



ERZURUM İLİ ÜRÜN AÇIĞI ATLASI

TRA1/15/DFD/0023

NIHAİ RAPOR

ERZURUM – KASIM 2015



ERZURUM İLİ ÜRÜN AÇIĞI ATLASI

TRA1/15/DFD/0023

NİHAİ RAPOR

Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ

Bu belgenin içeriğinden Kalkınma Bakanlığı veya Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı sorumlu değildir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. GEREKÇE	3
3. AMAÇ ve KAPSAM	4
4. ALANSAL ÖZELLİKLER	5
5. METODOLOJİ	9
5.1. WOFOST Metodoloji İle İlgili Kavramlar	9
5.2. WOFOST - Bitki Büyüme Simulasyon Modeli Özellikleri	10
5.3. Erzurum İli Ürün Açığı Atlası Metodoloji Aşamaları	14
6. BULGULAR ve TARTIŞMA	16
6.1. Erzurum İli Tahıl Hasat Alanları ve Üretim Miktarları	16
6.2. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Buğday Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi	20
6.3. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi	29
6.4. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi	38
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	41
7.1. Ürün Açığına Sebebiyet Veren Olası Faktörler	43
7.2. Ürün Açığının Kapatılması Üzerine Öneriler	44
7.3. Proje Çıktılarının Kullanılması	45
8. KAYNAKLAR	46
9. EKLER	47

ÇİZELGELER

- Çizelge 1.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday ve arpa bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen ürün miktarları
- Çizelge 2.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen üretim miktarları
- Çizelge 3.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel ve su sınırlı üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri
- Çizelge 4.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için tahmin edilen potansiyel ve su sınırlı üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri
- Çizelge 5.** Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen üretim miktarları
- Çizelge 6.** Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel ve su sınırlı üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri
- Çizelge 7.** Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için tahmin edilen potansiyel ve su sınırlı üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri
- Çizelge 8.** Erzurum koşullarında yetiştirilen mısır bitkisi için tahmin edilen potansiyel üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri

ŞEKİLLER

- Şekil 1.** Erzurum ili arazi dağılımı
- Şekil 2.** Erzurum ili kültüre elverişli arazi kullanımı
- Şekil 3.** Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında buğday, arpa ve mısır ekim alanlarının değişimi
- Şekil 4.** Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında Türkiye’de buğday, arpa ve mısır üretim miktarlarının değişimi
- Şekil 5.** Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında buğday, arpa ve mısır verim oranlarının değişimi
- Şekil 6.** Erzurum ili tahıllar ve diğer bitkisel ürünler ekim ve nadas alanları
- Şekil 7.** Bitki simülasyon modeline (WOFOST) göre potansiyel, sınırlandırılmış ve gerçekleşen üretim miktarları arasındaki ilişkiler
- Şekil 8.** Bitki simülasyon modeli (WOFOST) için şematik ürün açığı tanımlaması
- Şekil 9.** Erzurum ili tahıl hasat alanları ve üretim miktarları
- Şekil 10.** İlçelere göre tahıllar ve diğer bitkisel ürünler ekim ve nadas alanları
- Şekil 11.** İlçelere göre buğday ve arpa üretim miktarlar
- Şekil 12.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları, ürün açığı değerleri ve gerçekleştirilebilir ürün artış oranları
- Şekil 13.** Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları, ürün açığı değerleri ve gerçekleştirilebilir ürün artış oranları
- Şekil 14.** Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday ve arpa bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları ve ürün açığı değerleri ile potansiyelin % 80’ine ulaşılması durumunda mevcut üretim miktarlarına göre ürün artış oranları

HARİTALAR

- Harita 1.** Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş potansiyel üretim miktarları (b)
- Harita 2.** Erzurum il ölçeğinde doğal yağış koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için beklenen üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş beklenen üretim miktarları (b)
- Harita 3.** Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen buğday bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (b)
- Harita 4.** Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen buğday bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (b)
- Harita 5.** Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş potansiyel üretim miktarları (b).34
- Harita 6.** Erzurum il ölçeğinde doğal yağış koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için beklenen üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş beklenen üretim miktarları (b)
- Harita 7.** Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen arpa bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (b)
- Harita 8.** Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen arpa bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (b)
- Harita 9.** Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (a) ile tahmini ürün açığı miktarları (b)

KISALTMALAR

- GYGA** (Global Yield Gap Atlas) – Küresel Ürün Açığı Atlası
- TUIK** – Türkiye İstatistik Kurumu
- GTHB** – Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
- WCC** (WOFOST Control Center) – WOFOST Kontrol Merkezi
- Yp** – potansiyel ürün
- Yw** – su_sınırlı potansiyel ürün
- Ya** – gerçekleşen ürün
- Yg** – ürün açığı
- Yg-E** – kapatılabilir veya işletilebilir ürün açığı
- RWS** (Reference Weather Station) – Referans Meteorolojik İstasyon
- PP** (Potential Production) – potansiyel üretim
- WLP** (Water Limited Production) – su_sınırlı üretim
- PP_r** – düzeltilmiş potansiyel üretim
- WLP_r** – düzeltilmemiş su_sınırlı üretim
- PP_c** – yetiştirme alanının toprak yapısına ve eğimine göre düzeltilmiş potansiyel üretim
- WLP_c** – yetiştirme alanının toprak yapısına ve eğimine göre düzeltilmiş su_sınırlı üretim
- RF** (rainfed) – doğal yağış koşulları (kuru tarım)
- ACT_IRR** (actual_irrigated) – sululu koşullarda gerçekleşen ürün
- ACT_RF** (actual_rainfed) – doğal yağış koşullarında gerçekleşen ürün
- YG_IRR** (yield_gap_irrigated) – sululu koşullarda ürün açığı
- YG_RF** (yield_gap_rainfed) – doğal yağış koşullarında ürün açığı
- W_IRR** (wheat_irrigated) – sululu koşullarda buğday
- W_RF** (wheat_rainfed) – doğal yağış koşullarında buğday
- PP_W** (potential production for wheat) – sululu koşullarda buğday ürün miktarı



RF_W (rainfed_wheat) – doğal yağış koşullarında buğday ürün miktarı

ACT_W_IRR (actual_wheat_irrigated) – sulu koşullarda buğday gerçek ürün miktarı

ACT_W_RF (actual_wheat_rainfed) – doğal yağış koşullarında buğday gerçek ürün miktarı

YG_W_IRR (yield gap_wheat_irrigated) – sulu koşullarda buğday ürün açığı

YG_W_RF (yield gap_wheat_rainfed) – doğal yağış koşullarında buğday ürün açığı

B_IRR (barley_irrigated) – sulu koşullarda arpa

B_RF (barley_rainfed) – doğal yağış koşullarında arpa

PP_B (potential production for barley) – sulu koşullarda arpa ürün miktarı

RF_B (rainfed_barley) – doğal yağış koşullarında arpa ürün miktarı

ACT_B_IRR (actual_barley_irrigated) – sulu koşullarda arpa gerçek ürün miktarı

ACT_B_RF (actual_barley_rainfed) – doğal yağış koşullarında arpa gerçek ürün miktarı

YG_B_IRR (yield gap_barley_irrigated) – sulu koşullarda arpa ürün açığı

YG_B_RF (yield gap_barley_rainfed) – doğal yağış koşullarında arpa ürün açığı

TEŞEKKÜR

Erzurum İli Ürün Açığı Atlası Projesine destek ve katkılarından dolayı;

Kurumsal düzeyde;

- ✓ *Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı'na*
- ✓ *Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne*
- ✓ *Nebraska Üniversitesi_Lincoln (ABD) Rektörlüğü'ne*
- ✓ *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na*
- ✓ *Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne*

Kişisel düzeyde Sayın;

- ✓ *Prof. Dr. Hikmet Koçak'a (Atatürk Üniversitesi Rektörü)*
- ✓ *Prof. Dr. Muhlis Macit'e (Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı)*
- ✓ *Prof. Dr. Fahri Yavuz'a (Atatürk Üniversitesi Dış İlişkiler Koordinatörü)*
- ✓ *Prof. Dr. Ronnie Green'e (Vice-Chancellor for IANR-UNL)*
- ✓ *Prof. Dr. Ronald E. Yoder'e (Ass-Vice Chancellor for IANR_UNL)*
- ✓ *Prof. Dr. Haishun Yang'a (UNL- Dept. of Agron. & Hort)*
- ✓ *Yrd. Doç. Dr. Turgay Dindaroğlu'na (KSÜ-Orman Müh.)*
- ✓ *Dr. Justin van Wart'a (Dept. of Agron. & Hort)*
- ✓ *Josh Davis'e (Ass. Vice Chancellor of Global Engagement-UNL)*
- ✓ *Chengchou (James) Han'a (Ph.D. Dept. of Agron. & Hort)*
- ✓ *Serkan Timur'a (KUDAKA)*

Teşekkürlerimi sunuyorum.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Taşkın Öztaş

1. GİRİŞ

Bugün dünyanın birçok bölgesinde tarımsal üretim miktarındaki artış, temel gıda ürünlerine olan talebi karşılayamamaktadır. Tarıma uygun alanların sınırlı olması karşısında nüfusun sürekli olarak arttığı dikkate alındığında, tarımsal üretim açığının gelecekte artarak devam etmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu kaygıyı azaltabilmek için, bir taraftan gıda güvenliğinin sağlanmasına çalışılmakta, diğer taraftan da üretkenlik kapasitesi yüksek tarım topraklarının korunmasına dikkat çekilmektedir. Her iki durumda da ülkelerin potansiyel üretim alan ve miktarlarının belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bölgesel veya ülkesel ölçekte yapılacak potansiyel ürün tahminleri, bu alanlara yönelik ürün açığının belirlenmesi yanısıra, stratejik açıdan da büyük önem taşımaktadır. Potansiyel ürün miktarının yüksek olduğu alanlar tarımsal yatırımların, teknolojik uygulamaların ve yatırım olanaklarının yönlendirilmesinde ve öncelikli toprak koruma alanları olarak planlanmasında belirleyici olabilir. Bununla birlikte, ürün açığının fazla olduğu alanlarda ürün kayıplarına yol açan doğal veya antropojenik faktörlerin belirlenmesi, sulama, gübreleme vb kaynak ve teknoloji kullanım ve alternatif amenajman uygulamalarına bağlı olarak meydana gelen üretim artışları araştırılabilir, izlenebilir ve yönetilebilir.

Potansiyel ürün ile gerçekleşen ürün miktarları arasındaki fark olarak tanımlanan ürün açığının belirlenmesi, toprak ve bitki yönetim uygulamaları ile kapatılması olası olan ürün miktarlarının saptanması, arazi ve iş üretkenliğinin artırılmasına yönelik araştırma, yayım ve politik önceliklerinin belirlenmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır (Lobell, 2013). Gelecekte gerçekleşmesi beklenen bitkisel üretim miktarı ve evrensel gıda güvenliği dünyanın farklı yerlerindeki çiftçilerin potansiyel ve gerçekleşen ürün miktarları arasındaki açığı kapatmadaki yeteneklerine bağlıdır (Lobell et al. 2009). Gerçekleşen ürün miktarları gıda fiyatlarının ve gıda güvenliğinin belirleyicisi olduğu gibi tarım alanlarının genişlemesine de yön vermektedir. Dolayısıyla, ürün açıklarının iyi belirlenmesi ve anlaşılması temel bir gerekliliktir.

Bitkisel üretimin artırılması, gıda güvenliğinin sağlanması, çevre kalitesinin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir tarımsal kalkınma stratejilerinin geliştirilmesi amacıyla ürün açığının belirlenmesi üzerine değişik ölçeklerde çok sayıda araştırmalar ve değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu kapsamda, 2012 yılında ABD-Nebraska Üniversitesi ile Hollanda - Wageningen Üniversitesi işbirliği ve koordinasyonunda yürütülen GYGA (Global Yield Gap Atlas) projesi ile küresel ölçekte ürün açığı atlası hazırlanmaktadır. Atlasın hazırlanmasında temel amaç işlenen alanların tarımsal üretim kapasitesini tahmin etmek yoluyla ürün açıklarını belirlemek ve bunu tüm temel tarımsal ürünler ve bu ürünleri üreten bütün ülkeler için küresel ölçekte ortaya koyabilmektir. Proje basitçe gerçek ürün miktarları ile simülasyon modelleri kullanılarak elde edilen tahmini potansiyel ürün miktarlarını ve farklarını herhangi bir bitki için lokalden ülkesel ölçüğe doğru ölçeklendirme ve ülkesel ürün açığı haritalarının entegrasyonu projesidir. GYGA projesi kapsamında, şu ana kadar 24 ülkenin ürün açığı atlası oluşturulmuş ve 22 ülkenin ürün açığı çıktılarının da önümüzdeki yıllarda atlası işlenmesi planlanmaktadır. Bu ülkelerden birisi de Türkiye'dir (GYGA, 2015).

Agronomik açıdan herhangi bir coğrafik alanın bitkisel üretim kapasitesi, söz konusu alanın iklim parametreleri yanısıra toprak ve bitki özellikleri ve o alanda uygulanan bitki ve toprak yönetim uygulamalarının ortak bir fonksiyonudur. İklimin elverişliliği ölçüsünde üretim miktarını belirleyen en temel faktör toprağın üretkenlik potansiyelidir. Bu nedenle potansiyel üretim miktarı belirlenirken tek sınırlayıcı faktörün iklim olduğu kabul edilerek; alanın ekolojik koşullarına en uygun bitki çeşitlerinin kullanıldığı, yabancı ot, hastalık ve zararlıların kontrol altına alındığı, kök gelişimine engel herhangi bir olumsuzluğu olmayan ve su-besin elementi dengesi sağlanmış bir yetiştirme ortamında (toprakta) ulaşılabilir ürün miktarı olarak algılanabilir. Yıllar arası iklimsel farklılıkların, üretim miktarlarında değişkenlikler yaratması son derece doğaldır. Ancak, iklimsel ölçütleri benzer yıllar için gerçekleşen üretim miktarları eğer toprak ve bitki yönetimi farklılıklarından dolayı değişkenlik gösteriyor ise bu durum o üretim ortamı için henüz potansiyel üretim miktarına ulaşamadığının en güçlü sinyalidir. Bu nedenle, belirli bir alan ve dönem için ürün değişim eğilimlerinin analizi, izlenmesi ve değerlendirilmesinde, gerçekleşen ürün miktarlarının belirlenmesi kadar alana özgü potansiyel ürün miktarlarının da bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2. GEREKÇE

Türkiye, tipik iklimsel özellikleriyle, farklı topoğrafik yapısıyla, zengin biyolojik çeşitliliğiyle, yeterli toprak ve su kaynaklarıyla birçok tarımsal ürünün yetiştiriciliğine uygun bir coğrafyaya sahip olmakla birlikte, birim alandan elde edilen ürün miktarları bazında arzu edilen düzeylerde değildir. Ülkemizde temel tarla ürünleri için gerçekleşen ortalama üretim miktarları, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve çoğu durumda da dünya ortalamasının altındadır. Erzurum ili bitkisel üretim miktarları ise genellikle Türkiye ortalamasından düşüktür. Elbette, bir bölgeye veya lokasyona özgü faktörler, değişkenler ve süreçler, üretim sistemleri, toprak, su ve iklim koşulları o bölge veya lokasyondaki bitkisel üretimi yönlendiren, bitkisel üretim kapasitesini belirleyen ve ürün deseni ve kalitesini ortaya koyan etmenlerdir.

Bu projede, Erzurum il ölçeğinde ilin eko-fizyolojik özelliklerine bağlı olarak bitki simülasyon modeliyle elde edilen potansiyel ürün miktarları, çiftçinin tarlasından elde ettiği gerçek ürün miktarlarıyla karşılaştırılarak, ürün kayıplarının özellikle bitkisel yönetim faaliyetlerinden kaynaklanan diliminin uygun amenajman önerileri dahilinde bertaraf edilmesi düşünülmektedir. Bu proje ile üretim kaybının kritik olduğu alanların tespit edilmesi sonucu, bu alanlara yönelik stratejilerin ivedilikle geliştirmesine kaynak oluşturması değerlendirilmektedir. Ayrıca, GYGA projesi alt yapısına uygun olarak üretilen Erzurum İli Ürün Açığı Atlası yersel değişim haritaları ve ürün açığı çıktıları neticesinde “Küresel Ürün Açığı Atlasında – GYGA” Türkiye sayfası açılmış olacaktır.

3. AMAÇ ve KAPSAM

Erzurum İli Ürün Açığı Atlası projesinin temel amacı; Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen başat bitkiler (buğday ve arpa) için potansiyel ürün miktarları ile gerçekleşen ortalama ürün miktarları arasındaki farkları belirlemek ve ürün açığına yol açan sorunları değerlendirmektir.

Projenin spesifik amaçları ise il ölçeğinde yetiştiriciliği en fazla yapılan buğday ve arpa ile son yıllarda ekim alanlarındaki nispi artışla dikkat çeken mısır için;

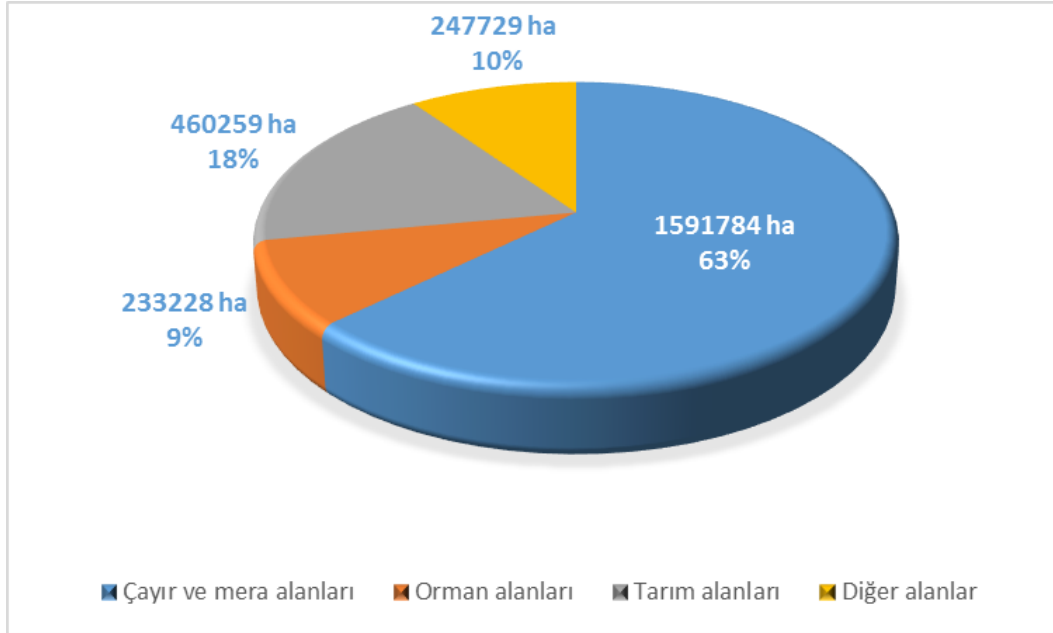
- İlin iklim özellikleri, toprak yapısı, bitki karakteristikleri ve yaygın toprak-bitki yönetim uygulamaları altında elde edilmesi olası potansiyel ürün miktarlarını tahmin etmek,
- Yerel ölçekte temel tarımsal ürünler için tarımsal üretim kapasitesini ve gerçekleştirilen üretim miktarlarını analiz etmek,
- Ürün açığını ilçeler düzeyinde saptamak ve ürün açığının kritik olduğu alanları tespit etmek,
- Tarımsal teknoloji-girdi kullanımı ve amenajman uygulamalarıyla ürün açığının kapatılma olasılığının yüksek olduğu alanları belirlemek,
- Uzun dönemde il ölçeğinde temel tarımsal ürünlerdeki değişim eğilimlerini izlenmek ve değerlendirilmektir.

Bu projenin temel çıktısı, Erzurum ili ilçeler ölçeğinde temel tarımsal ürünler için hazırlanacak ürün açığı atlasıdır. Proje il düzeyinde hasat alanları içerisinde yaygınlık gösteren ve ümit vaat eden 2+1 temel tarımsal ürüne (buğday ve arpa + mısır) ait analiz ve değerlendirmeleri kapsamaktadır.

