

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KARADENİZ BÖLGESİ REFERANS
EVAPOTRANSPIRASYON HESAPLAMALARINDA
GÜNEŞ RADYASYON VERİLERİ VE REFERANS
EVAPOTRANSPIRASYON FREKANS ANALİZİ**

**Hazırlayan
Aşlı KIRTAN**

**Danışman
Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA**

Yüksek Lisans Tezi

**Mayıs 2019
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KARADENİZ BÖLGESİ REFERANS
EVAPOTRANSPIRASYON HESAPLAMALARINDA
GÜNEŞ RADYASYON VERİLERİ VE REFERANS
EVAPOTRANSPIRASYON FREKANS ANALİZİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Aşlı KIRTAN**

**Danışman
Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA**

**Mayıs 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Aslı KIRTAN

İmza :

“Karadeniz Bölgesi Referans Evapotranspirasyon Hesaplamalarında Güneş Radyasyon Verileri ve Referans Evapotranspirasyon Frekans Analizi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Aslı KIRTAN

Danışman

Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

Biyosistem Mühendisliği ABD Başkanı

Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA danışmanlığında **Aslı KIRTAN** tarafından hazırlanan **“Karadeniz Bölgesi Referans Evapotranspirasyon Hesaplamalarında Güneş Radyasyon Verileri ve Referans Evapotranspirasyon Frekans Analizi”** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyosistem Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

03 / 05 /2019

JÜRİ:

Danışman	: Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA	
Üye	: Prof. Dr. Kadri YÜREKLİ	
Üye	: Doç. Dr. Sinan GERÇEK	

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... / /

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışma konusunu belirlemede ve çalışma sürecinde desteklerini, bilgilerini benimle paylaşan, tecrübelerini esirgemeyen, gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerinden yararlanacağımı düşündüğüm danışman hocam; Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında ne zaman danışsam zamanlarını ayırıp sabırla ve ilgiyle bana faydalı olmak için ellerinden geleni sunan, her sorun yaşadığımda yanlarına çekinmeden gidebildiğim, değerli hocalarım; Öğr. Gör. Zeynel Abidin KUŞ'a ve Arş. Gör. Necati ÇETİN'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Teşekkürlerin az kalacağı, maddi ve manevi yönden her daim yanımda olan AĞCA ailesi ve ASLAN ailesine canı gönülden teşekkür ederim

Eğitim hayatımda her daim yanımda olarak bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemde en büyük payın sahibi olan, bana benden daha çok güvenen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan ve ne karar alırsam alayım her seferinde bana güvenen, yol gösteren ve bu yolda yanımda olan, bütün başarılarımı çok yakın zamanda aramızdan ayrılan ablama borçluyum.

Rabbimin lütfettiği sağlık, akıl, çalışma isteği ve gücü sayesinde bu çalışmayı sonuçlandırmam mümkün oldu.

Ash KIRTAN
Kayseri, Mayıs 2019

KARADENİZ BÖLGESİ REFERANS EVAPOTRANSPIRASYON HESAPLAMALARINDA GÜNEŞ RADYASYON VERİLERİ VE REFERANS EVAPOTRANSPIRASYON FREKANS ANALİZİ

Aşlı KIRTAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2019

Danışman: Doç. Dr. Ali ÜNLÜKARA

ÖZET

Referans evapotranspirasyon, bitki su tüketimi hesaplamalarında atmosferin bitki üzerindeki buharlaştırma talebini göstermektedir. Gelişme dönemine bağlı bitki katsayıları ile referans evapotranspirasyon çarpılarak bitki su tüketimi hesaplanmaktadır. Son yıllarda referans evapotranspirasyon hesaplamalarında Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Sulama ve Drenaj Yayınları No.56 tarafından önerilen yöntem standart olarak kullanılmaktadır. FAO 56 tarafından bir bölgede güneş radyasyonuna ilişkin verilerin hesaplanmasında yerel Angstrom katsayılarının kullanılması önerilmektedir. İşte bu çalışmanın ana amacını Karadeniz Bölgesi için yerel Angstrom katsayılarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu amaçla Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden Bölgeye ilişkin uzun yıllar iklim verileri temin edilmiştir. Karabük dışında Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın, Çorum, Zonguldak, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bolu, Düzce, Kastamonu, Amasya, Tokat ve Gümüşhane illeri Angstrom katsayıları saptanmıştır. Uzun yıllık iklim verileri ve Angstrom katsayıları kullanılarak tüm bu illerin aylık ortalama referans evapotranspirasyon verileri hesaplanmıştır. Elde edilen veri serisine frekans analizi yapılmış ve zamanın %95, %75, %50, %25, %10 ve %5 ihtimalle görülmesi muhtemel referans evapotranspirasyon değerleri belirlenmiş ve frekans eşitlikleri verilmiştir. Yıllık ortalama toplamlar bakımından en düşük ETo değerine 884 mm ile Rize ili ve en yüksek 1507 mm ile Tokat ili sahip olmuştur. Tüm illerde yıllık toplam ETo değerleri, Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri rehber değerlerinden %16.9-48.9 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Referans evapotranspirasyon, Karadeniz Bölgesi, Angstrom katsayıları, frekans analizi

**USING SOLAR RADIATION DATA IN CALCULATION OF REFERENCE
EVAPOTRANSPIRATION AND BLACK SEA REGION REFERENCE
EVAPOTRANSPIRATION FREQUENCY ANALYSIS**

Ash KIRTAN

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, May-2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali ÜNLÜKARA

ABSTRACT

Reference evapotranspiration represents atmospheric evaporation demand on crop water consumption estimations. Crop water consumption was calculated by multiplying crop coefficients, depend on crop growth stage, with reference evapotranspiration. Recently, the reference evapotranspiration method offered by Food and Agricultural Organization (FAO) Irrigation and Drainage Paper No.56 used as a standard method. Using regional Angstrom coefficients were offered for calculations of solar radiation data by the paper of FAO 56. Therefore, the main purpose of this study is to obtain these Angstrom coefficients of the provinces in Karadeniz Region. For this purpose, long climate data of the region was obtained from Turkish Meteorology General Directorate. As a result, Angstrom coefficient of Bartın, Çorum, Zonguldak, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bolu, Düzce, Kastamonu, Amasya, Tokat and Gümüşhane were obtained for the Region except Karabük. Monthly reference evapotranspiration data of all of these provinces of the Region were calculated with long term climate data and these regional Angstrom coefficients. Frequency analysis of monthly evapotranspiration data were performed and reference evapotranspiration values at 95%, 75%, 50%, 25%, 10% and 5% of time were determined and reference evapotranspiration frequency equations of the provinces were presented in the study. Depending on annual total ETo, Rize province has the least value as 884 mm and Tokat province has the highest value as 1507 mm. Annual total ETo values in this study for whole provinces in Black Sea Region were found 16.9-48.9% higher than ones presented by the Guidelines of Evapotranspiration of Irrigated Crops in Turkey.

Key Words: Reference evapotranspiration, Black Sea Region, Angstrom coefficients and frequency analysis

İÇİNDEKİLER

KARADENİZ BÖLGESİ REFERANS EVAPOTRANSPIRASYON HESAPLAMALARINDA GÜNEŞ RADYASYON VERİLERİ VE REFERANS EVAPOTRANSPIRASYON FREKANS ANALİZİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	i
TABLO LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	i
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM LİTERATÜR ÖZETİ

2.BÖLÜM MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal	12
2.2. Yöntem	13

3. BÖLÜM BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular ve Tartışma	16
3.1.1. Bartın.....	21
3.1.2. Zonguldak	25
3.1.3. Sinop	29
3.1.4. Samsun	32
3.1.5. Ordu	36

3.1.6.Giresun	39
3.1.7.Trabzon	43
3.1.8.Rize	46
3.1.9.Artvin	50
3.1.10.Bolu.....	53
3.1.11.Düzce	57
3.1.12.Kastamonu	60
3.1.13.Çorum	64
3.1.14.Amasya	67
3.1.15.Tokat	71
3.1.16.Gümüşhane	74

4.BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler	79
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ.....	84

KISALTMALAR VE SİMGELER

<u>SEMBOL</u>	<u>ANLAMI</u>
%	: Yüzde
$(e_s - e_a)$	: Doygun buhar basıncı açığı
°C	: Derece celsius
a_s ve b_s	: Angstrom katsayıları
c_p	: Havanın öz ısısı
d_r	: Yerküre güneş arası ters nispi uzaklık
DSİ	: Devlet su işleri
e_a	: Gerçek buhar basıncı
e_s	: Doygun buhar basıncı
ET _o	: Referans evapotranspirasyon
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
G	: Toprak ısı akısı
G_{sc}	: Solar sabit
J	: Yılın gün sayısı
K	: Kelvin
K_c	: Bitki katsayısı
m	: metre
M	: İlgili aya ilişkin E _{to} veri sayısı
n	: Güneşlenme süresi
N	: Gündüz süresi
P	: Referans evapotranspirasyonun dikkate alınan değerine eşit veya daha yüksek olma ihtimali
R	: Küçükten büyüğe doğru yapılan sıralamada dikkate alınan E _{to} değerinin sırası
R_a	: Atmosfer dış yüzey radyasyonu
R_n	: Net radyasyon
R_{nl}	: Net uzun dalga radyasyonu
R_{ns}	: Net kısa dalga radyasyonu
RP	: Tekrarlama süresi

r_s	: Yüzey direnci
R_s	: Solar radyasyon
R_{so}	: Açık gökyüzü radyasyonu
T	: 2 m yükseklikte ortalama günlük hava sıcaklığı
TAGEM	: Tarımsal araştırmalar ve politikalar genel müdürlüğü
T_{mak}	: Maksimum sıcaklık
T_{min}	: Minimum sıcaklık
U_2	: 2 m yükseklikte rüzgâr hızı
α	: Albedo
γ	: Psikrometrik sabit
δ	: Solar deklinasyon açısı
Δ	: Buhar basıncı eğrisinin eğimi
λ_{ET}	: Eşdeğer buharlaşma
ρ_a	: Sabit basınçta ortalama hava yoğunluğu
σ	: Stefan-Boltzman sabiti
φ	: Enlem derecesi
ω_s	: Gün batımı saat açısı

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Karadeniz Bölgesi ETo hesaplamaları yapılan iller, meteoroloji istasyonu numaraları, istasyon adı, enlem ve boylam dereceleri ve rakımları.....	12
Tablo 3.1.	Karadeniz Bölgesi İlleri Angstrom Katsayıları	19
Tablo 3.2.	Aylara göre Bartın ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	24
Tablo 3.3.	Bartın ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	24
Tablo 3.4.	Aylara göre Zonguldak ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	27
Tablo 3.5.	Zonguldak ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri.....	28
Tablo 3.6.	Aylara göre Sinop ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	31
Tablo 3.7.	Sinop ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	31
Tablo 3.8.	Aylara göre Samsun ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	34
Tablo 3.9.	Samsun ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	35
Tablo 3.10.	Aylara göre Ordu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	38
Tablo 3.11.	Ordu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	38
Tablo 3.12.	Aylara göre Giresun ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	41
Tablo 3.13.	Giresun ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	42
Tablo 3.14.	Aylara göre Trabzon ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	45

Tablo 3.15. Trabzon ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	45
Tablo 3.16. Aylara göre Rize ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	48
Tablo 3.17. Rize ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	49
Tablo 3.18. Aylara göre Artvin ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	52
Tablo 3.19. Artvin ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	52
Tablo 3.20. Aylara göre Bolu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	55
Tablo 3.21. Bolu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	56
Tablo 3.22. Aylara göre Düzce ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	59
Tablo 3.23. Düzce ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	59
Tablo 3.24. Aylara göre Kastamonu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	62
Tablo 3.25. Kastamonu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri.....	63
Tablo 3.26. Aylara göre Çorum ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	66
Tablo 3.27. Çorum ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	66
Tablo 3.28. Aylara göre Amasya ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	69
Tablo 3.29. Amasya ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	70
Tablo 3.30. Aylara göre Tokat ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları.....	73

Tablo 3.31. Tokat ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri	73
Tablo 3.32. Aylara göre Gümüşhane ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları	76
Tablo 3.33. Gümüşhane ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri.....	77

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1.	Bartın ili 1985-2012 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	23
Şekil 3.2.	Bartın ilinde %95, %50 ve %5 ihtimalleri için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	25
Şekil 3.3.	Zonguldak ili 1984-2013 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	27
Şekil 3.4.	Zonguldak ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	28
Şekil 3.5.	Sinop ili 1985-2013 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	30
Şekil 3.6.	Sinop ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	32
Şekil 3.7.	Samsun ili 1968-2008 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	34
Şekil 3.8.	Samsun ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	35
Şekil 3.9.	Ordu ili 1983-2009 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	37
Şekil 3.10.	Ordu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	39
Şekil 3.11.	Giresun ili 1983-2009 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	41
Şekil 3.12.	Giresun ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	42
Şekil 3.13.	Trabzon ili 1969 -2005 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	44
Şekil 3.14.	Trabzon ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	46
Şekil 3.15.	Rize ili 1965-1979 ve 1984- 2005 yılları aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	48
Şekil 3.16.	Rize ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	49

Şekil 3.17. Artvin ili 1984-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	51
Şekil 3.18. Artvin ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	53
Şekil 3.19. Bolu ili 1984-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	55
Şekil 3.20. Bolu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	56
Şekil 3.21. Düzce ili 1984-2006 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	58
Şekil 3.22. Düzce ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	60
Şekil 3.23. Kastamonu ili 1968-2005 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	62
Şekil 3.24. Kastamonu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	63
Şekil 3.25. Çorum ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	65
Şekil 3.26. Çorum ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	67
Şekil 3.27. Amasya ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	69
Şekil 3.28. Amasya ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	70
Şekil 3.29. Tokat ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	72
Şekil 3.32. Tokat ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	74
Şekil 3.33. Gümüşhane ili 1985-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları.....	76
Şekil 3.34. Gümüşhane ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri	77

GİRİŞ

Bitki su tüketimi, bitkilerin sulanması, sulama projelerinin yapılması ve hidrolojik hesaplamalarda yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bitki su tüketiminin %98-99'unu bitki yüzeyinden terleme (transpirasyon) ve topraktan buharlaşma (evaporasyon) yani birleştirilmiş adıyla evapotranspirasyon oluşturmaktadır.

Bitki evapotranspirasyonu ya doğrudan ölçülerek veya bitki ve iklim verilerinden tahmin edilerek belirlenir. Doğrudan ölçüm teknikleri bir miktar bitkinin çevreden izole edilmesini ve ölçüm yoluyla ET'in belirlenmesini içine alır. Bitki evapotranspirasyonunun hesaplanması için çeşitli teorik ve deneysel eşitlikler geliştirilmiştir. Bitki evapotranspirasyonunu hesaplamak için geliştirilen tüm yöntemler $ET_c = K_c \times ET_o$ eşitliğini içermektedir. K_c bitki katsayısını ve ET_o ise potansiyel veya referans evapotranspirasyonu göstermektedir. Potansiyel evapotranspirasyon, elverişli suyun en yüksek oranda toprak ve bitki yüzeylerinden uzaklaştırılmasıdır. Potansiyel evapotranspirasyon, buharlaşma için elverişli enerji miktarına bağlıdır ve günden güne değişir. Referans bitki evapotranspirasyonu ise genellikle çim veya yonca gibi özel bir bitki için potansiyel evapotranspirasyon ifade etmektedir (James, 1988).

Bitki su tüketiminde referans evapotranspirasyon (ET_o) bileşeni, iklimin etkisini yansıtır. Bu nedenle atmosferin buharlaştırma talebinin doğru şekilde tahmin edilmesi bitki su tüketiminin de daha doğru şekilde tahmini sonucunu doğurur.

Bitki tipi, gelişimi ve yönetim uygulamalarından bağımsız şekilde atmosferin evaporatif talebini çalışabilmek için referans evapotranspirasyon kavramı ortaya atılmıştır. Referans evapotranspirasyon yüzeyinde su bolca bulunduğu için, toprak faktörleri ET'yi etkilemez. Özel bir yüzeyle ET'nin ilişkilendirilmesi, diğer yüzeylerden oluşan ET ile ilişki kurulmasına bir referans sağlar. Her bitki ve gelişme dönemi için ayrıca ET tanımlanmasını gereksiz kılar. Farklı bölgelerde veya dönemlerde ölçülen veya

hesaplanan ET_o değerleri, aynı referans yüzeyden oluşan ET 'yi temsil ettiklerinden karşılaştırılabilirler (Allen vd., 1998; Allen vd., 2005).

ET_o 'ı yalnızca iklimsel parametreler etkiler. Sonuç olarak, ET_o bir iklim parametresidir ve hava verilerinden hesaplanabilmektedir. ET_o özel bir yer ve yılın özel bir zamanında atmosferin buharlaştırma gücünü göstermekte ve bitki katsayıları ile toprak faktörlerini dikkate almamaktadır. FAO Penman-Monteith yöntemi ET_o 'ın belirlenmesi için tek yöntem olarak tavsiye edilmektedir. Deęerlendirilen bölgede çim bitkisinden meydana gelen ET_o 'a oldukça yakın sonuçlar vermesi, fiziksel olarak taban oluşturması, fizyolojik ve aerodinamik parametrelerin her ikisini net bir şekilde ilişkilendirmesi için bu metod seçilmiştir. Buna ilave olarak, ET_o tahminlerinde gerekli kayıp iklim parametreleri için ek yöntemler geliştirilmiştir (Allen vd., 1998).

Referans yüzey, bitki boyu 0.12 m, sabit yüzey direnci 70 s m^{-1} ve albedosu 0.23 olarak kabul edilen bir hipotetik çim referans bitkisidir. Referans yüzey, iyi sulanmış, üniform boyda, aktif şekilde büyüyen ve yetiştirildiği yeri tamamıyla örten geniş yüzeyli yeşil çim bitkisini temsil etmektedir. Sabit 70 s m^{-1} 'lik yüzey direnci, yaklaşık bir haftalık sulama frekansı sonucu oluşan orta derecede kuru toprak yüzeyini vurgulamaktadır (Allen vd., 1998; Allen vd., 2005).

Evapotranspirasyonun itici gücü enerjidir. Bu enerjinin büyük bir kısmı güneşten sağlanır. Yılın günlerine ve atmosfer şartlarına bağlı olarak değişim gösteren güneş enerjisi miktarı doğrudan ölçülebildiği gibi dolaylı olarak güneşlenme süresinden de hesaplanabilmektedir. Türkiye'de bazı meteoroloji istasyonlarında her iki ölçüm birden yapılabildiği gibi bazı istasyonlarda ise yalnızca güneşlenme süreleri ölçülmekte veya bazı istasyonlarda hiç ölçüm yapılmamaktadır. İstasyonlardaki bakım, onarım veya cihaz yenileme gibi nedenlerden ötürü bu verilerin eksik olduğu dönemler bulunabilmektedir.

FAO 56 Penman-Monteith Metodu'nda en düşük ve en yüksek hava sıcaklıkları, en düşük ve en yüksek bağıl nem yüzdeleri, yer yüzeyine ulaşan solar radyasyon, 2 m yükseklikteki rüzgâr hızı verileri yanında rakım, hava basıncı, psikrometrik sabit ve enlem derecesi kullanılmaktadır. ET_o eşitliğinde yer alan kısa dalga solar radyasyonun (R_s) hesaplanmasında Angstrom eşitliği kullanılmıştır [$R_s = (a_s + b_s \times (n/N)) \times R_a$]. Bu eşitlikte hesaplama yapılan bölge için orijinal angstrom katsayıları (a_s ve b_s) kullanımı

önerilmiştir. Eğer bölgeye özgü a_s ve b_s katsayıları yoksa bu durumda $a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.5$ alınarak hesaplamalara devam edilmesi belirtilmiştir. Bu eşitlikte yer alan angstrom katsayıları aynı zamanda açık bir günde gelen solar radyasyon (R_{so}) hesabında kullanılmaktadır. Yer yüzeyinden uzun dalga radyasyon (R_{nl}) hesaplanmasında R_{so} 'dan yararlanmaktadır. Yer yüzeyine ulaşan kısa dalga radyasyon, albedo oranıyla $(1-\alpha)$ düzeltilerek referans yüzey tarafından absorbe edilen kısa dalga solar radyasyon (R_{ns}) bulunmaktadır. Bu radyasyon değerinden yer yüzeyi tarafından kaybedilen net uzun dalga radyasyon (R_{nl}) çıkarılarak referans yüzeyi tarafından kullanılacak olan net radyasyon (R_n) belirlenmektedir. Tüm bu radyasyon hesaplamalarında angstrom katsayıları ya doğrudan ya da dolaylı olarak sonuçları etkilemektedir.

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi için angström katsayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Meteorolojik kayıt sürecinde güneşlenme süreleri ve elde edilen angström katsayıları kullanılarak Karadeniz Bölgesi için referans evapotranspirasyon değerlerinin hesaplanması hedeflenmiştir. Meteorolojik kayıt süresi boyunca aylık ET_o değerleri frekans analizine tabi tutularak Karadeniz Bölgesi'nde bulunan illerde %95, %75, %50, %25, %10 ve %5 ihtimalle görülmesi muhtemel ET_o değerleri sunulması amaçlanmıştır.

1.BÖLÜM

LİTERATÜR ÖZETİ

Toprakta katı ve sıvı fazdan doğrudan evaporasyonla ve bitki yüzeylerinden transpirasyonla su atmosfere iletilir. Bu süreçlerin her birisinin evaporasyonu içermesi ve kolay şekilde ayırlanamamalarından dolayı birleştirilmiş ve her iki sürece birlikte evapotranspirasyon (ET) denilmiştir. Bitki su tüketimi ise doğrudan bitki ve toprak yüzeylerinden buharlaşma kadar bitki süreçlerinin tamamında kullanılan suyu içermektedir. Bitki özümsemesi, mineral maddeler ve fotosentez ürünlerinin iletilmesi, yapısal destekleme ve bitki gelişimi için kullanılan suyla birlikte bitki su tüketimi, bitki evapotranspirasyonunu aşmaktadır. Her ikisi arasındaki farkın genellikle %1'den daha küçük olmasından dolayı bitki su tüketimi ve bitki evapotranspirasyonu normal olarak birbirine eşit kabul edilmektedir (James, 1988).

Diğer bitkilerin su gereksinimlerinin belirlenmesinde bir referans olarak çeşitli çim ve yonca türlerinin evapotranspirasyonu kullanılmıştır. Çim için E_{To} ve yonca için E_{Tr} kullanımı tercih edilmiştir. Genelde E_{Tr} yarı kurak bölgelerde ve orta derecede rüzgârlı şartlarda E_{To} 'ın 1.2 katı kadar tahmin edilmektedir. Rüzgârlı ve nemli olmayan alanlarda bu oran 1.05 kadar düşük ve kurak rüzgârlı şartlarda 1.4 kadar yüksek olabilir. Bazı çimler daha düşük su kullanırlarken diğerleri nispeten daha yüksek su kullanabilirler. Birçok durumda özel bir referans E_{To} eşitliğini kalibre etmek için hangi tip çim kullanıldığının bilinmesi gerekir (Hargreaves ve Merkley, 2004).

Referans ET seçilen bitki için lizimetre ölçümleri kullanılarak kalibre edilen bir eşitliğe göre hesaplanır. Bu eşitlik yalnızca birkaç çevresel değişkenle deneysel olarak geliştirilebilir veya fizik, ısı transferi ve diğer çalışma alanlarına ait prensiplerden elde edilebilir. Bazı çok kompleks referans ET eşitlikleri çok değişken içerebilir ve çok hassas sonuçlar verebilir. Buna karşı uygulamada kompleks bir referans ET eşitliği elverişli ve güvenilir klimatolojik verilere ve diğer verilere dayandırılmalıdır. Genellikle referans ET eşitlikleri sıcaklığa dayalı metodlar, radyasyona dayalı metodlar ve

kombine metodlar şeklinde sınıflandırılabilir. Düzinelerce referans ET eşitlikleri araştırmacılar tarafından önerilmiş ve uygulanmıştır. Fakat bunlardan yalnızca birkaç tanesi genel kullanımda kalmıştır. Sulama ve Drenaj Dairesi, Amerikan İnşaat Mühendisleri Derneği (ASCE) ve Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) tarafından yapılan son toplantılarda Penman-Monteith Eşitliğinin kullanımı tavsiye edilmiştir (Hargreaves ve Merkley, 2004).

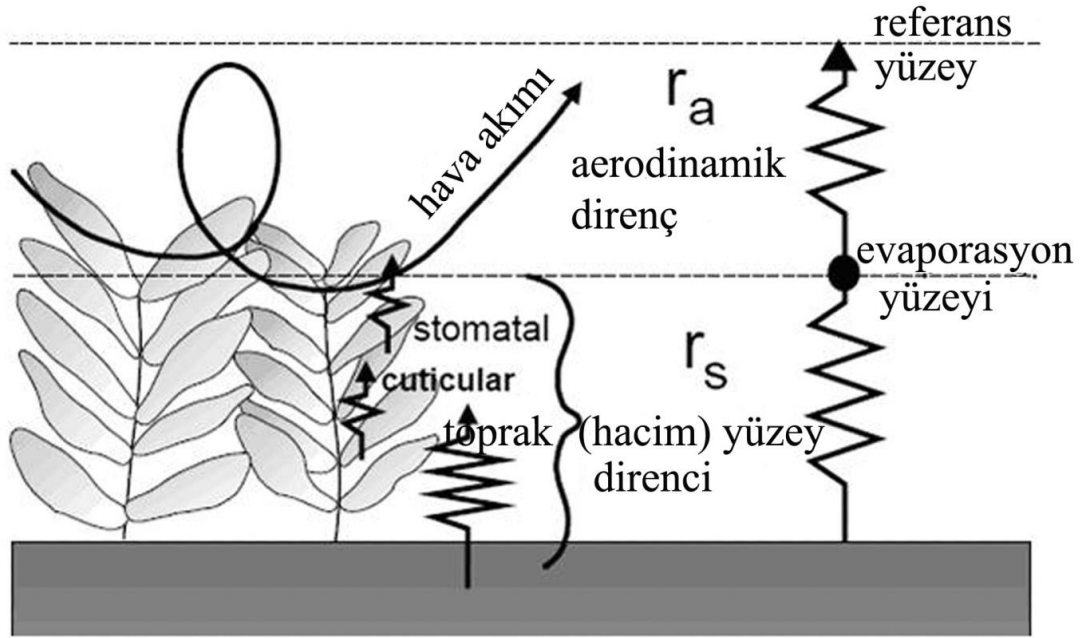
Su eksikliğinin olmadığı referans bir yüzeyden olan evapotranspirasyon hızı, referans bitki evapotranspirasyonu veya referans evapotranspirasyon diye adlandırılır ve ETo şeklinde gösterilir. Referans yüzey, özel karakterleri olan bir hipotetik çim referans bitkisidir. Potansiyel ET gibi diğer gösterimler, tanımlarındaki tartışmalar nedeniyle kullanımları ısrarla desteklenmemektedir (Allen vd., 1998).

ETo, kap buharlaşmasından da tahmin edilebilir. Buharlaşma kapları kendi pratik değerlerini ispat etmişlerdir. Kaptan oluşan su kaybı gözlenerek ve kap buharlaşmasını ETo ile ilişkilendiren deneysel katsayılar kullanarak ETo'ı tahmin etmek amacıyla kap buharlaşması yöntemi başarılı şekilde kullanılmıştır. Bununla birlikte, kap buharlaşması yönteminde özel yönetim ve ön uyarıların uygulanması gerekmektedir.

Penman 1948 yılında kütle transfer yöntemiyle enerji dengesi yöntemini birleştirmiş ve standart klimatolojik kayıtlardan elde edilen güneşlenme, sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı verilerini kullanarak açık su yüzeyinden oluşan buharlaşmayı hesaplayabilen bir eşitlik elde etmiştir. Birleştirilmiş metod diye adlandırılan bu yöntem sonraları birçok araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve direnç faktörleri eklenerek bitki ekili yüzeylerde kullanımı sağlanmıştır.

Bilimsel terminolojide aerodinamik direnç ve yüzey direnci faktörleri arasında ayırım yapılmıştır (Resim 1). Yüzey direnci parametreleri genellikle bir tek parametre (hacim direnci) içerisinde birleştirilmiştir. Hacimsel direnç aerodinamik dirençle bağlantılı şekilde işlemektedir. Yüzey direnci (r_s) stoma açıklıklarından, toplam yaprak alanından ve toprak yüzeyinden su buharı akış direncini tanımlamaktadır. Aerodinamik direnç (r_a) vejetasyon üstü dirençleri tanımlamakta ve vejetatif yüzey üzeri hava akış sürtünmesini içine almaktadır. İki direnç faktörüyle vejetasyon tabakasındaki değişim sürecinin tamamen tanımlanması aşırı derecede karmaşık olmasına karşın, özellikle üniform çim

referans yüzeyi için ölçülen ve hesaplanan evapotranspirasyon oranları arasında iyi korelasyonlar elde edilmiştir (Allen vd., 1998).



Resim 1.1. Su buharı akışı için yüzey (hacim) direnci ve aerodinamik dirençlerin basitleştirilmiş gösterimi

Penman-Monteith birleşik eşitliği:

$$\lambda ET = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma(1 + \frac{r_s}{r_a})} \quad (3)$$

Eşitlikte, R_n net radyasyonu, G toprak ısı akısını, $(e_s - e_a)$ havanın buhar basıncı açığını, ρ_a sabit basınçta ortalama hava yoğunluğu, c_p havanın özgül ısısını, Δ doymun buhar basıncı eğrisinin eğimini, γ psikrometrik sabiti, r_s ve r_a yüzey (hacim) ve aerodinamik dirençleri göstermektedir. Yukarıda formüle edildiği şekliyle Penman-Monteith yaklaşımı, enerji değişimini ve üniform vejetasyondan oluşan gizli ısı akısını (evapotranspirasyon) idare eden tüm parametreleri içine almaktadır. Bu parametrelerin çoğu ölçülebilir veya hava verilerinden kolayca hesaplanabilirler. Yüzey ve aerodinamik dirençler bitkiye özel olduğu için bu eşitlik, herhangi bir bitki evapotranspirasyonunun doğrudan hesaplanmasında kullanılabilir.

Her bir bitki ve gelişme dönemleri için kendilerine özgü evapotranspirasyon parametrelerini tanımlama ihtiyacından kurtulabilmek amacıyla, bir referans yüzey

kavramı ortaya atılmıştır. Bitki katsayıları (K_c) vasıtasıyla çeşitli bitkilerin evapotranspirasyon oranları, referans yüzeyden oluşan evapotranspirasyonla (ETo) ilişkilendirilmiştir.

Geçmişte, açık su yüzeyi, referans yüzey olarak ileri sürülmüştür. Buna karşın, aerodinamik, vejetasyon kontrolü ve radyasyon karakteristiklerindeki farklılıklar, serbest su yüzeyi buharlaşmasıyla ET 'yi ilişkilendirmede önemli bir dönüm noktasını göstermiştir. Özel bir bitkiyle ETo 'ın ilişkilendirilmesi, ekili yüzeylerde meydana gelen ET içerisinde bulunan biyolojik ve fiziksel süreçleri ilişkilendirme üstünlüğüne sahiptir.

Çim bitkisi ile yonca, aerodinamik ve yüzey dirençleri bakımından iyice çalışılmış bitkilerdir ve dünya çapında referans yüzey olarak kabul edilmişlerdir. Buhar difüzyonu direncinin güçlü şekilde bitki boyuna, yer örtüsüne, yaprak alan indeksi (LAI) ve toprak nem şartlarına bağlı olması nedeniyle referans bitki karakteristikleri iyice tanımlanmalı ve sabit hale getirilmelidir. Bitki boyundaki değişimler, pürüzlülükte ve LAI 'de değişimlerle sonuçlanacaktır. Sonuç olarak, ilgi konusu olan kanopi ve aerodinamik dirençler zamanla belirgin şekilde değişim gösterecektir. Bunun yanında, su stresi ve bitkinin yeri örtme derecesi, dirençler üzerinde ve albedo üzerinde de bir etkiye sahiptir.

Yoğun çalışma, enerji, zaman ve iş gücü gerektirecek olan bölgesel kalibrasyon sorunlarından kaçınabilmek amacıyla, bir teorik referans çim bitkisi seçilmiştir. Canlı bir referans çim bitkisiyle birlikte gelen zorluklar, çim çeşidi ve morfolojisinin özellikle yüksek bitki su kullanımı esnasında evapotranspirasyon oranını etkileyeceği gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Sıcak-mevsim ve soğuk mevsim çim tipleri arasında büyük farklılıklar mevcut olabilir. Soğuk mevsim çimleri daha düşük bir stoma kontrolüne ve bunun sonucunda daha yüksek evapotranspirasyon oranlarına sahiptirler. Soğuk mevsim çimlerini bazı kurak ve tropik iklimlerde yetiştirmek zordur (Allen vd., 1998).

