
22	9	14	40	16	20	80	35	47
24	9	16	50	22	30	90	40	52
26	10	17	60	26	36	100	45	57

Tablo 2.3. Run testi için birer uygulama.

Göztepe düşük sıcaklık					Anadoluyüyük düşük sıcaklık				
Yıl	Değer	Rank	Fark	RUN	Değer	Rank	Fark	RUN	
1 1941	9.4	11.6	-0.9	A(-) 1	14.9	15.3	0.3	U(+) 1	
2 1942	8.9	11.1	-1.4	A(-)	14.4	15.2	0.4	U(+)	
3 1943	9.4	11.1	-0.9	A(-)	14.4	15.1	0.4	U(+)	
4 1944	10.2	11.0	-0.1	A(-)	14.2	15.0	0.2	U(+)	
5 1945	9.6	10.9	-0.7	A(-)	14.3	15.0	0.3	U(-)	
6 1946	10.5	10.8	0.2	U(-) 2	14.7	14.9	0.7	U(-)	
7 1947	10.2	10.7	-0.1	A(-) 3	15.3	14.9	1.3	U(-)	
8 1948	9.5	10.7	-0.8	A(-)	13.8	14.8	-0.2	A(-) 2	
9 1949	9.4	10.7	-0.9	A(-)	14.0	14.8	0	U(-) 3	
10 1950	10.1	10.6	-0.2	A(-)	14.3	14.7	0.3	U(+)	
11 1951	10.6	10.6	0.3	U(+) 4	14.1	14.7	0.1	U(+)	
12 1952	10.6	10.6	0.3	U(+) 4	14.0	14.6	0	U(-)	
13 1953	9.4	10.6	-0.9	A(-) 5	12.5	14.4	-1.5	A(-) 4	
14 1954	9.3	10.6	-0.4	A(-)	13.6	14.4	-0.4	A(-)	
15 1955	10.8	10.6	0.5	U(-) 6	14.4	14.4	0.4	U(+) 5	
16 1956	9.2	10.5	-1.1	A(-) 7	13.4	14.4	-0.6	A(-) 6	
17 1957	10.4	10.5	0.1	U(+) 8	13.6	14.3	-0.4	A(-)	
18 1958	10.5	10.5	0.2	U(+) 8	13.8	14.3	-0.2	A(-)	
19 1959	9.0	10.4	-1.3	A(-) 9	13.1	14.3	-0.9	A(-)	
20 1960	10.4	10.4	0.1	U(-) 10	14.6	14.2	0.6	U(+) 7	
21 1961	10.2	10.4	-0.1	A(-) 11	14.0	14.2	0	U(+)	
22 1962	10.4	10.4	0.1	U(+) 12	14.9	14.1	0.9	U(+)	
23 1963	10.6	10.3	0.3	U(+) 12	14.8	14.0	0.8	U(+)	
24 1964	9.5	10.3	-0.8	A(-) 13	14.0	14.0	0	U(+)	
25 1965	9.9	10.3*	-0.4	A(-)	14.2	14.0*	0.2	U(+)	
25 1966	11.5	10.3*	1.3	U(+) 14	15.1	14.0*	1.1	U(+)	
24 1967	10.0	10.2	-0.3	A(-) 15	13.9	13.8	-0.2	A(-) 8	
23 1968	10.2	10.2	-0.1	A(-)	14.4	13.6	0.4	U(+) 9	
22 1969	10.2	10.2	-0.1	A(-)	14.8	13.6	0.8	U(+)	
21 1970	10.7	10.2	0.4	U(+) 16	15.0	13.6	1	U(+)	
20 1971	10.4	10.2	0.1	U(+)	14.7	13.6	0.7	U(-)	
19 1972	10.2	10.1	-0.1	A(-) 17	14.3	13.4	0.3	U(-)	
18 1973	10.0	10.1	-0.3	A(-)	15.2	13.1	1.2	U(+)	
17 1974	10.1	10.1	-0.2	A(-)	15.0	13.1	1	U(+)	
16 1975	10.7	10.0	0.4	U(-) 18	12.8	12.9	-1.2	A(-) 10	
15 1976	9.7	10.0	-0.6	A(-) 19	12.1	12.8	-1.9	A(-)	
14 1977	10.5	9.9	0.2	U(+) 20	11.5	12.8	-2.5	A(-)	
13 1978	10.4	9.9	0.1	U(+)	12.7	12.8	-1.3	A(-)	
12 1979	11.1	9.7	0.8	U(+)	13.1	12.7	-0.9	A(-)	
11 1980	10.4	9.6	0.1	U(+)	12.1	12.5	-1.9	A(-)	
10 1981	10.6	9.6	0.3	U(+)	12.8	12.5	-1.2	A(-)	
9 1982	10.2	9.5	-0.1	A(-) 21	11.8	12.3	-2.2	A(-)	
8 1983	10.5	9.5	0.2	U(+) 22	11.9	12.2	-2.1	A(-)	
7 1984	10.6	9.4	0.3	U(+) 22	12.2	12.2	-1.8	A(-)	
6 1985	9.6	9.4	-0.7	A(-) 23	12.5	12.1	-1.5	A(-)	
5 1986	10.9	9.4	0.6	U(+) 24	12.9	12.1	-1.1	A(-)	
4 1987	10.1	9.4	-0.2	A(-) 25	12.1	12.1	-1.9	A(-)	
3 1988	10.7	9.2	0.4	U(+) 26	12.8	11.9	-1.2	A(-)	
2 1989	11.0	9.0	0.7	U(+)	12.2	11.8	-1.8	A(-)	
1 1990	11.1	8.9	0.8	U(+)	12.3	11.5	-1.7	A(-)	