4. ALANSAL ÖZELLİKLER

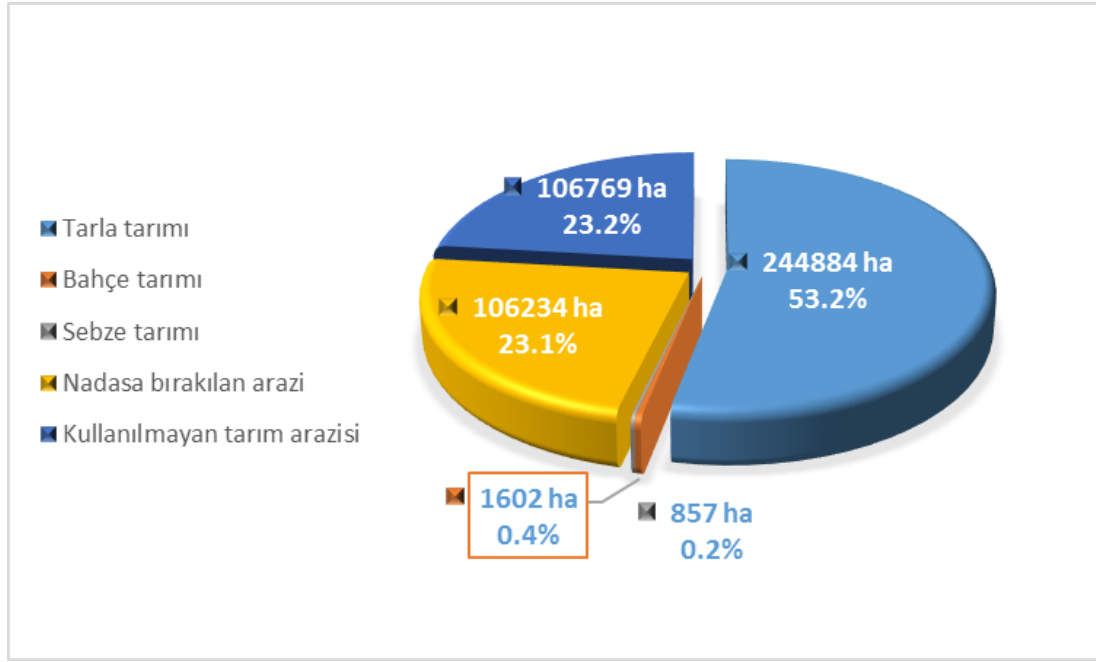
Erzurum ili arazi varlığı 25.066 km² olup, arazi büyüklüğü bakımından Doğu Anadolu Bölgesinin en büyük ve Konya, Sivas ve Ankara'dan sonra Türkiye'nin 4. en büyük ilidir (TUIK, 2013). İl merkezi (Yakutiye ve Palandöken) ile birlikte toplam 20 ilçeden oluşmaktadır. İl ölçeğinde genellikle yüksek arazilerden oluşan topoğrafik yapı, yer yer çöküntü alanlarıyla kırlmalar göstermektedir. Erzurum ve Pasinler platoları en önemli ovalarıdır. İlin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1950 m dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 453 mm ve ortalama sıcaklık 5.6 °C derecedir (MGM, 2015).

İl arazisinde egemen doğal bitki örtüsü step formasyonu olup, arazi varlığının % 63'ünü meralar (1.591.784 ha), % 9'unu ormanlar (233.228 ha), % 18'ini tarım arazileri (460.259 ha) ve % 10'luk kısmını ise tarım dışı araziler (247.729 ha) oluşturmaktadır (Şekil 1.) (TUIK, 2013; GTHB, 2014).



Şekil 1. Erzurum ili arazi dağılımı (GTHB, 2014).

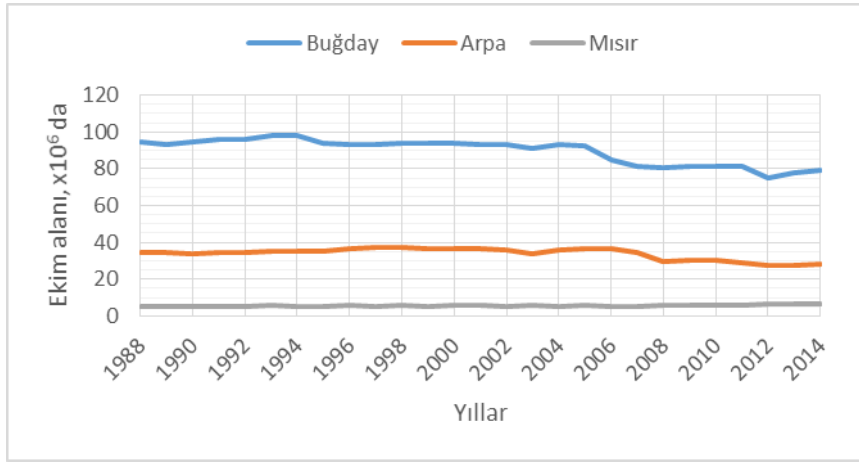
Erzurum ekonomisi ağırlıklı olarak tarımsal faaliyetlere dayanmasına rağmen, TUIK (2013) verilerine göre; ilin bitkisel üretim değerinin Türkiye'nin bitkisel üretim değeri içerisinde payı sadece % 0.5'dir. Ekilen alanlarda genellikle tarla tarımı yapılmaktadır. Tarla tarımı yapılan alanların toplam arazi varlığı içerisinde payı % 53'tür (Şekil 2) (GTHB, 2014).



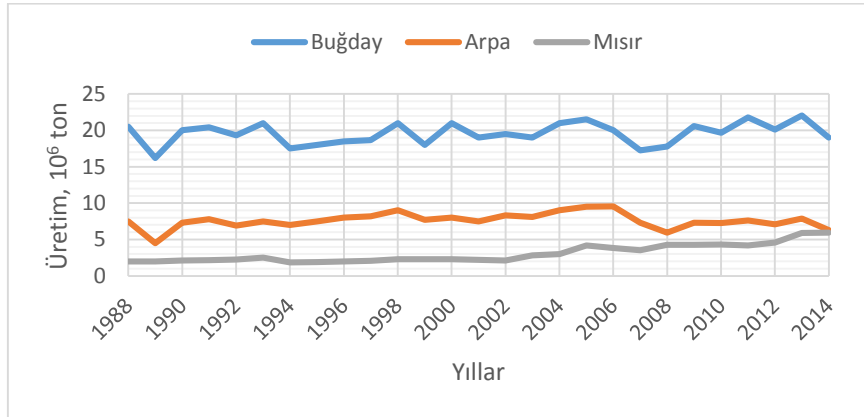
Şekil 2. Erzurum ili kültüre elverişli arazi kullanımı (GTHB, 2014).

Bu çalışmada potansiyel ürün değerlendirilmesi yapılan buğday, arpa ve mısır üretimi ülkemiz için olduğu kadar ilimiz için de son derece önemlidir. Ülkemizde 1988-2014 yılları arasında, buğday, arpa ve mısır ekim alanları Şekil 3'te, üretim miktarları Şekil 4'te ve verim değişim oranları Şekil 5'te görülmektedir. Türkiye'de 11.3 milyon ha'lık alanda tahıl üretimi yapılmaktadır. Bu alanın % 67'sinde buğday üretimi gerçekleştirilirken, % 24'ünde arpa, % 6'sında ise mısır üretimi yapılmaktadır (TUIK, Bitkisel Üretim Veri Tabanı, 2013). GTHB kaynaklı TUIK (2010, 2014) verilerine göre buğday ve arpa üretiminde yıllar itibarıyla (1988-2014) buğday için % 29.7, arpa için % 28.3 verim artışı olmuştur. 2014 üretim yılına göre Türkiye buğday verimi 2840 kg ha⁻¹, arpa verimi ise 2900 kg ha⁻¹, dır. Aynı dönem için, Erzurum buğday verimi 2170 kg ha⁻¹ ve arpa verimi 2290 kg ha⁻¹ olup, Türkiye ortalamasından buğday için % 23.6

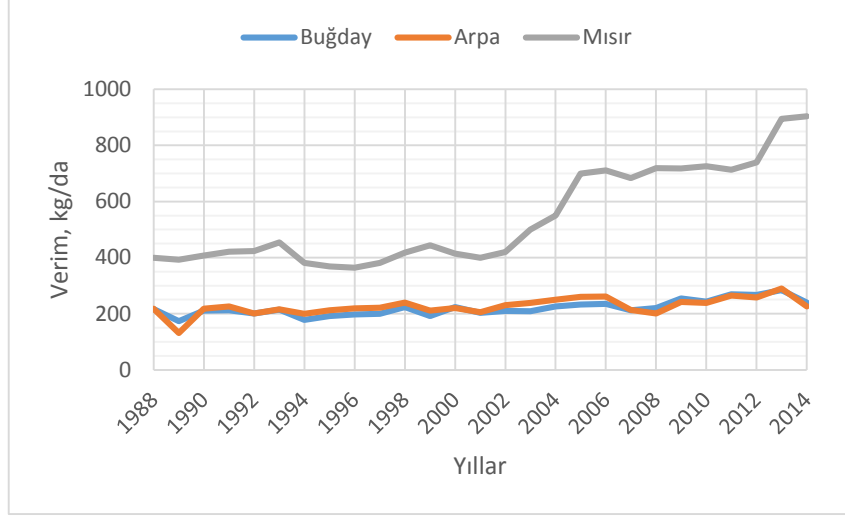
ve arpa için ise % 21.0 daha düşüktür. GTHB-IVA 2014 verilerine göre Erzurum'da toplam ekilen alan içerisinde buğday ekim alanlarının payı % 45,6, arpa ekim alanlarının payı % 12.2 ve mısır ekim alanlarının payı ise sadece % 1'dir. Arazi varlığının sadece % 18'i toprak işlemeli tarıma uygunluk gösteren Erzurum'da 2013 yılı itibariyle toplam tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin hasat edilen alanları içerisinde en fazla payı % 64 ile tahıllar almaktadır. Erzurum'da toplam tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim miktarlarında 2009-2013 yılları arasında % 163.2 lik bir artış sağlanmıştır (GTHB, 2014).



Şekil 3. Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında buğday, arpa ve mısır ekim alanlarının değişimi (TUIK, 2014).

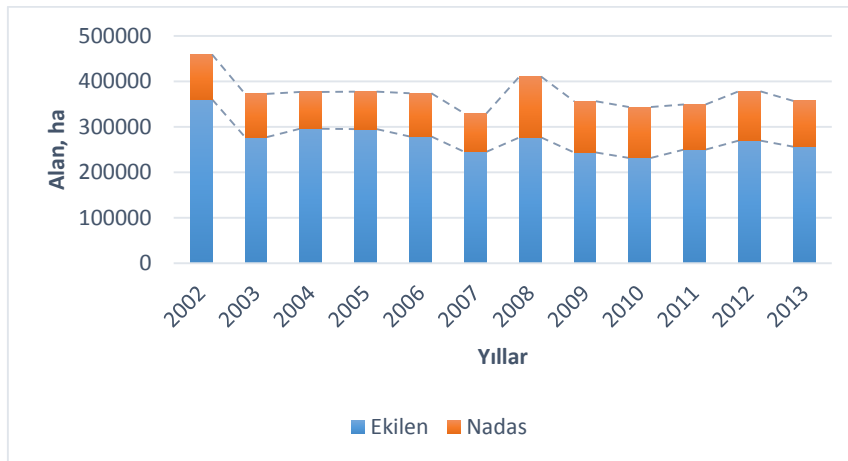


Şekil 4. Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında Türkiye’de buğday, arpa ve mısır üretim miktarlarının değişimi (TUIK, 2014).



Şekil 5. Türkiye’de 1998-2014 yılları arasında buğday, arpa ve mısır verim oranlarının değişimi (TUIK, 2014).

Erzurum’da tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin ekim alanları 2002 yılında 460 000 hektar iken bugün 360 000 hektar düzeyine gerilemiştir. Bu durum tamamen yem bitkileri ekim alanlarının genişletilmesi ile ilgilidir. Zira 2002 yılında 22 000 hektar düzeyinde olan yem bitkileri ekim alanları, 2013 itibariyle 90 000 hektar seviyesindedir. Bu değişimin doğrudan bir sonucu olarak nadas alanlarının toplam işlenebilir tarım alanları içerisindeki payı 2002 yılında % 21.5 iken, değişime paralel olarak artış göstermiş 2008 yılında % 32.6 seviyesine kadar yükselmiş ve son üç yıllık dönemde ise (2011-2013) % 28.5 düzeyinde stabil bir durum sergilemektedir (Şekil 6), (TUIK 2010, 2013).



Şekil 6. Erzurum ili tahıllar ve diğer bitkisel ürünler ekim ve nadas alanları (TUIK 2010 ve 2013 verilerinden üretilmiştir)

5. METODOLOJİ

Erzurum İli Ürün Açığı Atlası, GYGA proje metodolojisine ve alt yapısına uygun olarak üretilmiştir. GYGA metodolojisi; bütüncül yaklaşımlı, grafik tabanlı, şeffaf, üretilebilir, bilimsel temelli ve agronomik içerikli bölgesel ve ulusal ölçekte sonuç üretebilme özelliğine sahiptir (GYGA, 2015). Proje metodolojisi ağırlıklı olarak potansiyel ürün simülasyon modellemesine, coğrafik bilgi sistemlerine (CBS), yersel değişim ve ölçeklendirme analizine dayanmaktadır.

WOFOST modeli yaklaşık son 20 yıldan beri verim riski ve verim değişkenliğinin belirlenmesinde, bitki büyüme faktörlerinin ürün üzerindeki nispi etkilerinin analizinde, iklim değişikliklerinin verime etkilerinin saptanmasında ve bitkisel üretim potansiyellerinin bölgesel düzeyde belirlenmesi ve bölgesel ürün rekolte tahminlerinin yapılması gibi kalitatif arazi değerlendirmelerinde başarıyla uygulanmaktadır.

-
- Bu proje kapsamında, GYGA proje metodolojisi ve yeterlilikleri için Nebraska Üniversitesi GYGA proje biriminden teknik eğitim ve uygulama desteği alınmıştır.

5.1. WOFOST Metodoloji İle İlgili Kavramlar (WCC, 2015)

Potansiyel ürün (Yp): potansiyel ürün veya ürün potansiyeli, bir bitkinin su ve besin elementleri bakımından yeterli ve biyotik/abiyotik streslerin olmadığı koşullarda beklenen ürün değeridir.

Su sınırlı potansiyel ürün (Yw): bitki su tüketiminin doğal yağış koşulları altında tamamen karşılanamadığı dolayısıyla bitkinin belirli dönemlerde su stresi yaşamasının beklendiği (kuru tarım), ancak biyolojik stres kaynaklarının kontrol altına alındığı ve toprağın besin elementi dengesinin sağlandığı koşullarda beklenen ürün değeridir.

Gerçekleşen ürün (Ya): her hangi bir bölgede yaygın yönetim uygulamaları ve toprak koşulları altında çiftçiler tarafından elde edilen ortalama verimdir. Bitki su tüketiminin

doğal yağışlarla veya sulama ile karşılanabildiği tarım alanları için 5 yıllık, su_sınırlı üretim alanları için ise 10 yıllık ürün ortalamasıdır.

Ürün açığı (Yg): potansiyel ürün miktarı (Yp ve Yw) ile gerçekleşen ürün miktarı arasındaki farktır. *Ürün açığı, bitki su tüketiminin doğal yağışlarla doğrudan veya sulama ile karşılanabildiği (sulu tarım) alanlarda, $Yg=Yp-Ya$; ve bitki su tüketiminin doğal yağışlarla tamamen karşılanamadığı ve sulamanın yapılamadığı (kuru tarım) su_sınırlı koşullar altındaki alanlarda ise $Yg=Yw-Ya$ farkından hesaplanmaktadır.*

Kapatılabilir veya işletilebilir ürün açığı (Yg-E): Yp ve Yw nin % 80'ine göre hesaplanan ürün açığıdır. Potansiyel ürün miktarının (Yp ve Yw) hesaplanmasında kullanılan iklim, toprak, bitki özellikleri ile bitki-toprak yönetim uygulamalarının farklı alan ve bölgeler için önemli derecelerde değişkenlikler göstermesi beklenen bir durumdur. Dolayısıyla, ortalama ürün miktarının tahmin edilen potansiyel ürünün (Yp ve Yw) % 80'inde durağanlık göstermesi normaldir. *Kapatılabilir ürün açığı, bitki su tüketiminin doğal yağışlarla doğrudan veya sulama ile karşılanabildiği (sulu tarım) alanlarda, $Yg-E = 0.8x(Yp-Ya)$; ve bitki su tüketiminin doğal yağışlarla tamamen karşılanamadığı ve sulamanın yapılamadığı (kuru tarım) su_sınırlı koşullar altındaki alanlarda ise $Yg-E = 0.8x(Yw-Ya)$ olarak hesaplanmaktadır.*

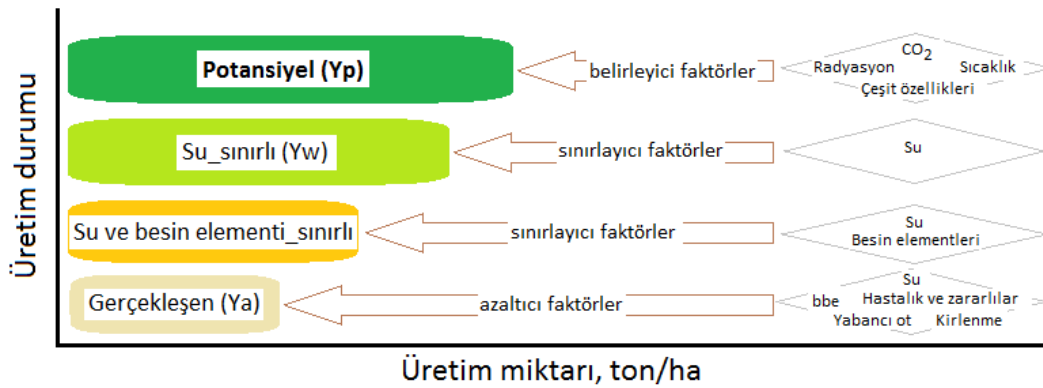
Yıllık potansiyel ürün ve ürün açığı; yıl içerisinde bir hektarlık bir alanda birden fazla ekimi ve hasadı yapılan ürünlerin toplam miktarına göre belirlenen Yp, Yw, Ya ve Yg'dir.

5.2. WOFOST - Bitki Büyüme Simulasyon Modeli Özellikleri (WCC, 2015)

WOFOST belirli iklim ve toprak koşulları altında tarla bitkilerinin yıllık gelişim düzeyini ve üretim miktarlarını kantitatif olarak analiz eden amprik yaklaşımlarla tanımlanmış süreç tabanlı dinamik yapıya sahip bir simülasyon modelidir. Bitki gelişimi ekofizyolojik süreçlerle; fenolojik gelişim, CO₂ asimilasyonu, respirasyon, farklı bitki organlarının gelişimi ve kuru madde oluşumu, simüle edilmektedir. Modelde hem potansiyel ürün hem de sınırlı koşullarda (su-sınırlı “water-limited” ve besin elementi-sınırlı “plant nutrition-limited”) ürün miktarları tahmin edilebilmektedir (Boogaard et. al. 2011). Modelde bitki gelişimi solar radyasyon, sıcaklık, CO₂ konsantrasyonu ve

genetik karakteristiklerden belirlenmektedir. Dolayısıyla Y_p ve Y_w iklimden dolayı lokasyona özgü değerlerdir. Simülasyonla belirlenen potansiyel ürün miktarları toprak-su rejimi ve büyüme mevsiminin uzunluğuna bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebilmektedir. GYGA projesi ile ilgili araştırma sonuçlarına göre, belli bir lokasyona özgü gerçek ürün durumunu belirleyebilmek için, sulu tarım alanlarında 10, doğal yağış altındaki alanlarda ise 15 yıllık simülasyonlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Model, bitki büyümesini ve üretim düzeyini 3 ayrı hiyerarşik düzeyde tanımlamaktadır. Bunlar, potansiyel, sınırlandırılmış ve azaltılmış ürün miktarlarıdır (Şekil 7).

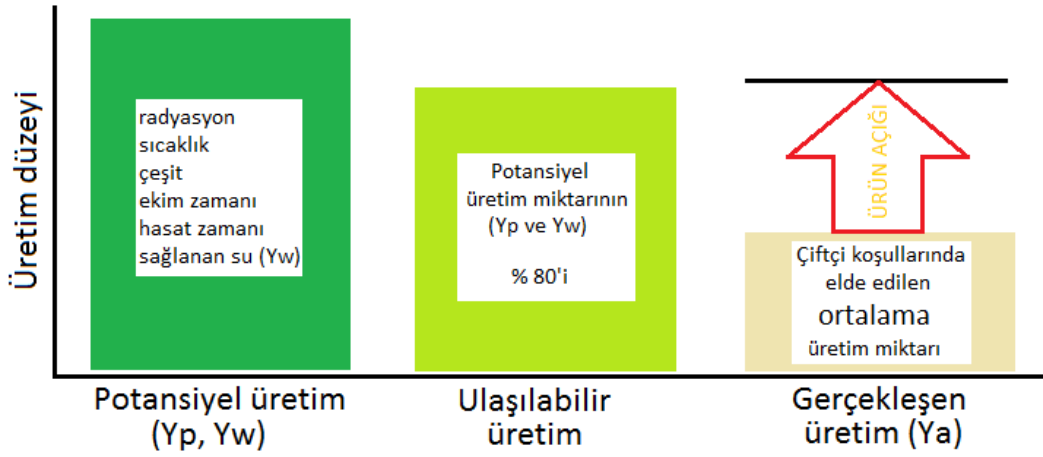


Şekil 7. Bitki simülasyon modeline (WOFOST) göre potansiyel, sınırlandırılmış ve gerçekleştirilen üretim miktarları arasındaki ilişkiler (van Ittersum and Rabbinge, 1997 ve van Ittersum et al. 2013' e göre uyarlanmıştır).