Referans yüzey, yeterli sulamayla birlikte aktif şekilde büyüyen, yeri tamamıyla örten, üniform yükseklikte geniş alanı kaplayan yeşil çim bitkisini çok yakın derecede temsil etmektedir. Çim yüzeyin geniş alanı kaplaması ve üniform olması gereksinimi, tüm akımların yukarı doğru tek yönlü olması kabulünden kaynaklanır.

havzasında 31 yerde uzun dönemli verilerle günlük, aylık ortalamalar ve yıllık ortalamalar kullanılmıştır. Günlük verilere göre aylık ortalama günlük veriler daha yüksek a_s ve daha düşük b_s katsayıları vermiş ve daha büyük varyasyon göstermiştir (Liu vd., 2009).

Kuzeydoğu Nijerya'da güneşlenme süresine dayalı Angstrom-Prescott (1940) modeli, Ogelman vd. (1984) modeli ve Samuel (1991) modeli ile global solar radyasyon tahminleri yapılmış ve her üç model de sırasıyla $R^2 = 99.74$, $R^2 = 99.89$ ve $R^2 = 99.93$ determinasyon katsayılarıyla iyi performans göstermişlerdir (Gana and Akpootu, 2013).

Çin Tibet'te yatay bir yüzeye gelen küresel güneş radyasyonunun hesaplanmasında yalnızca güneşlenme süresini kullanan 8 model değerlendirilmiştir. Uygulamada basit doğrusal Angstrom- Prescott modeli makul derecede doğru sonuçlar vermiştir (Li vd., 2011).

Mashhad Sinoptik istasyonunun 1993-2007 arası günlük solar radyasyon ve güneşlenme süreleri verileriyle Angstrom eşitliğindeki a katsayısı 0.2657 ve b katsayısı 0.4743 şeklinde belirlenmiştir. Bunun için Meta-Heuristic Harmony Search algoritması kullanılmıştır (Rahimi vd., 2012).

Ünlükara (2014) tarafından referans evapotranspirasyon hesaplamalarında solar radyasyon yoğunluğu ve nispi güneşlenme verilerinin kullanımı adlı çalışmada Kayseri için Angstrom katsayıları aylara göre belirlenmiştir. Kayseri'de ölçülen kısa dalga solar radyasyon verileri ile hesaplanan ETo değerleri ile belirlenen angstrom katsayıları ve güneşlenme süreleri kullanılarak hesaplanan ETo değerleri arasında önemli bir farkın olmadığı belirtilmiştir.

Yin vd. (2008) tarafından Çin'de 81 meteoroloji istasyonunun solar radyasyon ölçümleri ve Tibet Platosundaki uzun dalga radyasyon ölçümleri kullanılarak FAO 56 Penman-Monteith radyasyon tahmin modeli (Angstrom modeli) kalibrasyonu yapılmıştır. Doğrusal regresyonla $a_s = 0.20$ ve $b_s = 0.79$ olarak belirlenen yıllık katsayılarla Angstrom eşitliği en az hatayı vermiştir. Kalibrasyondan sonra hesaplanan net radyasyonun, ETo 'ın doğru şekilde tahmin edilmesinde esas teşkil ettiği belirtilen

çalışmada bölgesel kalibrasyon yapılmaksızın FAO 56 Penman-Monteith modelinin Çin’de net radyasyonu yaklaşık %27 aşırı tahmin ettiği ifade edilmiştir.

Jeong vd. (2018) tarafından Güney Kore’de 16 bölgede FAO-56 Penman-Monteith metodunda önerilen ($a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.50$) Angstrom-Prescott katsayıları ve bölgesel olarak belirlenen Angstrom-Prescott katsayıları kullanılarak referans evapotranspirasyon oranı, sulama suyu ihtiyacı ve projelendirme için su ihtiyacı tahminleri karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir. Önerilen Angstrom-Prescott katsayıları 16 bölge için belirlenen katsayılara göre ETo’ı %3.8-14 arasında değişen oranlarda yüksek tahmin etmiştir. Bu aşırı tahmin sulama suyu ihtiyacında ortalama olarak %5.1 ve projelendirme su ihtiyacında ise ortalama %4.8 aşırı tahmine neden olmuştur.

Fernandes vd. (2019) tarafından İspanya’nın Andalusia bölgesinde 56 meteoroloji istasyonundan 2001-2015 dönemi için ETo verileri elde etmiş ve günlük, 5, 10 ve 30 günlük ETo toplamaları 9 farklı ihtimal dağılımına uyarlanmıştır. Toplanmış ETo verilerinin büyük çoğunluğu en iyi Gumbel II ve Weibull dağılımına uyum göstermiştir. Araştırmacılar söz konusu bölge için Gumbel II dağılımını önermişlerdir. Silva vd. (1998) tarafından Brezilya Cruz das Almas şehri için ana ETo dağılımının normal, log-normal ve beta dağılımı olduğunu belirlemiştir. Yine Brezilya Telemaco Borba şehrinde %5 ihtimalde Kolmogorov-Smirnov testi uygulamış ve 10 günlük ETo değerlerinin %65’i normal dağılıma uyum sağladığı belirtilmiştir (Jerszurki vd., 2015). Maharashtra’nın Solapur eyaletinde farklı ihtimal düzeylerinde haftalık referans bitki evapotransyonu tahmin edilmiş ve ETo’nın uyum sağladığı ihtimal dağılımlarının log normal, Gumbel ve Weibull ihtimal dağılım fonksiyonları olduğu belirtilmiştir.

Amarkai (2019) tarafından Konya’da dört farklı meteoroloji istasyonunun on yıllık verileri kullanılarak Radyasyon Metodu, ASCE Penman-Monteith Metodu, Blaney Cridlle Metodu, Hargreaves-Samani Metodu ve FAO 56 Penman-Monteith Metoduna göre referans ET ve çeşitli bitkiler için bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Bu çalışmada FAO 56 Penman-Monteith Metodu ile diğer metotların her biri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu gösterilmiştir.

Hidrolojik modellerde de referans evapotranspirasyon kullanılmaktadır. Kuraklık indisi hesaplamalarında ETo değerlerinden yararlanılmakta ve çeşitli illerin kuraklıkları değerlendirilmektedir (Yürekli vd. 2010; Yürekli ve Ünlükara, 2013a; Yürekli vd.

2013). Şimşek vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada Konya merkez ilçe referans bitki su tüketimi değişiminin belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Aylık ve mevsimsel ETo serilerindeki değişimin analizinde Kuruskal Wallis, varyanslar analizinde Levene Testi ve değişim noktalarının saptanmasında Pettitt Testi uygulanmıştır. Tüm testlere göre aylık ve mevsimsel ETo serilerinde değişim olduğu belirtilmiştir. Ünlükara ve Yürekli (2014) tarafından Ankara, Konya, Kayseri, Karaman ve Afyon illerinde küresel ısınmanın etkisini araştırmak amacıyla iklim parametrelerinin önemli bir kısmını içine alan ETo değerlerine trend analizi uygulanmıştır. ETo serilerinin istatistik analizinde Mann-Kendal ve Theil-Sen Eğim testleri kullanılmıştır. Dikkate alınan istasyonlarda birçok sezonda %5 önem düzeyinde ve bazı sezonlarda ise %1 önem düzeyinde trend olduğu saptanmıştır.

2.BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Çalışmada Karadeniz Bölgesi İlleri meteorolojik verileri materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılan iller, istasyon numarası, istasyon adı, enlem ve boylam dereceleri ve rakımları Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Karadeniz Bölgesi ETo hesaplamaları yapılan iller, meteoroloji istasyonu numaraları, istasyon adı, enlem ve boylam dereceleri ve rakımları

İller	İstasyon No	İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Rakım (m)
Bartın	17020	Merkez	41.6248	32.3569	33
Zonguldak	17022	Merkez	41.449242	31.777917	135
Sinop	17026	Merkez	42.0299	35.1545	32
Samsun	17030	Atakum	41.344167	36.256389	4
Ordu	17033	Merkez	40.9838	37.8858	5
Giresun	17034	Merkez	40.9227	38.3878	38
Trabzon	17038	Orta Hisar	40.9950	39.7830	39
Rize	17040	Merkez	41.0400	40.5013	3
Artvin	17045	Merkez	41.1752	41.8187	613
Bolu	17070	Merkez	40.7329	31.6022	743
Düzce	17072	Merkez	40.8437	31.1488	146
Kastamonu	17074	Merkez	41.3710	33.7756	800
Karabük	17077	Merkez	41.2327	32.6294	485
Çorum	17084	Merkez	40.5461	34.9362	776
Amasya	17085	Merkez	40.6668	35.8353	409
Tokat	17086	Merkez	40.3312	36.5577	611
Gümüşhane	17088	Merkez	40.4598	36.4653	1216
Bayburt	17089	Merkez	40.2547	40.2207	1584

Adını Karadeniz’den alan Karadeniz Bölgesi Türkiye’nin kuzeyinde yer almakta ve Gürcistan sınırından başlayarak Sakarya Ovasına kadar uzanmaktadır. Bölge doğu batı istikametinde 1400 km ve kuzey-güney istikametinde 100-200 km genişliği sahiptir. Türkiye yüz ölçümünün %18’i Karadeniz Bölgesinde bulunmaktadır.

Karadeniz Bölgesi'nde Karadeniz iklimi hakimdir. Karadeniz ikliminin 3 alt tipi bulunmaktadır: 1) Nemli-Ilıman Karadeniz kuşağı iklimi, 2) Nemli-Soğuk Karadeniz Dağ İklimi ve 3) Karadeniz Ardı Yarınemli-Yarıkurak iklimi. Ortalama yağışın 600-2300 mm olduğu Nemli-Ilıman Karadeniz kuşağı iklimi, Karadeniz kıyılarında 1000 m'ye kadar yükselen kuzey yamaçlarda etkilidir. Karadeniz'de kıyılar boyunca uzanan sıradağları ve arkasındaki dağ kuşaklarında 1000 m rakımdan sonra Nemli Soğuk Karadeniz Dağ İklimi hakimdir. Bu iklim bölgesinde 1000 mm'nin üzerinde yıllık yağışlar görülmekte olup yağışın büyük bir bölümü kar şeklinde düşer. Bu iklimin oluşmasında Küre, Giresun, Doğu Karadeniz dağları Güney'de Köroğlu ve Aladağlar etkilidir. Yıl boyunca yağışlı olan kıyı kesiminde en fazla yağışlar sonbaharda düşmekte olup bağıl nem ve bulutluluk yüksektir. Karadeniz kıyı kesimine göre yaz aylarının birkaç derece sıcak ve kış aylarının soğuk geçtiği Karadeniz Ardı Yarınemli-Yarıkurak İkliminde yüksek kesimlerde ortalama yıllık yağış 500-800 mm'dir. Karadeniz kıyısına paralel sıradağların arkasında kalan Çoruh ve Kelkit vadileri, Erbaa-Niksar oluğu gibi kimi yağmur gölgesinde kalan bölgelerde yıllık yağış 500 mm'nin altına iner (Atalay, 2010).

Tablo 2.1'de verilen istasyonlara ilişkin meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Ölçüm alınan her bir yıl için aylık ortalamalar şeklinde güneş radyasyonu şiddeti, güneşlenme süresi, rüzgâr hızı, ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıklar ve bağıl nem değerleri hesaplamalarda kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Atmosferin buharlaşma talebini gösteren referans bitki su tüketiminin (ET₀) tahmininde, Allen vd. (1998)'de belirtilen yöntemler takip edilmiştir:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (1)$$

Eşitlikte, ET₀ referans evapotranspirasyon (mm/gün), Δ doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa °C⁻¹), R_n referans yüzeye gelen net güneş radyasyonu (MJ m⁻² gün⁻¹), G toprak ısı akısı (MJ m⁻² gün⁻¹), γ psikrometrik sabit (kPa °C⁻¹), T ortalama günlük sıcaklık (°C), u₂ 2 m yükseklikte rüzgâr hızı (m.s⁻¹), e_s doygun buhar basıncı (kPa) ve e_a

güncel buhar basıncını (kPa) göstermektedir. Bu eşitlik ile ölçüm yapılan tüm yıllar için aylık olarak ETo hesaplanmıştır.

Atmosfer dış yüzey radyasyonu (R_a), solar radyasyon (R_s), açık gökyüzü radyasyonu (R_{so}), net kısa dalga radyasyon (R_{ns}), net uzun dalga radyasyon (R_{nl}) ve net radyasyon (R_n) hesaplamaları aşağıdaki eşitlikler ile yapılmıştır (Allen vd. 1998):

$$R_a = \frac{24 \cdot (60)}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)] \quad (2)$$

$$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (3)$$

$$\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right) \quad (4)$$

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\phi) \tan(\delta)] \quad (5)$$

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s \quad (6)$$

$$R_s = \left(a_s + b_s \frac{n}{N}\right) R_a \quad (7)$$

$$R_{so} = (a_s + b_s) R_a \quad (8)$$

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s \quad (9)$$

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{T_{mak,K}^4 + T_{min,K}^4}{2} \right] (0.34 - 0.14 \sqrt{e_a}) \left(1.35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0.35 \right) \quad (10)$$

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (11)$$

Eşitliklerde; G_{sc} solar sabit ($0.082 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{dak}$), d_r yerküre güneş arası ters nispi uzaklık, ω_s gün batımı saat açısı (rad), ϕ enlem derecesi (rad), δ solar deklinasyon açısı (rad), n güneşlenme süresi (saat), N gündüz süresi (saat) ve a_s ve b_s Angstrom katsayıları, α albedo (0.23), σ Stefan-Boltzmann sabiti ($4.903 \times 10^{-9} \text{ MJ/K}^4 \text{ m}^2$), T_{mak} ve T_{min} Kelvin cinsinden sırasıyla aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklıkları göstermektedir. Eşitlik (7)'in sağ tarafında yer alan n/N nispi güneşlenme süresi apsis değerlerine karşılık sol tarafında yer alan R_s/R_a ordinat değerleri işaretlenmiş ve regresyonla doğrusal eşitlikler elde edilmiştir (Ünlükara, 2014). Bu grafiklerde Karadeniz Bölgesi

merkez illere ait güneş radyasyonu yoğunluğu (R_s) ve güneşlenme süresi verileri (n) kullanılmıştır. Doğrusal bir eşitlik olan Angstrom eşitliğinde regresyon doğrusundan belirgin şekilde sapma gösteren veriler çıkarılmıştır. Aylık grafiklerde regresyon doğrusunun Y eksenini kesmiş olduğu değer a_s ve doğrunun eğimi ise b_s olarak dikkate alınmıştır. Angstrom katsayıları belirlendikten sonra güneşlenme süresinin kaydedildiği yıllar boyunca ETo değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen referans evapotranspirasyon değerlerinin tekrarlama ihtimallerinin belirlenmesi için James (1988)'e göre frekans analizi uygulanmıştır.

$$RP = \frac{100}{P} \quad (12)$$

Eşitlikte RP tekrarlama süresi ve P ise ETo'nın verilen bir değerine eşit veya daha yüksek olma ihtimalidir. Aylık ETo değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandıktan sonra her bir değer için meydana gelme ihtimali aşağıdaki eşitlik ile bulunmuştur:

$$P = \left(1 - \frac{R}{M+1}\right) \cdot 100 \quad (13)$$

Eşitlikte; P referans evapotranspirasyonun dikkate alınan değerine eşit veya daha yüksek olma ihtimali (%), R küçükten büyüğe doğru yapılan sıralamada dikkate alınan ETo değerinin sırası ve M ise toplam ETo değerleri sayısını ifade etmektedir. Eşitlik (14) ile P değerlerinin Weibull dönüşümü yapıldıktan sonra ETo değerlerine karşılık gelen grafiği çizilmiş ve regresyon analizi ile frekans eşitliği elde edilmiştir:

$$W = \log \left[-\log \left(\frac{P}{100} \right) \right] \quad (14)$$

Frekans analizi esnasında yarı logaritmik frekans doğrusundan belirgin şekilde sapma gösteren ETo verileri ayıklanmıştır (Ünlükara, 2014). Elde edilen frekans eşitliğine %95, %75, %50, %25, %10 ve %5 tekrarlanma olasılıklarına karşılık gelen ve değerleri girilerek bunlara karşılık ETo değerleri bulunmuştur.

3. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Bulgular ve Tartışma

Karadeniz Bölgesinde bulunan 18 ilden 16 ilin Angstrom katsayıları hesaplanmış ve Tablo 3.1’de verilmiştir. Karabük ve Bayburt illeri güneş radyasyonu verilerinin olmaması nedeniyle Angstrom katsayıları hesaplanamamıştır.

Güneş radyasyonu, doğrudan radyasyon ve difüz radyasyon şeklinde iki bileşene ayrılabilir. Doğrudan radyasyon güneşten doğrudan alınan radyasyondur ve aynı zamanda keskin gölgelere neden olan radyasyondur. Diğer yandan difüz radyasyon bulutlar, tozlar vb. nedenleriyle dağıtılan radyasyondur ve tüm yönlerden geldiğinden dolayı gölge üretmezler (Şen ve Tan, 2001). Angstrom eşitliğinde a_s katsayısı atmosfer dış yüzeyine gelen radyasyona (extraterrestrial radiation) oranla kapalı bir günde gelen difüz radyasyon oranını ve a_s+b_s ise açık bir günde gelen radyasyon oranını göstermektedir (Allen vd., 1998).

Belirlenen Angstrom katsayılarına göre Bartın’a kapalı bir günde en az radyasyon oranı ekim ayında (0.1740) ve en fazla ise eylül ayında (0.3224) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6125) eylül ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.7975) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Bartın için $a_s= 0.2188$ ve $b_s= 0.4904$ olup toplamda 0.7093 oranında radyasyon gelmektedir. FAO 56 tarafından önerilen $a_s= 0.25$, $b_s= 0.50$ ve toplamda 0.75 olan katsayılarla göre biraz düşüktür.

Zonguldak’ta kapalı bir günde en az radyasyon oranı nisan ayında (0.1836) ve en fazla ise temmuz ayında (0.3393) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6421) temmuz ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8014) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Zonguldak için $a_s= 0.2284$ ve $b_s= 0.4942$ olup

toplamda 0.7226 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre bir miktar düşük bulunmuştur.

Sinop'ta kapalı bir günde en az radyasyon oranı aralık ayında (0.1877) ve en fazla ise temmuz ayında (0.4674) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.5487) temmuz ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.7085) ekim ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Sinop için $a_s = 0.2683$ ve $b_s = 0.4051$ olup toplamda 0.6734 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre daha düşük bulunmuştur.

Samsun'da kapalı bir günde en az radyasyon oranı ocak ayında (0.2351) ve en fazla ise temmuz ayında (0.4191) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6455) temmuz ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8084) ocak ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Samsun için $a_s = 0.2838$ ve $b_s = 0.4408$ olup toplamda 0.7245 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre biraz düşük bulunmuştur.

Ordu'da kapalı bir günde en az radyasyon oranı aralık ayında (0.1971) ve en fazla ise haziran ayında (0.3089) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6074) ağustos ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8305) mart ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Ordu için $a_s = 0.2427$ ve $b_s = 0.4702$ olup toplamda 0.7129 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre biraz düşük bulunmuştur.

Bolu ve Giresun'da hesaplamalarda kullanılacak tam veri seti yalnızca birkaç yıl olduğu için ETo hesaplamaları için lokal Angstrom katsayıları yerine FAO 56 tarafından önerilen $a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.50$ katsayıları kullanılmalıdır.

Trabzon'da kapalı bir günde en az radyasyon oranı kasım ayında (0.203) ve en fazla ise eylül ayında (0.3159) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6117) ağustos ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8122) mart ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Trabzon için $a_s = 0.2553$ ve $b_s = 0.4347$ olup toplamda 0.69 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre biraz düşük bulunmuştur.

Rize’de kapalı bir günde en az radyasyon oranı ağustos ayında (0.1557) ve en fazla ise ocak ayında (0.2608) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.5997) eylül ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8022) mart ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Rize için $a_s = 0.2274$ ve $b_s = 0.4347$ olup toplamda 0.6621 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre daha düşük bulunmuştur.

Artvin’de kapalı bir günde en az radyasyon oranı ekim ayında (0.2195) ve en fazla ise ağustos ayında (0.3478) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6210) aralık ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8288) mart ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Artvin için $a_s = 0.2748$ ve $b_s = 0.4703$ olup toplamda 0.7451 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara oldukça yakın bulunmuştur.

Tablo 3.1. Karadeniz Bölgesi İlleri Angstrom Katsayıları

Aylar	BARTIN		ZONGULDAK		SİNOP		SAMSUN		ORDU		GİRESUN		TRABZON		RİZE	
	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s
Ocak	0.2213	0.5327	0.1912	0.5731	0.2362	0.4288	0.2351	0.5733	0.2020	0.5619	0.2500	0.5000	0.2372	0.5082	0.2608	0.3629
Şubat	0.2650	0.3907	0.2196	0.5114	0.2628	0.4254	0.2440	0.5358	0.2606	0.4165	0.2500	0.5000	0.2777	0.3833	0.2526	0.4385
Mart	0.2340	0.4998	0.2191	0.5260	0.2796	0.4029	0.2374	0.5682	0.2099	0.6206	0.2500	0.5000	0.2374	0.5748	0.207	0.5952
Nisan	0.2165	0.4943	0.1836	0.6178	0.2753	0.3958	0.2622	0.4948	0.2439	0.4929	0.2500	0.5000	0.2503	0.4406	0.2228	0.5026
Mayıs	0.1899	0.5636	0.2411	0.4805	0.2568	0.4416	0.2824	0.4540	0.2258	0.5468	0.2500	0.5000	0.2734	0.3633	0.2593	0.3885
Haziran	0.1958	0.5145	0.2550	0.4409	0.2416	0.4618	0.3344	0.3587	0.3089	0.3624	0.2500	0.5000	0.2844	0.3380	0.2529	0.3718
Temmuz	0.2414	0.4172	0.3393	0.3028	0.4674	0.0813	0.4191	0.2264	0.2753	0.3892	0.2500	0.5000	0.2282	0.4500	0.2047	0.4301
Ağustos	0.1942	0.4703	0.2393	0.4320	0.1885	0.5180	0.2708	0.4350	0.3063	0.3011	0.2500	0.5000	0.2637	0.3480	0.1557	0.5437
Eylül	0.3224	0.2901	0.2710	0.4091	0.3660	0.2141	0.3015	0.3946	0.2075	0.5434	0.2500	0.5000	0.3159	0.4926	0.2279	0.3718
Ekim	0.1740	0.5493	0.1848	0.5752	0.2106	0.4979	0.3025	0.3520	0.2628	0.3906	0.2500	0.5000	0.2206	0.4466	0.2099	0.4333
Kasım	0.1960	0.5406	0.2076	0.5108	0.2472	0.4146	0.2708	0.4138	0.2123	0.4940	0.2500	0.5000	0.2203	0.4750	0.2340	0.3932
Aralık	0.1754	0.6221	0.1891	0.5504	0.1877	0.5791	0.2451	0.4825	0.1971	0.5228	0.2500	0.5000	0.2541	0.3961	0.2415	0.3848
Aylar	ARTVİN		BOLU		DÜZCE		KASTAMONU		ÇORUM		AMASYA		TOKAT		GÜMÜŞHANE	
	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s	a_s	b_s
Ocak	0.2699	0.5214	0.2500	0.5000	0.2335	0.4594	0.2252	0.5101	0.3132	0.4495	0.2850	0.4415	0.3213	0.4056	0.3132	0.4495
Şubat	0.2923	0.4822	0.2500	0.5000	0.2934	0.2538	0.3293	0.2346	0.3709	0.3044	0.2951	0.4410	0.3594	0.3146	0.3709	0.3044
Mart	0.2604	0.5684	0.2500	0.5000	0.2397	0.4385	0.2675	0.3945	0.2893	0.4806	0.2884	0.4498	0.2835	0.4866	0.2893	0.4806
Nisan	0.2353	0.5604	0.2500	0.5000	0.2111	0.4732	0.2211	0.4349	0.2642	0.4551	0.2635	0.4732	0.1945	0.6133	0.2642	0.4551
Mayıs	0.2804	0.4455	0.2500	0.5000	0.1733	0.5404	0.1962	0.4318	0.2719	0.4276	0.2376	0.5036	0.2430	0.5219	0.2719	0.4276
Haziran	0.2672	0.4954	0.2500	0.5000	0.1801	0.5032	0.2703	0.3061	0.2308	0.4909	0.2787	0.4168	0.2497	0.5129	0.2308	0.4909
Temmuz	0.2731	0.4672	0.2500	0.5000	0.2136	0.4289	0.1836	0.4363	0.2397	0.4523	0.2578	0.4363	0.1694	0.6118	0.2397	0.4523
Ağustos	0.3478	0.2973	0.2500	0.5000	0.2354	0.3952	0.2013	0.3753	0.3351	0.3114	0.2720	0.4110	0.1996	0.5317	0.3351	0.3114
Eylül	0.2861	0.4244	0.2500	0.5000	0.2674	0.359	0.2977	0.2655	0.2701	0.4311	0.3085	0.3748	0.3034	0.4050	0.2701	0.4311
Ekim	0.2195	0.5689	0.2500	0.5000	0.2183	0.4572	0.2614	0.3147	0.2279	0.5276	0.2274	0.5379	0.2430	0.5076	0.2279	0.5276
Kasım	0.2571	0.4995	0.2500	0.5000	0.2218	0.4717	0.2972	0.2093	0.2577	0.5275	0.2495	0.4746	0.2365	0.5445	0.2577	0.5275
Aralık	0.3081	0.3129	0.2500	0.5000	0.1758	0.7056	0.2512	0.3537	0.2600	0.5469	0.2587	0.3956	0.2478	0.5809	0.2600	0.5469

Düzce’de kapalı bir günde en az radyasyon oranı mayıs ayında (0.1733) ve en fazla ise şubat ayında (0.2934) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.5472) şubat ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8814) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Düzce için $a_s = 0.2220$ ve $b_s = 0.4572$ olup toplamda 0.6791 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılardan daha düşük bulunmuştur.

Kastamonu’da kapalı bir günde en az radyasyon oranı temmuz ayında (0.1836) ve en fazla ise şubat ayında (0.3293) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.5065) kasım ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.7353) ocak ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Kastamonu için $a_s = 0.2502$ ve $b_s = 0.3556$ olup toplamda 0.6057 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılardan çok daha düşük bulunmuştur.

Çorum’da kapalı bir günde en az radyasyon oranı haziran ayında (0.2308) ve en fazla ise şubat ayında (0.3709) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6465) ağustos ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8069) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Çorum için $a_s = 0.2776$ ve $b_s = 0.4504$ olup toplamda 0.7280 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılardan biraz düşük bulunmuştur.

Amasya’da kapalı bir günde en az radyasyon oranı ekim ayında (0.2274) ve en fazla ise eylül ayında (0.3085) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6543) aralık ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.7653) ekim ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Amasya için $a_s = 0.2685$ ve $b_s = 0.4463$ olup toplamda 0.7149 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılardan biraz düşük bulunmuştur.

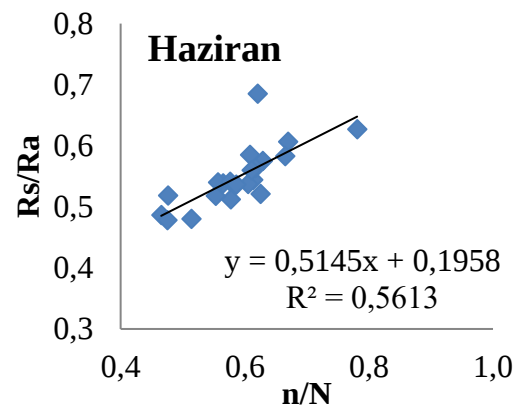
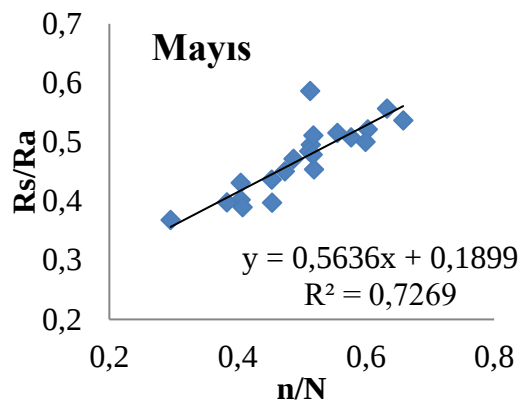
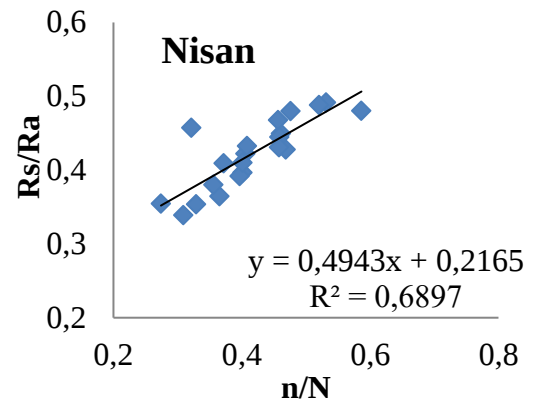
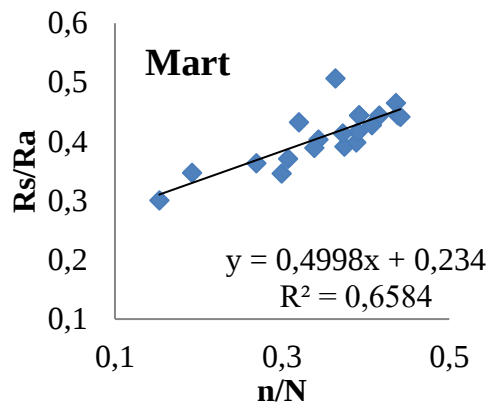
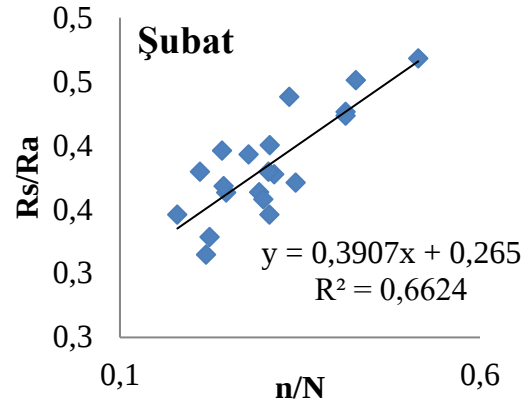
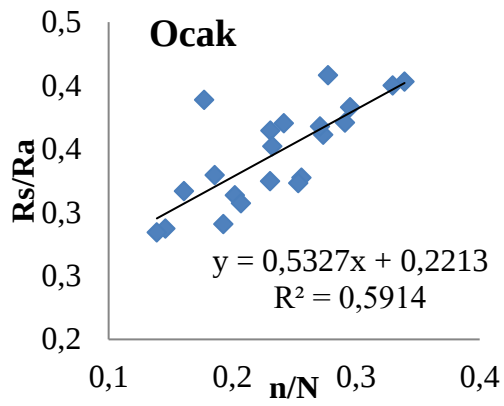
Tokat’ta kapalı bir günde en az radyasyon oranı nisan ayında (0.1945) ve en fazla ise şubat ayında (0.3594) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6740) şubat ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8287) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Tokat için $a_s = 0.2543$ ve $b_s = 0.5030$ olup toplamda 0.7573 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara oldukça yakın bulunmuştur.