BÖLÜM III

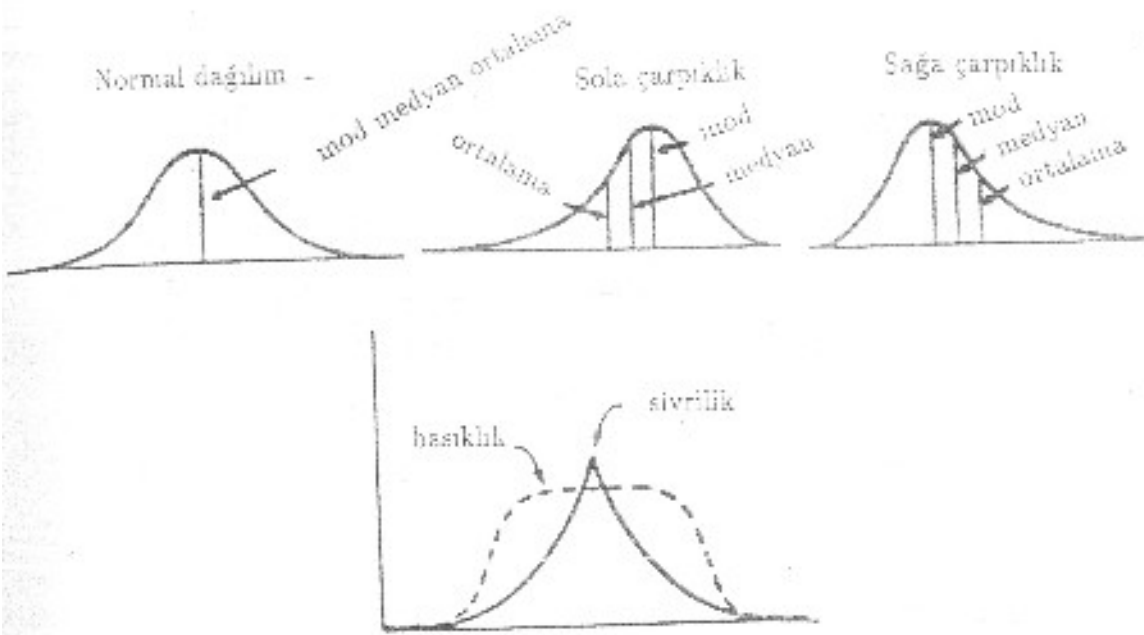
KULLANILAN TREND ANALİZ METODLARI

Veriler üzerinde trend analizi yapmadan önce elde edilen verilerin bazı istatistiksel bilgileri çıkarılmıştır. Bunlar; ortalama, medyan (orta nokta değeri), mod, standart sapma, minimum, maksimum, standartlaştırılmış çarpıklık ve basıklık değerleridir. İklim verileri her zaman normal dağılıma uymamaktadır. Sağa veya sola çarpıklıklar (skewness) olabileceği gibi yamukluk veya sivrilikler (kurtosis) de olabilmektedir, (Şekil 3.1).