Potansiyel ürün-üretim: Bitki büyümesi, radyasyon, sıcaklık ve bitki karakteristiklerine göre tanımlanmaktadır. Atmosferik CO₂ konsantrasyonunun sabit, bitki gelişimi ile ilgili tüm faktörlerin optimal düzeyde olduğu varsayılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, kullanılan bitki çeşidinin yetiştirme koşullarına adapte olmuş yüksek ürün çeşidi olduğu, toprakta besin elementi açığının bulunmadığı, üretim sezonunda su stresi yaşamadığı, yabancı ot, hastalık ve zararlılarla herhangi bir kaybın meydana gelmediği, suya boğma vb gibi her türlü biyotik ve abiyotik faktörlerin kontrol altına alındığı durumdaki üretim miktarıdır. Potansiyel üretim miktarlarına ancak kontrolü koşullarda (ihtiyaç duyulan miktarlarda girdinin (gübre-sulama) sağlandığı, zararlı ve yabancı otların kontrol altına alındığı, bitki plantasyonunun mükemmel olduğu, tarla trafiği ve otlatmaya bağlı herhangi bir kaybın yaşanmadığı, rüzgar, dolu veya don gibi

faktörlerden herhangi bir düzeyde zararın görülmediği) ulaşılması mümkün görülmektedir.

Çiftçi koşullarında elde edilen ürün miktarlarının potansiyel ürün değerinin % 20-80'i arasında değiştiği bildirilmektedir (Lobell et al. 2009). Dolayısıyla, gerçekleşen ürün miktarının potansiyel ürün değerinin % 80 bandında stabil kalması durumunda ürün açığının teorik olarak kapatıldığı kabul edilmektedir. Bu noktadan sonra ürün miktarında çok az bir atışın meydana gelebileceği hatta iklimsel değişikliklere bağlı olarak potansiyel ürün miktarındaki azalmaya bağlı olarak düşmenin bile olabileceği öngörülmektedir (Şekil 8) (Lobell et al. 2009).



Şekil 8. Bitki simülasyon modeli (WOFOST) için şematik ürün açığı tanımlaması (Lobell et al. 2009'dan uyarlanmıştır).

Sınırlı ürün-üretim: Modellemede radyasyon, sıcaklık ve bitki karakteristikleri yanısıra su ve besin elementlerinin yarıyışlılığı da dikkate alınmaktadır. Su ve besin elementleri bitki gelişmesinin belli dönemlerinde elverişli ise bu durum yarı-elverişli olarak tanımlanmakta ve su veya besin elementi sınırlı üretim olarak adlandırılmaktadır. Bu durumda üretim, potansiyel üretimden önemli seviyelerde düşüktür.

Su sınırlı üretim: düzeyi bitki gelişimi üzerine toprak neminin yetersizliğini dikkate almaktadır. Bu üretim düzeyi doğal yağış koşulları altına elde edilebilecek maksimum verim olarak algılanabilir. Kuraklığın bitkisel üretim üzerine sınırlayıcı etkisi, toprak tipine, derinliğine tabansuyu katkısına bağlı olarak bitki büyüme mevsimi boyunca yağış ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkilerden hesaplanan toprak neminin

elverişliliğine bağlıdır. Potansiyel üretim ile su-sınırlı üretim arasındaki fark sulamaya bağlı olarak gerçekleştirilebilmesi olası ürün artışına işaret etmektedir.

Besin-elementi sınırlı üretim: toprağa kimyasal veya organik kaynaklı gübrelerin uygulanmadığı durumla ilgilidir. Besin elementlerinin elverişliliği, bitki köklerine ulaşan besin maddelerinin miktarına bağlı olup toprak özelliklerinden hesaplanmaktadır.

Azaltılmış veya gerçekleşen ürün-üretim: Bitkisel üretimin yabancı ot, zararlı ve hastalık gibi biotik faktörler nedeniyle önemli ölçüde azaldığı durumu ifade etmektedir. Modellemede ürün kaybına yol açan bütün faktörler dikkate alınmaktadır. Azaltılmış üretim düzeyi yabancı ot ve zararlıların kontrol edilmediği çiftçi koşullarında elde edilen üretim miktarını göstermektedir. Ürün kayıplarının ortaya çıkabileceği olası riskler ekolojik koşullara bağlı olarak kısmen belirlenebilse de, yabancı otların, hastalık ve zararlıların kontrolü ve verim üzerine etkileri yönetim kaynaklıdır ve WOFOST modeline dahil edilmemiştir.

WOFOST coğrafik ölçeği referans almayan tek boyutlu bir simülasyon modelidir. Modelin bir bölgeye uygulanmasındaki başarı, yersel verilerin enterpolasyon yoluyla elde edilmesi nedeniyle, şüphesiz temsili noktaların güvenilirliğine bağlıdır. Bitkisel üretim zamanındaki farklılıklar gelişme periyodunun başlama tarihinin değiştirilmesi ve/veya farklı büyüme sürelerine sahip bitki varyetelerinin seçilmesi ile yansıtılabilmektedir. WOFOST modeli yıllık bitkisel üretim takviminin belirlenmesinde farklı seçenekler sunabilmektedir. Simülasyon, ekimin sabit veya değişken tarihli ancak bitki çıkışının sabit olduğu durum ile başlatılabilmektedir. Simülasyonun bitişi ise fizyolojik olgunluk, hasat, bitki ölümü veya sabit bir bitiş tarihi ile (olgunlaşmadan hasat edilen bitkiler için, örneğin silajlık mısır veya şeker pancarı gibi) sınırlandırılabilir. Modelde fenolojik gelişim boyutsuz durum değişkeni olarak tanımlanmakta ve yıllık bitkiler için, çimlenme çıkışı için $D=0$, çiçeklenme için $D=1$ ve olgunluk için $D=2$ olarak düzenlenmektedir. Bitkinin günlük CO_2 asimilasyon oranı, absorbe edilen radyasyon ve yaprağın fotosentez-ışık eğrisi kullanılarak hesaplanmaktadır. Modelde bitki gelişimi için optimum toprak nemi aralığı evaporasyon, bitki çeşidi ve toprağın su tutma kapasitesinin fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Modelde toprak profili, gerçek kök derinliği ile maksimum kök

derinliği arasında, köklenme zonu ve alt son olarak ikiye bölünmekte ve kök derinliği altındaki alt toprak dikkate alınmamaktadır.

5.3. Erzurum İli Ürün Açığı Atlası Metodoloji Aşamaları

- Atlasta ilk etapta yer alamsı düşünölen bitkiler Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü görüşleri alınarak, yörede en fazla üretimi yapılan buğday ve arpa ile son dönemde alansal artışın en fazla gerçekleştiği mısır bitkisi seçilmiştir.
- İl ölçeğinde buğday, arpa ve mısır hasat alanları SPAM 2005 görüntöleri kullanılarak tespit edilmiştir (EK-1a-f). Uydu görüntülerinden elde edilen buğday, arpa ve mısır hasat alanlarının 2014 yılına göre nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiş, bu nedenle hesaplamalarda GTHB kaynaklı TUIK güncel verileri kullanılmıştır (EK-2).
- Simölasyon modellemesi aşamasında ihtiyaç duyulan 10 yıllık iklim göstergeleri; (günlük maksimum ve minimum sıcaklık dereceleri, yağış miktarı, nispi nem, hava basıncı ve solar radyasyon, güneşlenme saatleri, ortalama rüzgâr hızı) NASA meteorolojik istasyonlarından sağlanmışır. Ayrıca, uzun yıllık ortalama iklim verileri Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak Su Kaynakları Bölümü Ilıca İstasyonundan ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanarak, NASA verileri ile uygunluk analizine tabi tutulmuştur. Uyum testi analiz sonuçları ve NASA meteorolojik istasyonlar koordinatları dikkate alınarak il ölçeğinde yer alan 18 ilçe ve şehir merkezi referans meteorolojik istasyonlarına (RWS) atanmıştır (EK-3a-c). Böylece her bir zon içerisinde iklimsel parametreler arasındaki değişkenliğin minimize edilmesi planlanmıştır.
- Doğal yağışların bitki su ihtiyacını karşılayamadığı kuru tarım alanlarında verim potansiyeli toprağın hidrolik özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle toprak özellikleri ve topoğrafik yapının toprakta bitkiye elverişli suyun miktarını belirleme bakımından etkisi çok önemlidir. Toprak derinliğinin yetersiz olduğu, kaba yapılı ve eğimli topoğrafya üzerinde (etkili kök derinliğini sınırlı olması ve toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması) oluşmuş topraklarda hem yüzey akış kayıplar oldukça yüksek hem de infiltre olan suyun toprak profilinde

depolanma şansı çok daha düşüktür. Dolayısıyla, her bir RWS içerisinde ekim alanlarının en az %50 sini temsil eden 3 farklı hakim Büyük Toprak Grubu (Bazaltik, Kollüviyal ve Alüviyal Topraklar için tekstür, derinlik ve eğim kombinasyonu dikkate alınarak) Erzurum İli Toprak Haritasına uygun olarak uzman görüşü doğrultusunda belirlenmiştir (EK-4).

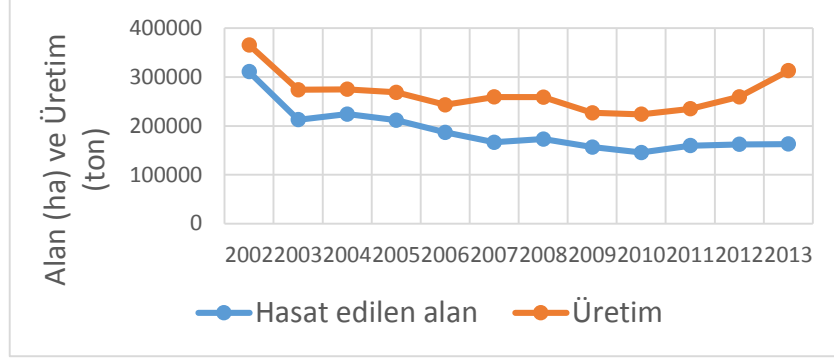
- Buğday, arpa ve mısır üretim sistemleri için ihtiyaç duyulan ekim ve hasat tarihleri, çiçeklenme tarihi ve fizyolojik olgunluk tarihi, çiftçi koşullarında gerçekleşen ürün miktarları vb. bilgiler Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsünden sağlanmıştır (EK - 5).
- İl ölçeğinde potansiyel (Yp) ve su_sınırlı (Yw) ürün miktarları WOFOST simülasyon modeliyle gerçekleştirilmiştir. Her bir lokasyonda çok farklı bitki varyetelerinin kullanılması beklendiğinden, modelin bitkinin fenolojik ve büyüme-ilişkili faktörler altında kalibrasyonuna ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle fenolojik göstergeler yöreye uygun hale getirilinceye kadar, örneğin simüle edilen fizyolojik olgunluk gerçek fizyolojik olgunluk tarihine ulaşıncaya kadar optimize edilmiştir (EK-6). Simülasyonlarda ekim-hasat gün toplamı % 5 ve daha az değişken olan alanlar için model sabitelerinin eşdeğer olduğu kabul edilmiştir. Toplam 6 RWS için 3 bitki (buğday, arpa ve mısır), 3 başat toprak grubu (tın tekstürlü, derin (>90 cm) ve eğim <6%; tın tekstürlü, orta derin (50-90 cm) ve eğim 6-12%; tın tekstürlü, sığ (<50 cm) ve eğim >12%) ve 19 ilçe için toplam 171 simülasyon gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir toprak grubunun kaba ve ince bünyeli olması durumunda ilave simülasyonlar yoluyla ortalama ürün miktarları kullanılarak alansal düzenlemeler yapılmıştır.
- Yp ve Yw üretim miktarları van Wart et al. (2013) göre hakim toprak-bitki yönetim sistemleri kombinasyonu altında hasat edilen alanların ağırlıklı nisbi miktarları dikkate alınarak referans meteorolojik istasyon (RWS) tamponlama zonlarına aktarılmıştır.
- Simülasyon ürün miktarları ile gerçek ürün miktarları arasındaki farktan ürün açığı hesaplamaları yapılmış ve ilçe düzeyinde ortalama ürün açığı değerleri üretilmiştir. Haritaların üretilmesinde ArcGIS program kullanılmıştır. (Buğday ve arpa için simülasyon çıktıları değişkenlik limitleri uygun bulunmuş, mısır için daha güvenli değerlendirmelere ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bu nedenle bu

çalışmada buğday ve arpa için tam analiz sonuçları hazırlanırken mısır için sadece ham ürün verim Çizelge ve Haritaları düzenlenmiştir).

6. BULGULAR ve TARTIŞMA

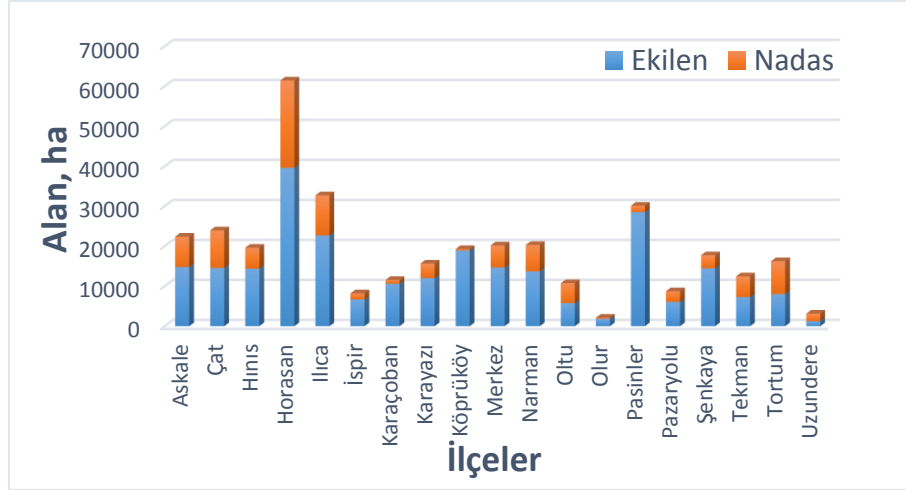
6.1. Erzurum İli Tahıl Hasat Alanları ve Üretim Miktarları

Erzurum coğrafik yapısı ve ekolojik özellikleri bakımından bitkisel üretim faaliyetlerinin nispeten sınırlı olduğu bir ilimizdir. İklim ve topoğrafik koşulların elverişsizliği nedeniyle il genelinde ürün yetiştirme döneminin kısa olması, en iyi toprak ve bitki yönetim koşulları altında bile üretim miktarlarının potansiyel sınırlarını daraltmaktadır. Buna rağmen, il düzeyinde yetiştiriciliği en fazla yapılan ürünlerin potansiyel üretim miktarlarının çiftçi koşullarında elde edilen ürün miktarlarından oldukça farklı olduğu açıkça söylenebilir. Örneğin, 2002 yılında Erzurum il ölçeğinde tahıl hasat alanları 311 054 hektar iken üretim miktarı 365 718 ton ve hektara üretim miktarı 1.18 ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 9). 2002 yılından 2010 yılına kadar hasat edilen alan miktarında sürekli bir azalma meydana gelmiş ve son 3 yılda daha istikrarlı bir değişim sergileyerek 160 000 hektar düzeyinde kalmıştır. Oysa birim hektar başına üretim miktarında önemli artışlar sağlanmıştır. 2012 yılında 1.18 ton ha⁻¹ olan üretim oranı, 2010 yılında 1.54 ton ha⁻¹ ve 2013 yılında ise 1.92 ton ha⁻¹ yükselmiş ve 2002 yılına göre % 62.7 oranında artış meydana gelmiştir (TUIK, 2010 ve 2013). Bu artış sulama olanaklarının artırılması, daha yüksek verimli çeşitlerin kullanılması ile doğrudan ilgili olabilir. Ancak buradan çıkarılması gereken esas sonuç, potansiyel üretim değerine ulaşmak için ürün artışının çok mümkün olabileceği sinyalidir.



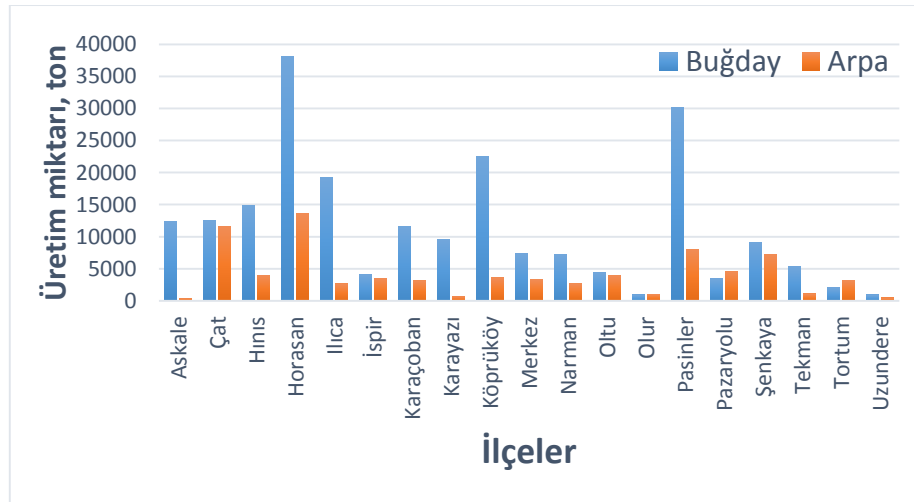
Şekil 9. Erzurum ili tahıl hasat alanları ve üretim miktarları (TUIK 2010 ve 2013 verilerinden üretilmiştir)

Erzurum il ölçeğinde üretim miktarlarını olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biri özellikle iklimin bitkisel üretim yetiştiriciliği için nispeten daha uygun olduğu kuzey kesiminde nadasa bırakılan alanlarının çok daha fazla olması ile ilgilidir. 2013 yılı itibariyle il ölçeğinde toplam ekilebilir alan miktarı 356 880 hektar olup, bunun 256 030 hektarı ekilen ve 100 850 hektarı nadasa bırakılmıştır (Şekil 10). Toplam ekilebilir alan miktarından en yüksek değere sahip üç ilçe Horasan (%17.2), Ilıca (%9.2) ve Pasinler (%8.4), en düşük alana sahip üç ilçe ise Olur (%0.6), Uzundere (%0.9) ve İspir (%2.3)'dir. İl ölçeğinde nadas alanlarının toplam ekilebilir alan içerisindeki payı %28.3 iken, nadas oranı Uzundere'de %60.6, Tortum'da %50.6 ve Oltu ilçesinde %46.3'e kadar yükselmektedir. Elbette bu durum arazi eğiminin nispeten daha yüksek olmasına, bunun doğal bir sonucu olarak toprak derinliği yetersizliği ve daha kaba bünyeli olması nedeniyle su depolama kapasitesinin düşük olmasının beklenen bir sonucudur. Ayrıca, her üç ilçe ve kuzey ilçelerin tamamında yıllık ortalama yağış miktarının orta ve güney kesimde yer alan ilçelere nazaran daha düşük olmasıyla da yakından ilgilidir. Nadas oranının en düşük olduğu ilçeler sırasıyla Köprüköy (%1.8), Pasinler (%5.4) ve Karaçoban (%8.4) dır.



Şekil 10. İlçelere göre tahıllar ve diğer bitkisel ürünler ekim ve nadas alanları (TUIK 2013 verilerinden üretilmiştir)

İlçeler düzeyinde buğday ve arpa üretim miktarları Şekil 11’de görülmektedir. Buğday üretiminin en fazla olduğu ilçeler Horasan, Pasinler ve Köprüköy, arpa üretiminin en fazla olduğu ilçeler ise Horasan, Çat ve Pasinler’dir.



Şekil 11. İlçelere göre buğday ve arpa üretim miktarları (TUIK 2013 verilerinden üretilmiştir).

Bitki simülasyon modeliyle belirlenen ve toprak-topoğrafik özelliklere göre düzeltilmiş potansiyel ürün miktarları Çizelge 1’de görülmektedir. Düzeltilmiş potansiyel ürün miktarları buğday için sulmuş koşullarda 382 kg da^{-1} ile 742 kg da^{-1} , kuru koşullarda 249

kg da⁻¹ ile 456 kg da⁻¹, arpa için ise sulu koşullarda 407 kg da⁻¹ ile 708 kg da⁻¹, kuru koşullarda 2860 kg da⁻¹ ile 435 kg da⁻¹ arasında değişmektedir.

Potansiyel üretim miktarının belirlenmesinde tek sınırlayıcı faktör iklimdir. Normal koşullarda potansiyel üretim miktarının %80'ine ulaşılabileceği beklenmektedir (Lobell et al., 2009). Oysa birçok koşulda elde edilen üretim miktarının potansiyel üretim miktarının çok daha altındadır. Bu durum bitkisel üretimin biyofiziksel gelişiminin sınırlı olmasından değil, dış faktörlerin elverişsizliği ile ilgilidir. Ürün açığının belirlenmesinde bitki simülasyon yöntemiyle tahmin edilen potansiyel ürün miktarları ile çiftçi koşullarında gerçekleşen ürün miktarları arasındaki fark dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, gerçekleşen ürün değerlerinin kamu kurumları tarafından bildirilen resmi üretim değerleri olduğu, çok değişken ve farklı toprak-bitki yönetim uygulamaları altında bulunan alanlardan elde edilen ortalama değeri yansıttığı açıktır. Bu bilgiler dahilinde, ürün açığının belirlenmesinde bitki simülasyon modeli kullanılarak tahmin edilen düzeltilmiş potansiyel ve su_sınırlı üretim düzeyinin %80'ine ulaşılmasının kabul edilebilir olduğu öngörülerek buğday ve arpa için yapılan durum değerlendirmeleri aşağıda özetlenmiştir.