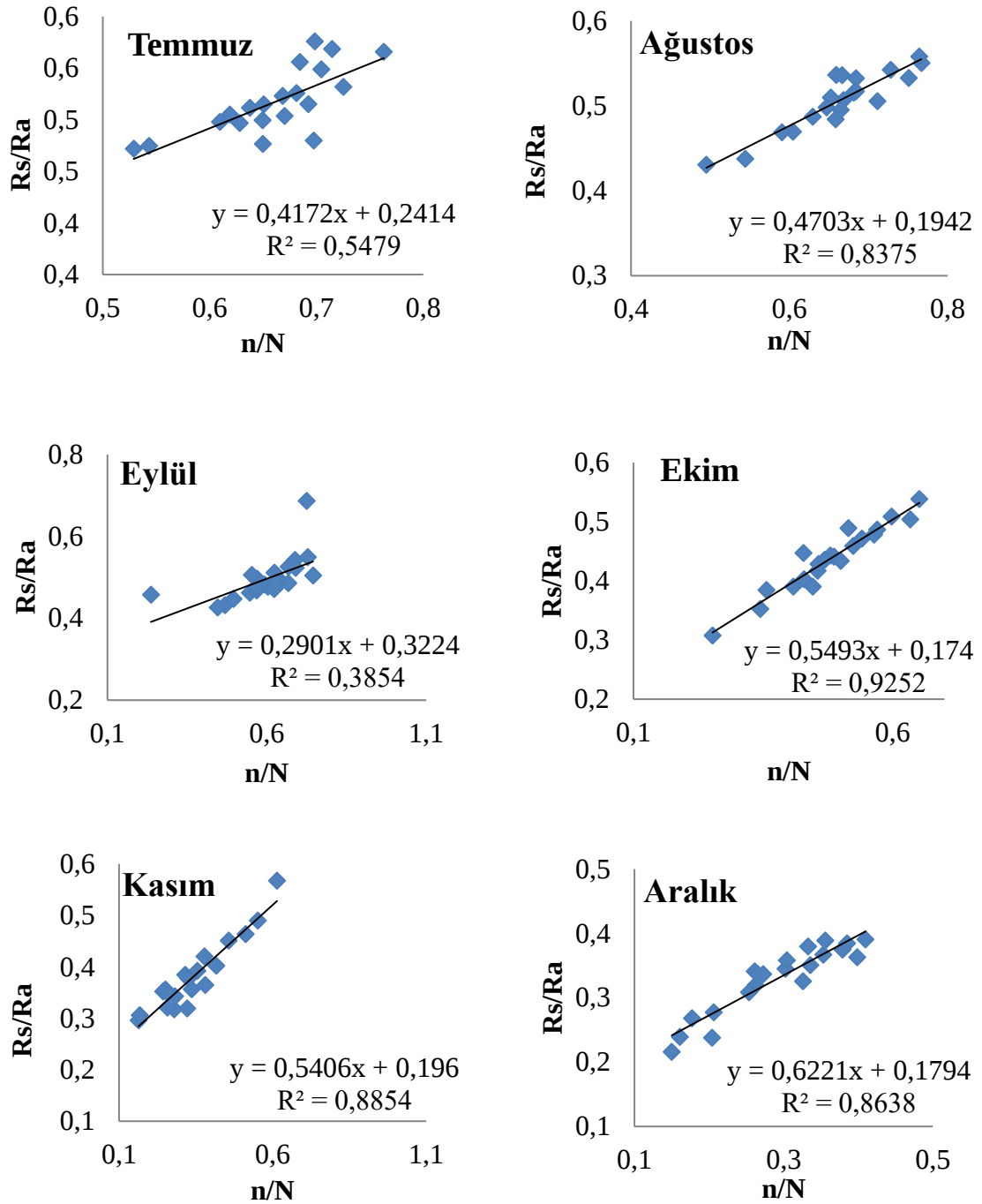
Gümüşhane’de kapalı bir günde en az radyasyon oranı ekim ayında (0.2279) ve en fazla ise şubat ayında (0.3709) görülmektedir. Açık bir günde ise en az radyasyon oranı (0.6465) ağustos ayında ve en fazla radyasyon oranı (0.8069) aralık ayında meydana gelmiştir. Yıllık ortalama olarak Gümüşhane için $a_s = 0.2775$ ve $b_s = 0.4504$ olup toplamda 0.7279 oranında radyasyon gelmektedir. Belirlenen katsayılar yıllık bazda FAO 56 tarafından önerilen katsayılara göre biraz düşük bulunmuştur.

Mısır’da 8 meteoroloji istasyonunda güneşlenme süreleri kullanılarak Angstrom katsayıları saptanmış FAO 56 tarafından önerilen a_s ve b_s katsayılarından farklı sonuçlar bulunmuştur. Toplam a_s ve b_s şeklinde Aswan’da 0.713, Kharga’da 0.733, Asyout’da 0.714, Cairo’da 0.705, Bahteem’de 0.707, El-Tahrir’de 0.726, Mersa Matruh’da 0.741 ve Sidi Barrani’de 0.740 olarak belirlenmiştir. En düşük a_s Cairo’da 0.268 ve en yüksek a_s Aswan’da 0.622 saptanmış olup en düşük b_s Aswan’da 0.092 ve en yüksek b_s Cairo’da 0.437 saptanmıştır (Tadros, 2000).

3.1.1. Bartın

Bartın’da 1961 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1985-2012 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.1’de verilmiştir. Şekil 3.1’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.1.Bartın ili 1985-2012 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için güneşlenme süreleri (n) 1985-2012 yılları arasında 28 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Bartın için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 28 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Frekans analiz sonuçları Tablo 3.2’de ve frekans analizi

eşitlikleri Tablo 3.3’de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Aylara göre Bartın ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.77	1.06	1.76	2.48	3.41	3.75	3.84	3.45	2.91	1.57	0.92	0.79	2.23
75	1.06	1.40	2.49	3.25	4.31	4.52	5.01	4.20	3.52	2.11	1.39	1.10	2.86
50	1.20	1.57	2.86	3.64	4.76	4.92	5.60	4.59	3.83	2.39	1.63	1.26	3.19
25	1.32	1.71	3.15	3.95	5.12	5.22	6.07	4.90	4.08	2.61	1.81	1.38	3.44
10	1.40	1.81	3.37	4.18	5.39	5.45	6.41	5.12	4.26	2.77	1.95	1.48	3.63
5	1.45	1.86	3.48	4.30	5.52	5.57	6.59	5.23	4.35	2.86	2.02	1.52	3.73

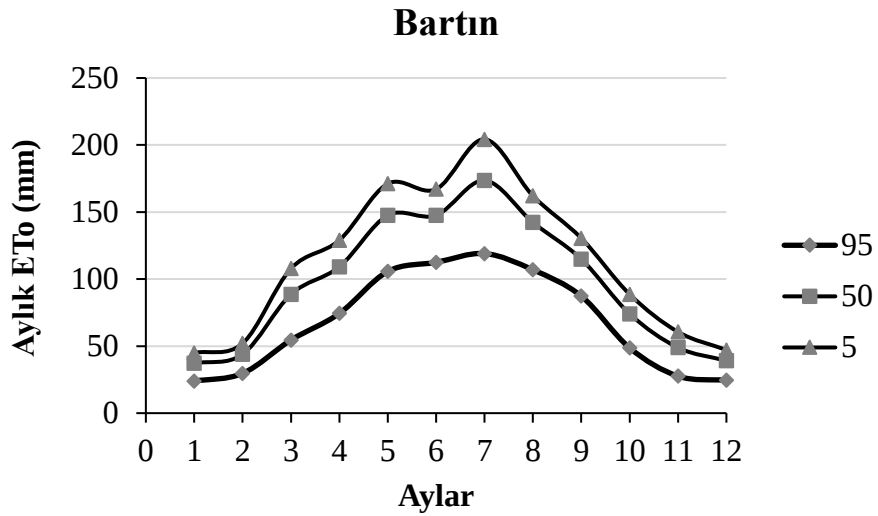
Tablo 3.3. Bartın ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.3814 \times W + 1.4029$	7	$ET_o = 1.5554 \times W + 6.4127$
2	$ET_o = 0.4566 \times W + 1.8095$	8	$ET_o = 1.013 \times W + 5.1187$
3	$ET_o = 0.9748 \times W + 3.3672$	9	$ET_o = 0.8145 \times W + 4.2571$
4	$ET_o = 1.028 \times W + 4.1777$	10	$ET_o = 0.7291 \times W + 2.7719$
5	$ET_o = 1.1952 \times W + 5.3871$	11	$ET_o = 0.6258 \times W + 1.9529$
6	$ET_o = 1.0288 \times W + 5.4515$	12	$ET_o = 0.4165 \times W + 1.4753$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Ortalama ET_o ile %50 olasılıkta görülen ET_o tüm iller için hemen hemen birbirine eşit çıkmaktadır. Dolayısıyla %50 olasılık dikkate alındığında günlük en düşük ET_o 1.20 mm ile Ocak ayında ve en yüksek ET_o ise 5.60 mm ile Temmuz ayında görülmektedir. Her 20 yılda bir yıl (%5 olasılık) Temmuz ayı ET_o değeri 6.59 mm değerine eşit ve daha yüksek ve her 20 yılda 19 yıl (%95 olasılık) ET_o değeri 3.84 mm değerine eşit ve daha yüksek çıkmaktadır. Ocak ayında %95 olasılıkla ET_o değeri 0.77 mm/gün ile %5 olasılıkla ET_o değeri 1.45 mm/gün arasında değişmektedir.

Frekans analiz sonuçlarına göre Bartın ilinde yıllık toplam referans evapotranspirasyon ortalama olarak 1164 mm hesaplanmıştır. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Bartın için yıllık toplam ET_o 807 mm verilmiştir. Her iki sonuç arasında yıllık bazda 357 mm fark bulunmaktadır. Hesaplamalarda kullanılan farklı istasyonlar, farklı veri aralığı seti ve hesaplama işlemlerindeki farklılıklar nedeniyle bu fark çıkmış olabilir.

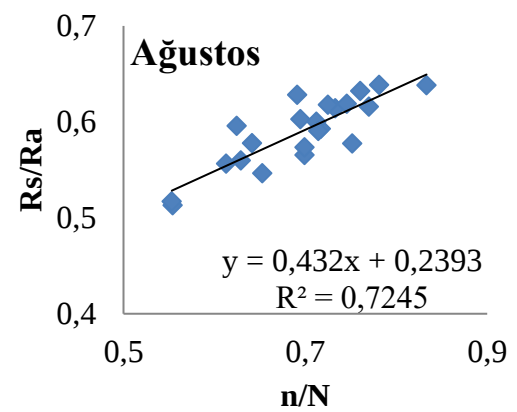
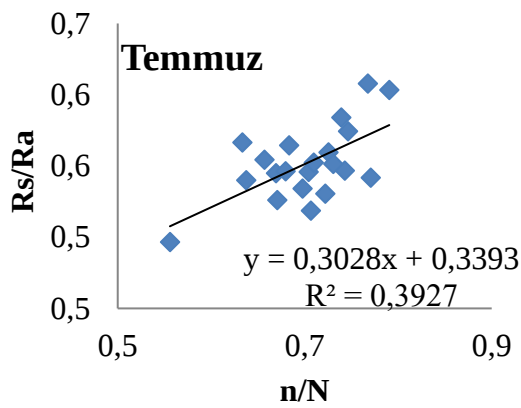
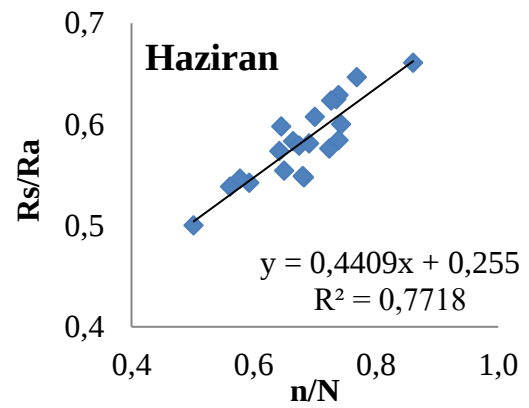
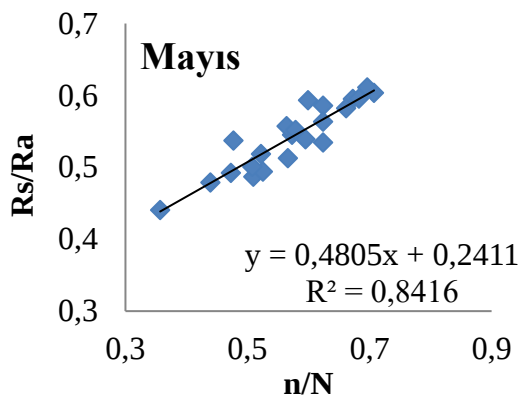
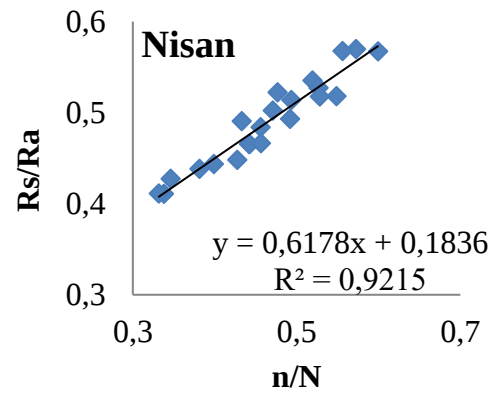
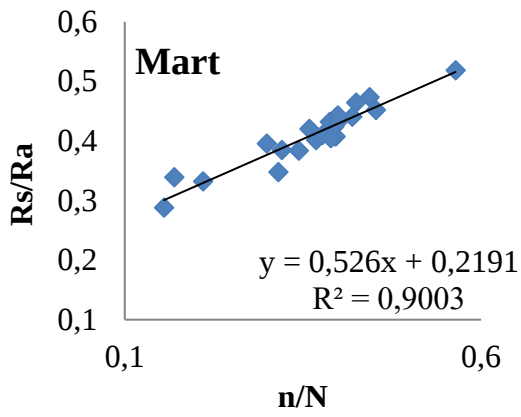
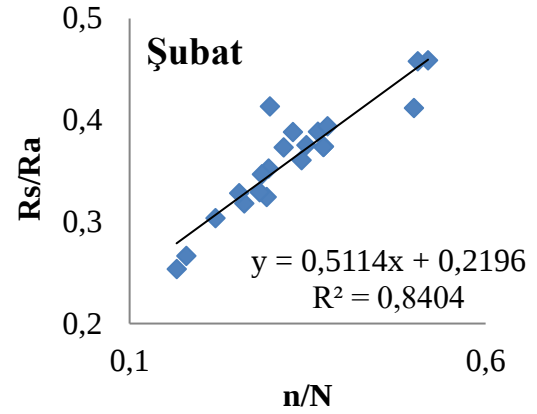
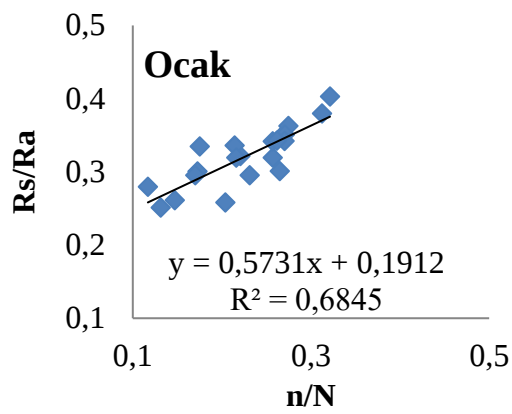


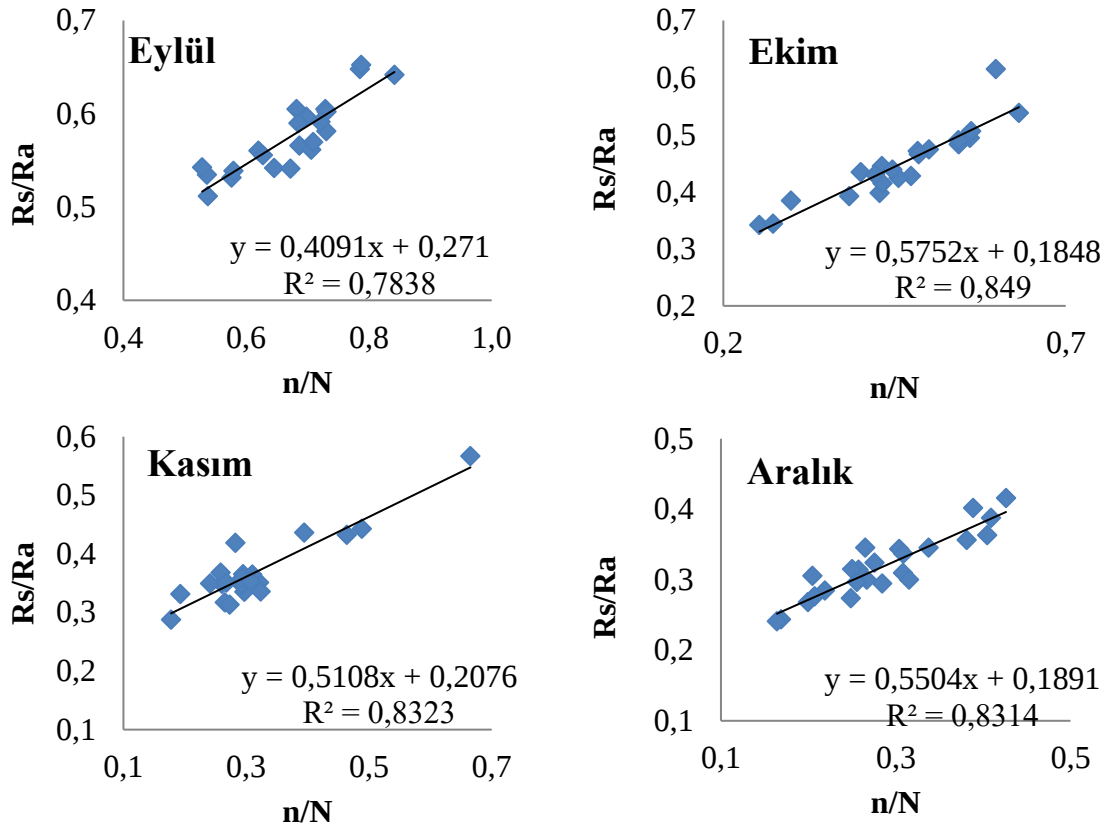
Şekil 3.2. Bartın ilinde %95, %50 ve %5 ihtimalleri için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Bartın’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 37.2, 44.0, 88.7, 109.2, 147.6, 147.6, 173.6, 142.3, 114.9, 74.1, 48.9 ve 39.1 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.2).

3.1.2. Zonguldak

Zonguldak’ta 1961 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2013 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.3’de verilmiştir. Şekil 3.3’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur





Şekil 1.3. Zonguldak ili 1984-2013 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2013 yılları arasında 30 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1960-2013 yılları arasında 54 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Zonguldak için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 54 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.4'te ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.5'de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Aylara göre Zonguldak ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.28	1.57	1.81	2.47	2.95	3.87	3.95	3.55	3.00	2.02	1.63	1.33	2.45
75	1.93	2.26	2.77	3.52	4.10	4.57	4.77	4.13	3.72	2.65	2.35	2.08	3.24
50	2.26	2.61	3.26	4.05	4.69	4.93	5.19	4.43	4.08	2.97	2.71	2.47	3.64
25	2.52	2.89	3.64	4.47	5.15	5.22	5.52	4.66	4.37	3.23	3.00	2.77	3.95
10	2.72	3.09	3.93	4.78	5.49	5.43	5.76	4.84	4.58	3.41	3.21	2.99	4.18
5	2.82	3.20	4.07	4.94	5.67	5.54	5.89	4.93	4.69	3.51	3.32	3.11	4.30

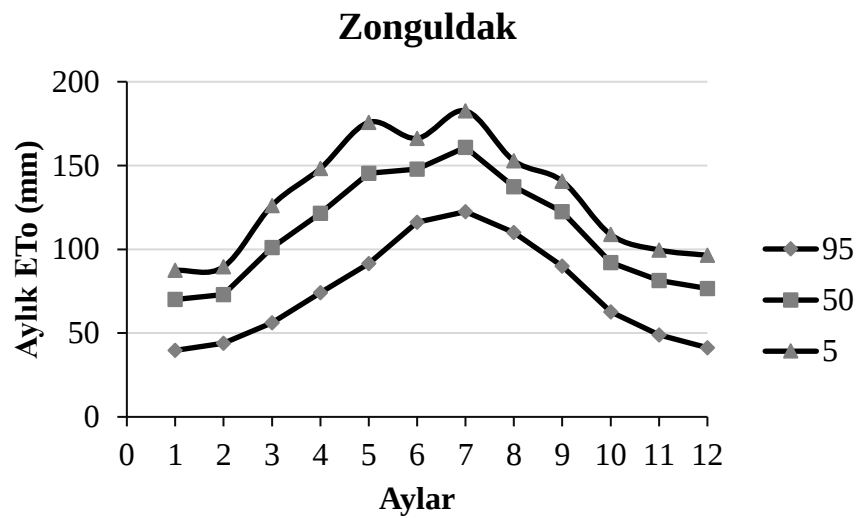
Tablo 3.5. Zonguldak ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.8705 \times W + 2.7161$	7	$ET_o = 1.097 \times W + 5.161$
2	$ET_o = 0.923 \times W + 3.091$	8	$ET_o = 0.7791 \times W + 4.8365$
3	$ET_o = 1.28 \times W + 3.9265$	9	$ET_o = 0.9559 \times W + 4.5814$
4	$ET_o = 1.40 \times W + 4.7823$	10	$ET_o = 0.8394 \times W + 3.4105$
5	$ET_o = 1.5363 \times W + 5.4899$	11	$ET_o = 0.954 \times W + 3.207$
6	$ET_o = 0.4443 \times W + 5.4273$	12	$ET_o = 1.005 \times W + 2.9903$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 2.26 mm/gün olmasına karşılık %95-%5 olasılıklarında ET_o 1.28–2.82 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Temmuz ayında ortalama 5.19 mm/gün olan ET_o , %95 ve %5 olasılıklarında 3.95 ve 5.89 mm/gün değerine eşit veya daha yüksek görülmektedir.

Yıllık toplam olarak Zonguldak’ ta ET_o ortalama 1328 mm hesaplanmıştır. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Zonguldak için yıllık toplam ET_o 900 mm verilmiştir. Her iki yıllık toplam değer arasında 428 mm fark bulunmuştur. Böyle bir farka ET_o hesaplamalarında dikkate alınan istasyonlardaki farklılıklar, farklı veri seti aralığı ve hesaplama işlemlerindeki farklılıklar neden olmuş olabilir.

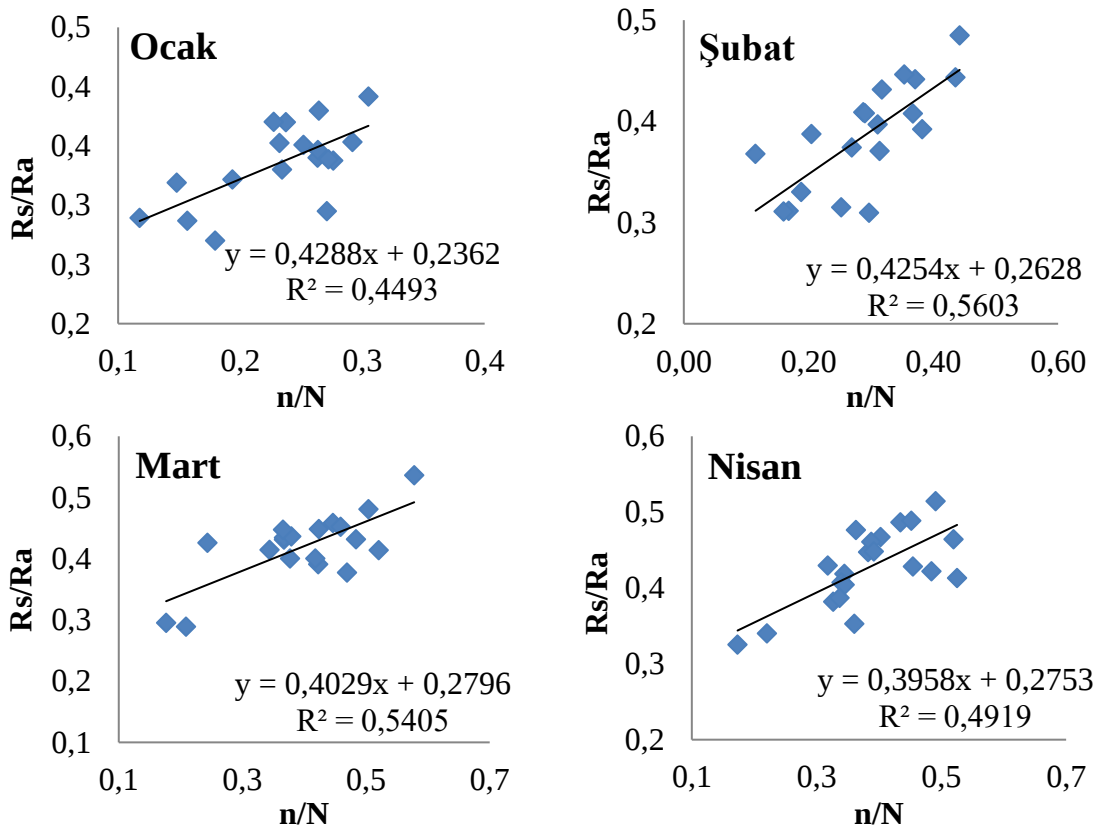


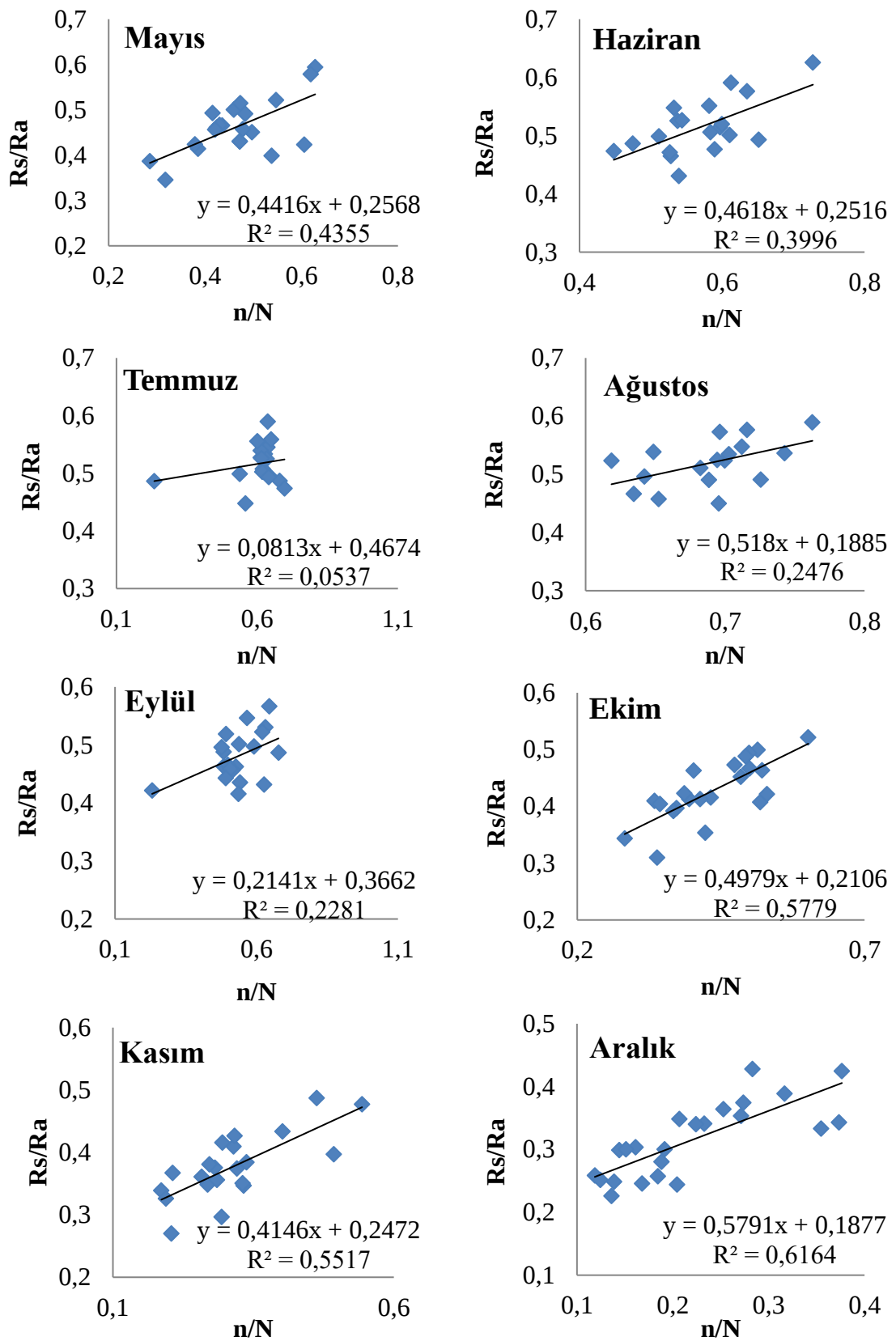
Şekil 3.4. Zonguldak ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Zonguldak'ta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 70.1, 73.1, 101.1, 121.5, 145.4, 147.9, 160.9, 137.3, 122.4, 92.1, 81.3 ve 76.6 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.4).

3.1.3. Sinop

Sinop'da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1985-2013 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.5'de verilmiştir. Şekil 3.5'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur





Şekil 3.5. Sinop ili 1985-2013 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1985-2013 yılları arasında 29 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1960-2013 yılları arasında 54 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Sinop için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 54 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.6'da ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.7'de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.6'da gösterilmiştir

Tablo 3.6. Aylara göre Sinop ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.22	1.61	1.69	2.23	3.17	3.63	4.35	3.69	2.90	1.60	1.49	1.33	2.41
75	1.97	2.31	2.78	3.33	3.97	4.46	4.87	4.35	3.43	2.67	2.33	2.09	3.21
50	2.35	2.67	3.34	3.89	4.39	4.88	5.14	4.69	3.69	3.22	2.76	2.47	3.62
25	2.65	2.95	3.77	4.33	4.71	5.21	5.35	4.96	3.91	3.65	3.10	2.77	3.95
10	2.87	3.16	4.09	4.65	4.95	5.45	5.51	5.15	4.06	3.97	3.35	3.00	4.18
5	2.99	3.26	4.26	4.82	5.07	5.58	5.59	5.25	4.14	4.13	3.48	3.11	4.31

Tablo 3.7.Sinop ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

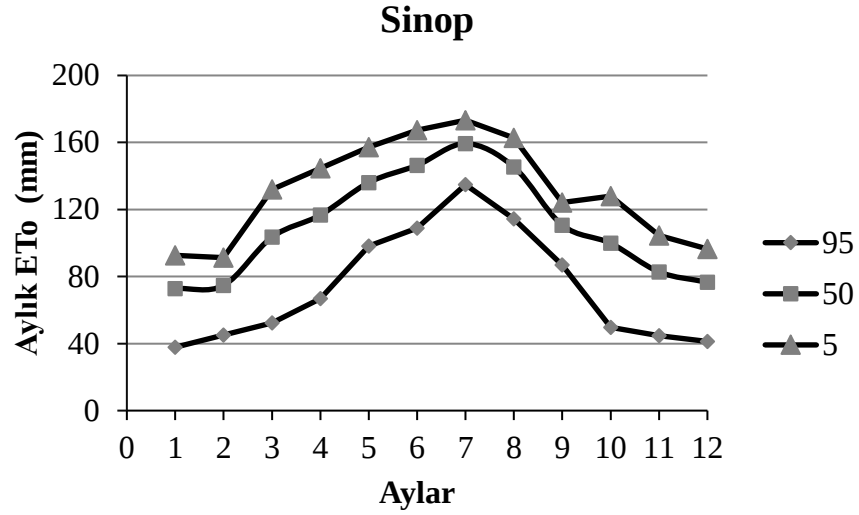
Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 1.001 \times W + 2.8734$	7	$E_{To} = 0.702 \times W + 5.5087$
2	$E_{To} = 0.9356 \times W + 3.1576$	8	$E_{To} = 0.8877 \times W + 5.1518$
3	$E_{To} = 1.4535 \times W + 4.0948$	9	$E_{To} = 0.7038 \times W + 4.0615$
4	$E_{To} = 1.4651 \times W + 4.6545$	10	$E_{To} = 1.4322 \times W + 3.9675$
5	$E_{To} = 1.0759 \times W + 4.9467$	11	$E_{To} = 1.1243 \times W + 3.3474$
6	$E_{To} = 1.1041 \times W + 5.4533$	12	$E_{To} = 1.0054 \times W + 2.9950$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 2.35 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıkla ETo 1.22 ve 2.99 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Sinop'ta en yüksek ETo'un görüldüğü Temmuz ayında ortalama 5.14 mm/gün olan ETo değeri zamanın %95 ve %5 olasılıkla 4.35 ve 5.59 mm/gün değerlerine eşit veya üzerinde çıkmaktadır.

Ortalama olarak yıllık toplamda Sinop'ta atmosferin buharlaştırma talebi (ETo) 1323 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Sinop için yıllık toplam ETo 919 mm verilmiştir. Dolayısıyla TAGEM ve DSİ (2017) verilerine göre yıllık ETo 404 mm daha yüksek

bulunmuştur. Böyle önemli bir farkın nedeni, farklı istasyonların dikkate alınması, veri seti aralığındaki farklılıklar ve hesaplama işlemlerindeki farklılıklar olabilir.