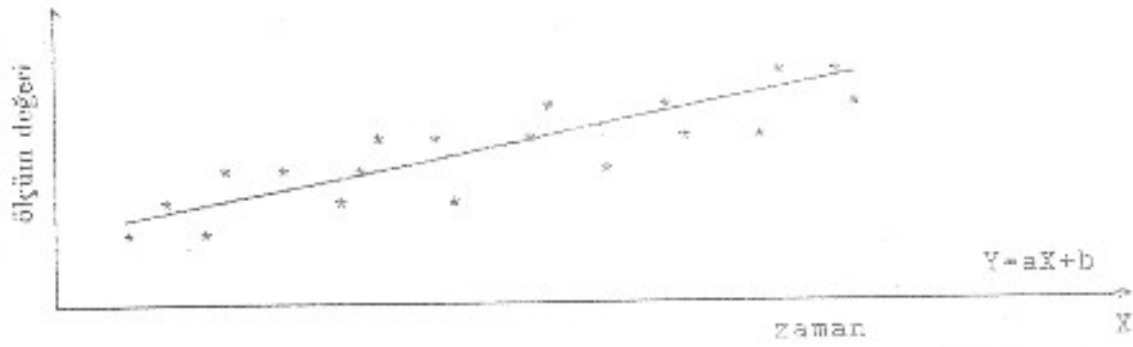
Veriler zaman içinde bir trende sahip ise onun trendinin yönünü ve şiddetini belirleyebilmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bu çalışmada, En Küçük Kareler Yöntemi (EKKY), Spearman mertbe korelasyonu ve Mann-Kendall mertbe korelasyon istatistiği uygulanmıştır. Bunlardan EKKY'nin uygulanabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması gerekmektedir. Ekte'ki tablolarda görüleceği gibi incelenen veriler her zaman normal dağılıma uygunluk göstermemektedir. Bu yüzden bu çalışmada trend analizi için dağılımdan bağımsız Spearman ve Mann-Kendall mertbe korelasyon yöntemleri tercih edilmiştir. Diğer yandan verilerde görülen değişimin miktarını bu iki yöntemle tespit etmek mümkün değildir. Veriler her zaman normal dağılıma uymasalarda, incelenen periyodun tümü boyunca toplam ne kadarlık bir değişim olduğunu belirleyebilmek için de EKKY uygulanması zorunluluğu vardır. Bu yüzden burada her üç yöntem de kullanılmıştır.

3.1. En Küçük Kareler Yöntemi

En küçük kareler yöntemi (EKKY), iki seri arasında zamanla nasıl bir değişim olduğunu belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin temel prensibi, bütün noktalardan mümkün olduğunca yakın bir doğru geçirilmesidir, (Şekil 3.2).



Şekil 3.1 Normal, sağa sola çarpıklık, sivrilik ile basıklık şekilleri



Şekil 3.2 En küçük kareler yöntemi ile bütün noktalara en yakın olacak şekilde doğru geçirilmesi

Tablo 3.1. Adana'da yıllık toplam yağış miktarı ve Mann-Kendall Trend İstatistiği (U₁(t) ve U₂(t))nin hesaplanması.