Çizelge 1. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday ve arpa bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen ürün miktarları.

İlçeler	Potansiyel ürün kg da ⁻¹		Su sınırlı ürün* kg da ⁻¹		Düzeltilmiş** Potansiyel ürün kg da ⁻¹		Düzeltilmiş** Su sınırlı ürün kg da ⁻¹	
	Buğday	Arpa	Buğday	Arpa	Buğday	Arpa	Buğday	Arpa
Askale	709	756	362	370	532	601	308	352
Çat	680	638	352	361	491	526	334	343
Hınıs	780	638	392	361	597	542	392	307
Horasan	709	657	362	310	526	517	362	310
İlica	840	756	456	370	705	668	433	370
İspir	865	851	537	510	576	600	430	434
Karaçoban	680	638	352	361	514	542	317	361
Karayazı	659	634	332	358	382	414	249	286
Köprüköy	790	756	362	370	586	594	344	303
Merkez	840	802	456	498	705	708	342	374
Narman	709	756	362	370	539	608	311	318
Oltu	865	751	537	480	596	588	456	408
Olur	857	840	491	483	550	572	319	362
Pasinler	840	756	456	370	742	668	456	370
Pazaryolu	857	840	491	483	584	605	393	435
Şenkaya	717	682	358	412	492	496	301	391
Tekman	680	638	352	361	405	407	299	343
Tortum	857	840	491	483	571	625	393	411
Uzundere	865	851	537	510	589	647	349	434

*Doğal yayış koşullarındaki ürün, **Yetiştirme ortamının toprak yapısına ve eğime göre düzeltilmiştir.

6.2. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Buğday Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi

- Sulu koşullarda en yüksek potansiyel ürün miktarı Pasinler (742 kg da^{-1}), Ilıca ve Merkez (705 kg da^{-1}), en düşük ürün miktarı ise Karayazı (382 kg da^{-1}) ilçesinde (Çizelge 2; Harita 1a, b) elde edilmiştir.
- Doğal yağış koşullarında (kuru tarım veya su _sınırlı üretim) en yüksek ürün miktarı Oltu ve Pasinler (456 kg da^{-1}), en düşük ürün miktarı ise Karayazı (249 kg da^{-1}) ilçesinde belirlenmiştir (Çizelge 2; Harita 2a, b).
- Sulama olanaklarının yetersizliği nedeniyle ürün kayıplarının en fazla yaşandığı alanlar Merkez (290 kg da^{-1}), Pasinler (229 kg da^{-1}) ve Ilıca (217 kg da^{-1}) ilçeleridir (Çizelge 3).
- Sulu koşullarda potansiyel ürün miktarı ile çiftçi koşullarında elde edilen gerçek ürün miktarları arasındaki farkların, diğer bir ifadeyle ürün açığı miktarlarının en fazla olduğu ilçeler Merkez (326 kg da^{-1}), Ilıca (316 kg da^{-1}) ve Pasinler (300 kg da^{-1}) dir (Çizelge 4 ve Şekil 12; Harita 3a; Harita 4a).
- Su _sınırlı üretim koşullarında ürün açığı miktarlarının en yüksek olduğu ilçeler Oltu (225 kg da^{-1}) ve İspir (200 kg da^{-1}) ilçeleridir (Çizelge 4; Harita 3b; Harita 4b).

Çizelge 2. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen üretim miktarları

İlçeler	Potansiyel üretim (PP)		Su sınırlı üretim (WLP)	
	PP _r kg da ⁻¹	PP _c kg da ⁻¹	WLP _r kg da ⁻¹	WLP _c kg da ⁻¹
Aşkale	709	532	362	308
Çat	680	491	352	334
Hınıs	780	597	392	392
Horasan	709	526	362	362
Ilıca	840	705	456	433
İspir	865	576	537	430
Karaçoban	680	514	352	317
Karayazı	659	382	332	249
Köprüköy	790	586	362	344
Merkez	840	705	456	342
Narman	709	539	362	311
Oltu	865	596	537	456
Olur	857	550	491	319
Pasinler	840	742	456	456
Pazaryolu	857	584	491	393
Şenkaya	717	492	358	301
Tekman	680	405	352	299
Tortum	857	571	491	393
Uzundere	865	589	537	349

PP_r & WLP_r : düzeltilmemiş PP ve WLP

PP_c & WLP_c : yetiştirme alanının toprak yapısına ve eğimine göre düzeltilmiş PP ve WLP

Çizelge 3. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel ve su sınırlı üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri

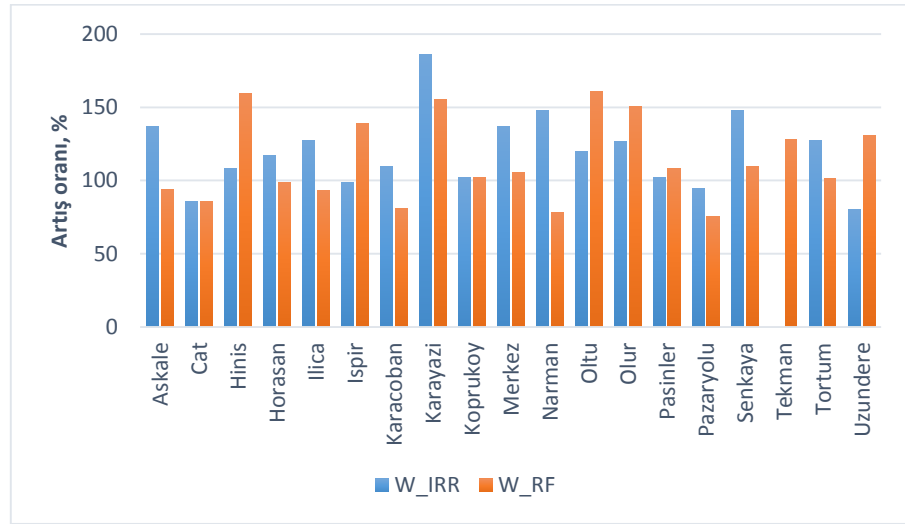
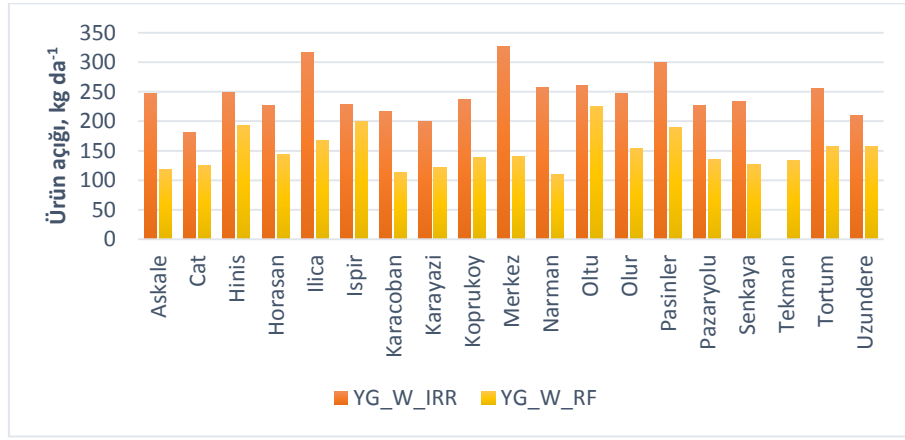
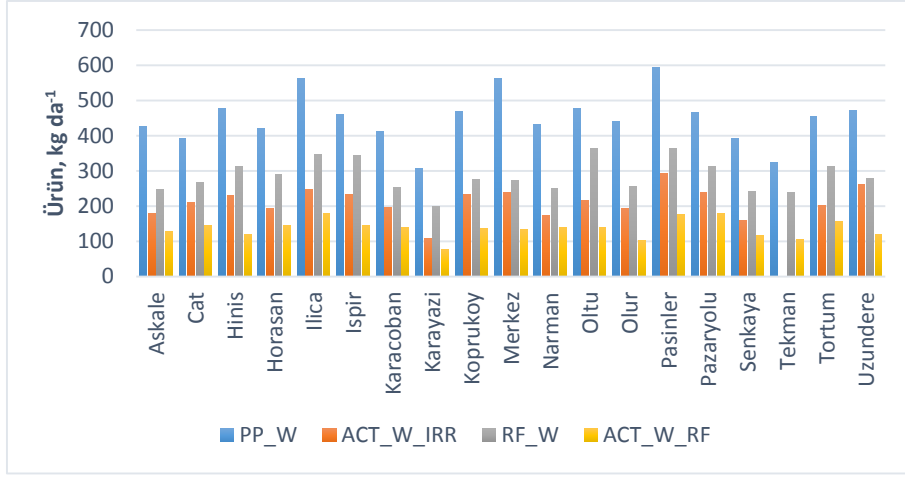
İlçeler	Potansiyel üretim (PP _c) kg da ⁻¹	Su sınırlı üretim (WLP _c) kg da ⁻¹	Ürün açığı* kg da ⁻¹
Aşkale	426	246	180
Çat	393	268	125
Hınıs	477	314	163
Horasan	421	290	131
Ilıca	564	347	217
İspir	461	344	117
Karaçoban	412	253	159
Karayazı	306	199	107
Köprüköy	469	275	194
Merkez	564	274	290
Narman	431	249	182
Oltu	477	365	112
Olur	440	255	185
Pasinler	594	365	229
Pazaryolu	467	314	153
Şenkaya	393	241	152
Tekman	324	239	85
Tortum	456	314	142
Uzundere	472	279	193

*Ürün açığının belirlenmesinde potansiyel ürünün %80'ine ulaşılabilceği varsayılmıştır.

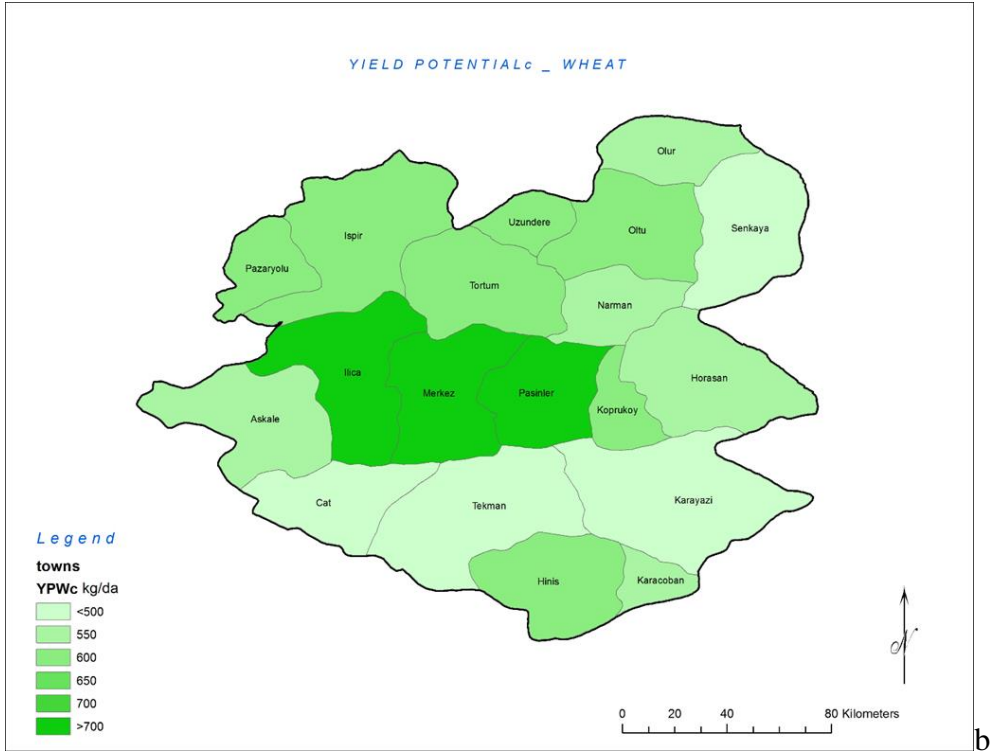
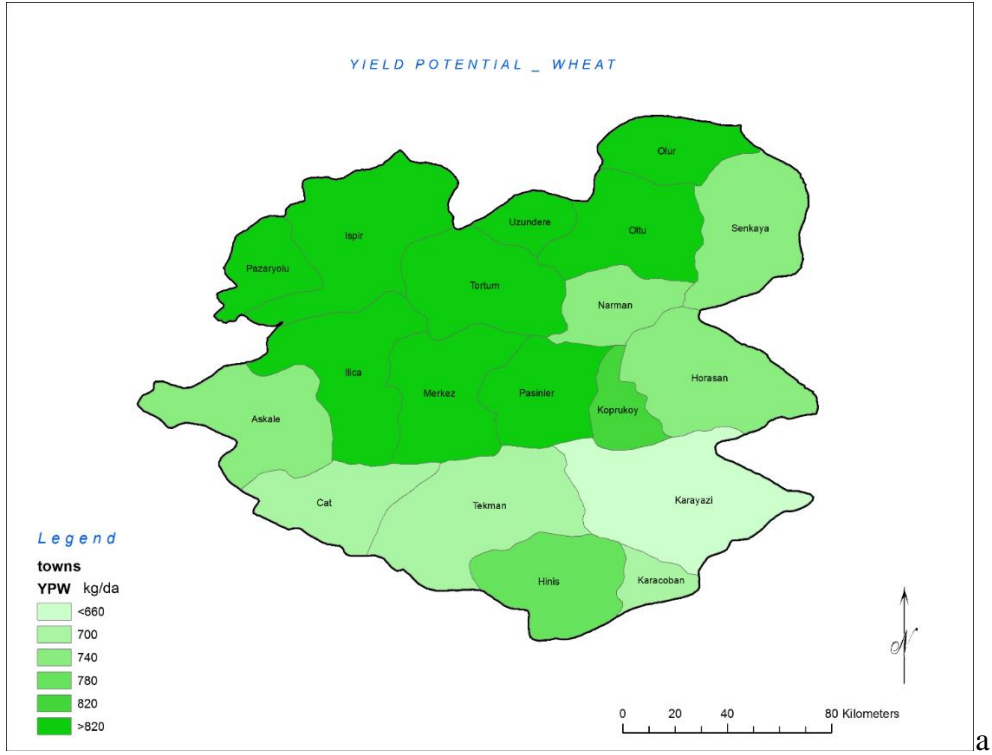
Çizelge 4. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için tahmin edilen potansiyel ve su sınırlı üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri.

İlçeler	Sulu, kg da ⁻¹			Kuru, kg da ⁻¹		
	Potansiyel (PP _c)	Gerçekleşen*	Ürün açığı	Su sınırlı (WLP _c)	Gerçekleşen*	Ürün açığı
Aşkale	426	180	246	246	127	119
Çat	393	212	181	268	144	124
Hınıs	477	229	248	314	121	193
Horasan	421	194	227	290	146	144
Ilıca	564	248	316	347	179	168
İspir	461	232	229	344	144	200
Karaçoban	412	196	216	253	140	113
Karayazı	306	107	199	199	78	121
Köprüköy	469	232	237	275	136	139
Merkez	564	238	326	274	133	141
Narman	431	174	257	249	140	109
Oltu	477	217	260	365	140	225
Olur	440	194	246	255	102	153
Pasinler	594	294	300	365	175	190
Pazaryolu	467	240	227	314	179	135
Şenkaya	393	159	234	241	115	126
Tekman	324	-	-	239	105	134
Tortum	456	201	255	314	156	158
Uzundere	472	262	210	279	121	158

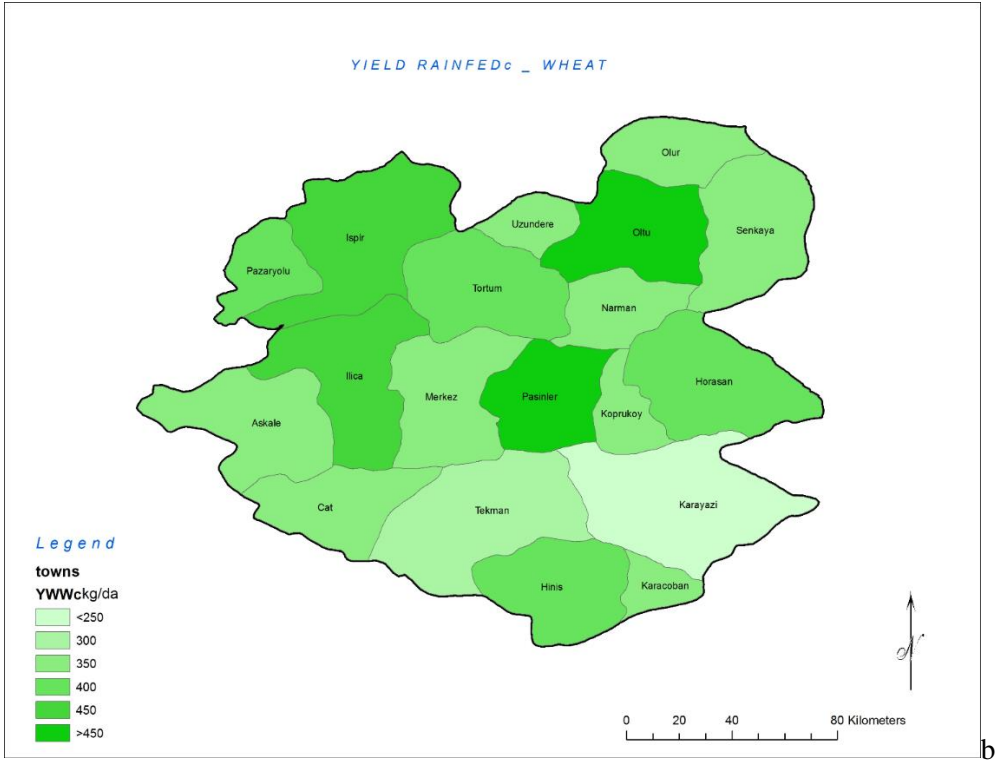
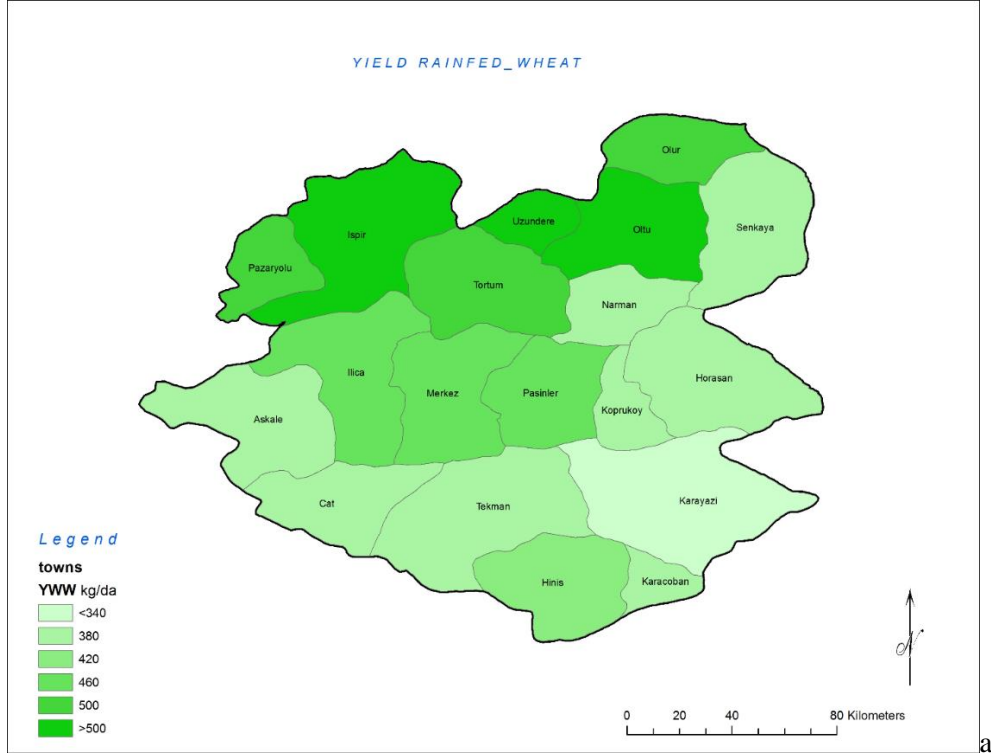
*TUIK, 2014