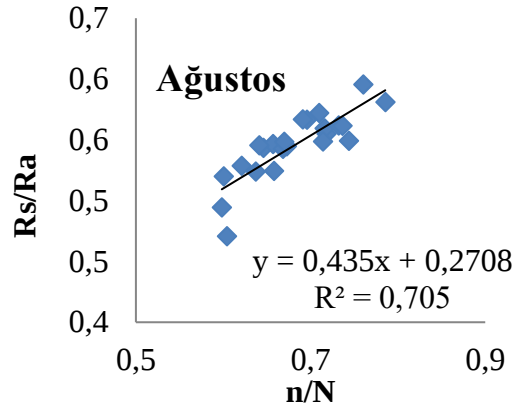
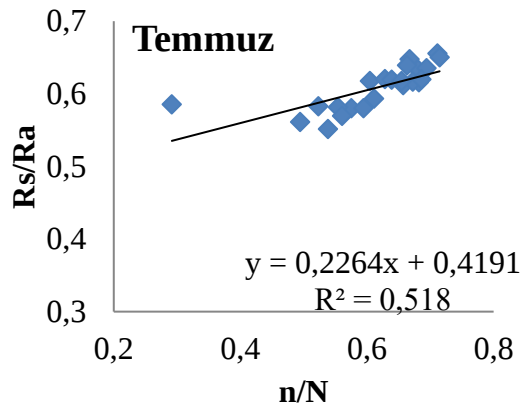
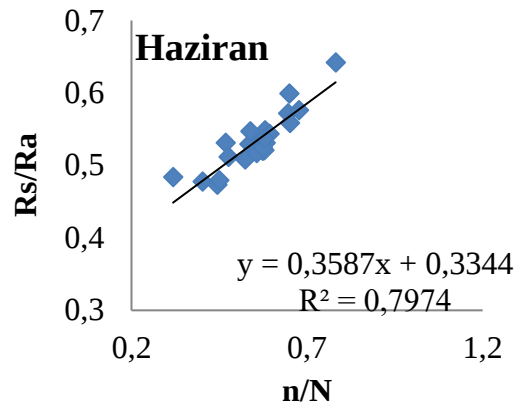
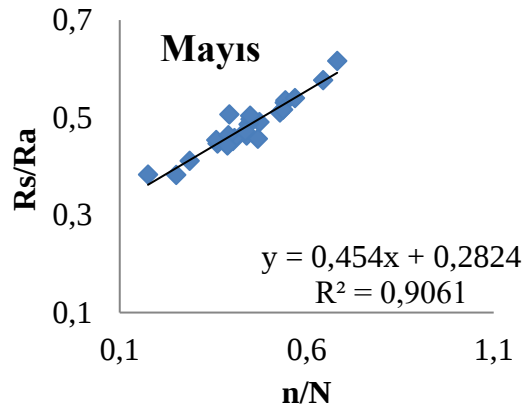
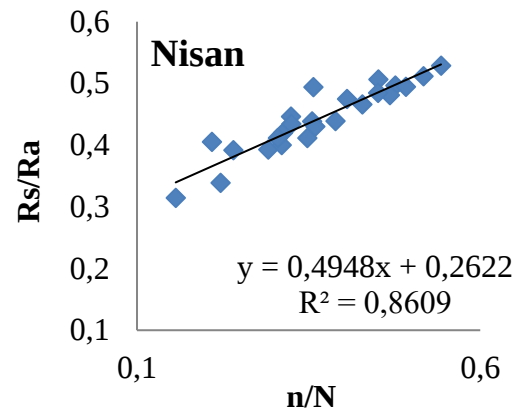
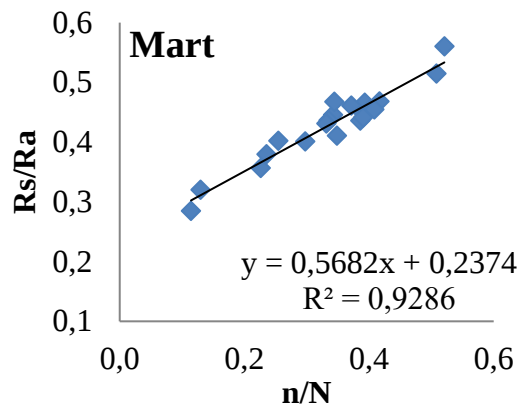
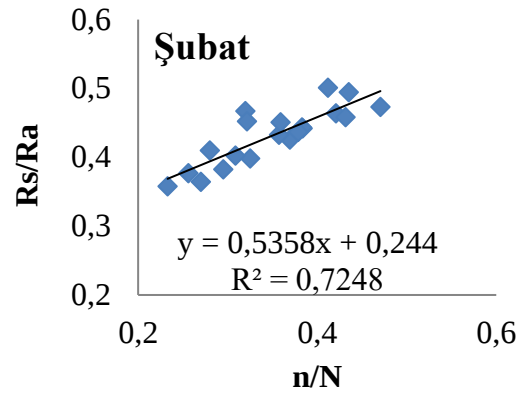
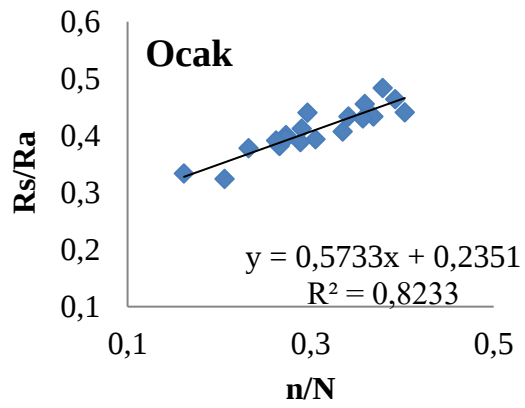


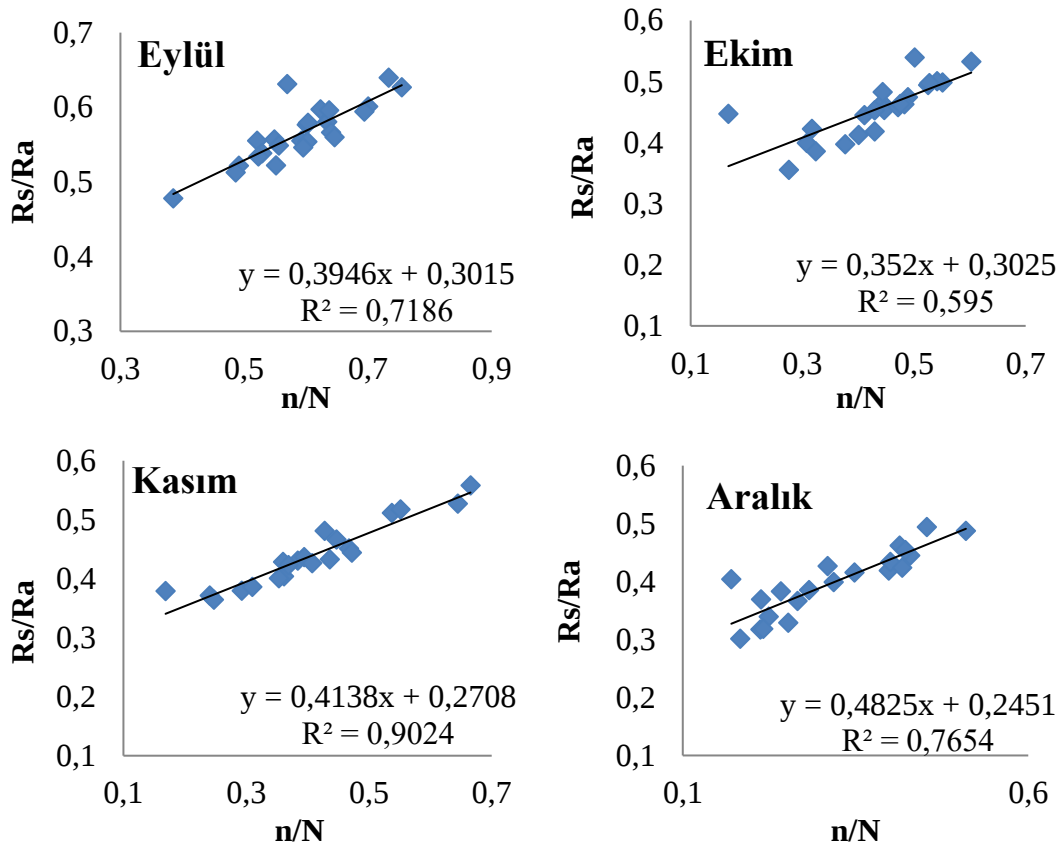
Şekil 3.6. Sinop ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Sinop'ta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 72.9, 74.8, 103.5, 116.7, 136.1, 146.4, 159.3, 145.4, 99.8, 82.8 ve 76.6 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3. 6).

3.1.4. Samsun

Samsun'da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1968-2008 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.7'de verilmiştir. Şekil 3.7'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur





Şekil 3.7. Samsun ili 1968-2008 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları Referans evapotranspirasyon için 1968-2008 yılları arasında 41 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1961-2011 yılları arasında 51 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Samsun için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 51 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.8’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.9’da sunulmuştur. Bu eşitlikler yoluyla istenilen tekraralama olasılığı için ETo değerleri bulunabilir. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.8.Aylara göre Samsun ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

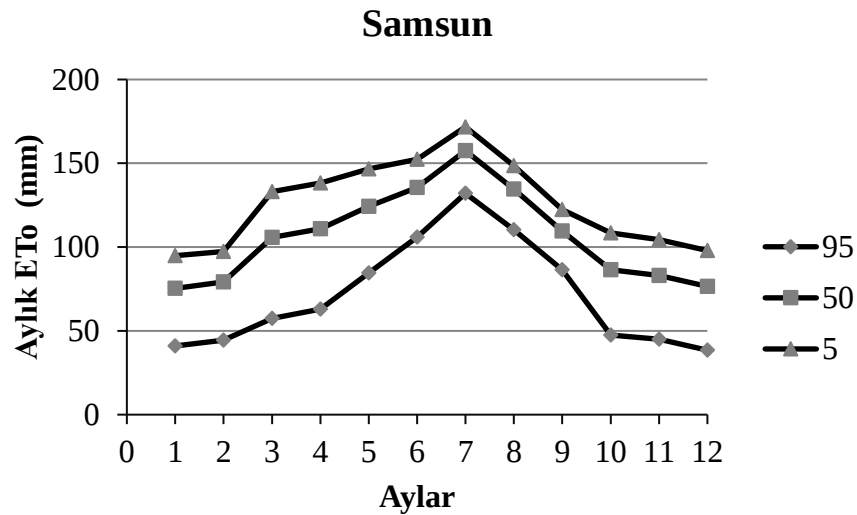
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.32	1.59	1.85	2.10	2.73	3.53	4.26	3.56	2.88	1.53	1.50	1.24	2.34
75	2.06	2.39	2.88	3.16	3.58	4.19	4.80	4.08	3.39	2.36	2.34	2.06	3.11
50	2.43	2.83	3.41	3.70	4.01	4.52	5.08	4.34	3.65	2.79	2.77	2.47	3.50
25	2.73	3.13	3.83	4.13	4.35	4.79	5.30	4.55	3.85	3.12	3.10	2.79	3.81
10	2.95	3.36	4.14	4.44	4.60	4.98	5.46	4.71	4.00	3.37	3.35	3.03	4.03
5	3.06	3.48	4.29	4.61	4.73	5.08	5.54	4.79	4.08	3.50	3.48	3.16	4.15

Tablo 3.9. Samsun ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.9887 \times W + 2.9496$	7	$ET_o = 0.7278 \times W + 5.4618$
2	$ET_o = 1.0697 \times W + 3.3608$	8	$ET_o = 0.6967 \times W + 4.7074$
3	$ET_o = 1.3851 \times W + 4.136$	9	$ET_o = 0.6792 \times W + 3.9998$
4	$ET_o = 1.4202 \times W + 4.4433$	10	$ET_o = 1.1117 \times W + 3.3685$
5	$ET_o = 1.1281 \times W + 4.5963$	11	$ET_o = 1.1236 \times W + 3.3518$
6	$ET_o = 0.8754 \times W + 4.9800$	12	$ET_o = 1.0832 \times W + 3.0335$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkla Ocak ayı ET_o değeri 2.43 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıkla ET_o 1.32 ve 3.06 mm/gün arasında değişim göstermiştir. En yüksek ET_o Temmuz ayında görülmekte olup %95 ve %5 olasılıkla 4.26 ve 5.54 mm /gün bulunmuştur. Temmuz ayı ortalama ET_o değeri ise 5.08 mm/gün olarak belirlenmiştir. Samsun'da toplam yıllık ET_o 1277 mm gerçekleşmekte olup TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada verilen 899 mm ET_o değerinden 378 mm daha yüksek bulunmuştur. Dikkate alınan istasyonlar, veri seti aralığı ve hesaplamalardaki farklılıklar böyle bir sonuca yol açmış olabilir.

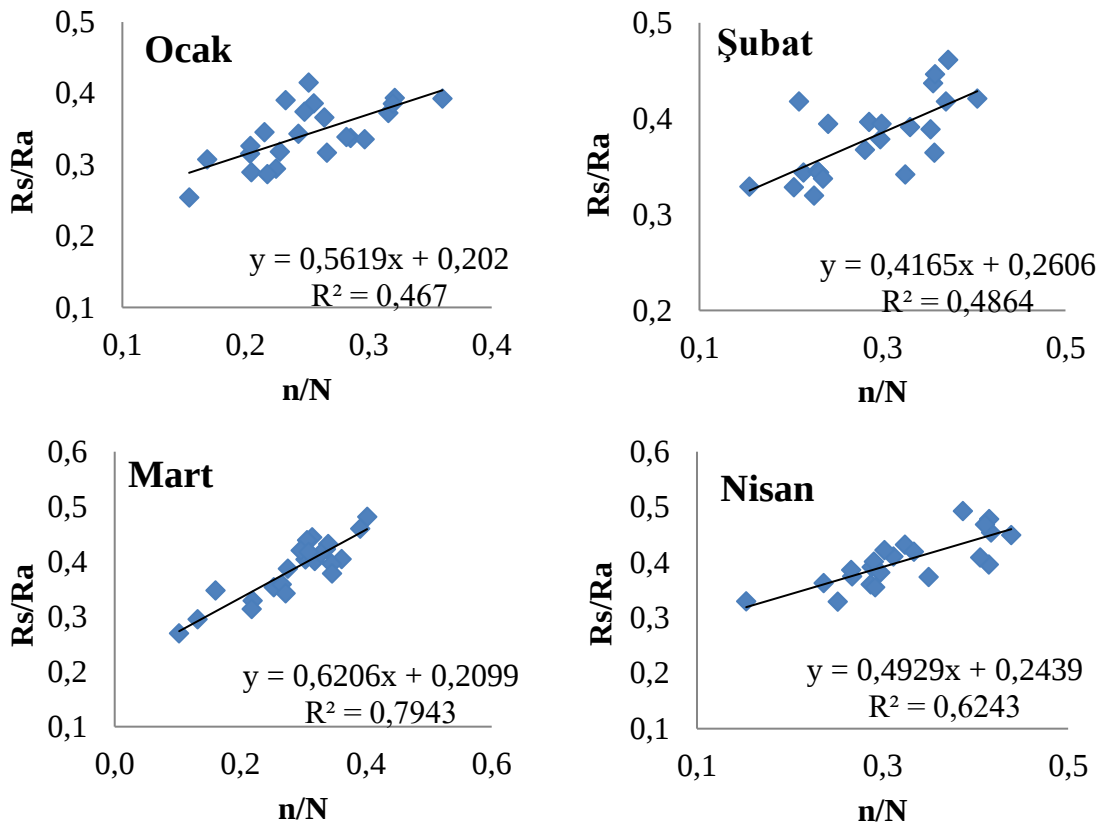


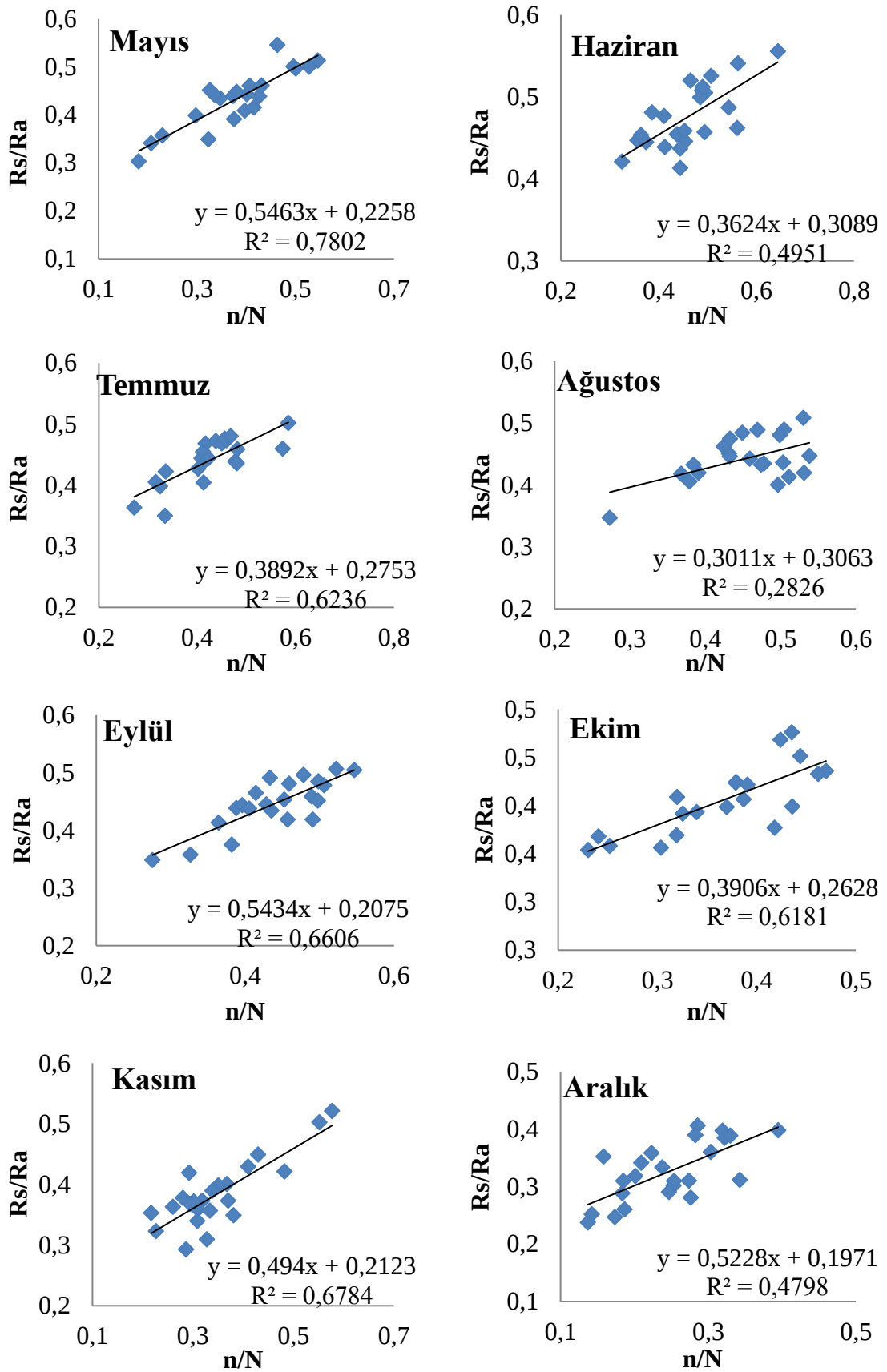
Şekil 3.8. Samsun ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Samsun’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 75.3, 79.2, 105.7, 111.0, 124.3, 135.6, 157.5, 134.5, 109.5, 86.5, 83.1 ve 76.6 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.8).

3.1.5. Ordu

Ordu’da 1961 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1983-2009 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.9’da verilmiştir. Şekil 3.9’da görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.9. Ordu ili 1983-2009 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1983-2009 yılları arasında 27 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1964-2010 yılları arasında 47 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Ordu için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 47 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.10'da ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.11'de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.10'da gösterilmiştir

Tablo 3.10. Aylara göre Ordu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.07	1.16	1.53	1.97	2.68	3.32	3.52	2.92	2.65	1.47	1.13	0.99	2.03
75	1.55	1.71	2.44	2.70	3.35	3.81	4.00	3.39	3.13	2.05	1.84	1.49	2.62
50	1.79	1.99	2.90	3.07	3.70	4.07	4.24	3.62	3.38	2.34	2.20	1.74	2.92
25	1.98	2.21	3.26	3.36	3.97	4.27	4.44	3.81	3.57	2.58	2.49	1.94	3.16
10	2.12	2.37	3.53	3.57	4.17	4.41	4.58	3.95	3.71	2.75	2.70	2.09	3.33
5	2.19	2.45	3.67	3.68	4.28	4.49	4.65	4.02	3.79	2.83	2.80	2.16	3.42

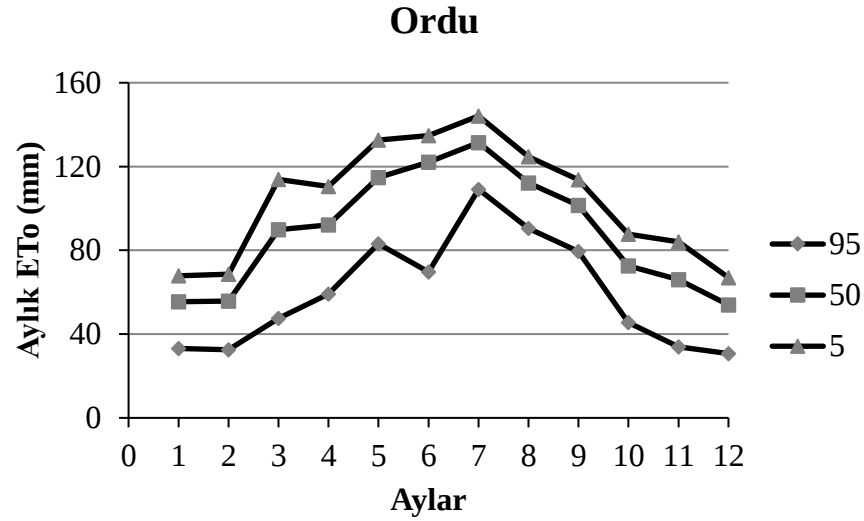
Tablo 3.11.Ordu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 0.6334 \times W + 2.1175$	7	$E_{To} = 0.6418 \times W + 4.5774$
2	$E_{To} = 0.7310 \times W + 2.3688$	8	$E_{To} = 0.6206 \times W + 3.9478$
3	$E_{To} = 1.2090 \times W + 3.5298$	9	$E_{To} = 0.6438 \times W + 3.7135$
4	$E_{To} = 0.9677 \times W + 3.5727$	10	$E_{To} = 0.7741 \times W + 2.7459$
5	$E_{To} = 0.9064 \times W + 4.1730$	11	$E_{To} = 0.9481 \times W + 2.6951$
6	$E_{To} = 0.6645 \times W + 4.4138$	12	$E_{To} = 0.6666 \times W + 0.8000$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 1.79 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 1.07 ve 2.19 mm/gün değerine eşit veya daha büyük görülmektedir. En yüksek atmosferik buharlaştırma talebi (ETo) Temmuz ayında ortalama 4.24 mm/gün meydana gelmiş olup %95 ve %5 olasılıklarla 3.52 ve 4.65 mm/gün değerine eşit veya daha büyük değer göstermiştir. Ordu'da toplam yıllık ETo 1066 mm olarak hesaplanmıştır. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Ordu için yıllık toplam ETo 823 mm verilmiş olup Ordu için hesaplanan değerden 243 mm daha düşüktür. Bu fark,

hesaplamalarda farklı istasyonların kullanılması, farklı veri seti aralığı ve hesaplama işlemlerindeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

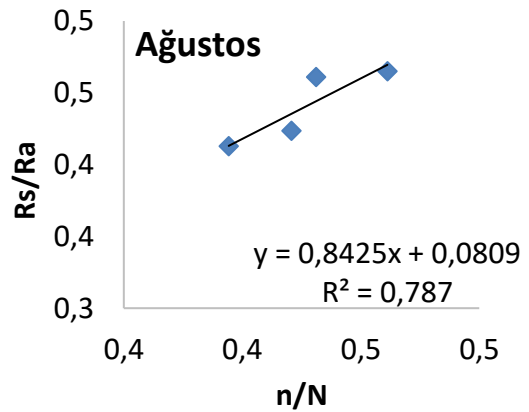
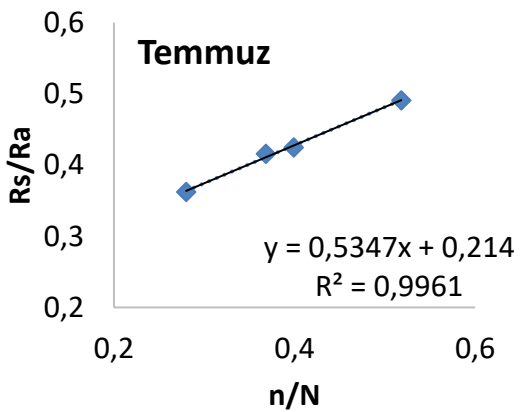
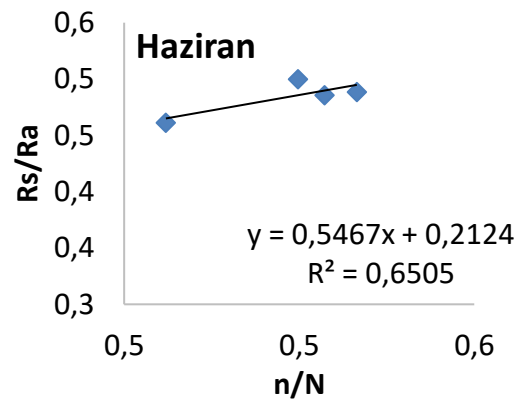
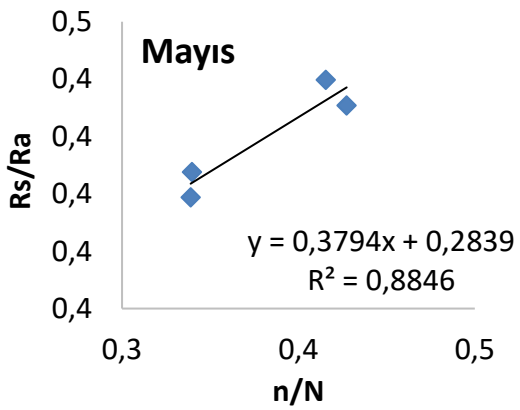
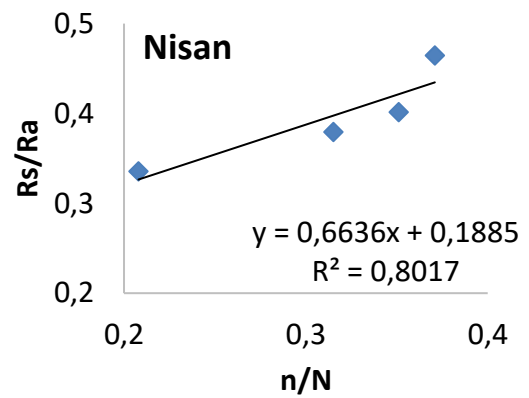
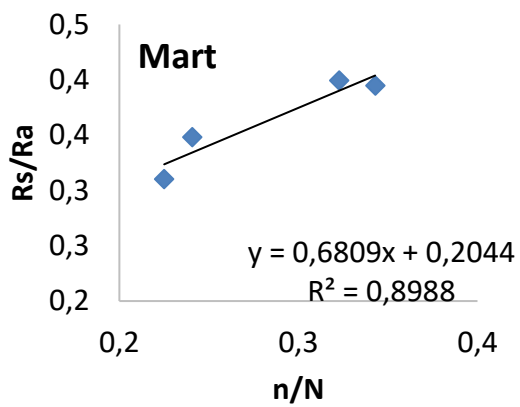
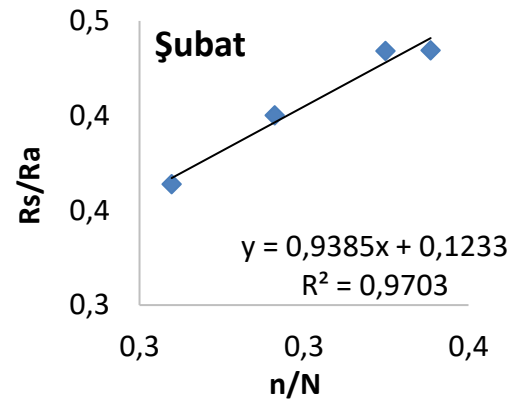
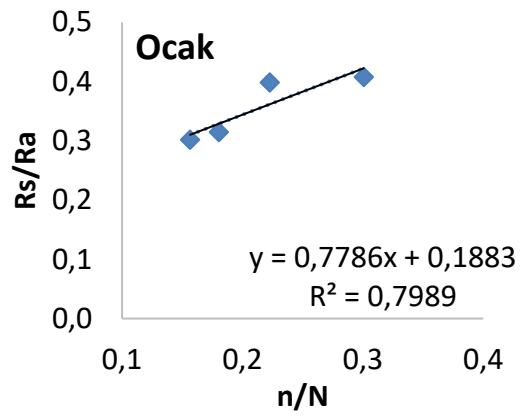


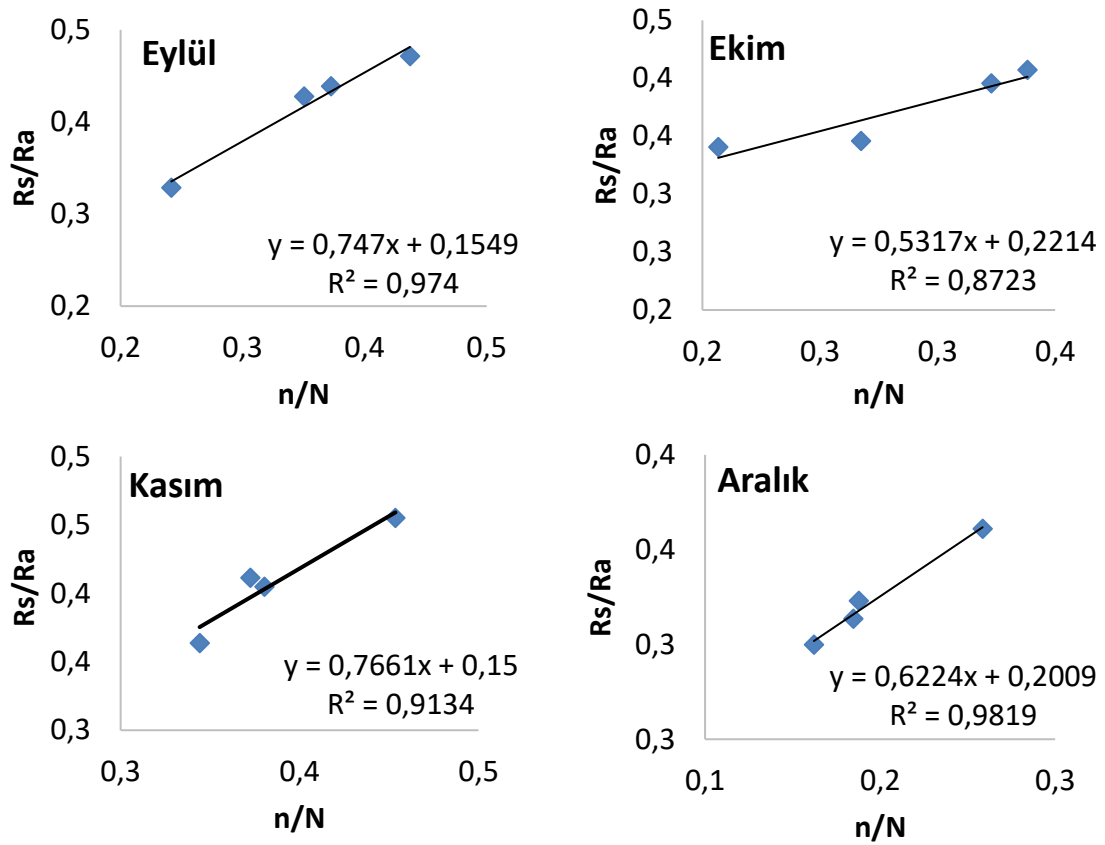
Şekil 3.10. Ordu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Ordu’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 55.5, 55.7, 89.9, 92.1, 114.1, 122.1, 131.4, 112.2, 101.4, 72.5, 66.0 ve 53.9 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.10).

3.1.6. Giresun

Giresun’da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1967-1972 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.11’de verilmiştir. Şekil 3.11’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur. Ancak veri setinin çok yetersiz olmasından dolayı bulunan bu Angstrom katsayıları yerine FAO 56 tarafından önerilen $a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.50$ katsayıları kullanılmalıdır.