sıra i	Yıl	gözlem değeri	rank r _i	y ² -		y ² -		U ₁ (t)	U ₂ (t)	U ₁ '(t)	U ₂ '(t)	
			yr	y ² t	y ² (i-1)	y ² (i-1)	at					
1	26	371.6	8	-9	-1	5	0	0	0.00	0	0	1.16
2	27	279.2	7	-8	6	5	1	1	1.00	0	0	-1.00
3	28	208.2	1	-14	-11	-2	0	1	-0.52	2	2	0.52
4	29	327.0	12	-3	3	8	3	4	0.58	0	2	-0.58
5	30	285.5	9	-6	-18	4	3	7	0.98	1	3	-0.98
6	31	423.0	27	12	23	21	5	12	1.69	0	3	-1.69
7	32	269.6	4	-11	-9	-3	1	13	0.75	5	8	-0.75
8	33	338.3	13	-2	11	5	6	19	1.24	1	9	-1.24
9	34	259.1	2	-13	-19	-7	1	20	0.42	7	16	-0.42
10	35	387.9	21	6	-2	11	5	28	0.98	1	17	-0.98
11	36	393.7	23	8	4	12	9	37	1.48	1	18	-1.48
12	37	365.4	19	4	-10	7	8	45	1.65	3	21	-1.55
13	38	505.0	29	14	11	16	12	57	3.20	0	21	-2.20
14	39	364.9	18	3	-7	4	7	64	2.03	5	26	-2.14
15	40	403.4	25	10	14	10	12	76	2.33	3	28	-2.42
16	41	334.7	11	-4	-4	-5	6	82	1.98	9	37	-2.07
17	42	363.2	15	0	-7	-3	9	91	1.89	7	44	-1.98
18	43	389.5	22	7	17	4	13	104	2.08	4	48	-2.16
19	44	270.9	5	-10	-3	-14	3	107	1.50	15	63	-1.57
20	45	260.0	8	-7	-12	-12	6	113	1.17	12	75	-1.30
21	46	385.0	20	5	-8	-3	13	126	1.27	6	81	-1.45
22	47	426.1	28	13	11	6	15	141	1.44	1	82	-1.89
23	48	364.5	17	2	3	-6	12	153	1.40	10	92	-1.82
24	49	346.1	14	-1	11	-10	11	164	1.29	12	104	-1.39
25	50	263.5	3	-12	-23	-22	2	165	0.75	22	126	-1.12
26	51	409.6	26	11	10	0	22	188	1.12	3	129	-1.48
27	52	364.1	16	1	6	-11	14	202	1.10	13	142	-1.40
28	53	332.8	10	-5	-14	-18	9	211	0.87	19	161	-1.11
29	54	395.8	24	9	16	-5	23	234	1.16	5	166	-1.39

Çanakkale: Burada 60 yıllık dönemde kendi içinde sahnınlar olmasına rağmen uzun dönemde belirgin bir trend görülmektedir. (Şekiller A96-A98).

Ankara: Yağışta tüm mevsimlerde, dolayısıyla yıllık ortalamada, artan bir trend vardır. (Şekiller A99-A101).

Kütahya: Yağış değerlerinde küçük sahnınlar sanıp olmasına rağmen genelde belirgin bir trend yoktur. (Şekiller A101-A103).

Van: Yağışta herhangi bir değişim yoktur. (Şekiller A104-A106).

Elazığ: İncelenen dönüm içerisinde küçük sahnınlar olmasına rağmen genelde belirgin bir trend yoktur. (Şekiller A106-A108).

İzmir, Konya, Ş. Urfa, Diyarbakır, Antalya ve Adana yağış verilerinde genelde belirgin bir trende rastlanmamıştır. (Şekiller A109-A123).

Türkiyeyi temsilen incelenen istasyonların ortalaması ele alındığında belirgin bir trend olnamakla birlikte hafif bir azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Enküçük kareler yöntemi ile yıllık toplam yağışta 60 yıl boyunca, ortalamadan $60 * (-0.29)/2 = 8.5$ mm'lik bir azalma söz konusu olmaktadır. (Şekiller A124-A126).

Ekte sunulan tablolarda da görülebileceği gibi yağış verilerinde her ilki testte (Spearman ve Mann-Kendall) göre %95 güvenirlilik seviyesinde trend bulunan istasyonlar şunlardır: Samsun ve Kars'ta kışın, Ankara'da ilkbaharda, Antalya'da yazın artış, Kars ve Ankara'da yıllık toplam yağışta azalma trendi vardır. Bu azalma trendleri yaklaşık olarak 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır.

sonuçlarımızı önemli bir şekilde etkileyecektir.

Bütün bunlar, ülkemizin büyük kaynaklar harcıyıp ve emekler vererek gerçekleştirmiş olduğu su tesislerinin işletilmesinde, gerçekleştirmekte olduğu projelerde, şehirleşme ve diğer sosyo-ekonomik programların planlanmasında, dünya ve Türkiye'de iklim değişiminin kaçınılmaz etkilerinin şimdiden göz önüne alınmasına yardımcı olacaktır.

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin TOROS, 1965 yılında Mersin'de doğdu. 1984 yılında Mersin Dumlupınar Lisesinden mezun oldu. 1989 yılında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Aynı yıl Gemsa General Makina Sanayi Bilgi İşlem Merkezinde çalıştı. 1990 yılında adı geçen fakültenin Uzay Bilimleri ve Teknolojisi Bölümünde Uzman olarak çalışmaya başladı. 1991 yılında Meteoroloji Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi oldu; halen aynı görevi sürdürmektedir. Türkiye'de iklim değişikliği konusunda yurtiçi ve yurtdışında yayınları bulunmaktadır.