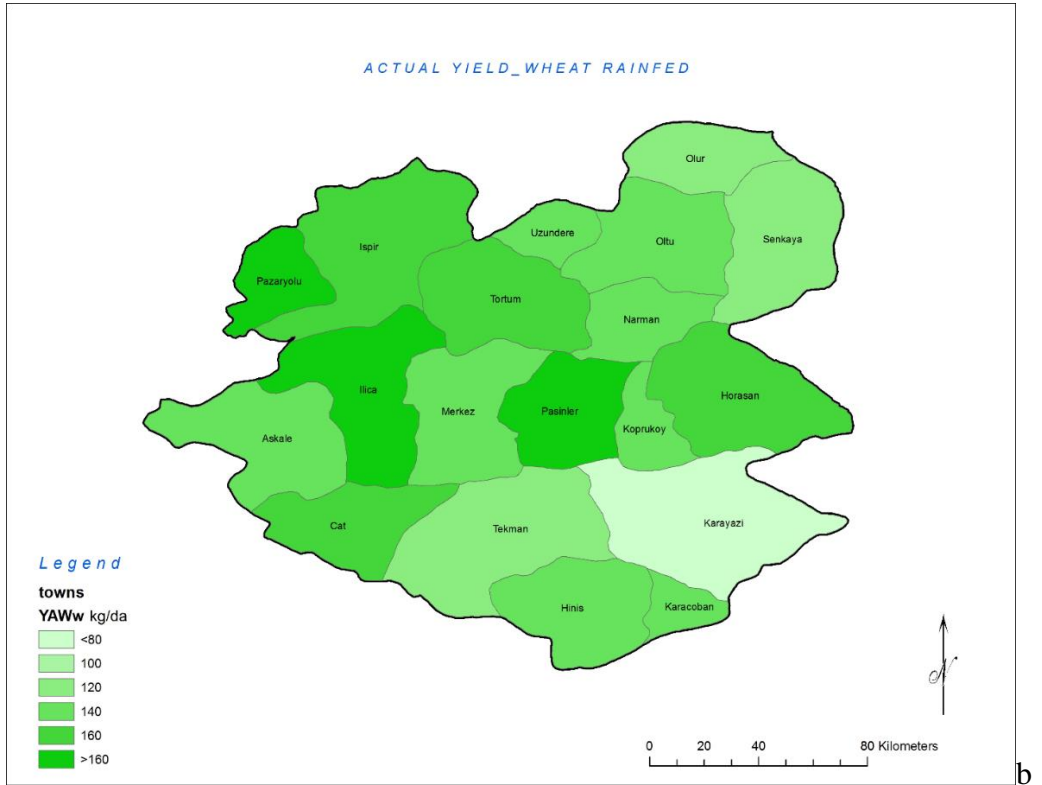
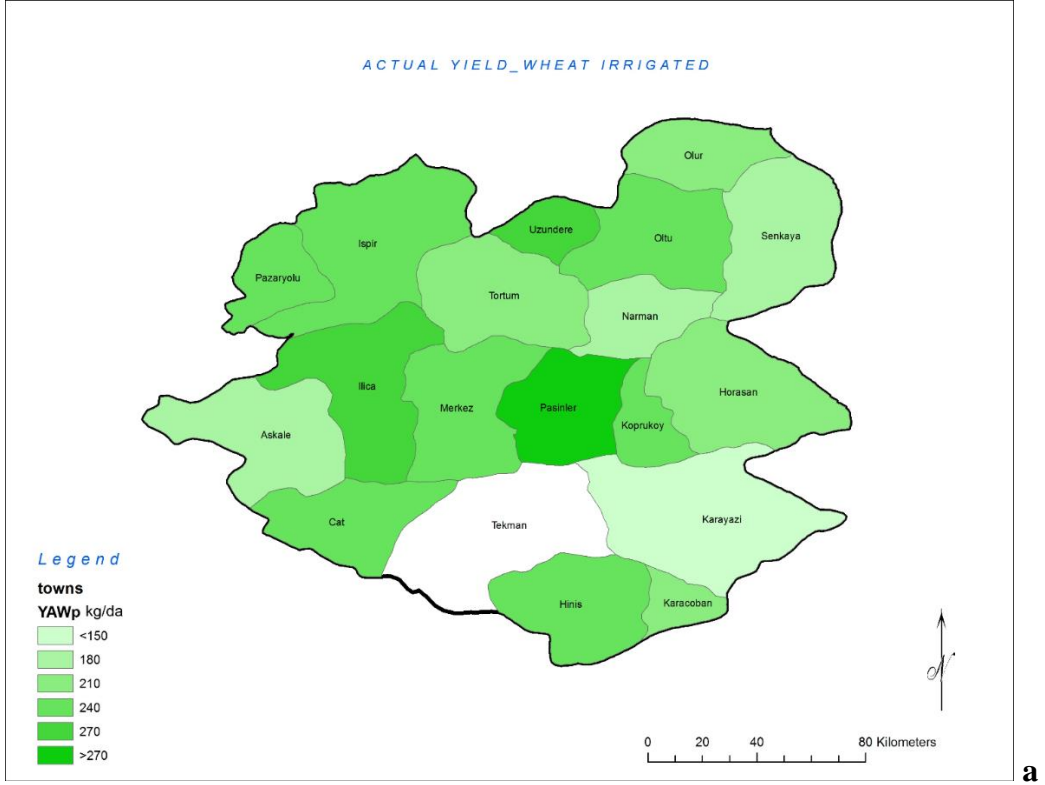
Şekil 12. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları, ürün açığı değerleri ve gerçekleştirilebilir ürün artış oranları



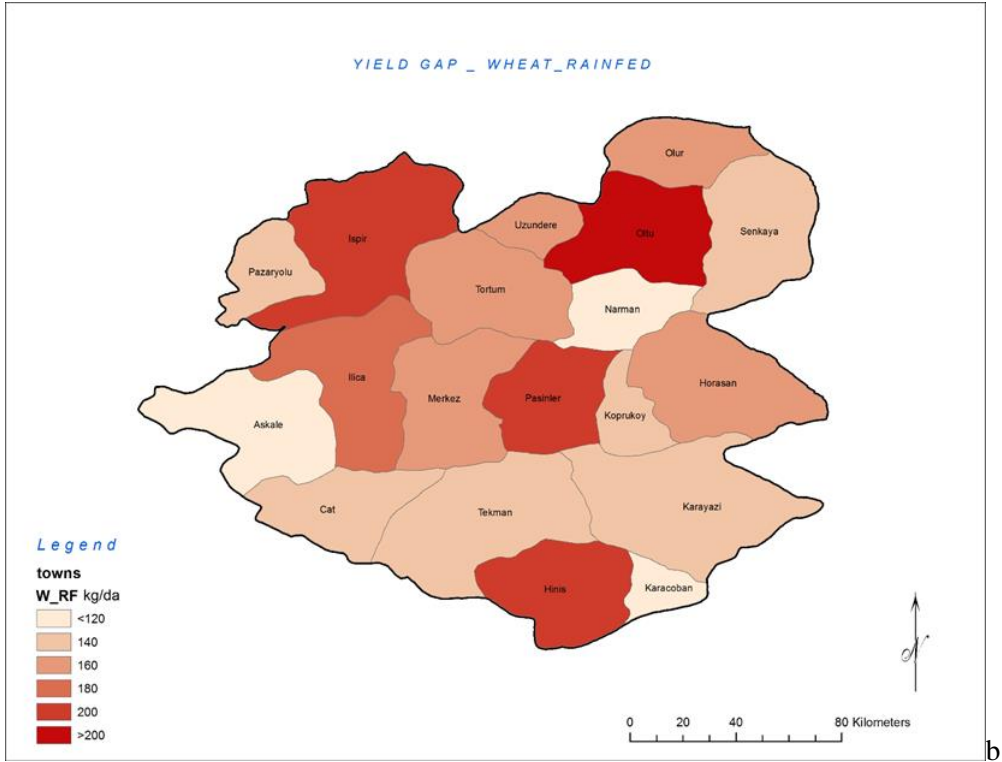
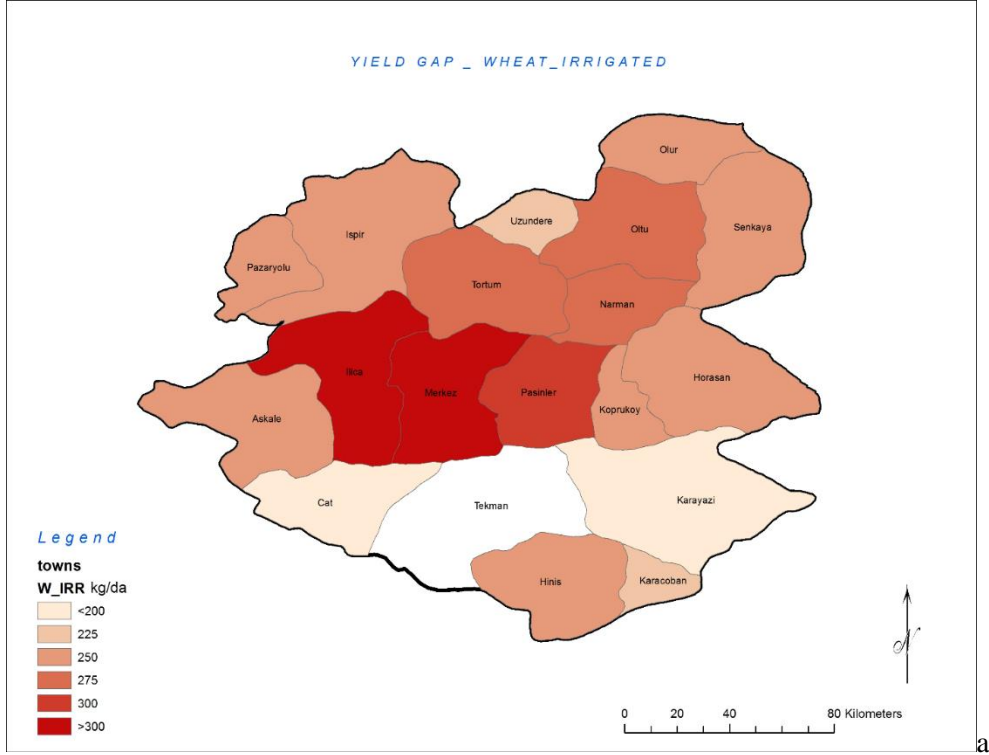
Harita 1. Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen buğday bitkisi için potansiyel üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş potansiyel üretim miktarları (b).



Harita 2. Erzurum il ölçeğinde doğal yağış koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için beklenen üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş beklenen üretim miktarları (b).



Harita 3. Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen buğday bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (b).



Harita 4. Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen buğday bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (b).

6.3. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Arpa Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi

- Sulu koşullarda en yüksek potansiyel ürün miktarı Merkez (708 kg da⁻¹), Ilıca ve Pasinler (668 kg da⁻¹), en düşük ürün miktarı ise Tekman (407 kg da⁻¹) ilçesinde (Çizelge 5; Harita 5a, b) elde edilmiştir.
- Su _sınırlı üretim koşullarında en yüksek ürün miktarı Pazaryolu (435 kg da⁻¹), İspir ve Uzundere (434 kg da⁻¹) en düşük ürün miktarı ise Karayazı (286 kg da⁻¹) ilçesinde belirlenmiştir (Çizelge 5; Harita 6a, b).
- Buğdayda olduğu gibi sulama olanaklarının yetersizliği nedeniyle ürün kayıplarının en fazla yaşandığı alanlar Merkez (268 kg da⁻¹), Pasinler ve Ilıca (238 kg da⁻¹) ilçeleridir (Çizelge 6).
- Sulu koşullarda ürün açığı miktarlarının en fazla olduğu ilçeler Merkez (291 kg da⁻¹), Narman (245 kg da⁻¹) ve Köprüköy (244 kg da⁻¹) dir (Çizelge 7; Şekil 13; Harita 7a; Harita 8a).
- Su _sınırlı üretim koşullarında ürün açığı miktarlarının en yüksek olduğu ilçeler Uzundere (174 kg da⁻¹) ve İspir (171 kg da⁻¹) ilçeleridir (Çizelge 7; Harita 7b, Harita 8b).

Çizelge 5. Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için WOFOST bitki büyüme simülasyon modeline göre tahmin edilen üretim miktarları.

İlçeler	Potansiyel üretim (PP)		Su sınırlı üretim (WLP)	
	P_{i_r} kg da ⁻¹	PP_c kg da ⁻¹	WLP_r kg da ⁻¹	WLP_c kg da ⁻¹
Aşkale	756	601	370	352
Çat	638	526	361	343
Hınıs	638	542	361	307
Horasan	657	517	310	310
Ilıca	756	668	370	370
İspir	851	600	510	434
Karaçoban	638	542	361	361
Karayazı	634	414	358	286
Köprüköy	756	594	370	303
Merkez	802	708	498	374
Narman	756	608	370	318
Oltu	751	588	480	408
Olur	840	572	483	362
Pasinler	756	668	370	370
Pazaryolu	840	605	483	435
Şenkaya	682	496	412	391
Tekman	638	407	361	343
Tortum	840	625	483	411
Uzundere	851	647	510	434

P_{i_r} & WLP_r : düzeltilmemiş PP ve WLP

PP_c & WLP_c : yetiştirme alanının toprak yapısına ve eğimine göre düzeltilmiş PP ve WLP

Çizelge 6. Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel ve su sınırlı üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri.

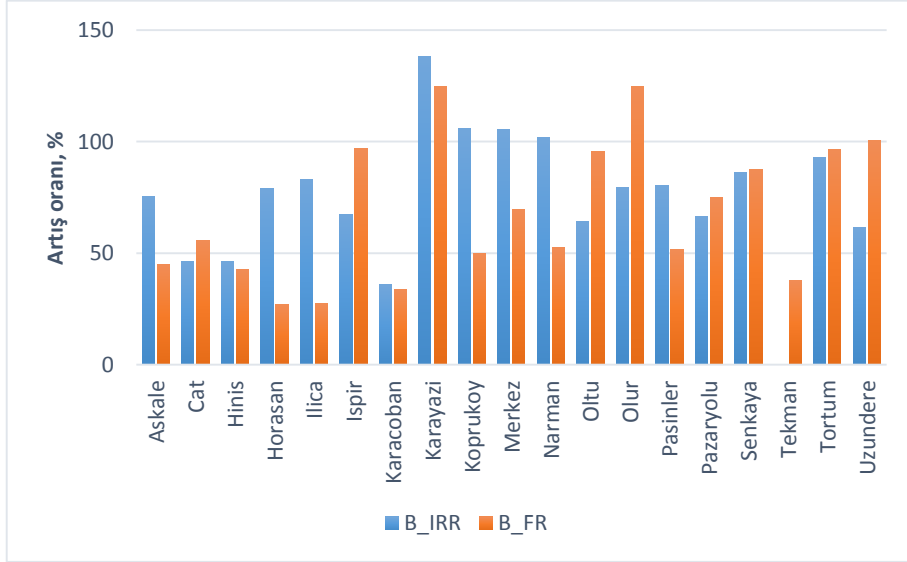
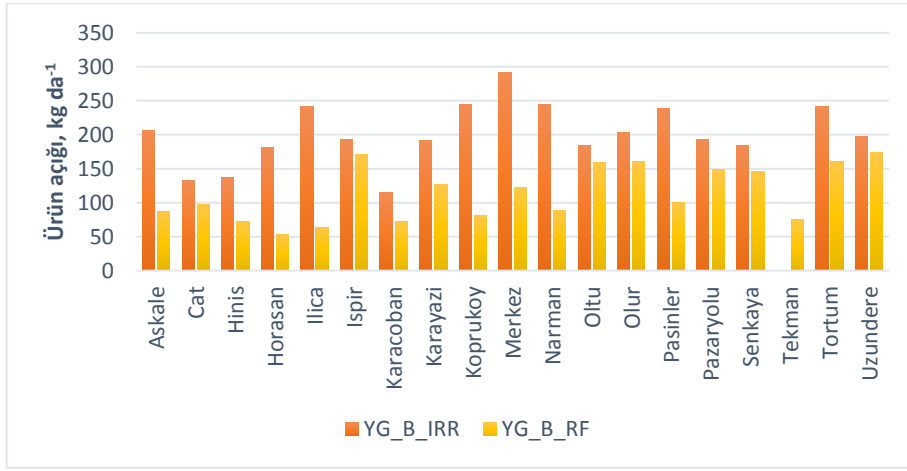
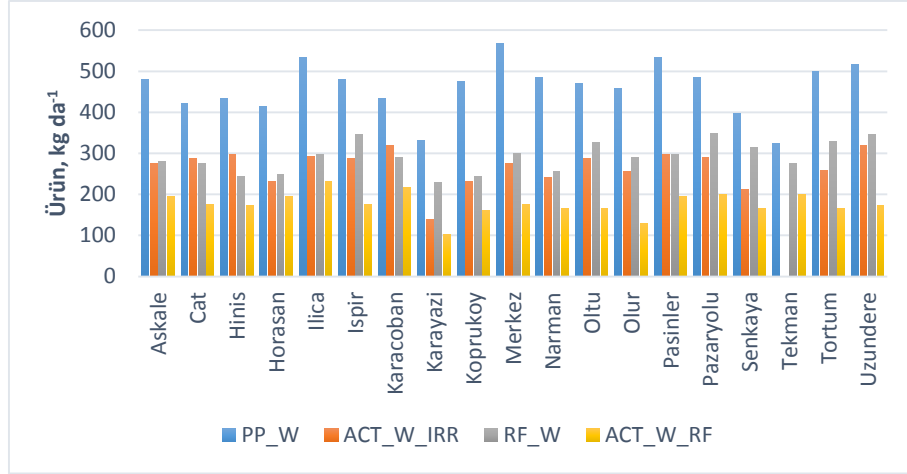
İlçeler	Potansiyel üretim (PP _c) kg da ⁻¹	Su sınırlı üretim (WLP _c) kg da ⁻¹	Ürün açığı* kg da ⁻¹
Aşkale	481	281	200
Çat	421	274	147
Hınıs	434	245	189
Horasan	413	248	165
Ilıca	534	296	238
İspir	480	347	133
Karaçoban	434	289	145
Karayazı	331	229	102
Köprüköy	475	243	232
Merkez	567	299	268
Narman	486	255	231
Oltu	471	326	145
Olur	458	290	168
Pasinler	534	296	238
Pazaryolu	484	348	136
Şenkaya	397	313	84
Tekman	325	274	51
Tortum	500	328	172
Uzundere	517	347	170

*Ürün açığının belirlenmesinde potansiyel ürünün %80'ine ulaşılabileceği varsayılmıştır.

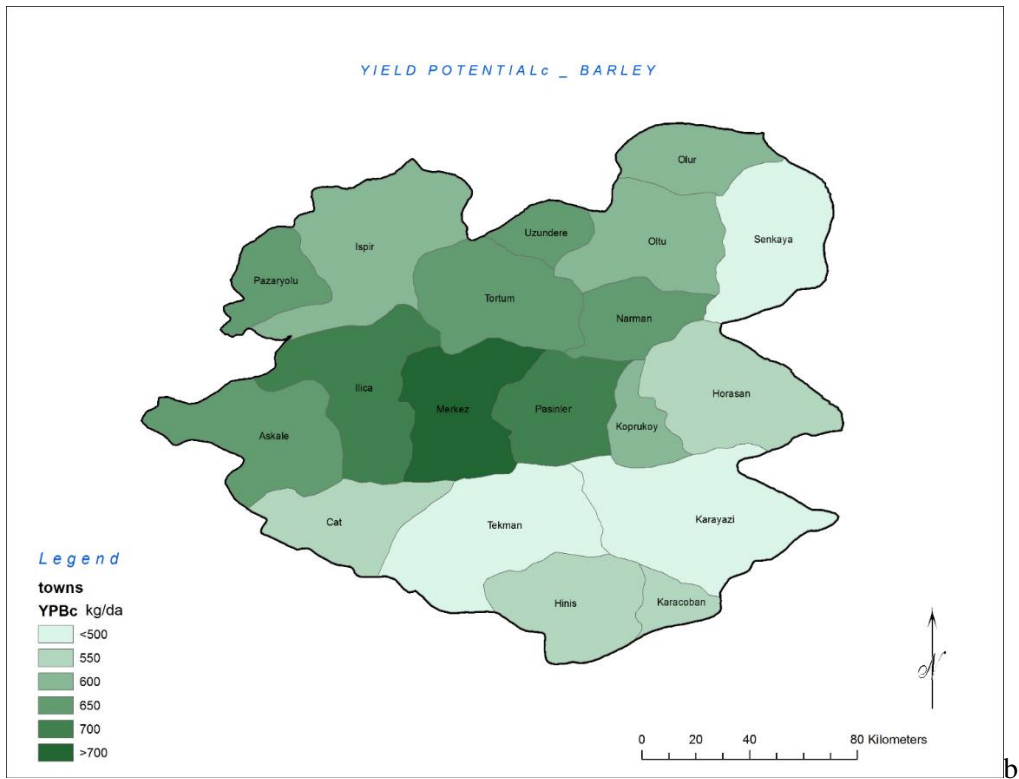
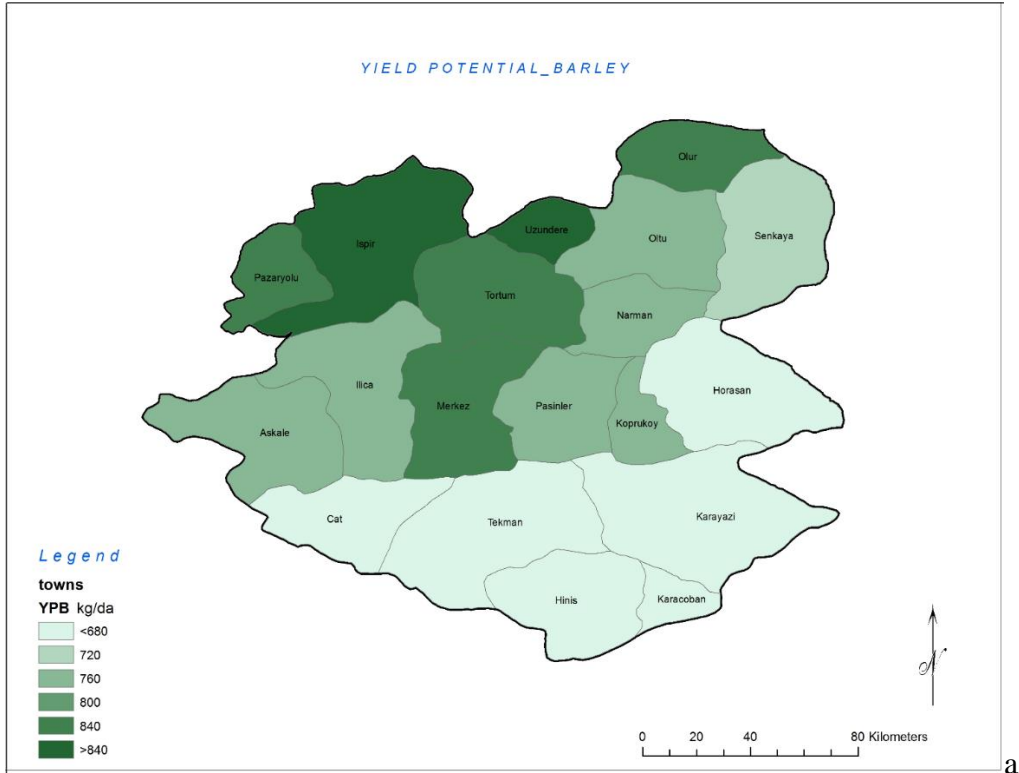
Çizelge 7. Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için tahmin edilen potansiyel ve su sınırlı üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri.