Şekil 3.11. Giresun ili 1983-2009 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1967-1972 yılları arasında 6 yıllık tam veri seti bulunmaktadır. Güneşlenme süreleri dikkate alınarak bu dönem için ETo değerleri hesaplanmış ve frekans analizi sonuçları Tablo 3.12’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.13’de verilmiştir. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Aylara göre Giresun ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.09	1.07	1.85	1.98	2.45	2.66	2.83	2.29		1.56	1.34	0.83	2.01
75	1.37	1.90	2.45	2.87	3.05	3.60	3.63	3.09		1.90	1.72	1.40	2.63
50	1.52	2.32	2.75	3.32	3.36	4.09	4.03	3.49		2.08	1.92	1.69	2.94
25	1.63	2.65	2.99	3.68	3.60	4.47	4.36	3.81		2.21	2.07	1.92	3.19
10	1.72	2.90	3.17	3.94	3.78	4.75	4.59	4.04		2.31	2.18	2.08	3.37
5	1.76	3.03	3.26	4.08	3.87	4.89	4.71	4.16		2.37	2.24	2.17	3.46

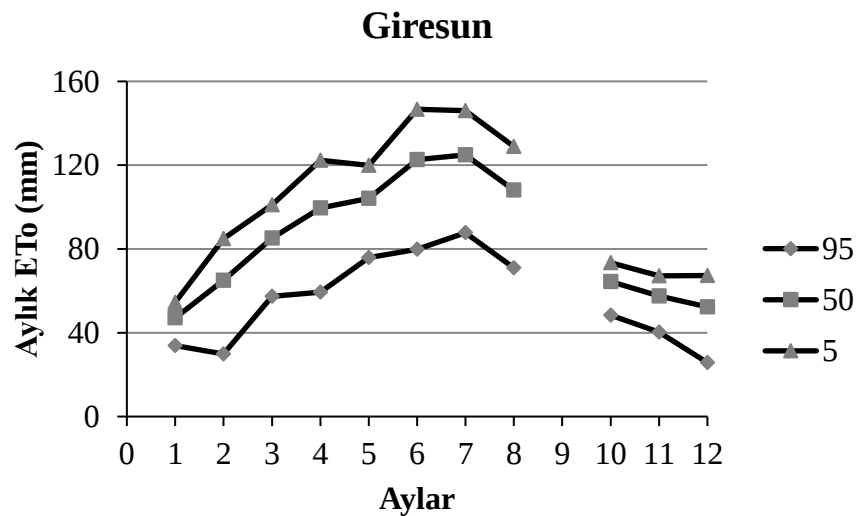
Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta ocak ayı ETo değeri 1.52 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 1.09 ve 1.76 mm/gün arasında değişim

göstermiştir. En yüksek atmosferik buharlaştırma talebi (ET_o) temmuz ayında değil Eylül ayında görülmektedir. Rize dışında tüm Karadeniz illerinde en yüksek ET_o temmuz ayında görülmesine karşılık Giresun’da böyle bir sonuç çıkmasına neden olan etmenin yalnızca 6 yıllık veri setinden kaynaklandığı sonucuna varılabilir. Temmuz ayı ortalama ET_o değeri 4.03 mm/gün olup %95 ve %5 olasılıklarda 2.83 ve 4.71 mm/gün değerine eşit veya daha büyük değerler arasında değişim göstermiştir. Giresun’da toplam yıllık ET_o 1073 mm olarak hesaplanmıştır. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Giresun için yıllık toplam ET_o 758 mm verilmiştir. Hesapladığımız ET_o değeri 315 mm daha yüksek bulunmuştur. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

Tablo 3.13. Giresun ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.3822 \times W + 1.7191$	7	$ET_o = 1.0644 \times W + 4.5896$
2	$ET_o = 1.1097 \times W + 2.8986$	8	$ET_o = 1.0586 \times W + 4.0437$
3	$ET_o = 0.7997 \times W + 3.1701$	9	
4	$ET_o = 1.1854 \times W + 3.9423$	10	$ET_o = 0.4576 \times W + 2.3136$
5	$ET_o = 0.8067 \times W + 3.7799$	11	$ET_o = 0.5092 \times W + 2.1825$
6	$ET_o = 1.2637 \times W + 4.7455$	12	$ET_o = 0.7592 \times W + 2.0837$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

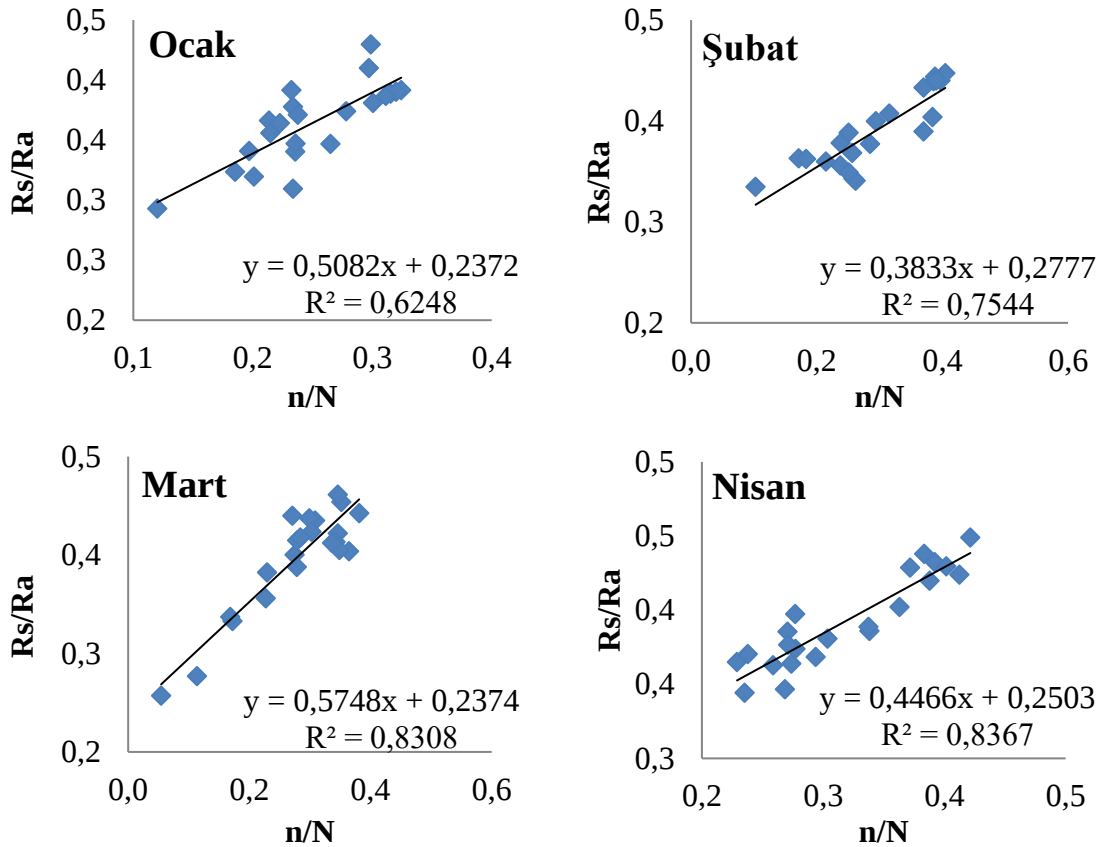


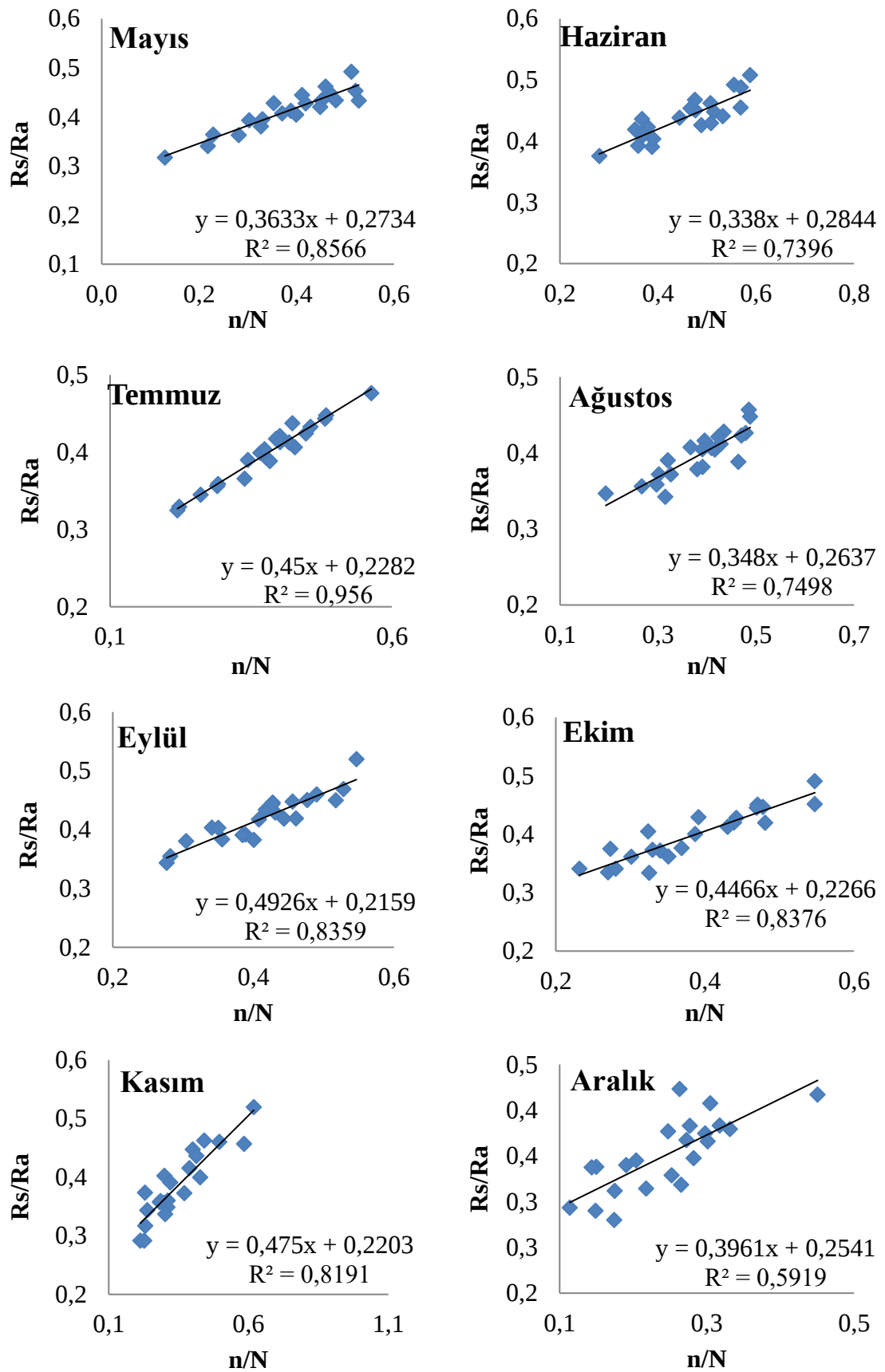
Şekil 3.12. Giresun ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Giresun'da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 47.1, 65.0, 85.3, 99.6, 104.2, 122.7, 124.9, 108.2, 64.5, 57.6 ve 52.4 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.12).

3.1.7.Trabzon

Trabzon'da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1969 -2005 yılları arasında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler, aylara göre Şekil 3.13'de verilmiştir. Şekil 3.13'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur.





Şekil 3.13. Trabzon ili 1969 -2005 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1969-2005 yılları arasında 37 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1960-2005 yılları arasında 46 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Trabzon için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 46 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.14'te ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.15'te sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.14'de gösterilmiştir.

Tablo 3.14. Aylara göre Trabzon ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	1.16	1.16	1.67	2.18	2.53	3.06	3.04	2.71	2.51	1.65	1.49	1.12	2.02
75	1.78	1.99	2.67	2.99	3.23	3.57	3.72	3.21	3.02	2.30	2.19	1.81	2.71
50	2.09	2.41	3.17	3.40	3.59	3.82	4.06	3.47	3.28	2.63	2.54	2.17	3.05
25	2.34	2.74	3.57	3.73	3.87	4.03	4.33	3.67	3.49	2.89	2.82	2.44	3.33
10	2.52	2.98	3.87	3.97	4.08	4.17	4.53	3.82	3.64	3.09	3.03	2.65	3.53
5	2.61	3.11	4.02	4.09	4.18	4.25	4.63	3.90	3.72	3.18	3.14	2.75	3.63

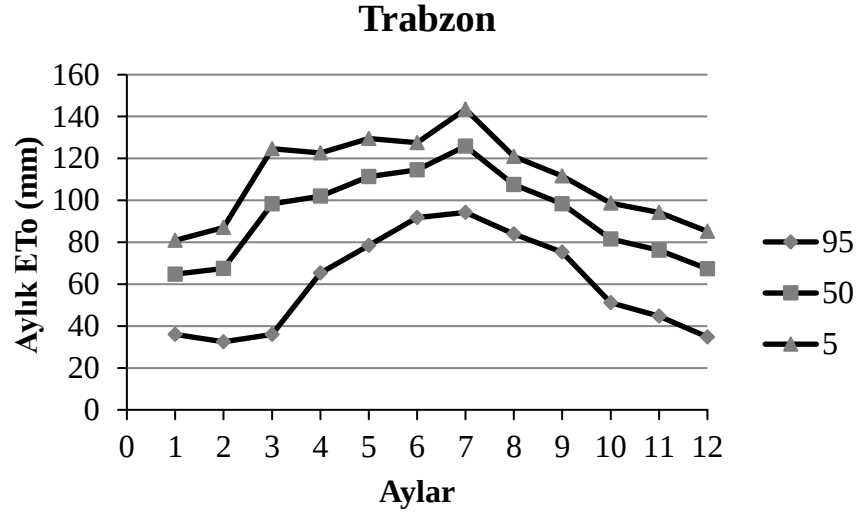
Tablo 3.15. Trabzon ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ETo = 0.8199 \times W + 2.5186$	7	$ETo = 0.8981 \times W + 4.5277$
2	$ETo = 1.1011 \times W + 2.9827$	8	$ETo = 0.6731 \times W + 3.8190$
3	$ETo = 1.3273 \times W + 3.8651$	9	$ETo = 0.6878 \times W + 3.6427$
4	$ETo = 1.0848 \times W + 3.9700$	10	$ETo = 0.8709 \times W + 3.0853$
5	$ETo = 0.9334 \times W + 4.0765$	11	$ETo = 0.9337 \times W + 3.0289$
6	$ETo = 0.6723 \times W + 4.1740$	12	$ETo = 0.9246 \times W + 2.6484$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 2.09 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 1.16 ve 2.61 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Trabzon'da en yüksek ETo 4.06 mm/gün ortalama değeri ile Temmuz ayında görülmektedir. %95 ve %5 olasılıklarda ETo Temmuz ayında 3.04 ve 4.63 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Yıllık toplamda Trabzon'da ETo 1115 mm olarak hesaplanmıştır. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Trabzon için yıllık toplam ETo 858 mm verilmiştir. Hesapladığımız ETo değeri 257 mm daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki

farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

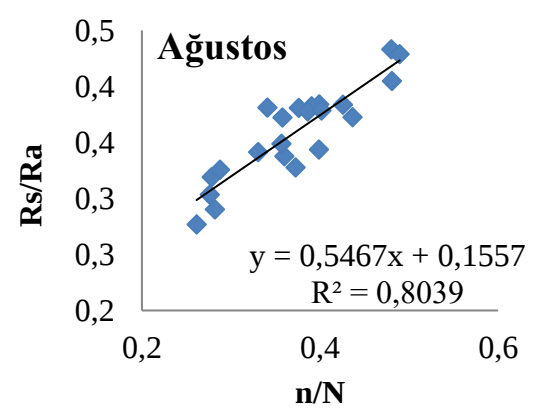
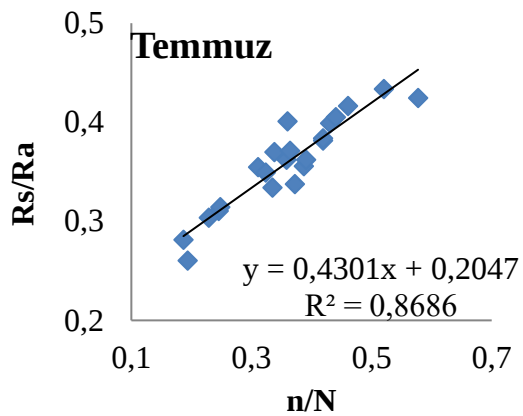
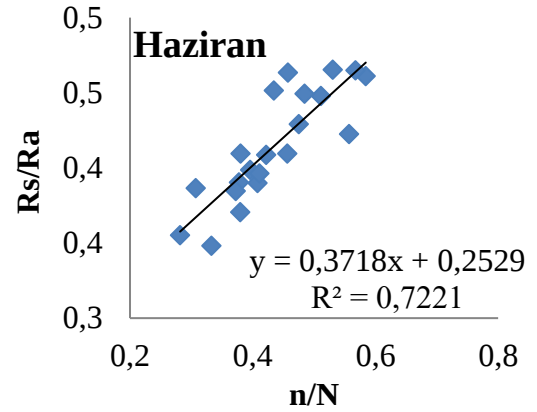
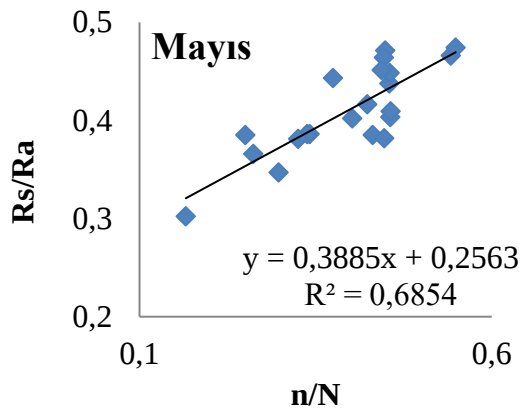
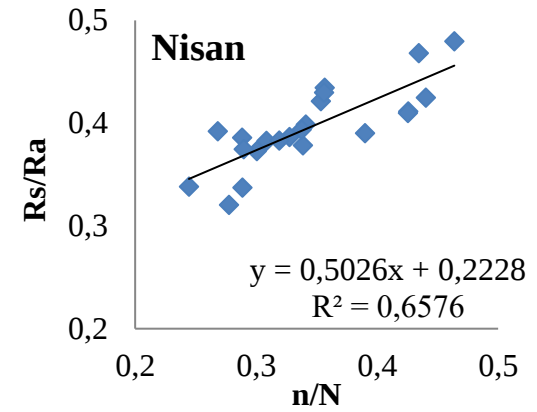
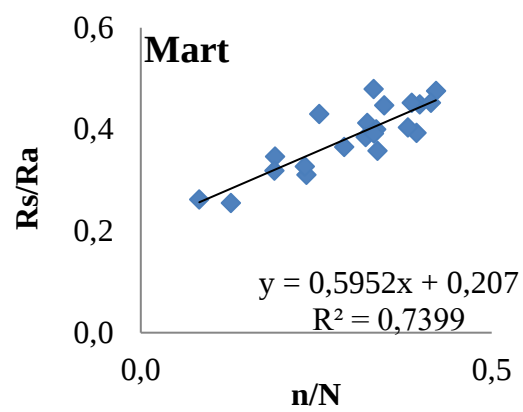
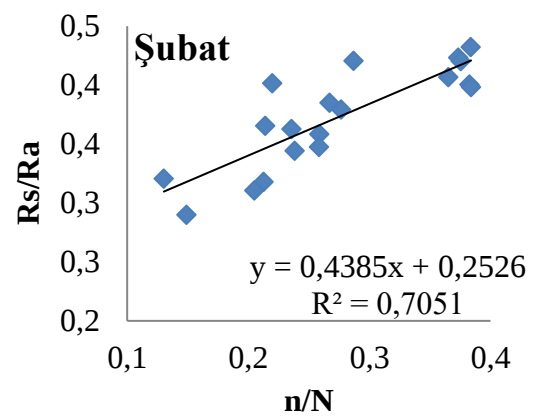
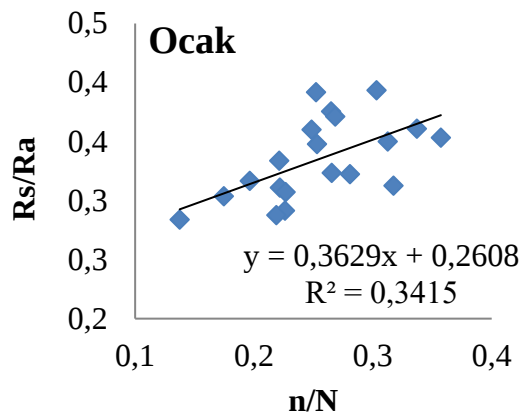


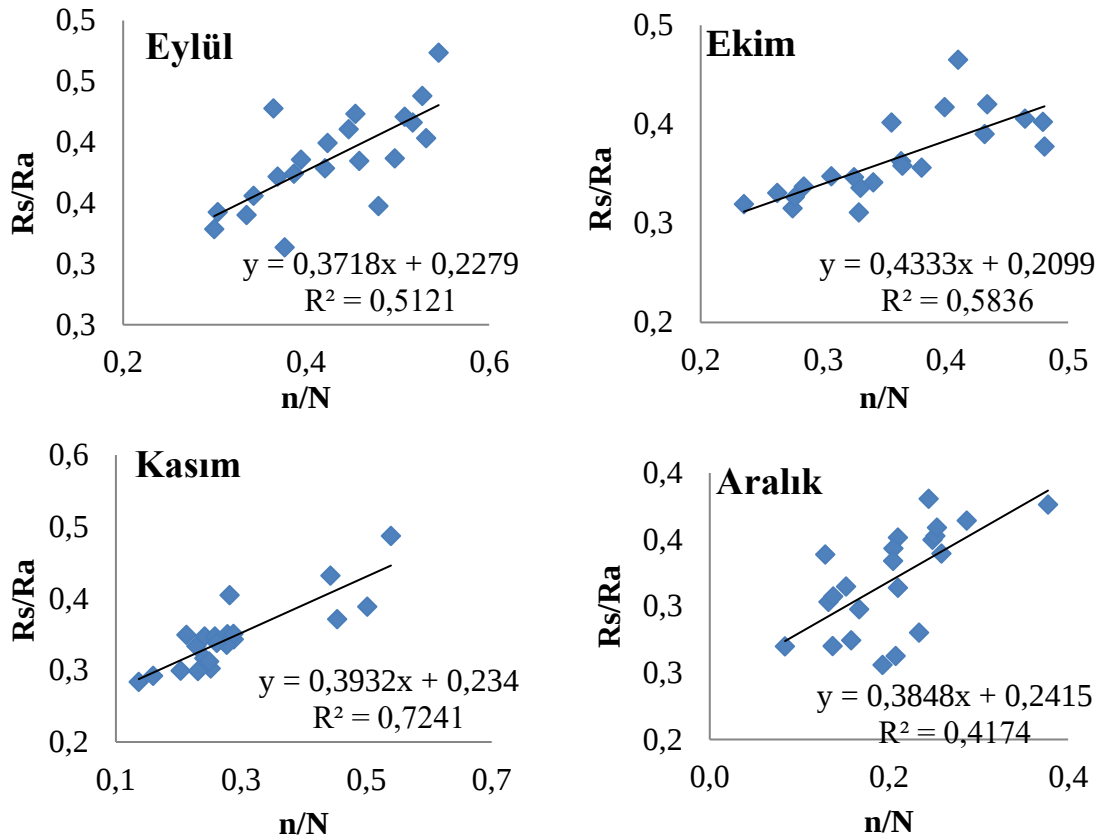
Şekil 3.14. Trabzon ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Trabzon'da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 64.8, 67.5, 98.3, 102.0, 111.3, 114.6, 125.9, 107.6, 98.4, 81.5, 76.2 ve 67.3 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.14).

3.1.8.Rize

Rize'de 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1965-1979 ve 1984-2005 yılları arasında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.15'de verilmiştir. Şekil 3.15'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur.





Şekil 3.15. Rize ili 1965-1979 ve 1984- 2005 yılları aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1965-1979 ve 1984- 2005 yılları arasında 14+22= 36 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1961-2008 yılları arasında 48 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Rize için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 48 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.16’da ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.17’de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.16’da gösterilmiştir.

Tablo 3.16. Aylara göre Rize ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

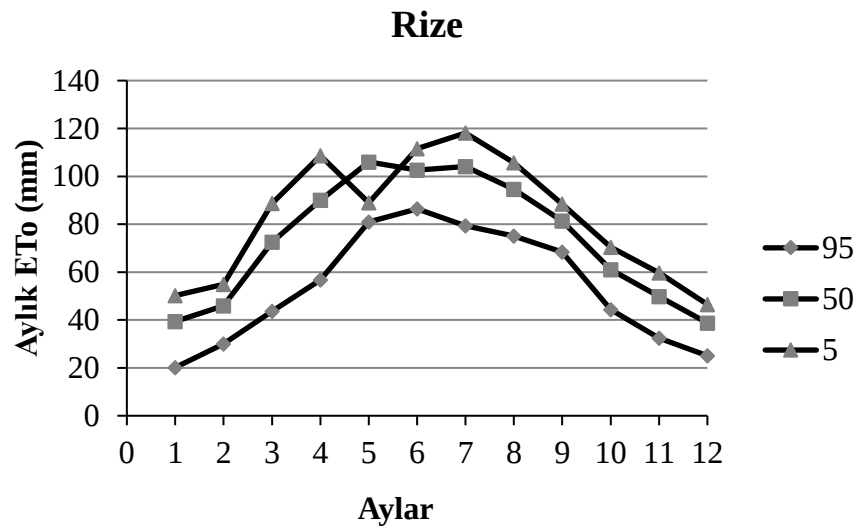
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.65	1.07	1.41	1.89	2.61	2.88	2.56	2.42	2.28	1.43	1.08	0.81	1.76
75	1.06	1.45	2.02	2.62	3.15	3.23	3.09	2.84	2.56	1.78	1.46	1.10	2.20
50	1.27	1.64	2.34	3.00	3.42	3.42	3.36	3.05	2.71	1.97	1.66	1.25	2.42
25	1.44	1.79	2.58	3.29	3.63	3.56	3.57	3.22	2.82	2.11	1.81	1.37	2.60
10	1.56	1.90	2.76	3.50	3.79	3.66	3.73	3.34	2.90	2.22	1.93	1.45	2.73
5	1.62	1.96	2.86	3.62	3.87	3.72	3.81	3.41	2.95	2.27	1.99	1.50	2.80

Tablo 3.17.Rize ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.5520 \times W + 1.5595$	7	$ET_o = 0.7064 \times W + 3.7263$
2	$ET_o = 0.5054 \times W + 1.9040$	8	$ET_o = 0.5595 \times W + 3.3434$
3	$ET_o = 0.8221 \times W + 2.7646$	9	$ET_o = 0.3792 \times W + 2.9028$
4	$ET_o = 0.9755 \times W + 3.5042$	10	$ET_o = 0.4769 \times W + 2.2154$
5	$ET_o = 0.7152 \times W + 3.7918$	11	$ET_o = 0.5124 \times W + 1.9272$
6	$ET_o = 0.4731 \times W + 3.6617$	12	$ET_o = 0.3917 \times W + 1.4549$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 1.27 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 0.65 ve 1.62 mm/gün arasında değişim göstermiştir. En yüksek ortalama ET_o Mayıs ve Haziran aylarında 3.42 mm/gün olarak görülmektedir. Mayıs ayında %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 2.61 ve 3.87 mm/gün arasında değişim gösterirken Haziran ayında 2.88 ve 3.72 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Rize’de toplam yıllık ET_o 884 mm olarak bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Rize için yıllık toplam ET_o 730 mm verilmiştir. Hesapladığımız yıllık ET_o değeri 154 mm daha yüksek bulunmuştur. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

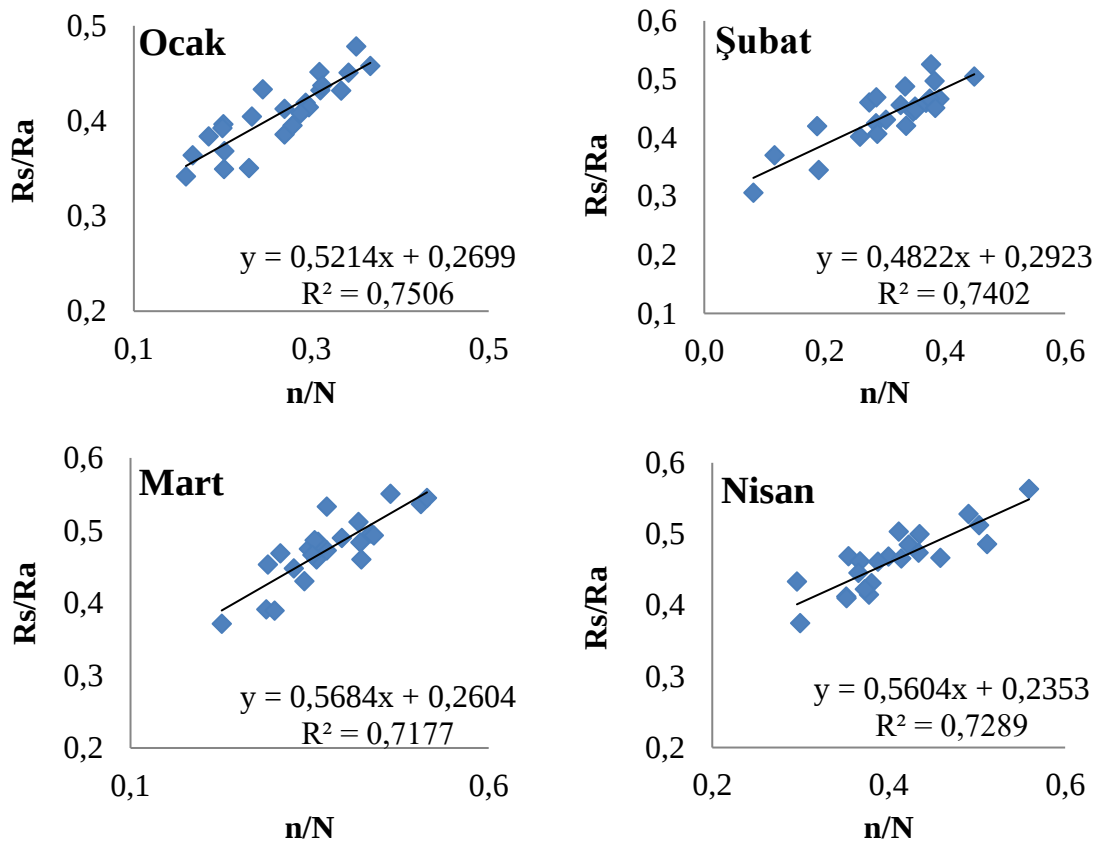


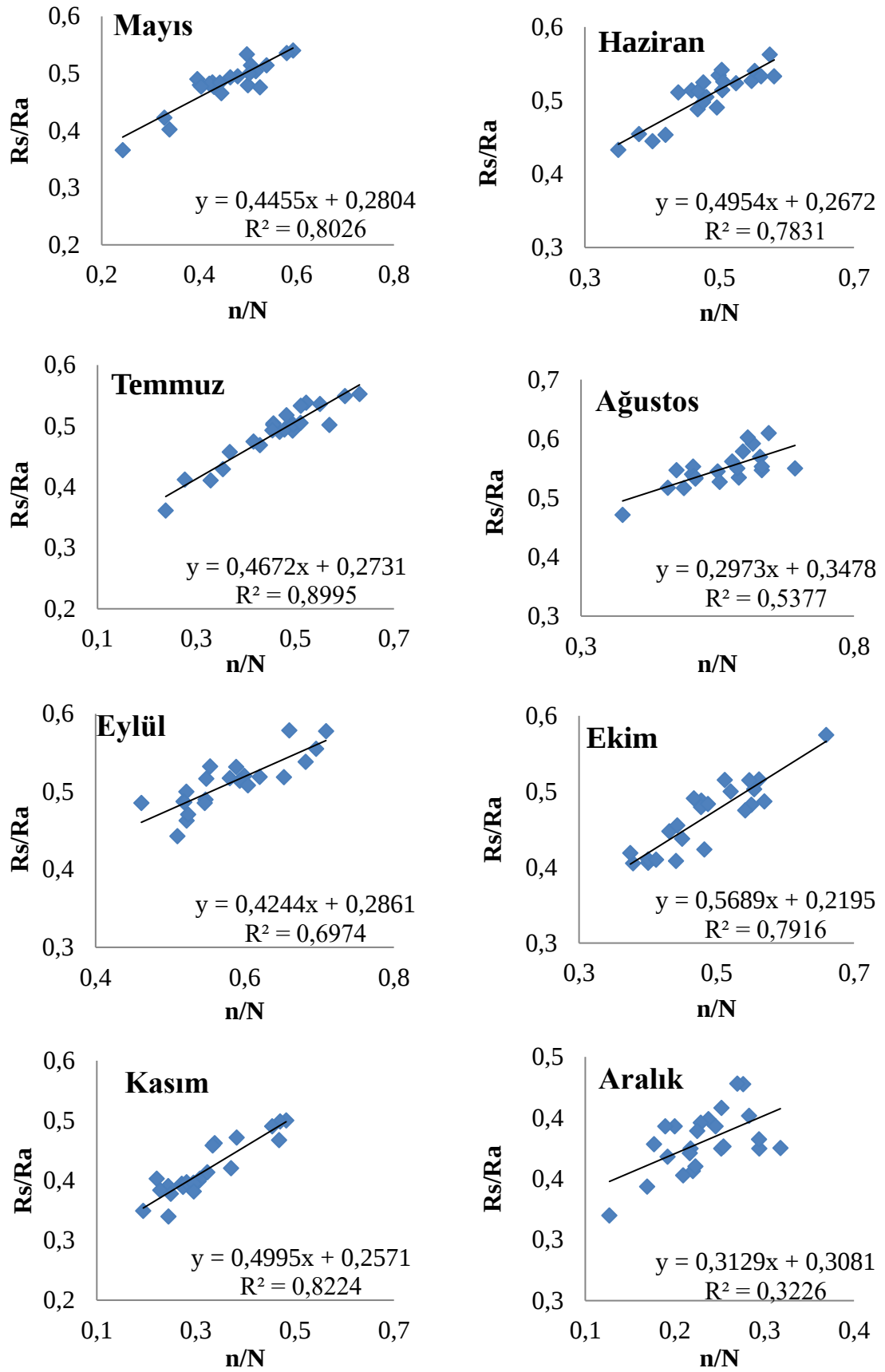
Şekil 3.16. Rize ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Rize’de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 39.4, 45.9, 72.5, 90.0, 106.0, 102.6, 104.2, 94.6, 81.3, 61.1, 49.8 ve 38.8 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.16).