İlçeler	Sulu, kg da ⁻¹			Kuru, kg da ⁻¹		
	Potansiyel (PP _c)	Gerçekleşen*	Ürün açığı	Su sınırlı (WLP _c)	Gerçekleşen*	Ürün açığı
Aşkale	481	274	207	281	194	87
Çat	421	288	133	274	176	98
Hınıs	434	297	137	245	172	73
Horasan	413	231	182	248	195	53
Ilıca	534	292	242	296	232	64
İspir	480	287	193	347	176	171
Karaçoban	434	319	115	289	216	73
Karayazı	331	139	192	229	102	127
Köprüköy	475	231	244	243	162	81
Merkez	567	276	291	299	176	123
Narman	486	241	245	255	167	88
Oltu	471	287	184	326	167	159
Olur	458	255	203	290	129	161
Pasinler	534	296	238	296	195	101
Pazaryolu	484	291	193	348	199	149
Şenkaya	397	213	184	313	167	146
Tekman	325	-	-	274	199	75
Tortum	500	259	241	328	167	161
Uzundere	517	320	197	347	173	174

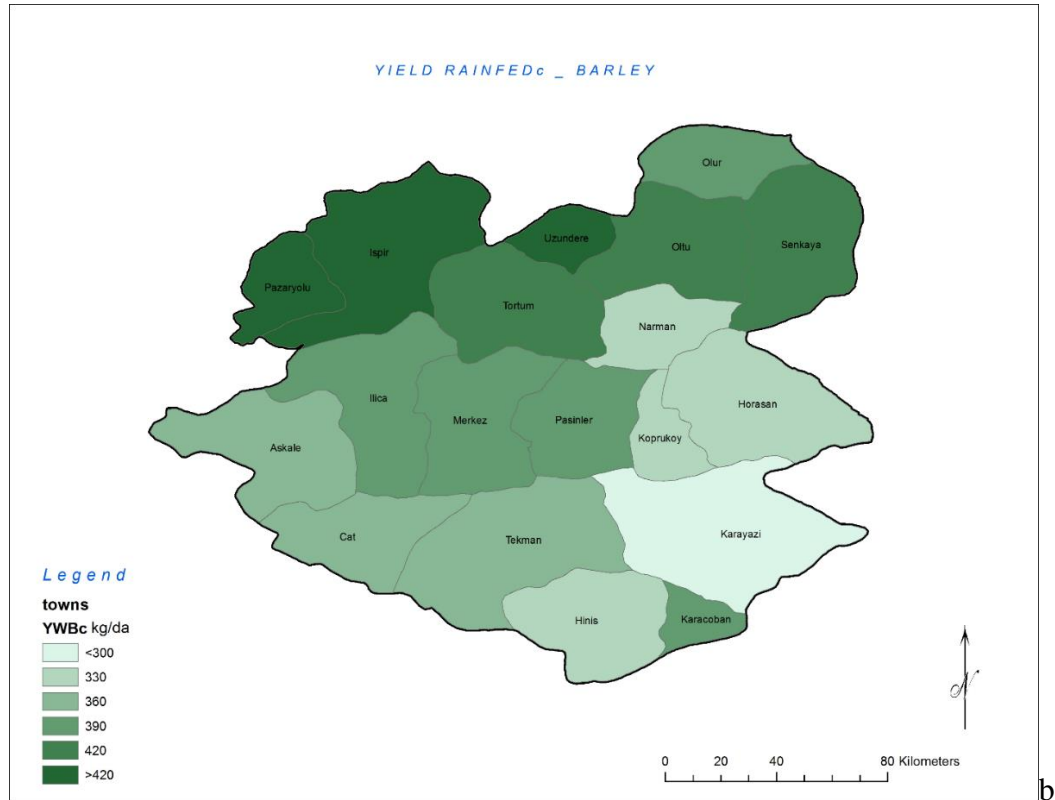
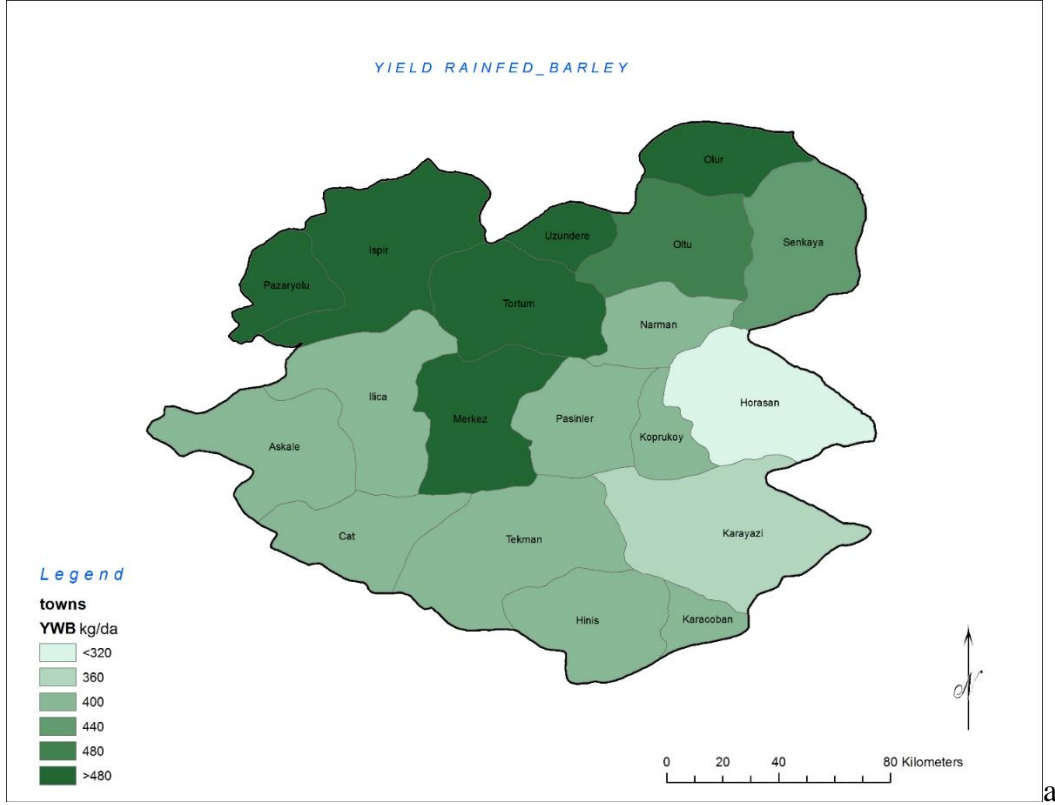
*TUIK, 2014



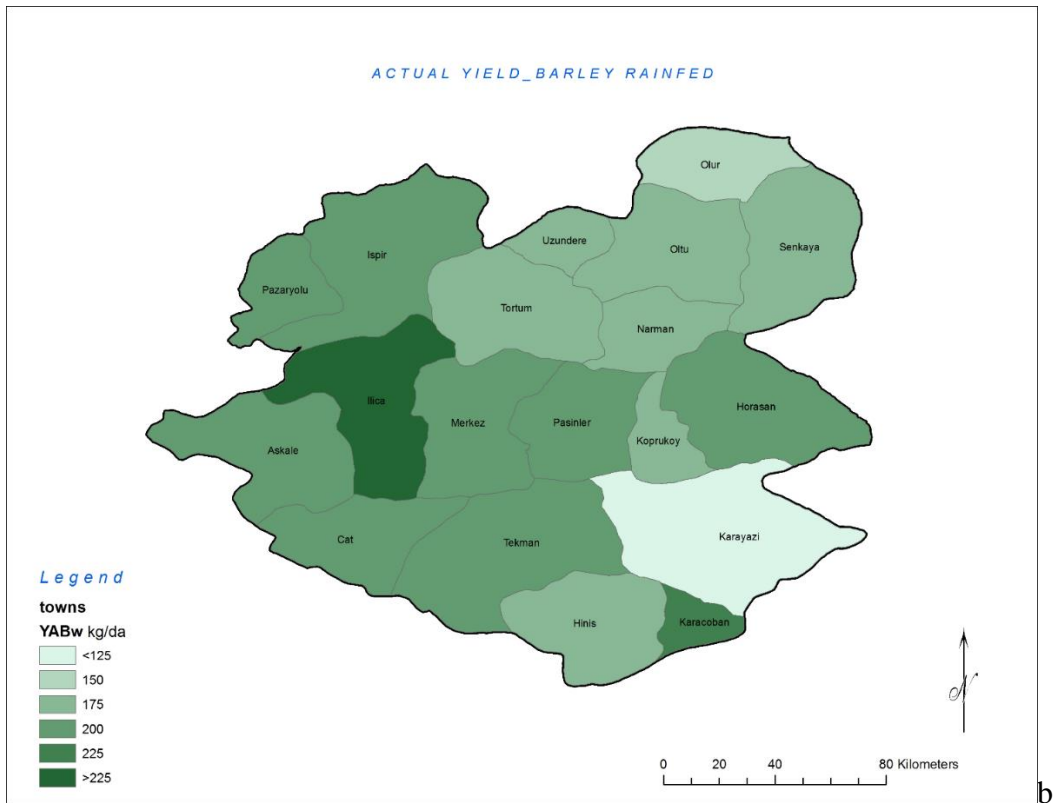
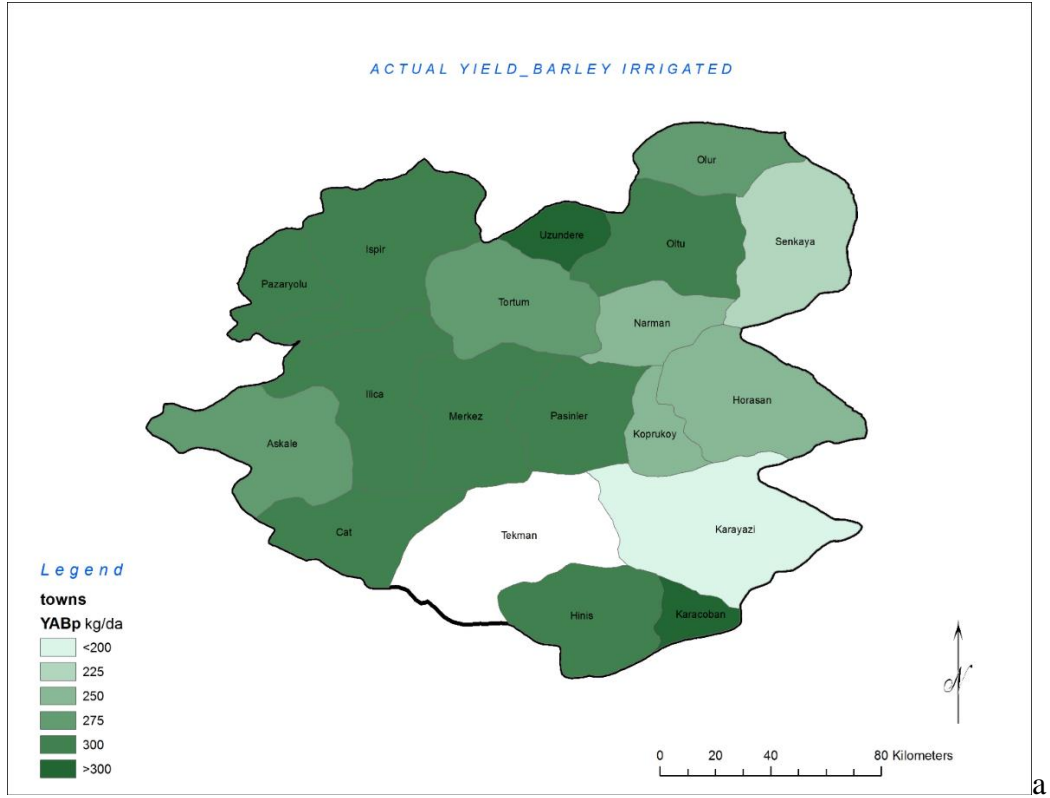
Şekil 13. Erzurum koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları, ürün açığı değerleri ve gerçekleştirilebilir ürün artış oranları



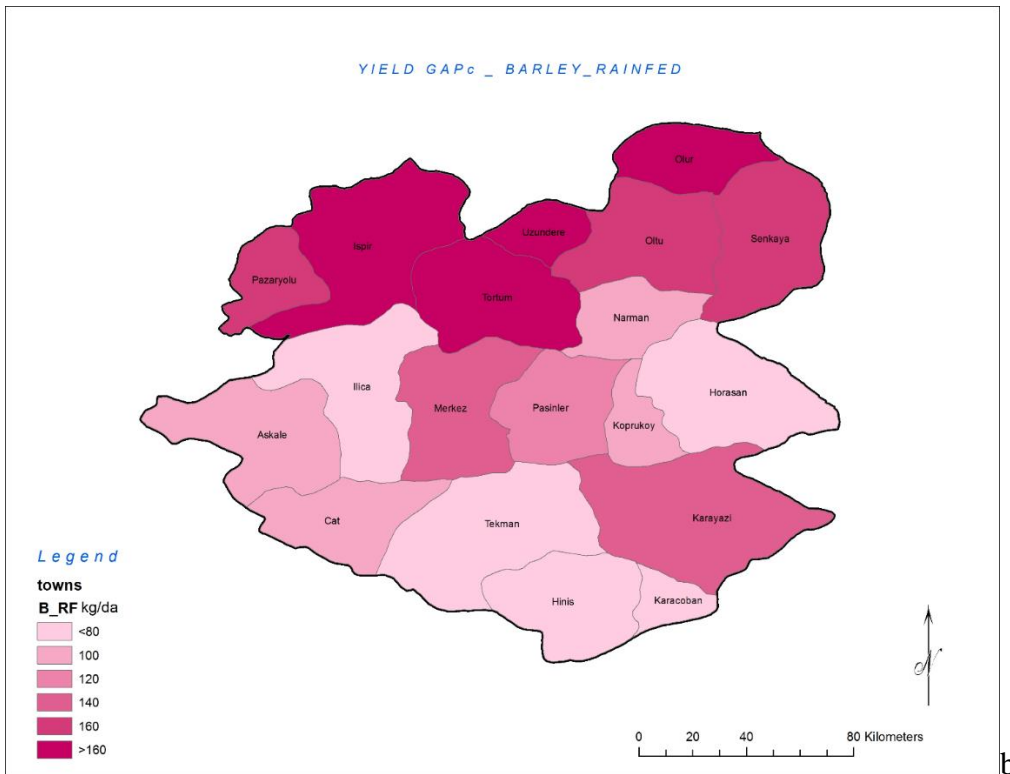
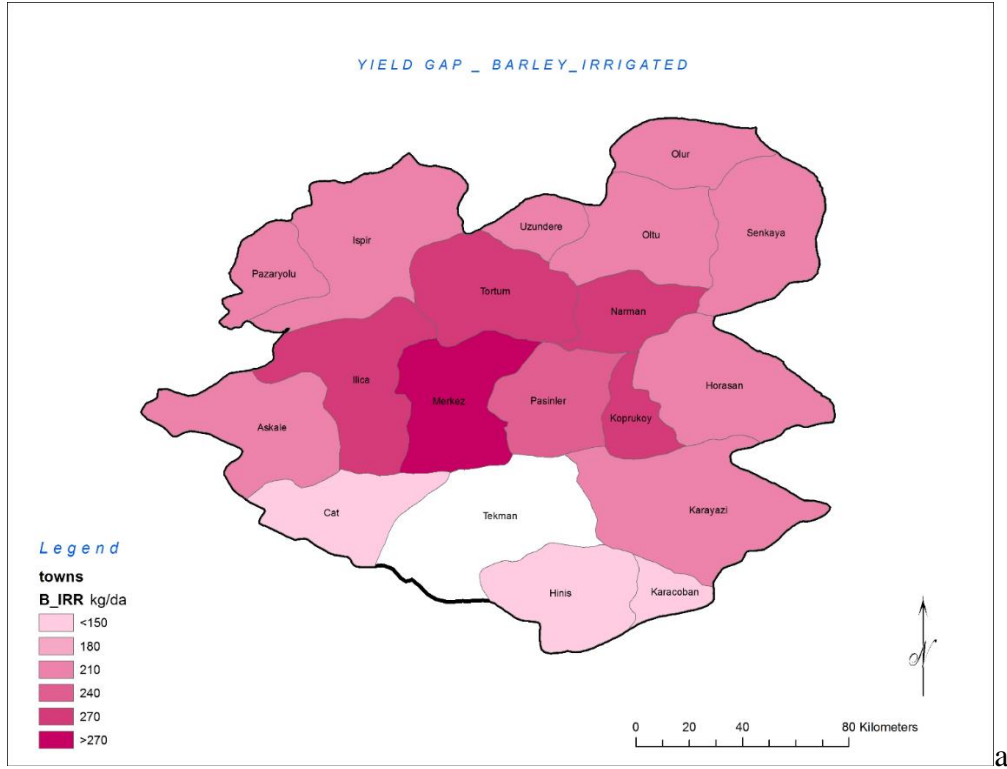
Harita 5. Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen arpa bitkisi için potansiyel üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş potansiyel üretim miktarları (b).



Harita 6. Erzurum il ölçeğinde doğal yağış koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için beklenen üretim miktarları (a) ile yetiştirme alanının toprak-eğim özelliklerine göre düzeltilmiş beklenen üretim miktarları (b).



Harita 7. Erzurum il ölçeğinde sulı koşullarda yetiştirilen arpa bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için gerçekleşen üretim miktarları (b).



Harita 8. Erzurum il ölçeğinde sulu koşullarda yetiştirilen arpa bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (a) ile doğal yağış (kuru) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi için tahmini ürün açığı miktarları (b).