3.1.9. Artvin

Artvin’de 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyon hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2007 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.17’de verilmiştir. Şekil 3.17’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.17 . Artvin ili 1984-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2007 yılları arasında 24 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1984 - 2010 yılları arasında 27 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Artvin için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 27 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.18’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.19’da sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.18’de gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Aylara göre Artvin ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.70	0.93	2.26	3.03	3.91	4.37	3.83	3.67	3.84	2.15	1.38	0.53	2.55
75	1.09	1.49	2.89	3.69	4.82	5.23	5.48	4.67	4.54	2.65	1.72	0.89	3.26
50	1.28	1.77	3.23	4.02	5.29	5.67	6.33	5.18	4.90	2.91	1.90	1.07	3.63
25	1.44	2.00	3.45	4.28	5.65	6.02	6.99	5.58	5.18	3.12	2.04	1.21	3.91
10	1.55	2.16	3.63	4.47	5.92	6.28	7.48	5.88	5.30	3.27	2.14	1.31	4.12
5	1.61	2.25	3.73	4.57	6.06	6.41	7.73	6.03	5.50	3.34	2.20	1.37	4.23

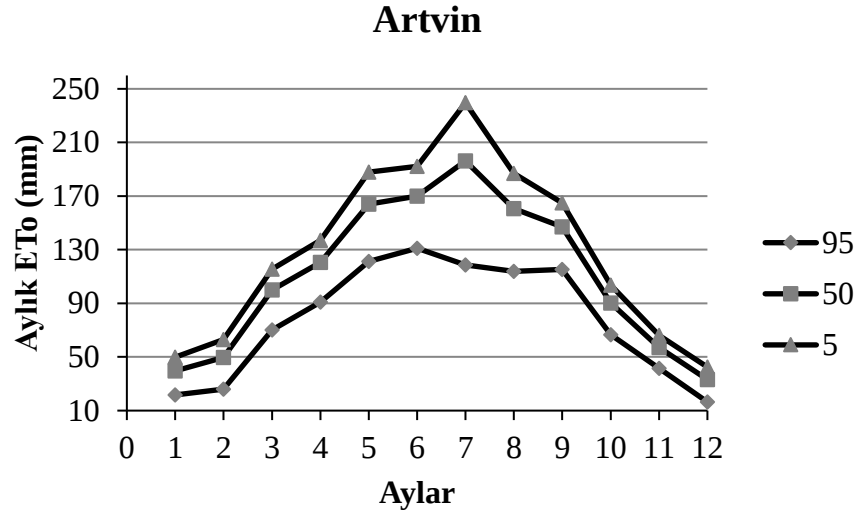
Tablo 3.19. Artvin ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 0.5172 \times W + 1.5535$	7	$E_{To} = 2.2035 \times W + 7.4751$
2	$E_{To} = 0.7453 \times W + 2.1624$	8	$E_{To} = 1.3370 \times W + 5.8767$
3	$E_{To} = 0.8291 \times W + 3.6346$	9	$E_{To} = 0.9407 \times W + 5.3916$
4	$E_{To} = 0.8701 \times W + 4.4714$	10	$E_{To} = 0.6770 \times W + 3.2664$
5	$E_{To} = 1.2151 \times W + 5.9195$	11	$E_{To} = 0.4632 \times W + 2.1424$
6	$E_{To} = 1.1553 \times W + 6.2753$	12	$E_{To} = 0.4723 \times W + 1.3137$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 1.28 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarında ETo 0.70 ve 1.61 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Artvin’de en yüksek ETo Temmuz ayında ortalama 6.33 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ETo 3.83 ve 7.73 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ETo değeri 1324 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Artvin için yıllık toplam ETo 889 mm verilmiştir. Hesapladığımız ETo değeri 435 mm

daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

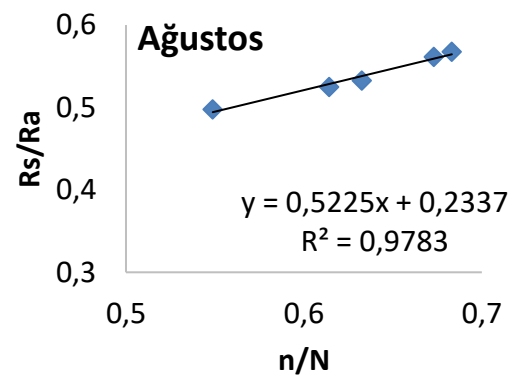
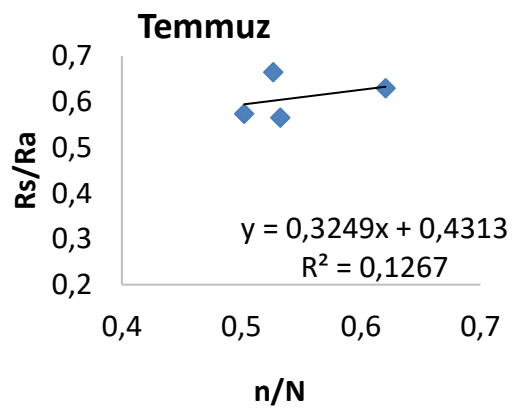
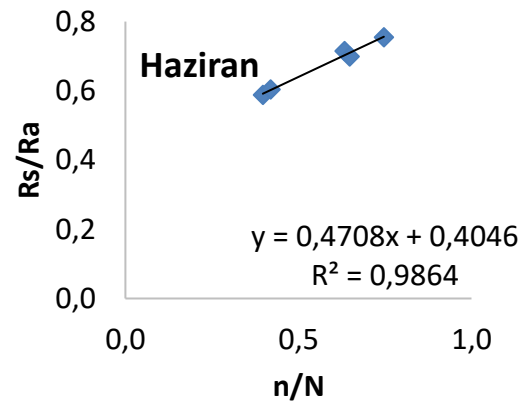
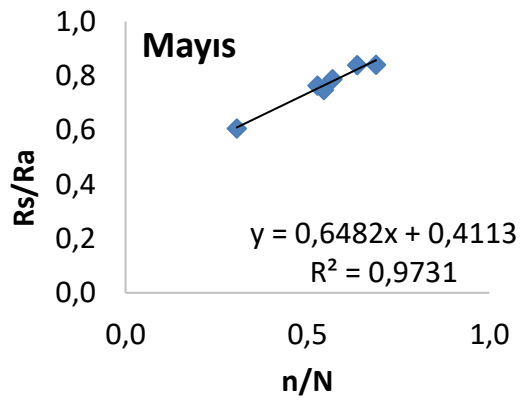
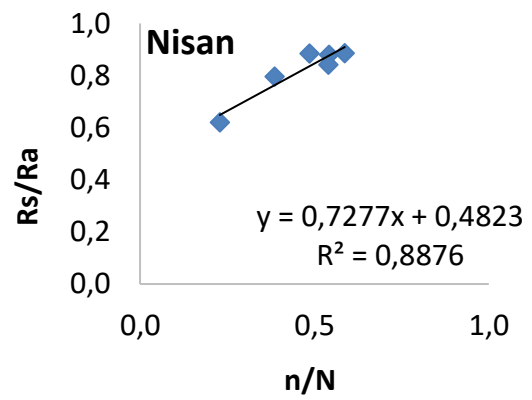
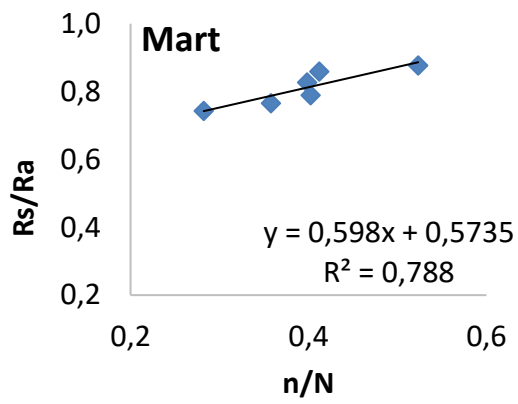
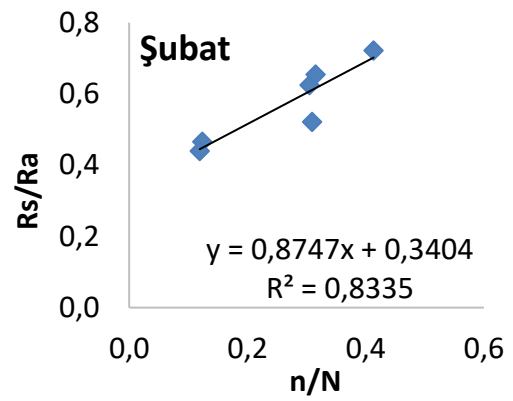
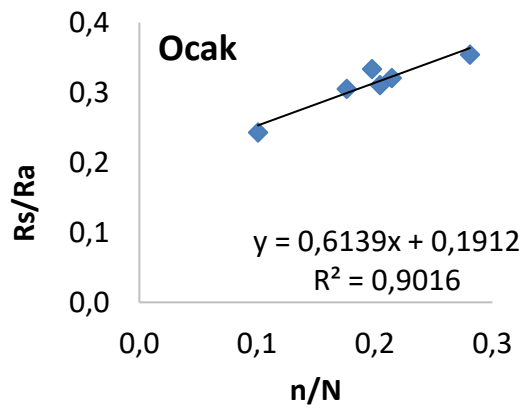


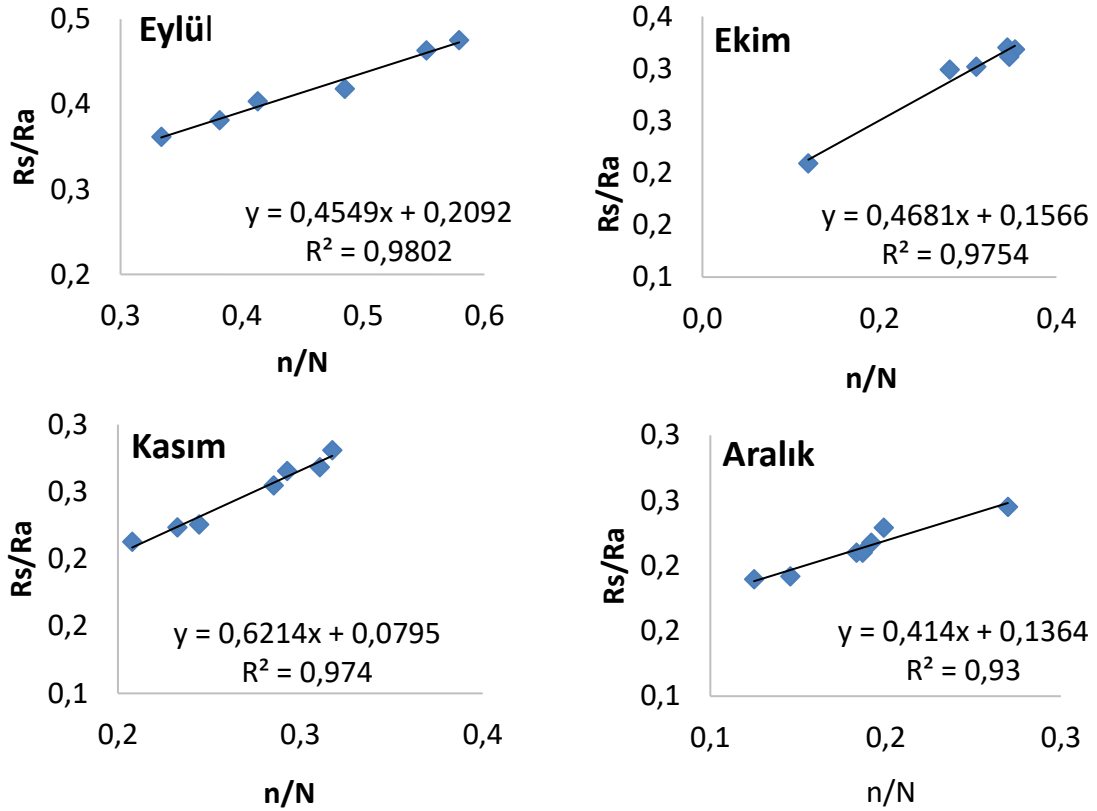
Şekil 3.18. Artvin ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Artvin’de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 39.7, 49.6, 100.1, 120.1, 164.0, 170.1, 196.2, 160.6, 147.0, 90.2, 57.0 ve 33.2 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.18).

3.1.10.Bolu

Bolu’da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 2007-2013 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.19’da verilmiştir. Şekil 3.19’da görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur. Bolu’da da Giresun’da olduğu gibi Angstrom katsayılarının hesaplanabilmesi için çok yetersiz veri seti bulunmaktadır. Bu nedenle hesaplanan Angstrom katsayıları yerine FAO 56 tarafından önerilen $a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.50$ katsayıları kullanılmalıdır.





Şekil 3.19. Bolu ili 1984-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları Referans evapotranspirasyon için 2007-2013 yılları arasında 7 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1960-2013 yılları arasında 54 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Bolu için FAO 56 tarafından önerilen $a_s = 0.25$ ve $b_s = 0.50$ katsayıları dikkate alınarak 54 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.20’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.21’de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.20’de gösterilmiştir.

Tablo 3.20. Aylara göre Bolu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

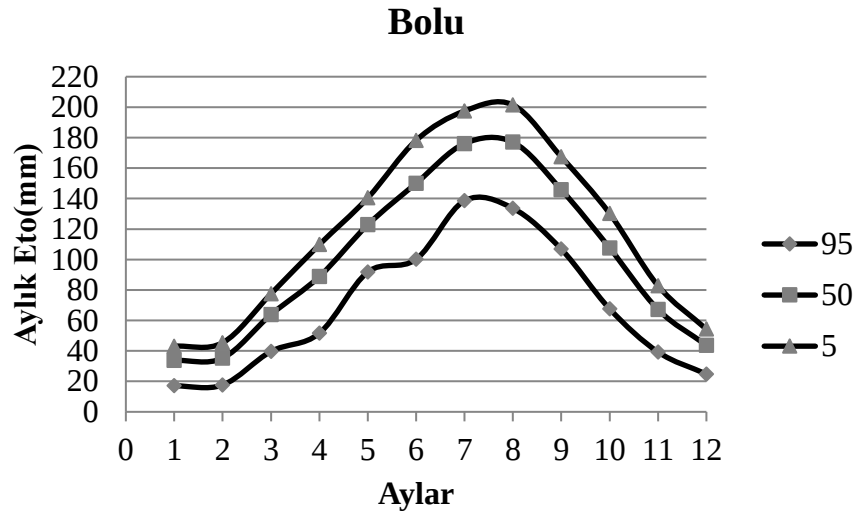
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.55	0.63	1.28	1.72	2.96	3.34	4.47	4.31	3.56	2.18	1.31	0.80	2.26
75	0.91	1.05	1.80	2.54	3.62	4.44	5.27	5.24	4.42	3.04	1.93	1.20	2.96
50	1.09	1.26	2.06	2.96	3.96	5.00	5.68	5.71	4.86	3.47	2.24	1.41	3.31
25	1.23	1.43	2.27	3.29	4.23	5.45	6.01	6.09	5.20	3.82	2.49	1.57	3.59
10	1.34	1.55	2.42	3.53	4.43	5.77	6.25	6.36	5.45	4.07	2.67	1.69	3.80
5	1.39	1.62	2.50	3.66	4.53	5.94	6.37	6.50	5.58	4.20	2.76	1.75	3.90

Tablo 3.21. Bolu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.4750 \times W + 1.3369$	7	$ET_o = 1.0756 \times W + 6.2451$
2	$ET_o = 0.5581 \times W + 1.5528$	8	$ET_o = 1.2417 \times W + 6.3624$
3	$ET_o = 0.6937 \times W + 2.4242$	9	$ET_o = 1.1461 \times W + 5.4534$
4	$ET_o = 1.099 \times W + 3.5323$	10	$ET_o = 1.1447 \times W + 4.0707$
5	$ET_o = 1.8921 \times W + 4.4300$	11	$ET_o = 0.8210 \times W + 2.6705$
6	$ET_o = 1.4727 \times W + 5.7717$	12	$ET_o = 0.5402 \times W + 1.6912$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 1.09 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 0.55 ve 1.39 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Bolu'da en yüksek ET_o Ağustos ayında ortalama 5.71 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 4.31 ve 6.50 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ET_o değeri 1208 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Bolu için yıllık toplam ET_o 826 mm verilmiştir. Hesapladığımız ET_o değeri 382 mm daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

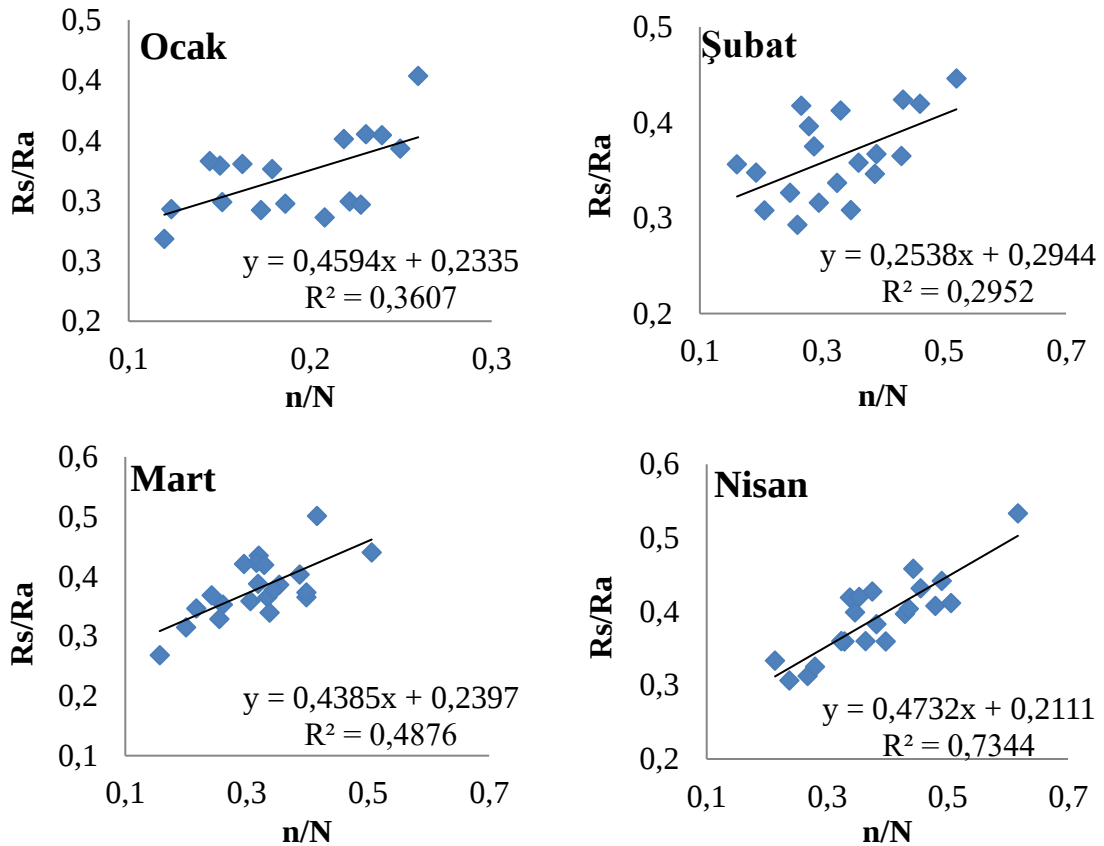


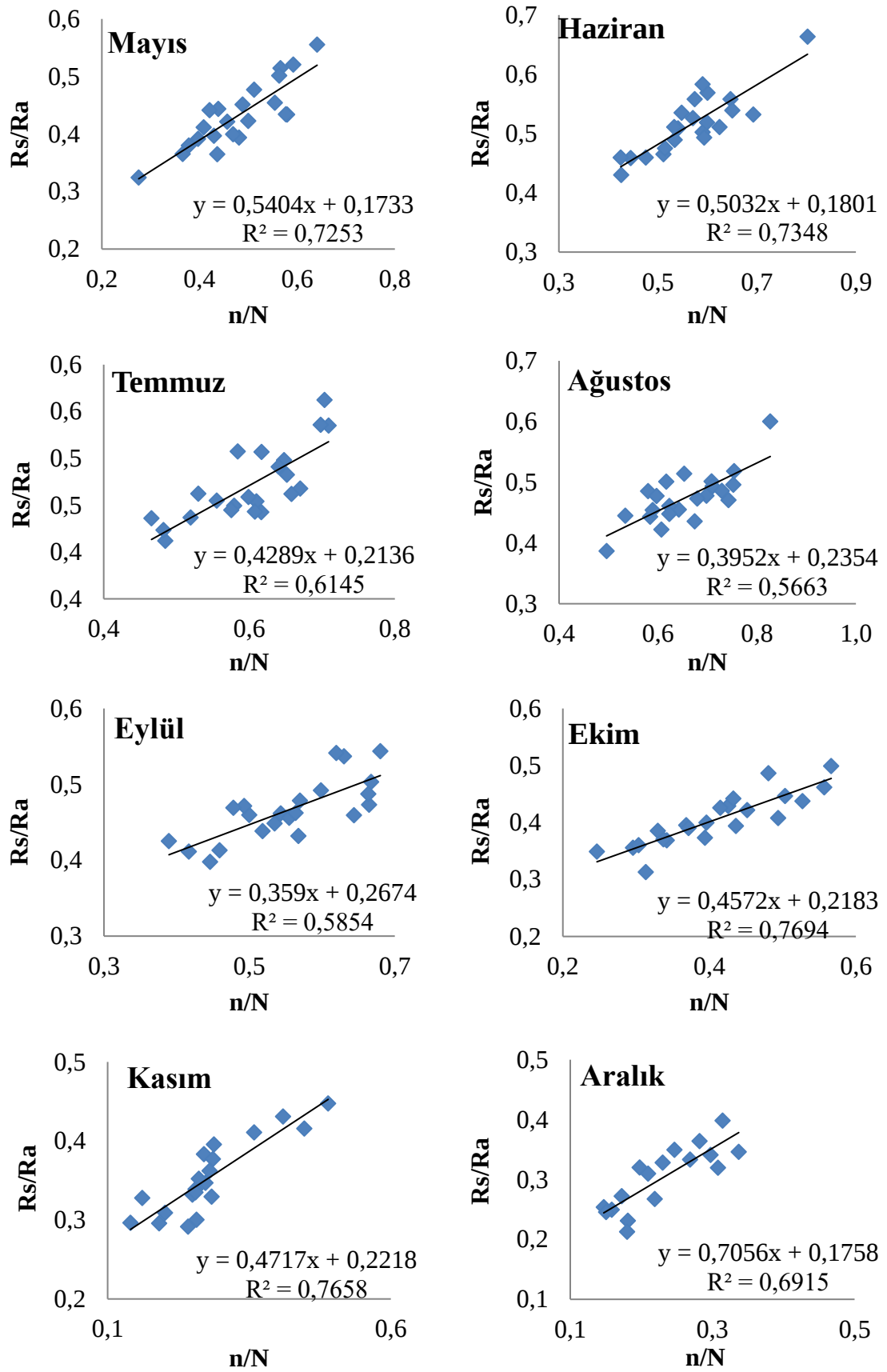
Şekil 3.20. Bolu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Bolu’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 33.8, 35.3, 63.9, 88.8, 122.8, 150.0, 176.1, 177.0, 145.8, 107.6, 39.3 ve 24.8 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.20).

3.1.11.Düzce

Düzce’de 1961 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2006 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.21’de verilmiştir. Şekil 3.21’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.21. Düzce ili 1984-2006 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2006 yılları arasında 23 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1984-2013 yılları arasında 30 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Düzce için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 30 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.22’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.23’te sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.22’de gösterilmiştir.

Tablo 3.22. Aylara göre Düzce ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.43	0.61	1.51	2.08	2.89	3.10	3.67	3.17	2.67	1.31	0.93	0.72	1.92
75	0.79	0.95	1.99	2.67	3.78	3.98	4.58	3.55	3.27	1.70	1.24	0.95	2.45
50	0.98	1.12	2.24	2.97	4.23	4.43	5.04	3.75	3.57	1.89	1.40	1.06	2.72
25	1.12	1.25	2.43	3.21	4.59	4.78	5.40	3.90	3.81	2.05	1.52	1.15	2.94
10	1.23	1.35	2.57	3.38	4.85	5.04	5.67	4.02	3.99	2.16	1.61	1.22	3.09
5	1.29	1.41	2.64	3.47	4.99	5.18	5.81	4.07	4.08	2.22	1.66	1.25	3.17

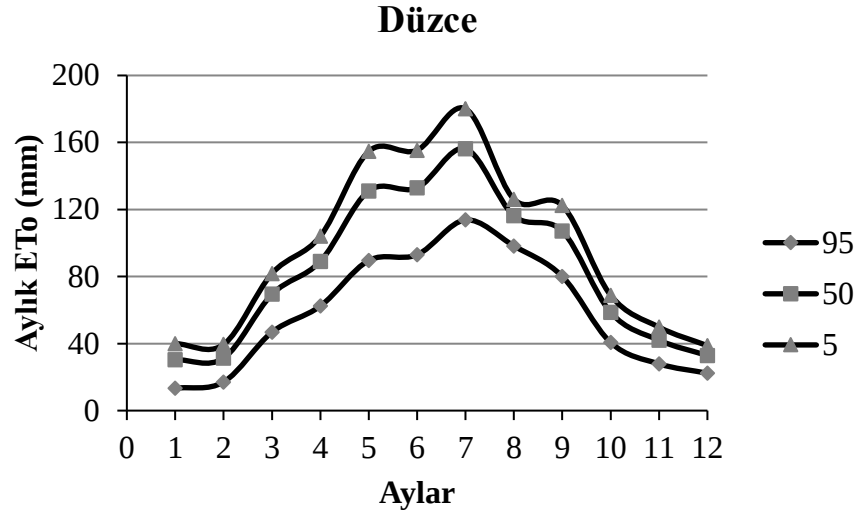
Tablo 3.23. Düzce ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 0.4867 \times W + 1.2313$	7	$E_{To} = 1.2145 \times W + 5.6724$
2	$E_{To} = 0.451 \times W + 1.3543$	8	$E_{To} = 0.5138 \times W + 4.0161$
3	$E_{To} = 0.6419 \times W + 2.5714$	9	$E_{To} = 0.7962 \times W + 3.3985$
4	$E_{To} = 0.7886 \times W + 3.3833$	10	$E_{To} = 0.5174 \times W + 2.1631$
5	$E_{To} = 1.1904 \times W + 4.8523$	11	$E_{To} = 0.4144 \times W + 1.6119$
6	$E_{To} = 1.1781 \times W + 5.0418$	12	$E_{To} = 0.2992 \times W + 1.2171$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre ortalama Ocak ayı ETo değeri 0.98 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 0.43 ve 1.29 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Düzce’de en yüksek ETo Temmuz ayında ortalama 5.04 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ETo 3.67 ve 5.81 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ETo değeri 994 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Düzce için yıllık toplam ETo 816 mm verilmiştir. Hesapladığımız ETo değeri 178 mm daha yüksek

çıkıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

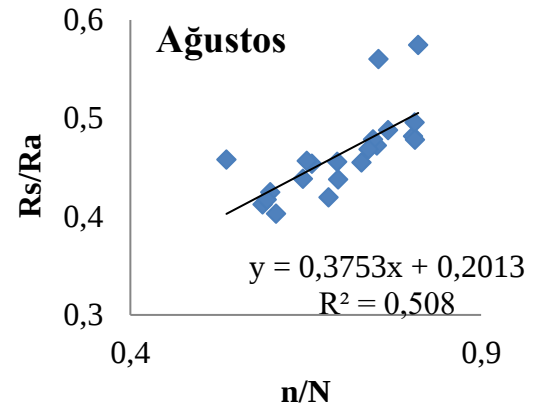
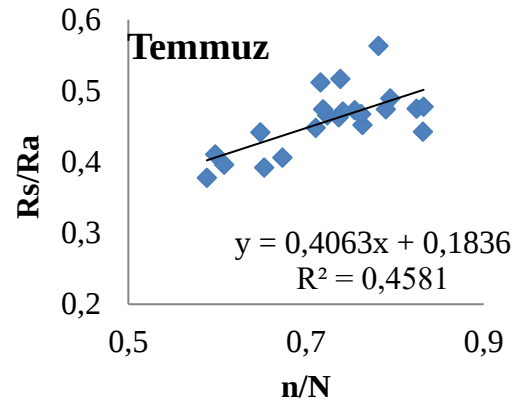
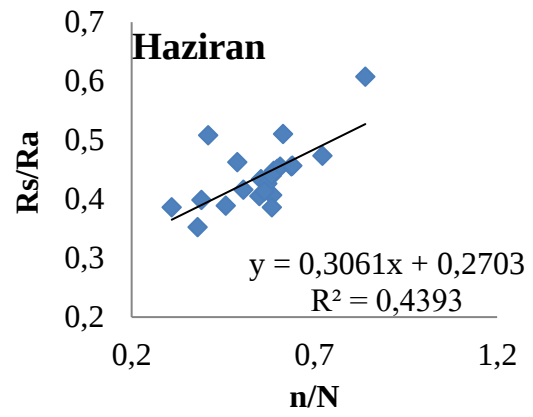
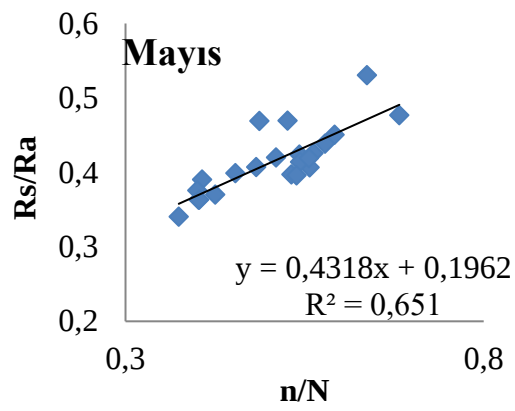
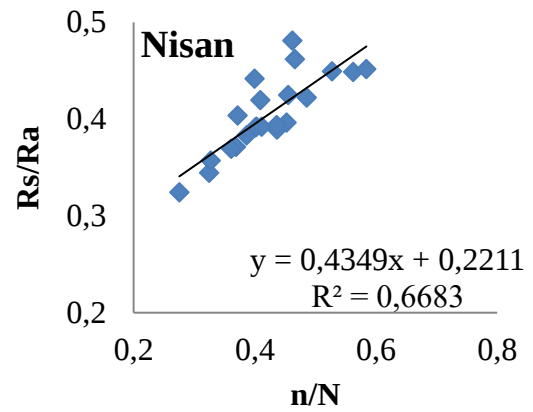
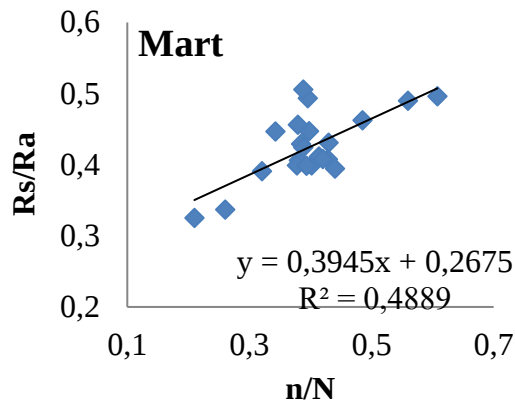
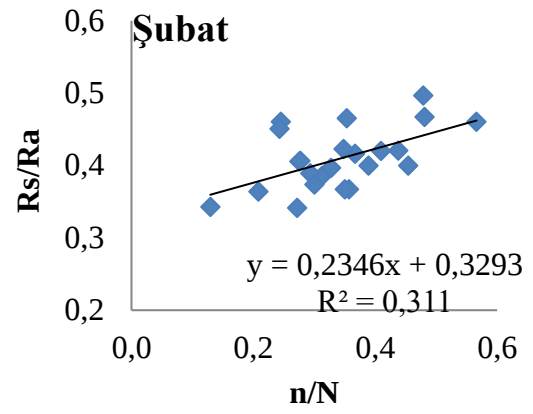
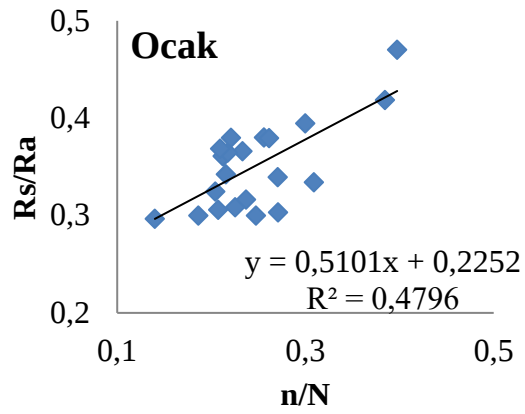


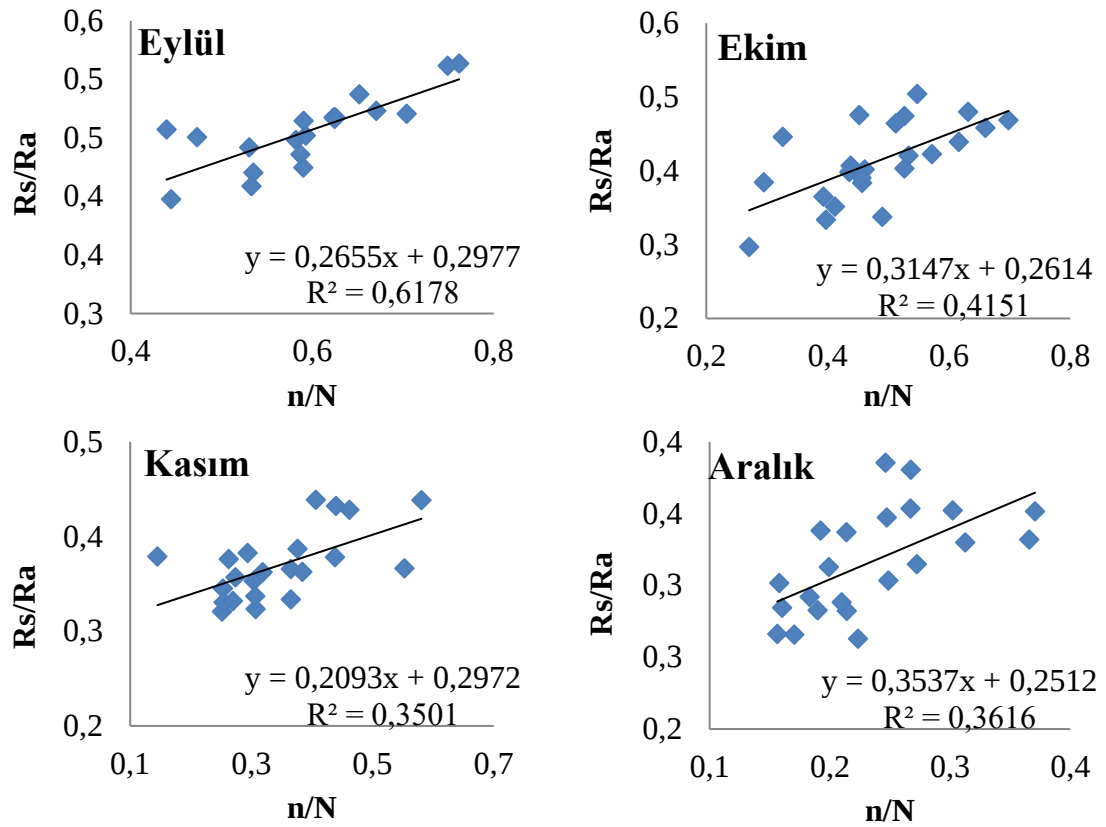
Şekil 3.22. Düzce ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Düzce’de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 30.4, 31.4, 69.1, 89.1, 131.1, 132.9, 156.2, 116.3, 107.1, 58.6, 42.0 ve 32.9 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.22).