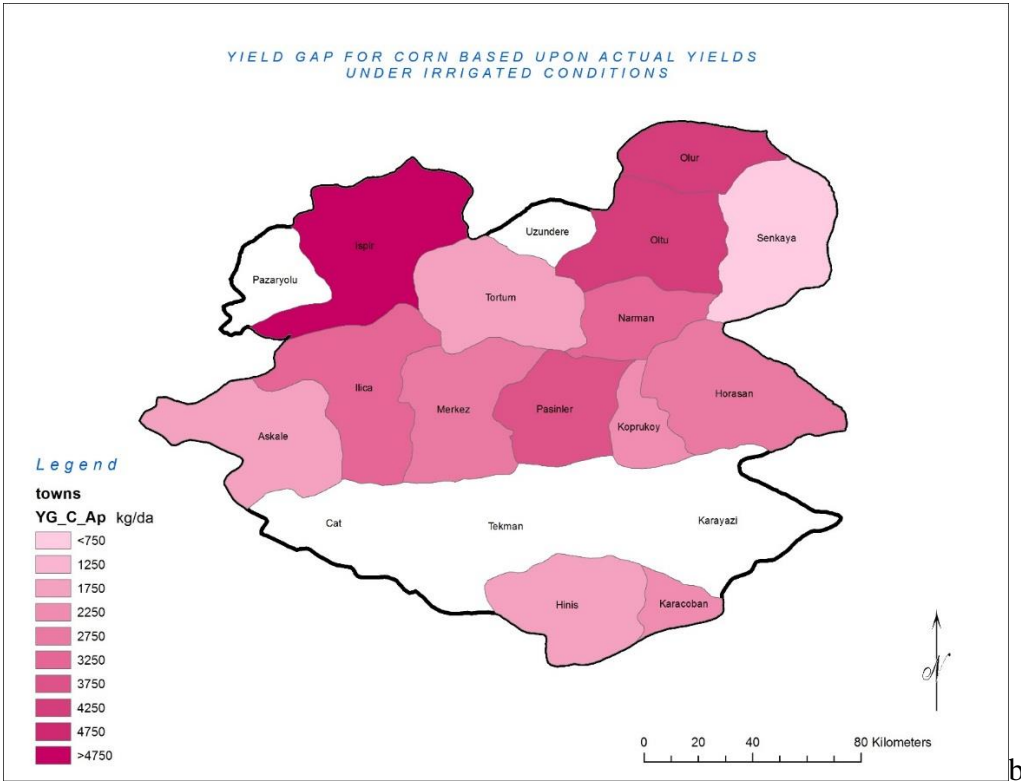
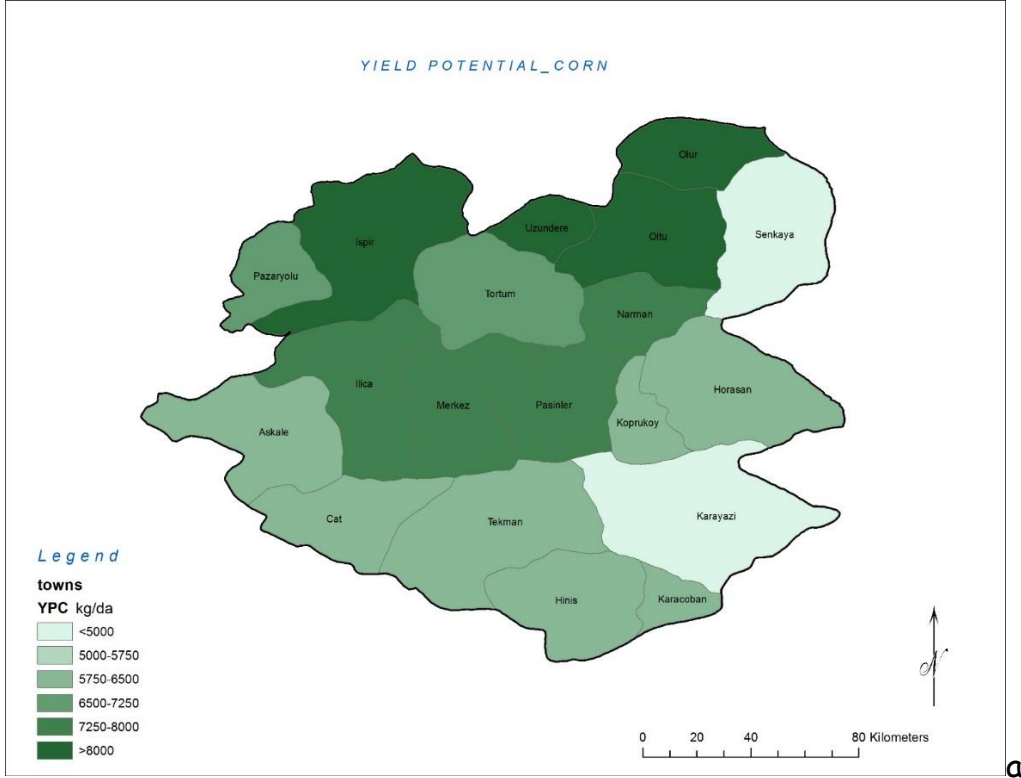
6.4. Erzurum Koşullarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Potansiyel Ürün Miktarı ve Ürün Açığı Analizi

- Mısır için en yüksek potansiyel ürün miktarına sahip ilçeler Oltu, Olur, İspir, ve Uzundere (8788 kg da⁻¹) olup, sulama olanakları nedeniyle en fazla yetiştiriciliği yapılan Merkez, Ilıca ve Pasinler ilçelerinde potansiyel ürün miktarlarının yaklaşık 7500 kg da⁻¹ olduğu tahmin edilmektedir (Çizelge 8).
- Ürün açığı miktarlarının en fazla olduğu ilçeler İspir (4788 kg da⁻¹), Oltu (3788 kg da⁻¹) ve Olur (3788 kg da⁻¹) ilçeleridir (Çizelge 8 ve Harita 9).

Çizelge 8. Erzurum koşullarında yetiştirilen mısır bitkisi için tahmin edilen potansiyel üretim miktarları ile gerçekleşen üretim miktarlarına göre belirlenen ürün açığı değerleri.

İlçeler	Potansiyel (PP _c)	Gerçekleşen*	Ürün açığı
Aşkale	6310	5000	1310
Çat	6209	-	-
Hınıs	6209	4500	1709
Horasan	6310	4000	2310
Ilıca	7572	4750	2822
İspir	8788	4000	4788
Karaçoban	6209	4000	2209
Karayazı	4890	-	-
Köprüköy	6310	4500	1810
Merkez	7944	5290	2654
Narman	7257	4500	2757
Oltu	8788	5000	3788
Olur	8788	5000	3788
Pasinler	7572	4000	3572
Pazaryolu	7087	-	-
Şenkaya	4627	3900	727
Tekman	6209	-	-
Tortum	7087	4000	1670
Uzundere	8788	-	-

*TUIK, 2014



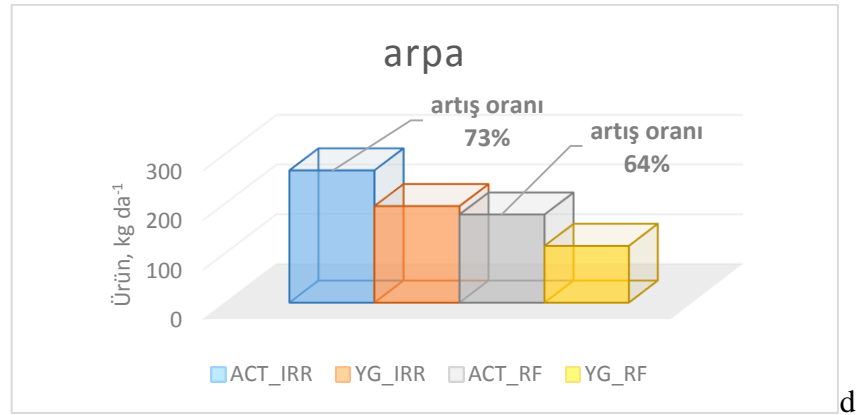
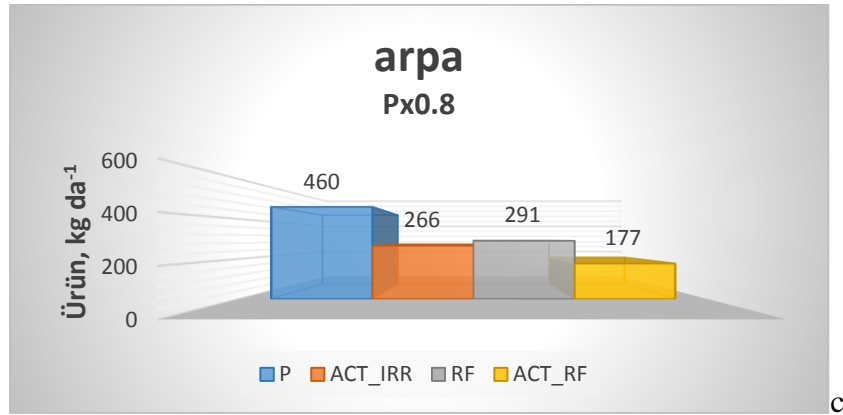
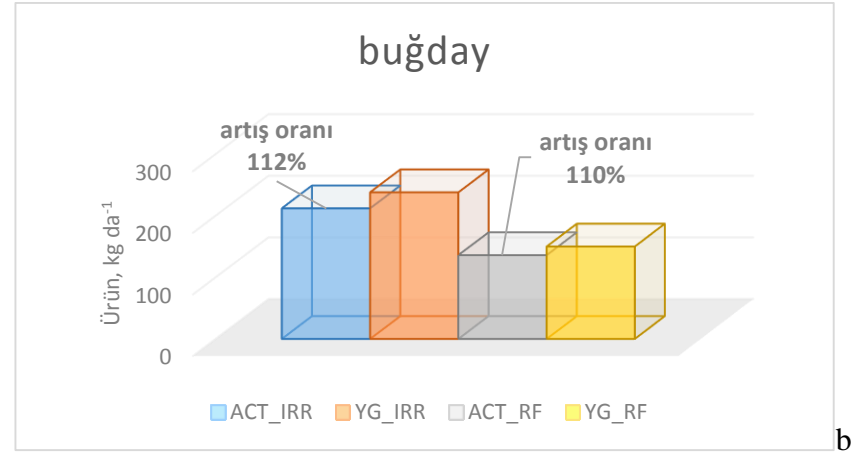
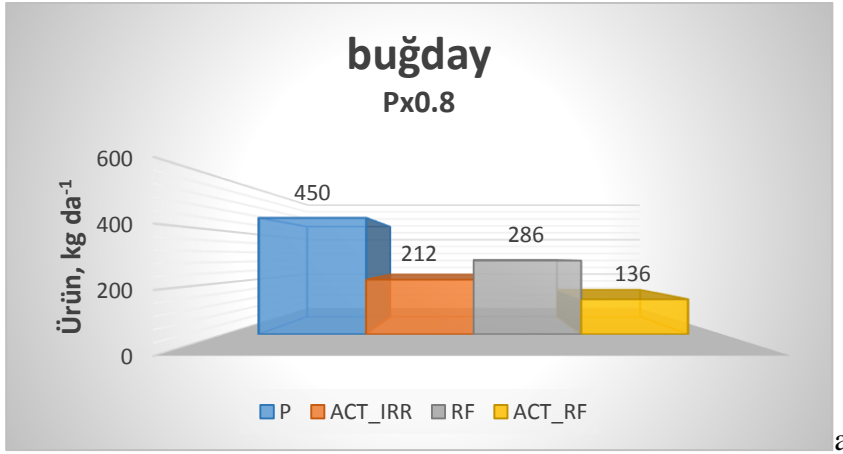
Harita 9. Erzurum il ölçeğinde sulı koşullarda yetiştirilen mısır bitkisi için gerçekteşen üretim miktarları (a) ile tahmini ürün açığı miktarları (b).

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim ve topoğrafik elverişsizliklere rağmen il düzeyinde buğday ve arpa için önemli bir potansiyel mevcuttur. Bitki simülasyon modeli kullanılarak Erzurum ili toprak kaynaklarının ortalama potansiyel üretim miktarları buğday için sulu koşullarda 450 kg da⁻¹ ve kuru koşullarda 286 kg da⁻¹, arpa için ise sulu koşullarda 460 kg da⁻¹ ve kuru koşullarda 291 kg da⁻¹ olarak tahmin edilmiştir (Şekil 14a,c). Tarım İl Müdürlüğü verilerine göre çiftçi koşullarında elde edilen buğday verimleri sulu koşullarda 212 kg da⁻¹ ve kuru koşullarda 136 kg da⁻¹, arpa için ise sulu koşullarda 266 kg da⁻¹ ve kuru koşullarda 177 kg da⁻¹ dir. Bu durumda, ürün açığı miktarları sulu ve kuru koşullar için buğdayda sırasıyla 238 kg da⁻¹ ve 150 kg da⁻¹, arpada sırasıyla 194 kg da⁻¹ ve 114 kg da⁻¹ dir. Diğer bir ifadeyle, il topraklarının üretim kapasiteleri uygun toprak amenajman uygulamaları ile buğdayda yaklaşık %110, arpada ise %70 oranında arttırılabilmesi olasıdır (Şekil 14b, d). Bu proje sonuçları Erzurum il ölçeğinde tarımsal üretim potansiyelinin önemli oranlarda arttırılabilir olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

- ✓ uygun toprak ve bitki amenajman uygulamaları ile buğday üretiminin 2.1 ve arpa üretiminin 1.6 kat,
- ✓ uygun toprak ve bitki amenajman uygulamaları yanısıra sulama olanaklarının geliştirilmesi ve teknoloji kullanımının yaygınlaştırılması ile de buğday üretiminin 3.3 ve arpa üretiminin 2.6 kat arttırılabilme olasılığı mevcuttur.

Çiftçi koşullarında elde edilen ürün miktarlarının potansiyel ürün miktarlarından daha düşük olması beklenen bir durumdur. Bitki gelişmesini etkileyen ortam özelliklerindeki elverişsizlikler ve toprak-bitki yönetim uygulamalarındaki yetersizliklerin derecesine göre bu farkın çok daha yüksek olması kaçınılmazdır. Potansiyel ürün miktarlarına araştırma istasyonları, üniversite deneme alanları, lider çiftçi uygulamaları gibi daha çok bilinçli ve kontrollü koşullarda yapılan üretim sistemleri altına ulaşmak mümkün olabilmektedir. Elbette Tarım Bakanlığı kaynaklı TUIK verilerinin belli bir alan içerisinde özellikleri çok değişken toprak-bitki çeşitliliği için ortalama değerlerdir. Dolayısıyla özellikle bilinçli ve profesyonel usullerle üretim yapan işletme veya çiftçi koşullarında da bu değerlerin yakalanması mümkün olabilir.



Şekil 14. Erzurum koşullarında yetiştirilen buğday ve arpa bitkisi için potansiyel ve gerçekleşen üretim miktarları ve ürün açığı değerleri ile potansiyelin % 80'ine ulaşılması durumunda mevcut üretim miktarlarına göre ürün artış oranları.

7.1. Ürün Açığına Sebebiyet Veren Olası Faktörler

İl ölçeğinde ürün kayıplarına yol açan faktörler ilçeler arası değişiklikler gösterebilir. Bununla birlikte il ölçeğinde ürün kaybına sebebiyet veren en önemli faktörler;

- İklimsel göstergelerin agronomik açıdan elverişsizliği;
 - düşük yağış
 - düşük sıcaklık
 - vejetatif periyodun kısa olması
- Toprak verimliliğinin düşük ve fiziksel ortam özelliklerinin yetersizliği;
 - organik madde içeriğinin ekili alan topraklarının yaklaşık % 75'inde %2'nin altında olması,
 - bitkiye yararlı fosfor miktarının ekili alan topraklarının yaklaşık 2/3'ünde yeterli seviyelerde olmaması,
 - alüvyal topraklar hariç (özellikle Erzurum ovası ve Pasinler ovası) il ekili alan varlığının %65'inde toprak derinliğinin sığ veya çok sığ olması,
 - şiddetli su erozyonu nedeniyle toprak strüktürel özelliklerinin bozulması
 - Daphan ovası başta olmak üzere taban taşı sorunu
- Yetiştiricilikte düşük üretim potansiyeline sahip türlerinin kullanılması
- Sulama olanaklarının yetersizliği
 - sulamaya uygun olduğu halde sulamaya açılmayan arazi varlığının fazla olması,
 - sulanan alanlarda modern sulama yöntemlerinin uygulanmaması
 - sulama programlarının iyi belirlenememesi
- Tarımsal girdi uygulamalarının, yatırım ve tarla içi hizmetlerin yetersizliği
 - yetersiz ve plansız gübre kullanımı,
 - yabancı ot, hastalık ve zararlılarla etkin mücadele edilmemesi
 - drenaj ve sulama sistemleri ile su yapıtlarının yetersizliği
 - parçalı ve dağınık arazi varlığı
- Toprak işleme, ekim ve hasat faaliyetleri ile ilgili yetersizlikler
- Tarımsal mekanizasyon eksikliği
- Tarımda teknoloji kullanımının yaygınlaştırılmaması

7.2. Ürün Açığının Kapatılması Üzerine Öneriler

Ürün açığının kapatılması için il ölçeğinde alınması ve uygulanması gereken tedbirler aşağıda verilmektedir;

- Toprak verimliliğinin artırılması ve yapısal özelliklerinin iyileştirilmesi
 - organik kaynaklı girdi uygulanması (çiftlik gübresi, kompost, yeşil gübreleme vb)
 - bitki artıklı tarım tekniklerinin uygulanması
 - toprak analizlerine dayalı optimum düzeyde özellikle azot ve fosforlu gübre uygulanması
 - erozyon kontrol tedbirlerinin alınması
 - toprak korumaya yönelik toprak işleme tekniklerinin yaygınlaştırılması
- Yetiştiricilikte verimi düşük yerel çeşitler yerine, kuraklığa ve soğuğa dayanıklı yüksek verimli türlerin kullanılması
- Sulama olanakları ve yöntemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması
- Kuru tarım alanlarında su kullanım etkinliğini artırılması
- Ekim ve hasat zamanına dikkat edilmesi
- Yabancı otlar, zararlılar ve hastalıklar ile zamanında mücadele edilmesi
- Tarımsal girdi kullanımına verilen desteklerin artırılması
- Nadasın azaltılması
- Tarımsal ürün deseninde çeşitliliğin sağlanması

7.3. Proje Çıktılarının Kullanılması

Çalışma metodolojisi olarak potansiyel ürün miktarlarının belirlenmesinde kullanılan simülasyon modelleri elbette gerçeğin basitleştirilmesidir. Bu nedenle simülasyon modelinden elde edilecek sonuçların dikkatlice değerlendirilmesi gerekir. Modelin kalitesi kullanılan girdilerin (verilerin) kalitesi ile sınırlıdır. Dolayısıyla modelin tahmin edilmesinde kullanılacak verilerin güvenilirliği temel esastır (Bu proje kapsamında, buğday ve arpa için oldukça yüksek bir güvenilirlikle tahminler üretilirken 3. ürün olarak dikkate alınan mısır bitkisi için kalibrasyon sorunları yaşanmış ve yalnızca ilk yaklaşım değerleri paylaşılmıştır). Bu nedenle, modelde ihtiyaç duyulan alana özgü verilerin tarla denemeleri yoluyla kalibrasyonu ve verifikasyonu oldukça elzemdir. Bu amaçla, Atatürk Üniversitesi koordinasyonluğunda Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) işbirliği ile hazırlanacak “Türkiye Ürün Açığı Atlası” projesinin en kısa sürede hayata geçirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, mikro-iklim ve toprak değişkenlikleri altında verifiye edilmiş potansiyel ürün miktarları ile ilgili detaylı haritaların üretilmesine ve il ölçeğinde yetiştiriciliği yapılan diğer ürünler için modelleme çalışmalarına devam edilecektir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar Erzurum il ölçeğinde tarımsal üretim potansiyelinin yeterince değerlendirilmediğini açıkça göstermektedir. Potansiyel ürün ve gerçekleşen ürün miktarları arasında farkların “ürün açığı” il ölçeğinde tarımsal üretim değerinin artırılmasında bir fırsat olarak kullanılması mümkün görülmektedir.

8. KAYNAKLAR

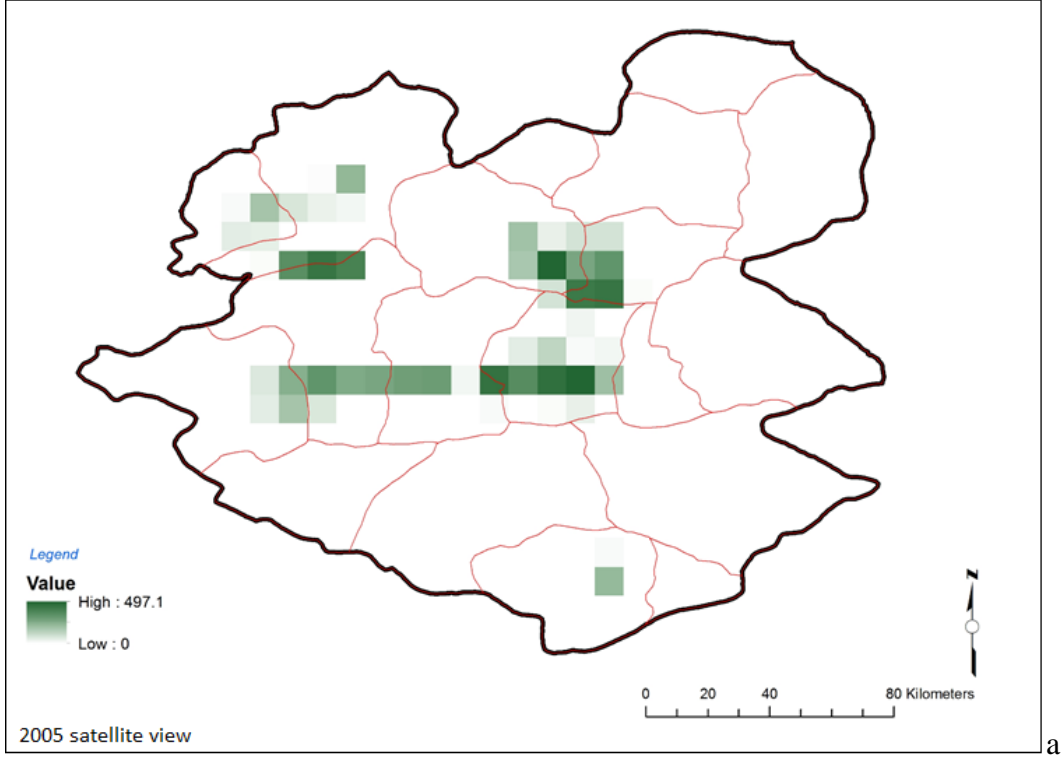
- Boogaard, H.L., van Diepen, C.A., Rötter, R.P., Cabrera, J.M.C.A. and van Laar, H.H. 2011. User's guide for the WOFOST Control Center 1.8 and WOFOST 7.1.3 crop growth simulation model (eds for updated version; Boogaard, H.L, de Wit, A.J.W., te Roller, J.A., and van Diepen, C.A.). Alterra, Wageningen University & Research Center. Wageningen, Netherlands.
- GTHB. 2014. Erzurum Tarım Strateji Belgesi (2014-2017). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Erzurum İl Gıda Tarım ve hayvancılık Müdürlüğü. Erzurum 2014.
- GYGA, 2015. Global Yield Gap Atlas. <http://www.yieldgap.org>
- Lobell, D.B., Cassman, K.G. and Field, C. B. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. Annual Review of Environment and Resources. Vol. 34: 179-204.
- Lobell, D.B. 2013. The use of satellite data for crop yield gap analysis. *In* Crop Yield Gap Analysis-Rationale, Methods and Applications (eds. van Ittersum, M.K. and Cassman, K.G.). Field Crops Research. Vol.143:56-64.
- MGM. 2015. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr>
- TUIK. 2010. Bölgesel Göstergeler. TRA1 Erzurum, Erzincan, Bayburt. Türkiye İstatistik Kurumu. ISSN 978-975-19-5092-5.
- TUIK. 2013. Seçilmiş Göstergelerle Erzurum 2013. Türkiye İstatistik Kurumu. ISSN 978-975-19-6125-9.
- TUIK. 2014. Türkiye istatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- van Ittersum, M.K. and Rabbinge, R., 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. Field Crops Res. 52, 197–208.
- van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., and Hochman, Z. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance-a Review. *In* Crop Yield Gap Analysis-Rationale, Methods and Applications (eds. van Ittersum, M.K. and Cassman, K.G.). Field Crops Research. Vol.143:4-17.
- van Wart, J., van Bussel, L.G.J., Wolf, J., Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Gerber, J., Mueller, N.D., Claessens, L., van Ittersum, M.K., Cassman, K.G. 2013. Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential. Field Crops Research 143, 44-55.