3.1.12.Kastamonu

Kastamonu’da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1968-2005 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.23’de verilmiştir. Şekil 3.23’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.23. Kastamonu ili 1968-2005 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1968-2005 yılları arasında 39 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1960-2013 yılları arasında 54 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Kastamonu için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 54 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.24’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.25’te sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.24’de gösterilmiştir.

Tablo 3.24. Aylara göre Kastamonu ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

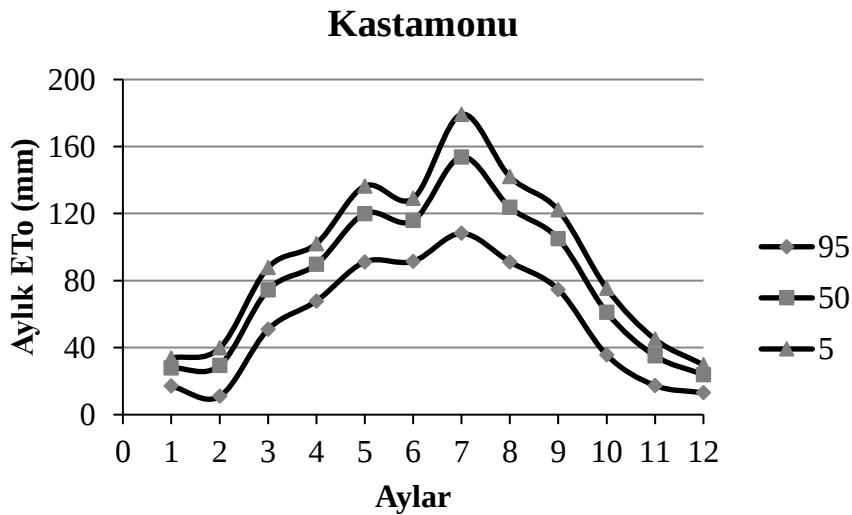
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.55	0.39	1.64	2.26	2.94	3.05	3.49	2.94	2.49	1.15	0.58	0.42	1.83
75	0.78	0.82	2.15	2.74	3.56	3.59	4.46	3.64	3.16	1.69	0.97	0.65	2.35
50	0.90	1.05	2.40	2.99	3.87	3.86	4.96	3.99	3.50	1.97	1.17	0.77	2.62
25	0.99	1.22	2.60	3.19	4.12	4.08	5.35	4.27	3.77	2.18	1.33	0.86	2.83
10	1.06	1.35	2.75	3.33	4.30	4.24	5.63	4.48	3.97	2.34	1.44	0.93	2.98
5	1.09	1.42	2.83	3.40	4.40	4.32	5.78	4.58	4.07	2.43	1.50	0.96	3.06

Tablo 3.25. Kastamonu ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.3087 \times W + 1.0574$	7	$ET_o = 1.2975 \times W + 5.6332$
2	$ET_o = 0.5809 \times W + 1.3476$	8	$ET_o = 0.9275 \times W + 4.4759$
3	$ET_o = 0.6707 \times W + 2.7513$	9	$ET_o = 0.8927 \times W + 3.9667$
4	$ET_o = 0.6476 \times W + 3.3287$	10	$ET_o = 0.7207 \times W + 2.3436$
5	$ET_o = 0.8272 \times W + 4.3037$	11	$ET_o = 0.5241 \times W + 1.4441$
6	$ET_o = 0.7165 \times W + 4.2355$	12	$ET_o = 0.3037 \times W + 0.9259$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 0.90 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 0.55 ve 1.09 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Kastamonu’da en yüksek ET_o Temmuz ayında ortalama 4.96 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 3.49 ve 5.78 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ET_o değeri 956 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Kastamonu için yıllık toplam ET_o 818 mm verilmiştir. Hesapladığımız ET_o değeri 138 mm daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

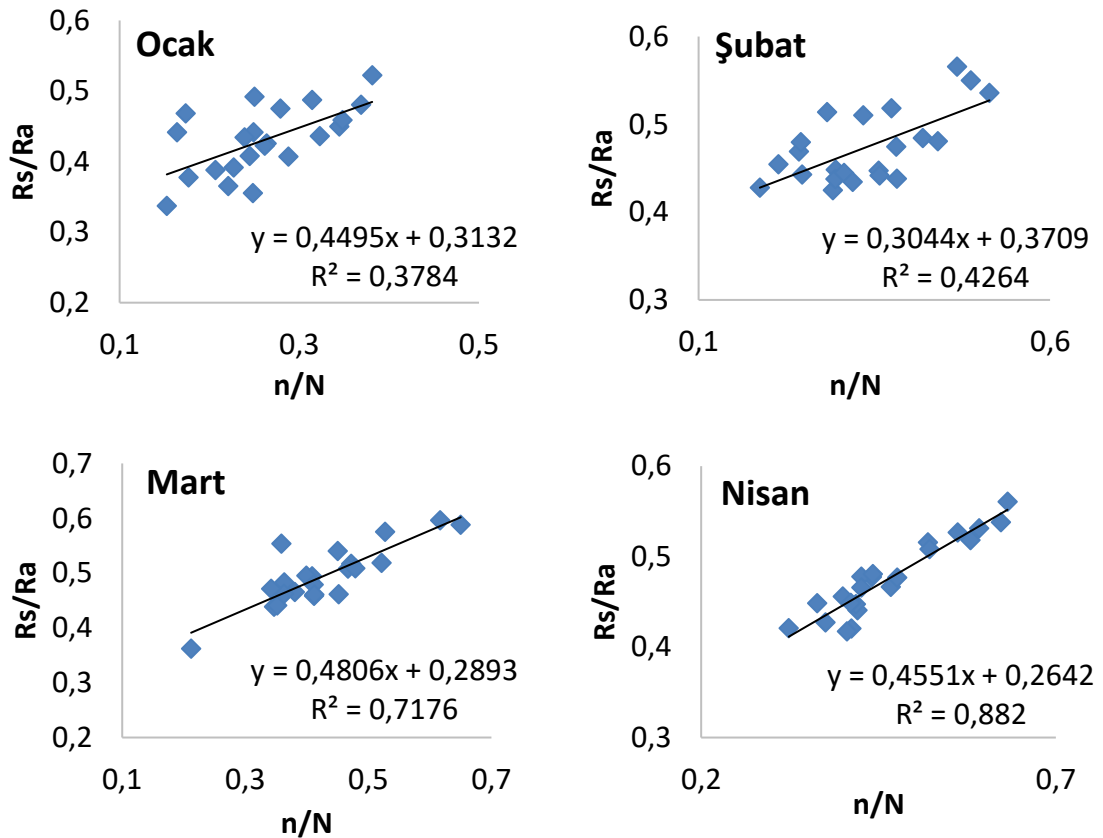


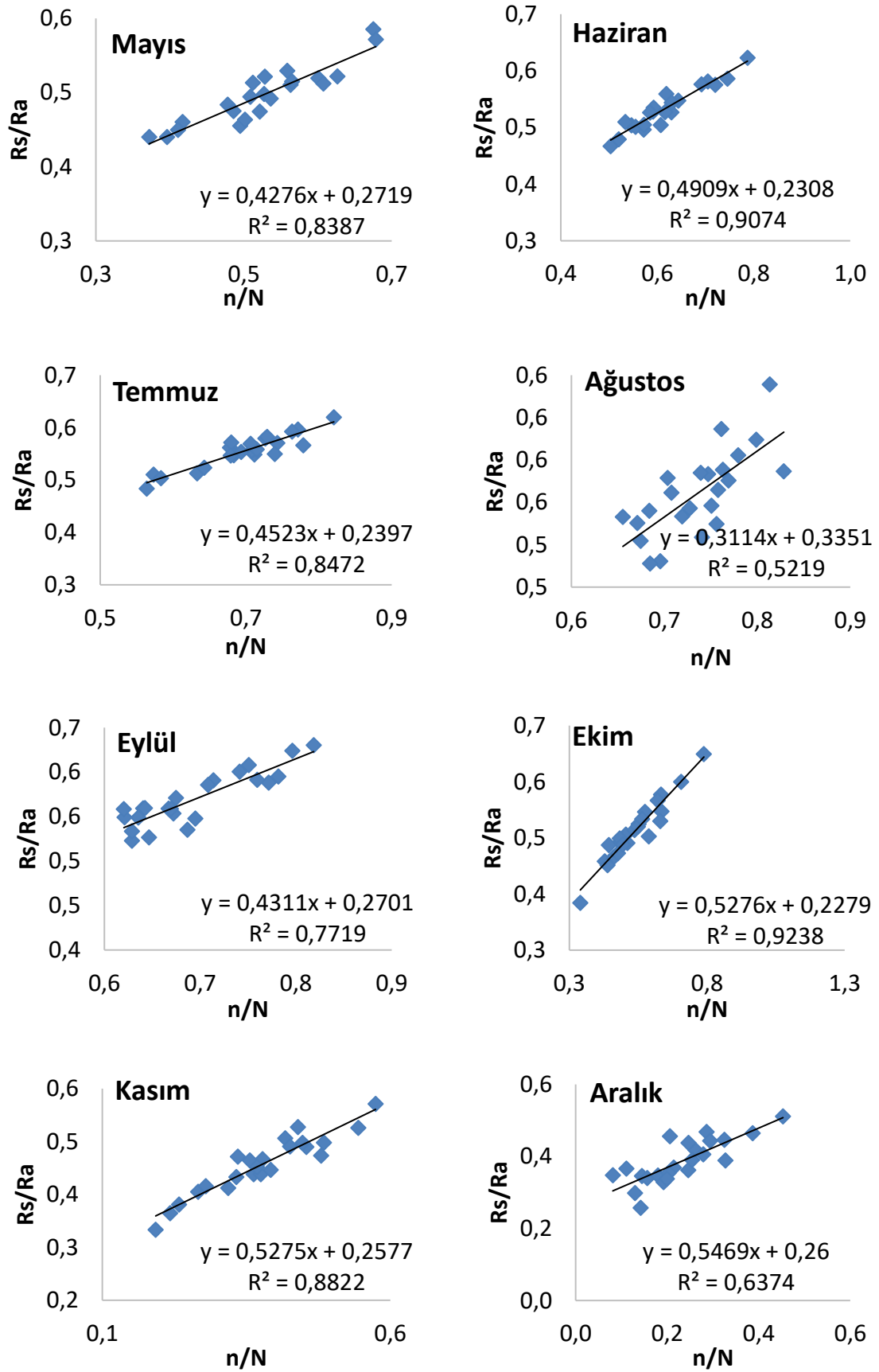
Şekil 3.24. Kastamonu ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Kastamonu’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 27.9, 29.4, 74.4, 89.7, 120.0, 115.8, 153.8, 123.7, 105.0, 61.1, 35.1 ve 23.9 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.24).

3.1.13.Çorum

Çorum’da 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2006 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.25’de verilmiştir. Şekil 3.25’de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.25. Çorum ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2006 yılları arasında 23 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1984-2018 yılları arasında 35 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Çorum için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 35 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.26'da ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.27'de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.26'da gösterilmiştir.

Tablo 3.26. Aylara göre Çorum ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

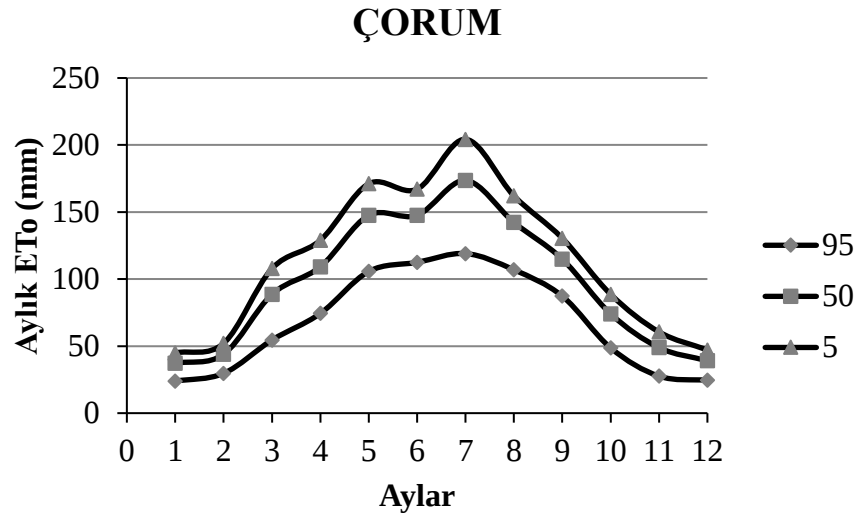
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.77	1.06	1.76	2.48	3.41	3.75	3.84	3.45	2.91	1.57	0.92	0.79	2.23
75	1.06	1.40	2.49	3.25	4.31	4.52	5.01	4.20	3.52	2.11	1.39	1.10	2.86
50	1.20	1.57	2.86	3.64	4.76	4.92	5.60	4.59	3.83	2.39	1.63	1.26	3.19
25	1.32	1.71	3.15	3.25	5.12	5.22	6.07	4.90	4.08	2.61	1.81	1.38	3.44
10	1.40	1.81	3.37	4.18	5.39	5.45	6.41	5.12	4.26	2.77	1.95	1.48	3.63
5	1.45	1.86	3.48	4.30	5.52	5.57	6.59	5.23	4.35	2.86	2.02	1.52	3.73

Tablo 3.27. Çorum ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 0.3814 \times W + 1.4029$	7	$E_{To} = 1.5554 \times W + 6.4127$
2	$E_{To} = 0.4566 \times W + 1.8095$	8	$E_{To} = 1.0130 \times W + 5.1187$
3	$E_{To} = 0.9748 \times W + 3.3672$	9	$E_{To} = 0.8145 \times W + 4.2571$
4	$E_{To} = 1.0280 \times W + 4.1777$	10	$E_{To} = 0.7291 \times W + 2.7719$
5	$E_{To} = 1.1952 \times W + 5.3871$	11	$E_{To} = 0.6258 \times W + 1.9529$
6	$E_{To} = 1.0288 \times W + 5.4515$	12	$E_{To} = 0.4165 \times W + 1.4753$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 1.20 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 0.77 ve 1.45 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Bolu'da en yüksek ETo Temmuz ayında ortalama 5.60 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ETo 3.84 ve 6.59 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ETo değeri 1164 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSİ (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Çorum için yıllık toplam ETo 924 mm verilmiştir. Hesapladığımız ETo değeri 240 mm daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

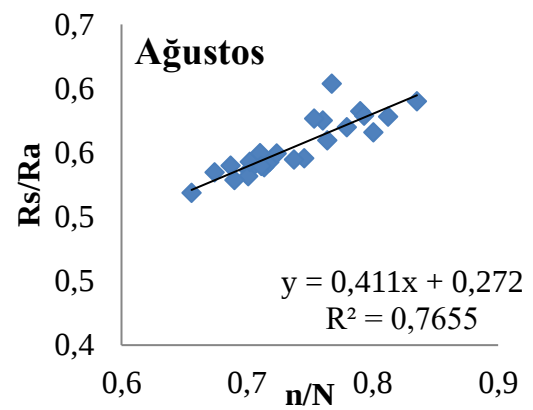
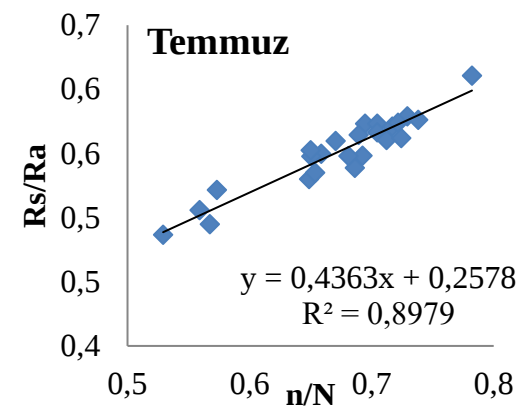
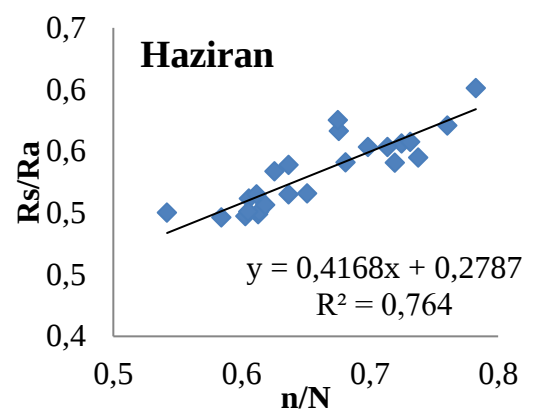
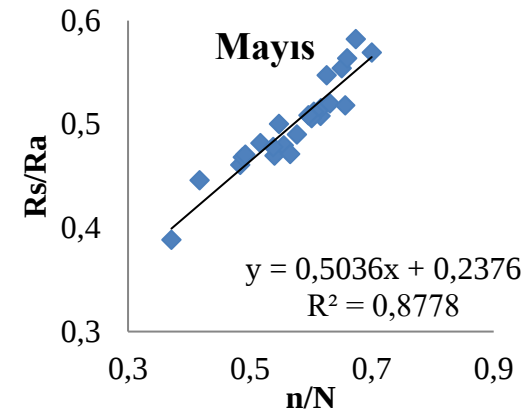
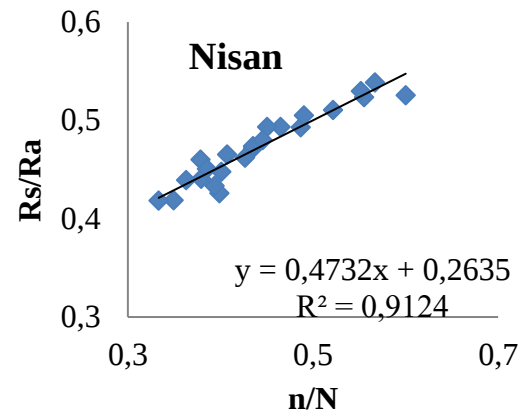
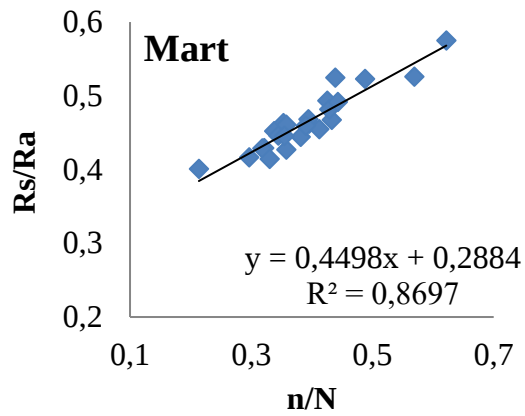
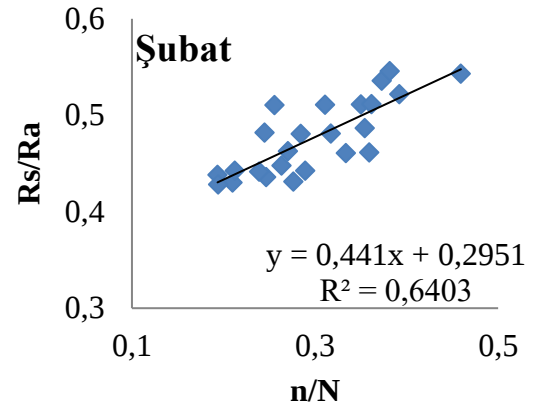
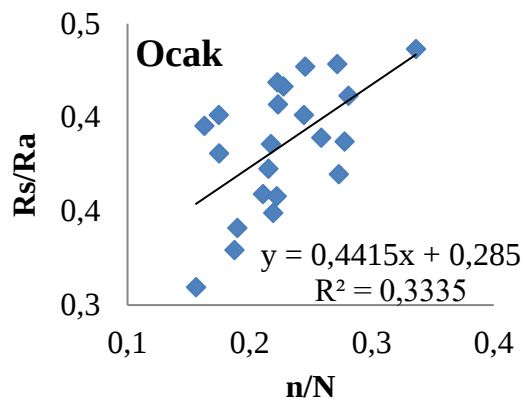


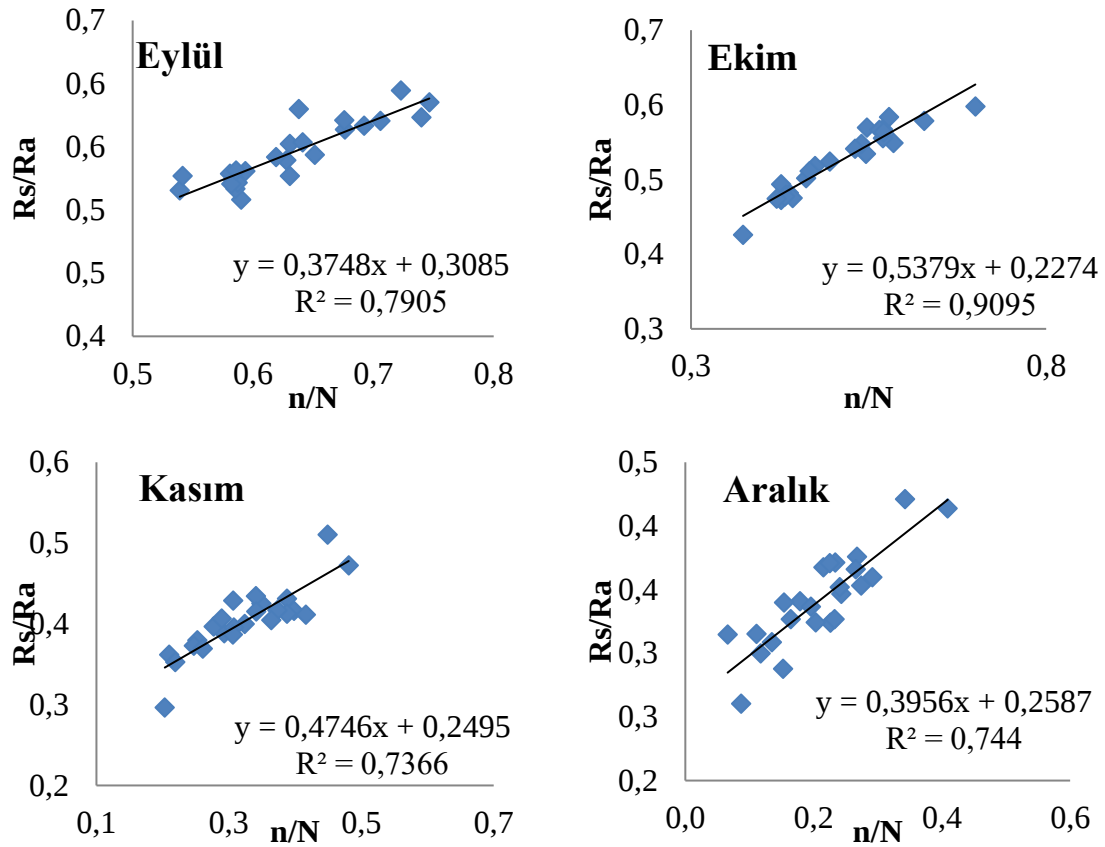
Şekil 3.26. Çorum ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Çorum'da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 37.2, 44.0, 88.7, 109.2, 147.6, 147.6, 173.6, 142.3, 114.9, 74.1, 48.9 ve 39.1 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.26).

3.1.14. Amasya

Amasya'da 1961 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2010 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.27'de verilmiştir. Şekil 3.27'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur.





Şekil 3.27. Amasya ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2010 yılları arasında 27 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1984-2013 yılları arasında 30 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Amasya için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 30 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.28’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.29’da sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.28’de gösterilmiştir.

Tablo 3.28. Aylara göre Amasya ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

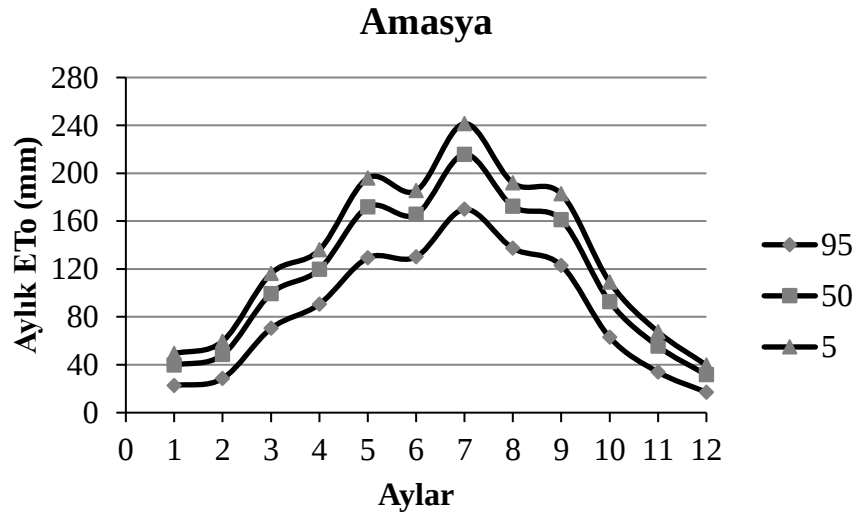
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.73	1.02	2.27	3.02	4.17	4.34	5.48	4.43	4.10	2.03	1.13	0.55	2.77
75	1.10	1.49	2.89	3.66	5.08	5.12	6.46	5.18	4.94	2.66	1.61	0.86	3.42
50	1.28	1.73	3.21	3.99	5.54	5.52	6.96	5.56	5.37	2.99	1.85	1.02	3.75
25	1.43	1.92	3.47	4.24	5.91	5.83	7.35	5.86	5.71	3.24	2.04	1.14	4.01
10	1.54	2.06	3.65	4.43	6.18	6.06	7.64	6.08	5.96	3.43	2.18	1.23	4.20
5	1.59	2.13	3.75	4.53	6.32	6.18	7.79	6.19	6.09	3.52	2.25	1.28	4.30

Tablo 3.29. Amasya ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.4866 \times W + 1.5352$	7	$ET_o = 1.3094 \times W + 7.6414$
2	$ET_o = 0.6265 \times W + 2.0577$	8	$ET_o = 0.9944 \times W + 6.0751$
3	$ET_o = 0.8365 \times W + 3.6501$	9	$ET_o = 1.1251 \times W + 5.9579$
4	$ET_o = 0.8513 \times W + 4.4314$	10	$ET_o = 0.8435 \times W + 3.4255$
5	$ET_o = 1.2147 \times W + 6.177$	11	$ET_o = 0.6353 \times W + 2.1793$
6	$ET_o = 1.042 \times W + 6.0607$	12	$ET_o = 0.4113 \times W + 1.2309$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 1.28 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 0.73 ve 1.59 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Amasya’da en yüksek ET_o Temmuz ayında ortalama 6.96 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 5.48 ve 7.79 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ET_o değeri 1369 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Amasya için yıllık toplam ET_o 1020 mm verilmiştir. Hesapladığımız ET_o değeri 349 mm daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

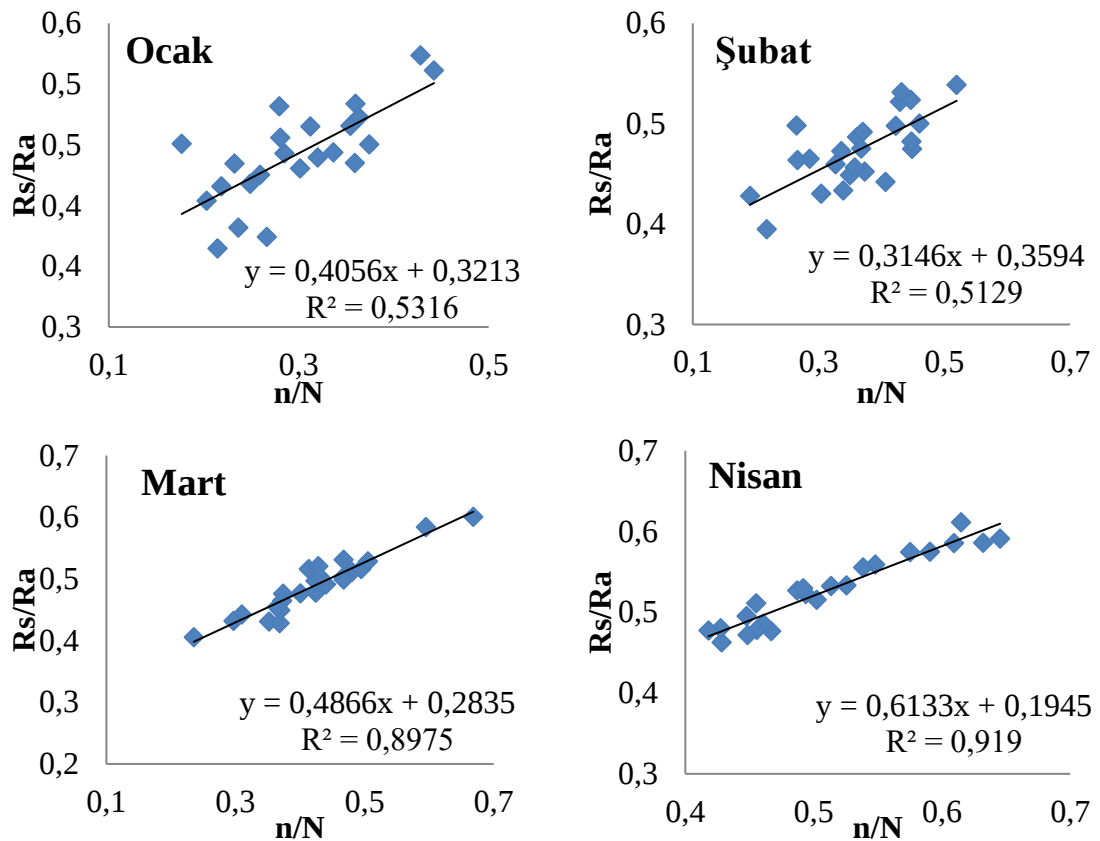


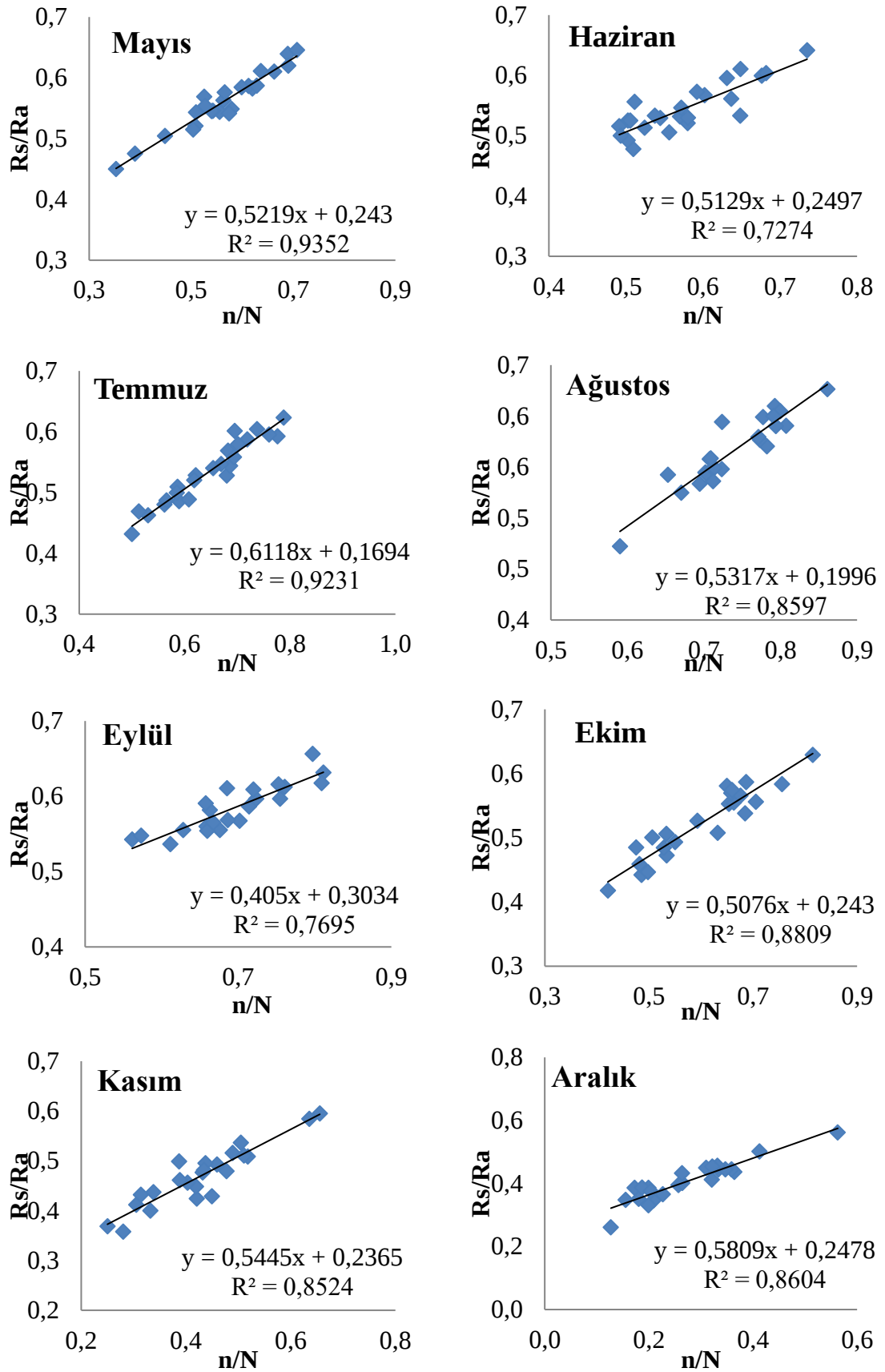
Şekil 3.28. Amasya ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Amasya’da 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 39.7, 48.4, 99.5, 119.7, 171.7, 164.6, 215.8, 172.4, 161.1, 92.7, 55.5 ve 31.6 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.28).

3.1.15.Tokat

Tokat’ta 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1984-2010 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.29’da verilmiştir. Şekil 3.29’da görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s ’yi ve sabit ise a_s ’yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1’de sunulmuştur.





Şekil 3.29. Tokat ili 1984-2010 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1984-2010 yılları arasında 27 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1984-2013 yılları arasında 30 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Tokat için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 30 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.30'da ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.31'de sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.30'da gösterilmiştir.

Tablo 3.30. Aylara göre Tokat ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.81	1.22	2.53	2.96	4.50	4.93	4.81	4.80	4.43	2.57	1.36	0.84	2.98
75	1.36	1.76	3.18	4.02	5.33	5.70	6.40	5.68	5.09	3.03	1.95	1.37	3.74
50	1.65	2.04	3.51	4.56	5.76	6.09	7.22	6.14	5.43	3.27	2.25	1.64	4.13
25	1.87	2.25	3.77	4.99	6.09	6.40	7.86	6.49	5.69	3.45	2.48	1.86	4.43
10	2.03	2.41	3.97	5.30	6.33	6.62	8.33	6.75	5.89	3.59	2.65	2.02	4.66
5	2.12	2.50	4.07	5.46	6.46	6.74	8.57	6.89	5.99	3.66	2.74	2.10	4.77

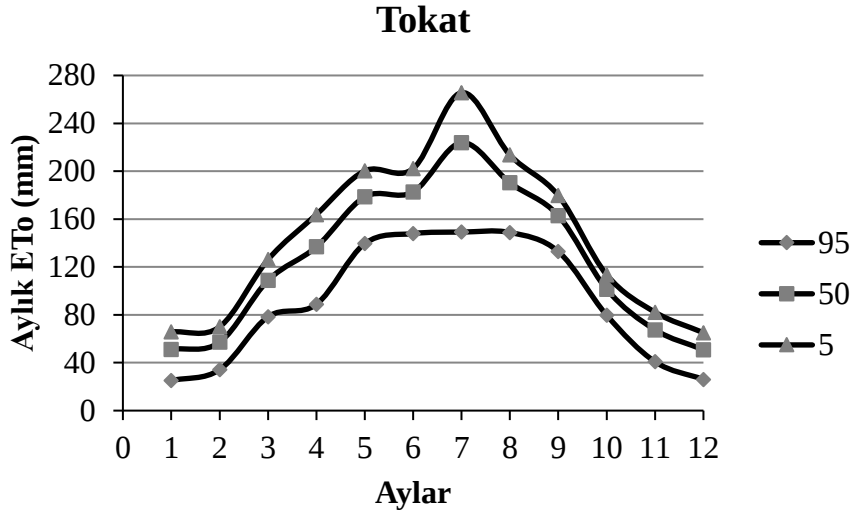
Tablo 3.31. Tokat ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$E_{To} = 0.741 \times W + 2.0318$	7	$E_{To} = 2.1326 \times W + 8.3312$
2	$E_{To} = 0.7244 \times W + 2.4136$	8	$E_{To} = 1.1857 \times W + 6.754$
3	$E_{To} = 0.8693 \times W + 3.9662$	9	$E_{To} = 0.8793 \times W + 5.885$
4	$E_{To} = 1.2025 \times W + 5.3026$	10	$E_{To} = 0.616 \times W + 3.5901$
5	$E_{To} = 1.1086 \times W + 6.3347$	11	$E_{To} = 0.7817 \times W + 2.6529$
6	$E_{To} = 1.0285 \times W + 6.6244$	12	$E_{To} = 0.7111 \times W + 2.0155$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ETo değeri 1.65 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ETo 0.81 ve 2.12 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Tokat'ta en yüksek ETo Temmuz ayında ortalama 7.22 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ETo 4.81 ve 8.57 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ETo değeri 1507 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Tokat için yıllık toplam ETo 1016 mm verilmiştir. Hesapladığımız ETo değeri 491 mm

daha yüksek çıkmıştır. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.

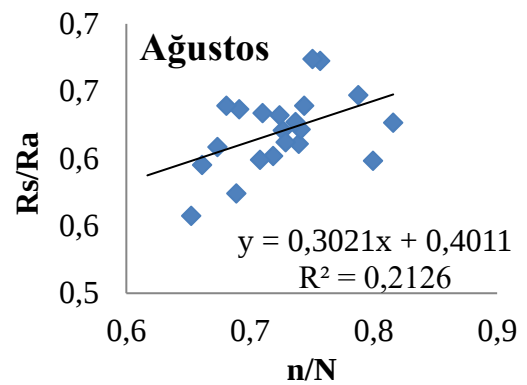
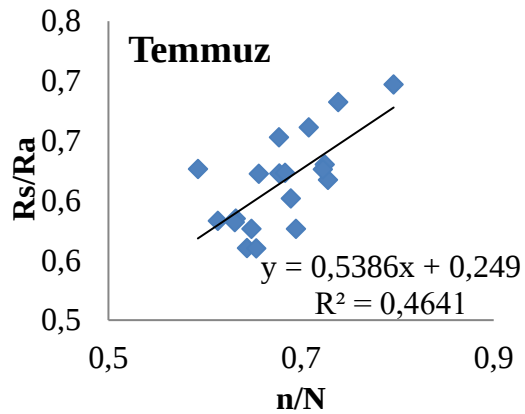
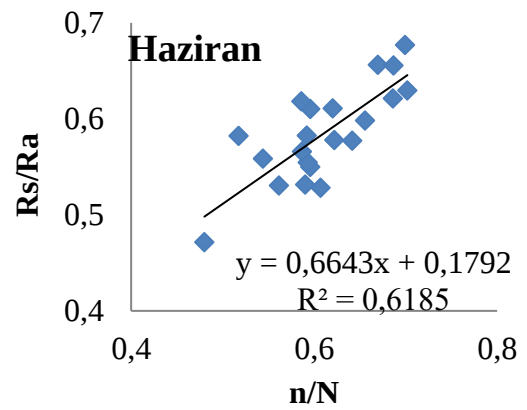
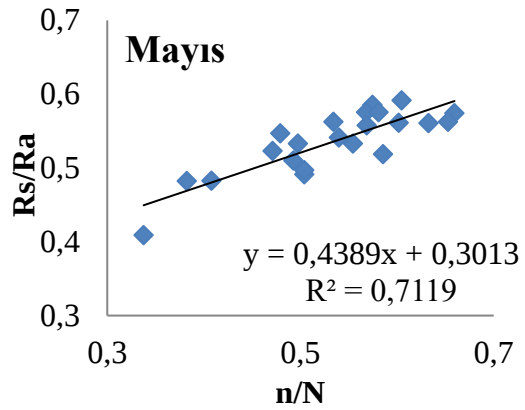
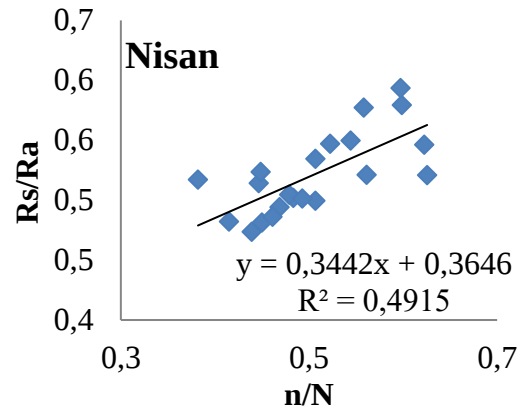
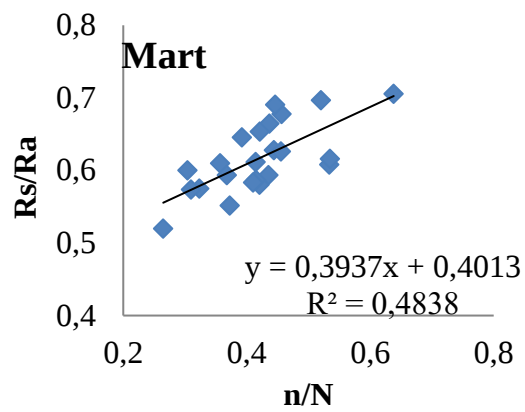
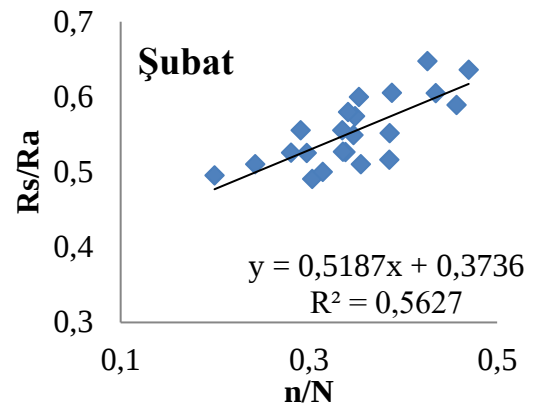
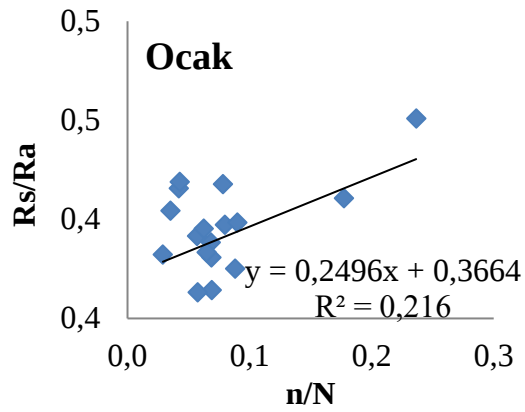


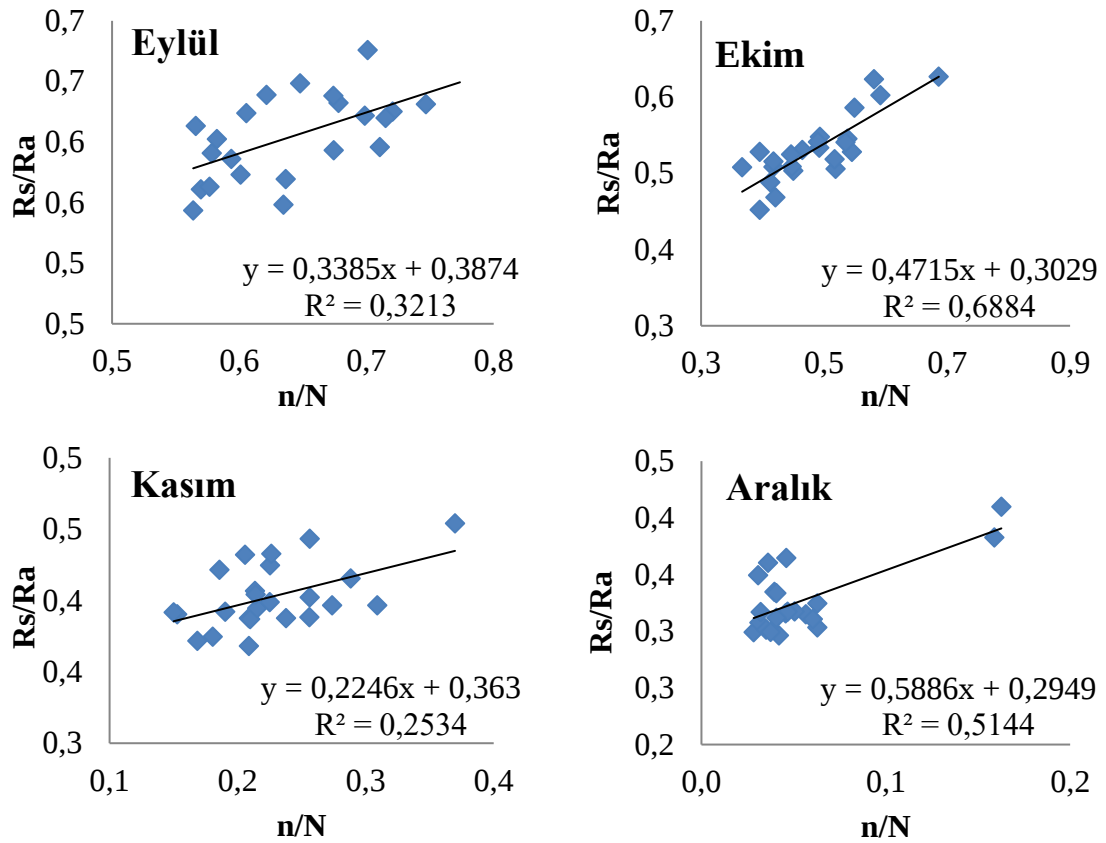
Şekil 3.30. Tokat ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Tokat'ta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. aylarda %50 olasılıkla sırasıyla 51.2, 57.1, 108.8, 136.8, 178.6, 182.7, 223.8, 190.3, 162.9, 101.4, 67.5 ve 50.8 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.30).

3.1.16. Gümüşhane

Gümüşhane'de 1960 yılından beri meteorolojik gözlemler yapılmaktadır. Ancak referans evapotranspirasyonun hesaplanmasına imkân verecek tam veri seti 1985-2007 yıllarında bulunmaktadır. Güneşlenme süresinin gündüz süresine oranı olan nispi güneşlenme ile yer yüzeyine ulaşan solar radyasyonun atmosfer dış yüzeyine ulaşan solar radyasyona oranı arasındaki ilişkiler aylara göre Şekil 3.31'de verilmiştir. Şekil 3.31'de görülen doğrusal regresyon eşitliğinde x değişkeninin katsayısı b_s 'yi ve sabit ise a_s 'yi göstermektedir. Aylara göre Angstrom katsayıları Tablo 3.1'de sunulmuştur.





Şekil 3.31. Gümüşhane ili 1985-2007 yılı aylık ortalama verilerine göre Angstrom katsayıları

Referans evapotranspirasyon için 1985-2007 yılları arasında 23 yıllık tam veri seti bulunmasına karşılık güneşlenme süreleri (n) 1967-2013 yılları arasında 47 yıllık dönem için bulunmaktadır. Frekans analizinde güneşlenme süreleri ve Gümüşhane için hesaplanan Angstrom katsayıları dikkate alınarak bu 47 yıllık dönem için aylık ETo hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak her ay için frekans analizi sonuçları Tablo 3.32’de ve frekans analizi eşitlikleri Tablo 3.33’te sunulmuştur. %95, %50 ve %5 ihtimalle aylık referans evapotranspirasyon değişimi Şekil 3.32’de gösterilmiştir.

Tablo 3.32. Aylara göre Gümüşhane ili referans evapotranspirasyon frekans analizi sonuçları

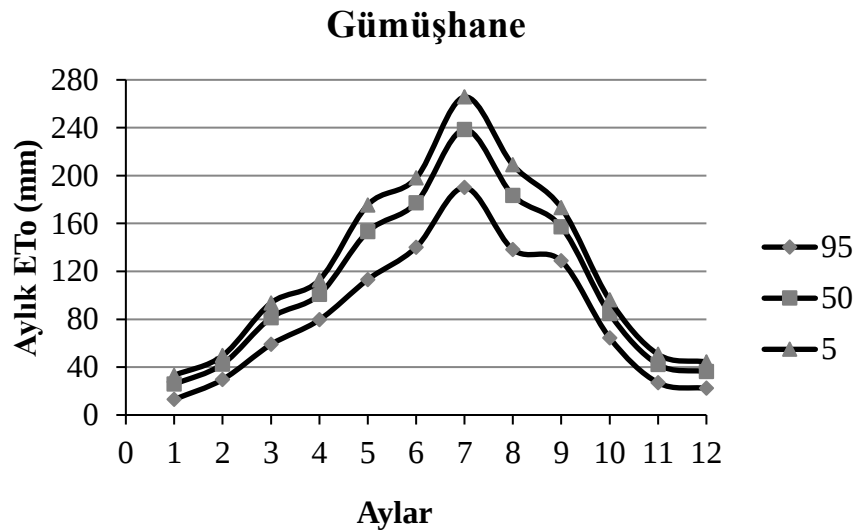
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort
95	0.42	1.06	1.90	2.65	3.65	4.67	6.13	4.46	4.29	2.08	0.90	0.72	2.74
75	0.69	1.36	2.37	3.12	4.50	5.49	7.16	5.43	4.92	2.51	1.24	1.02	3.32
50	0.83	1.52	2.62	3.36	4.94	5.91	7.69	5.92	5.24	2.73	1.41	1.17	3.61
25	0.95	1.64	2.81	3.55	5.28	6.23	8.11	6.31	5.49	2.90	1.54	1.29	3.84
10	1.03	1.73	2.95	3.69	5.53	6.48	8.41	6.59	5.67	3.03	1.64	1.38	4.01
5	1.07	1.77	3.02	3.76	5.66	6.60	8.57	6.74	5.77	3.10	1.69	1.43	4.10

Tablo 3.33. Gümüşhane ili referans evapotranspirasyonun aylara göre frekans analizi eşitlikleri

Aylar	Frekans eşitliği	Aylar	Frekans eşitliği
1	$ET_o = 0.3684 \times W + 1.0268$	7	$ET_o = 1.3805 \times W + 8.4095$
2	$ET_o = 0.4033 \times W + 1.728$	8	$ET_o = 1.2903 \times W + 6.5925$
3	$ET_o = 0.6364 \times W + 2.9488$	9	$ET_o = 0.8366 \times W + 5.6746$
4	$ET_o = 0.6327 \times W + 3.6908$	10	$ET_o = 0.5768 \times W + 3.0306$
5	$ET_o = 1.1353 \times W + 5.5286$	11	$ET_o = 0.4470 \times W + 1.6423$
6	$ET_o = 1.0919 \times W + 6.4756$	12	$ET_o = 0.4013 \times W + 1.3833$

Tekrarlanma olasılığı %95 için $W = -1.652$, %75 için $W = -0.903$, %50 için $W = -0.521$, %25 için $W = -0.220$, %10 için $W = 0.000$, ve %5 için $W = 0.114$

Frekans analiz sonuçlarına göre %50 olasılıkta Ocak ayı ET_o değeri 0.83 mm/gün olmasına karşılık %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 0.42 ve 1.07 mm/gün arasında değişim göstermiştir. Gümüşhane’de en yüksek ET_o Temmuz ayında ortalama 7.69 mm/gün şeklinde görülmekte olup %95 ve %5 olasılıklarda ET_o 6.13 ve 8.57 mm/gün arasında değişmektedir. Yıllık toplam ET_o değeri 1318 mm bulunmuştur. TAGEM ve DSI (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Su Tüketim Rehberi adlı çalışmada Gümüşhane için yıllık toplam ET_o 922 mm verilmiş olup Bolu için hesaplanan ET_o değerinden 396 mm daha küçüktür. Hesaplama işlemlerindeki farklılıklar, dikkate alınan istasyonlar ve veri setindeki farklılıklardan böyle bir sonuç doğmuş olabilir.



Şekil 3.32. Gümüşhane ilinde %95, %50 ve %5 olasılıkları için aylık referans evapotranspirasyon değerleri

Gümüşhane’de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12.aylarda %50 olasılıkta sırasıyla 25.7, 42.6, 81.2, 100.8, 153.1, 177.3, 238.4, 183.5, 157.2, 84.6, 42.3 ve 36.3 mm referans evapotranspirasyon meydana gelmektedir (Şekil 3.32).

4.BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın, Zonguldak, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bolu, Düzce, Kastamonu, Çorum, Amasya, Tokat ve Gümüşhane illerinin tamamı için aylara göre Angstrom katsayıları saptanmıştır. Karabük ve Bayburt illerinde referans evapotranspirasyon hesaplamaları için tam bir veri seti bulunmaması nedeniyle bu illere ilişkin Angstrom katsayıları belirlenememiştir. Giresun ve Bolu illerinde çok sınırlı veri seti ile hesaplamalar sonucu Angstrom katsayıları saptanmıştır.

Yıllık ortalama toplamlar bakımından en düşük ETo değerine 884 mm ile Rize ili ve en yüksek 1507 mm ile Tokat ili sahip olmuştur. Gümüşhane, Sinop, Artvin, Zonguldak ve Amasya'da 1318, 1323, 1324, 1328 ve 1369 mm ile Tokat'tan sonra en yüksek ETo değerleri gözlenmiştir. Kastamonu, Düzce, Ordu ve Giresun'da 956, 994, 1066 ve 1073 mm ile Rize'den sonra en düşük yıllık toplam ETo değerleri görülmüştür. Trabzon, Bartın, Çorum, Bolu ve Samsun illeri 1115, 1164, 1164, 1208 ve 1267 mm değerleri ile ortalarda yer almıştır.

En düşük aylık ETo değerleri tüm illerde Ocak ayında gözlenmiştir. Ocak ayında %95 ve %5 tekrarlanma olasılıklarında görülen ETo tahminleri arasında en düşük fark Kastamonu'da 0.54 mm ve en yüksek Sinop'ta 1.77 mm olmuştur. En yüksek ortalama aylık ETo değerleri tüm illerde Temmuz ayında gözlenirken Rize'de Haziran ayında gözlenmiştir. %95 ve %5 tekrarlanma olasılıkları arasında görülen ETo tahminlerine göre Temmuz ayında en az dalgalanma Ordu'da 1.13 mm ve en fazla Artvin'de 3.9 mm olmuştur. Rize'de Haziran ayında %95 ve %5 tekrarlanma olasılıkları arasında gözlenen dalgalanma ise 0.84 mm'dir.

Bu çalışmada hesaplanan yıllık ortalama toplam ETo değerleri, tüm iller için TAGEM-DSİ (2017) tarafından Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri adlı çalışmada verilen ETo değerlerinden daha yüksek tahmin edilmiştir. Her iki ETo tahminleri arasındaki fark Kastamonu’da 138 mm, Rize’de 154 mm, Düzce’de 178 mm, Çorum’da 240 mm, Ordu’da 243 mm, Trabzon’da 257 mm, Giresun’da 315 mm, Amasya’da 349 mm, Bartın’da 357 mm, Samsun’da 378 mm, Gümüşhane’de 396 mm, Sinop’ta 404 mm, Zonguldak’ta 428 mm, Artvin’de 435 mm, Bolu’da 382 mm ve Tokat’ta 491 mm saptanmıştır. TAGEM-DSİ (2017)’ye göre aradaki fark en düşük Kastamonu’da %16.9 ve en yüksek Artvin’de %48.9 bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome.
- Allen, R.G., Walter, I.A., Elliott, R.L., Howell, T.A., Itenfisu, D., Jensen, M.E., Snyder, R.L., 2005. Reference Evapotranspiration Equation. **The American Society of Civil Engineers**. USA.
- Amarkai, P.A., 2019. İklim parametrelerindeki değişimin bitki su tüketimine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 81 s.
- Angstrom, A., 1924. Solar and terrestrial radiation. Quarterly Journal of Royal Meteorological Society, 50: 121-126.
- Atalay, İ., 2010. Uygulamalı klimatoloji. Dokuz Eylül Üniversitesi, Meta Basın Matbaacılık Hizmetleri, Bornova- İzmir, 600 s.
- Bhagat, A.D., Patil, M.A., 2014. Probability distribution function of weekly reference crop evapotranspiration for Solapur district of Maharashtra. **International Journal of Agricultural Engineering**, 7 (2): 399-401.
- Fernandes, R.D.M., Jose, J.V., Wolff, W., Oliveira Costa, J., Folegatti, M.V., 2019. Probability Distribution Functions Applied in The Water Requirement Estimates in Irrigation Projects. Rev. Caatinga, Mossoro, 32 (1): 189-199.
- Gana, N.N., Akpootu, D.O., 2013. Angstrom Type Empirical Correlation for Estimation Global Solar Radiation in North-Eastern Nigeris. **The International Journal of Engineering and Science**, 2 (11): 58-78.
- Hargreaves, G.H., Merkle, G.P., 2004. Irrigation Fundamentals. Water Resources Publications, LLC. Utah, USA, 182 pp.
- James, L.G., 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley & Sons Inc., Singapore, 512 pp.
- Jeong, H., Bhattarai, R., Hwang, S., Son, J-G., Jang, T., 2018. How Angstrom-Prescott Coefficients Alter the Estimation of Agricultural Water Demand in South Korea. Water, 10: 1-16.

- Jerszurki, D., Souza, J.L.M., Evangelista, A.W.P., 2015. Probabilidade e variação temporal da evapotranspiração de referencia na região de Telemaco Borba-PR. *Rev.Bras.Biom.*, Sao Paulo, 33 (2): 118-129.
- Li, H., Ma, W., Lian, Y., Wang, X., Zhao, L., 2011. Global solar radiation estimation with sunshine duration in Tibet, China. *Renewable Energy*, 36: 3141-3145.
- Liu, X., Mei, X., Li, Y., Zhang, Y., Wang, Q., Jensen, J.R., Porter, J.R., 2009. Calibration of the Angström-Prescott coefficients (a, b) under different time scales and their impacts in estimating global solar radiation in the Yellow River basin. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 697-710.
- Prescott, J.A., 1940. Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. *Trans Roy Soc Sci, Aust*, 64: 25-114.
- Rahimi, I., Bakhtiari, B., Qaderi, K., Aghababaie, M., 2012. Calibration of Angstrom equation for estimating Solar Radiation using Meta-Heuristic Harmony Search Algorithm (Case study: Mashhad-East of Iran). *Energy Procedia*, 18: 644-651.
- Sen Z., 2001. Angstrom equation parameter estimation by unrestricted method. *Solar Energy*, 71: 95-107.
- Şen, Z., Tan, E., 2001. Simple models of solar radiation data for Northwestern part of Turkey. *Energy Conversion and Management*, 42: 587-598.
- Silva, F.C., Fietz, C.R., Folegatti, M.V., Carvalho Pereira, F.A., 1998. Distribution and Frequency of Reference Evapotranspiration of Cruz Das Almas, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2 (3): 284-286.
- Suehrcke, H., 2000. On the relationship between duration of sunshine and solar radiation on the earth's surface: angstrom's equation revisited. *Solar Energy*, 68: 417-425.
- Şimşek, H., Yürekli, K., Ünlükara, A., 2014. Konya-Merkez'de Referans Bitki Su Tüketimindeki Değişimin Belirlenmesi. *Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, 16-18 Eylül, Konya, 90-95.
- Tadros, M.T.Y., 2000. Uses of sunshine duration to estimate the global solar radiation over eight meteorological stations in Egypt. *Renewable Energy*, 21: 231-246.

- Ünlükara, A., 2014. Referans evapotranspirasyon hesaplamalarında solar radyasyon yoğunluğu ve nispi güneşlenme verilerinin kullanımı. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, 21-23 Mayıs Tekirdağ, 84-89.
- Ünlükara, A., Yürekli K., 2014. Orta Anadolu Bölgesinde referans bitki su tüketimi trend analizi. uluslararası katılımlı kuraklık ve çölleşme sempozyumu, 16-18 Eylül, Konya, 96-102.
- Yin, Y., Wu, S., Zheng, D., Yang, Q., 2008. Radiation calibration of FAO56 Penman-Monteith model to estimate reference crop evapotranspiration in China. Agricultural Water Management, 95: 77-84.
- Yürekli, K., Ünlükara, A., Safi, S., 2010. Kayseri İlinde Mevsimsel Bitki Su Tüketimindeki (ET_o) Değişimin Saptanması. **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 3 (2).** 21-25.
- Yürekli, K., Ünlükara, A., 2013a. Küresel Isınmanın Kuraklığa Etkilerinin Değerlendirilmesinde SPI ve SPEI İndislerinin Karşılaştırılması. 3. Uluslararası Bursa Su Kongresi. 22- 24 Mart. Bursa-Türkiye. 225-233.
- Yürekli, K., Ünlükara, A., 2013b. Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndisi (SPEI) ile Tokat İlinin Kuraklık Analizi. III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi. 22- 24 Ekim Tokat. 511-515.
- Yürekli, K., Ünlükara, A., Öztürk, Ö., Cebeci, İ., Sarısamur, F., 2013. Küresel Isınmanın Kuraklığa Etkilerinin Belirlenmesinde RDI (Reconnaissance) İndisi Kullanımı. III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi (TİKDEK), 3-5 Haziran, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Aslı KIRTAN
Uyruğu : Türkiye (TC)
Doğum Tarihi ve Yeri: 02 Haziran 1993. Bayburt
E-mail : bybrt.asl@gmail.com

EĞİTİM

Derece Tarihi	Kurum	Mezuniyet
Yüksek Lisans	Erciyes Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kayseri	2019
Lisans	Erciyes Üni.. Ziraat Fak.. Biyosistem Müh.. Kayseri	2016
Lise	Korkutata Anadolu Lisesi. Bayburt	2011

YABANCI DİL

İngilizce