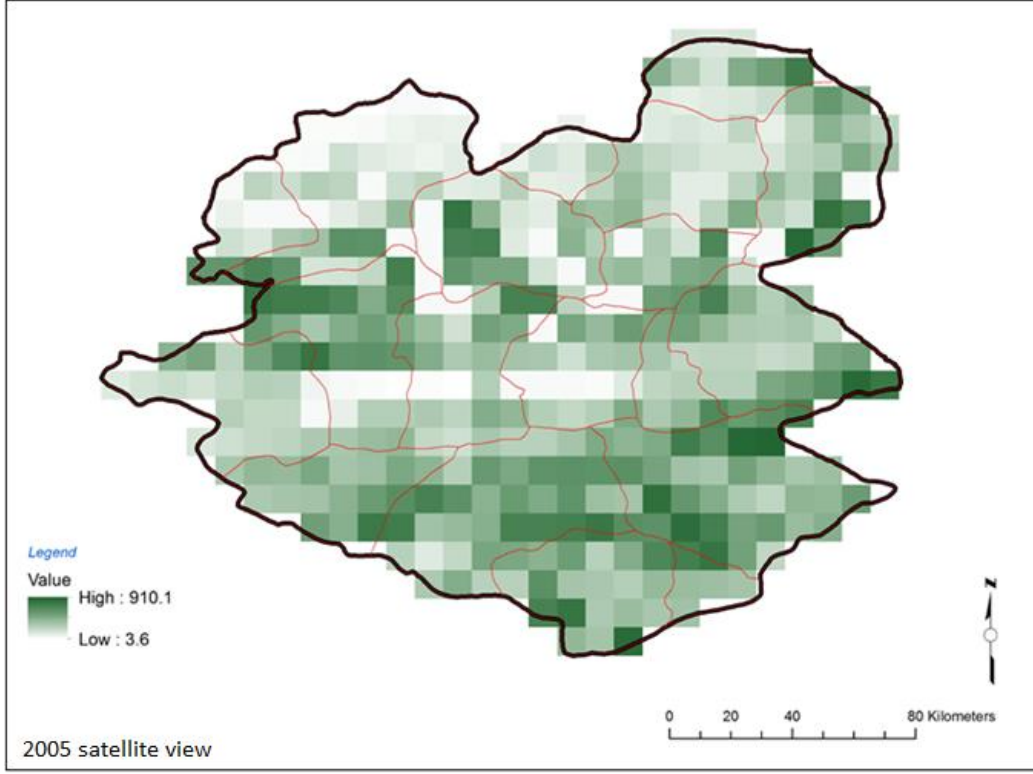
WCC. 2014. WOFOST Control Centre, Alterra, Wageningen University & Research Centre, Wageningen, 2014 <http://www.wageningenur.nl/wofost>

9. EKLER

- EK-1a. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü
- EK-1b. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi ekim alanları
- EK-1c. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü
- EK-1d. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi ekim alanları
- EK-1e. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal koşullarda (b) yetiştirilen mısır bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü
- EK-1f. Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen mısır bitkisi ekim alanları
- EK-2. Erzurum il ölçeğinde buğday, arpa ve mısır için hasat alanları (ha), (TUIK, 2014)
- EK-3a. NASA iklim gözlem istasyonlarına ait koordinatlar
- EK-3b. NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen ilçelerin yıllık ortalama sıcaklık (T_{ort}) ve yıllık ortalama yağış verileri
- EK-3c. NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen bazı ilçelerin aylık sıcaklık (minimum- T_{min} , maksimum- T_{max} , ortalama- T_{ort} .) ve yağış (mm) değerleri ile yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri
- EK-4. Erzurum ili toprak haritası (KHGM, 2000).
- EK-5. Erzurum il ölçeğinde buğday, arpa ve mısır için modellemede esas alınan ekim, çiçeklenme, fizyolojik olgunluk ve hasat tarihleri
- EK-6. Erzurum koşullarında kışlık buğday için WOFOST bitki simülasyon modeli kalibrasyonu ve uygulama örnekleri

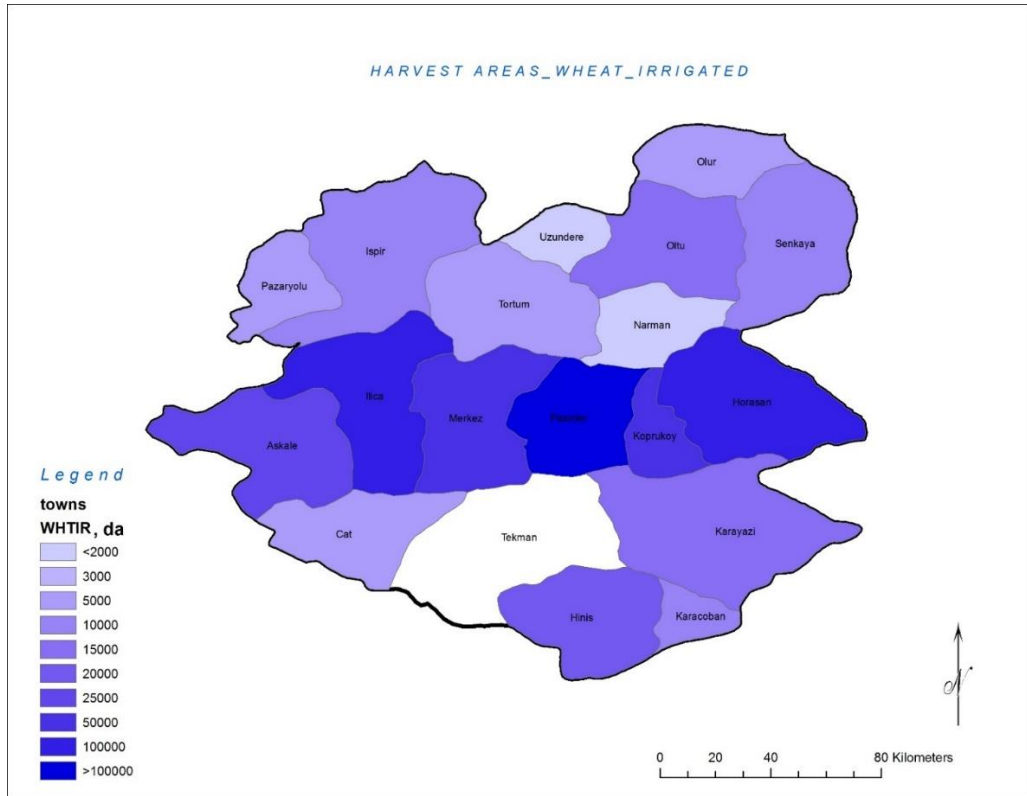
EK-1a. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü



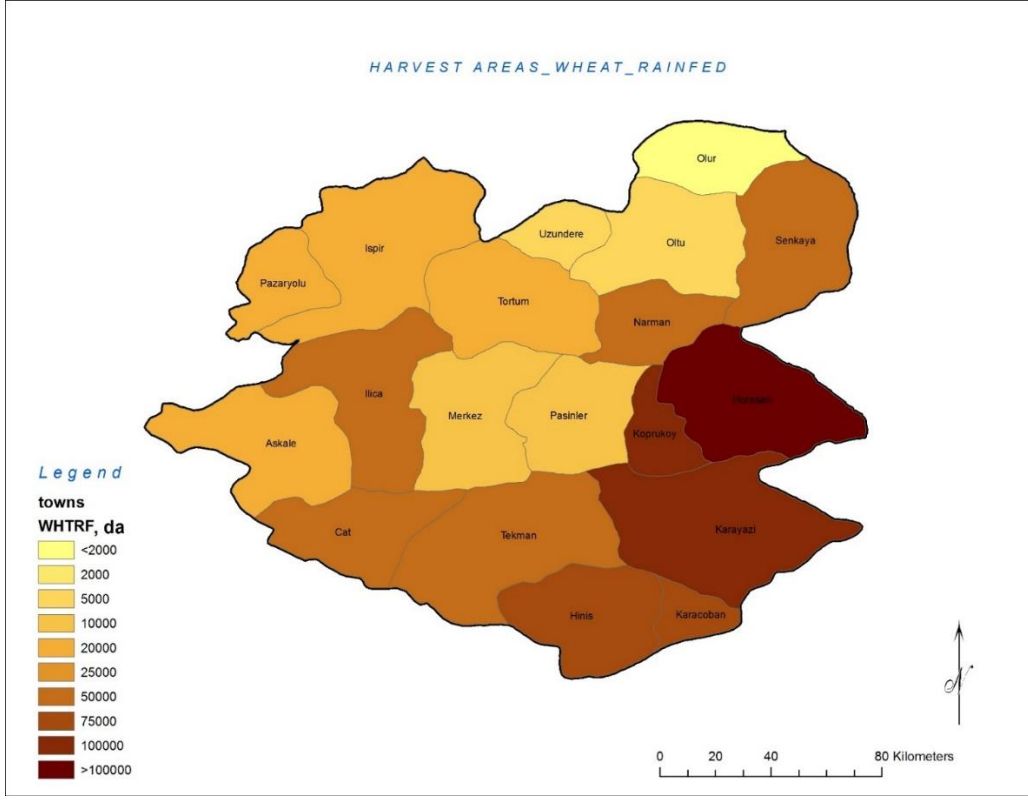


b

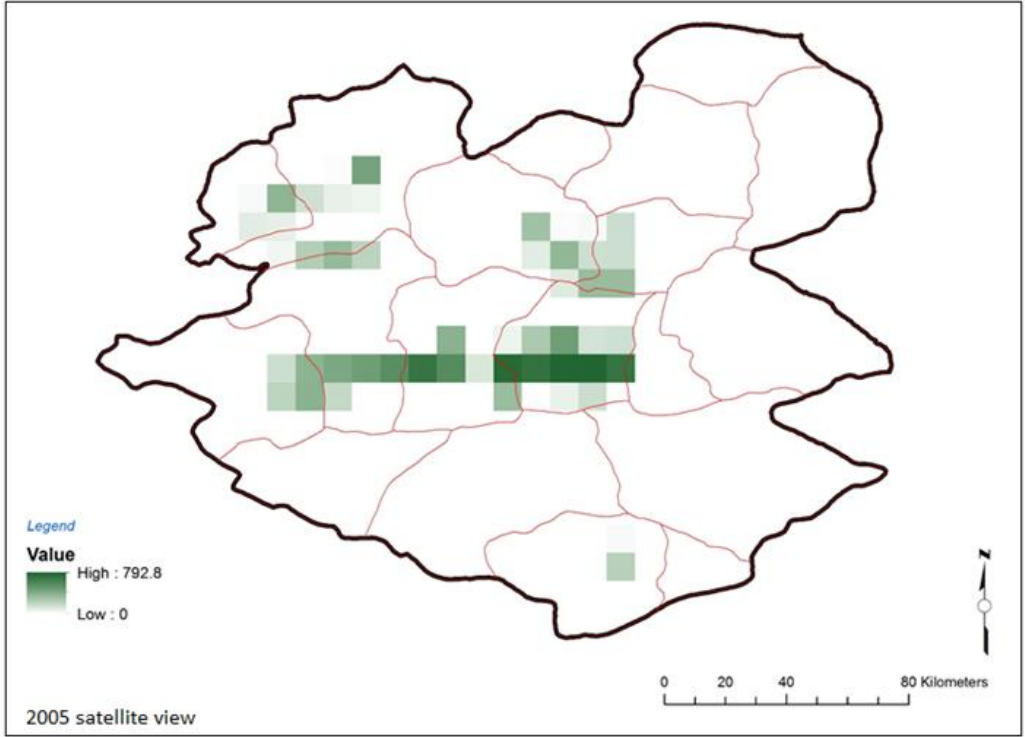
EK-1b. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen buğday bitkisi ekim alanları



a

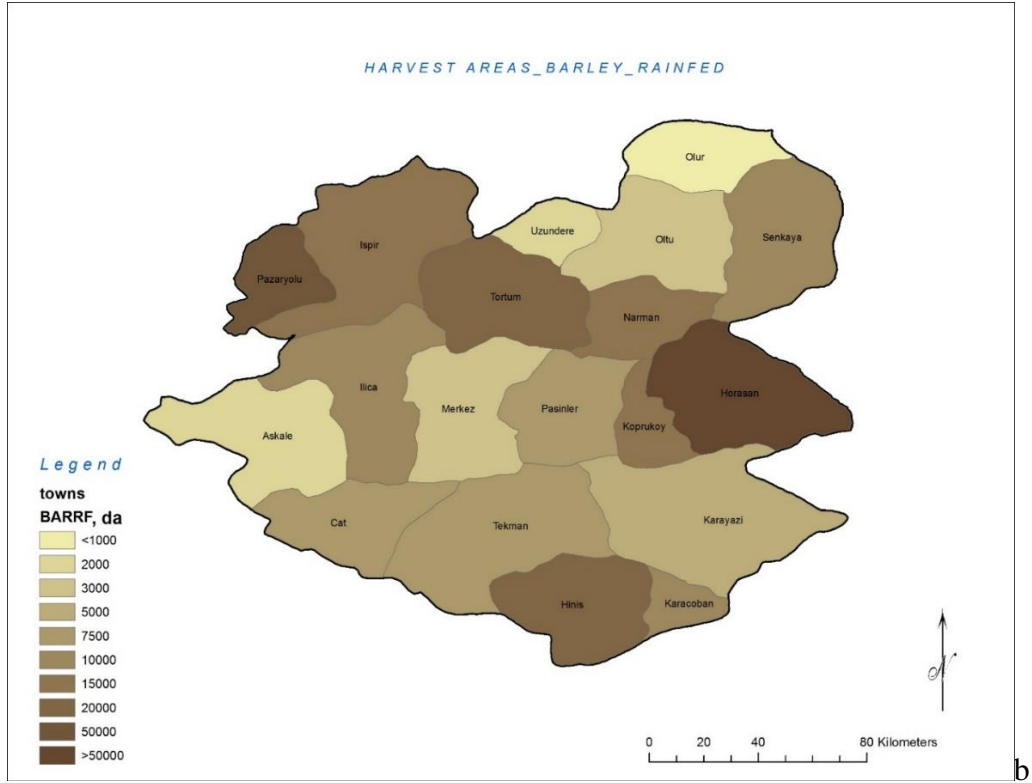
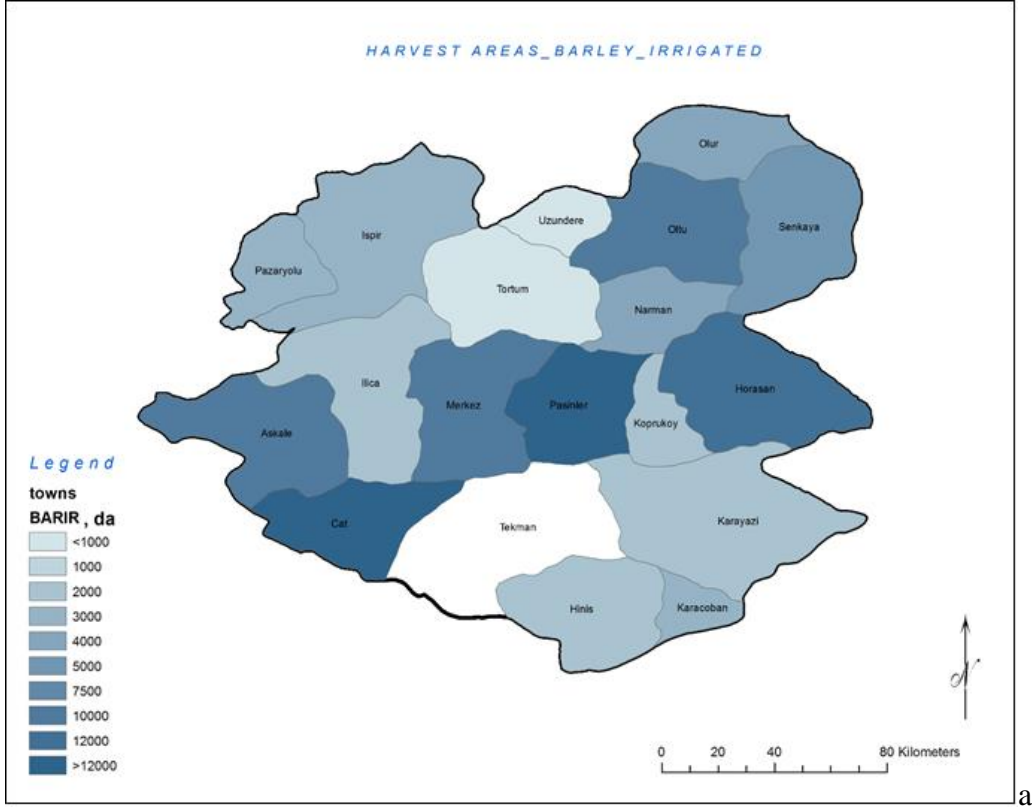


EK-1c. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü

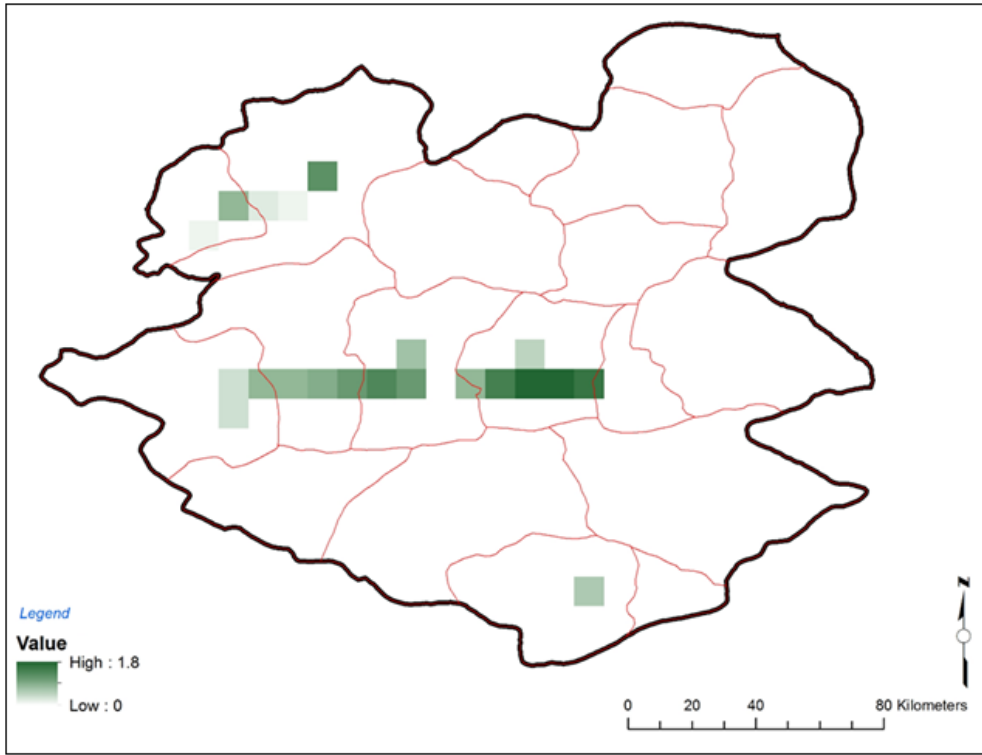




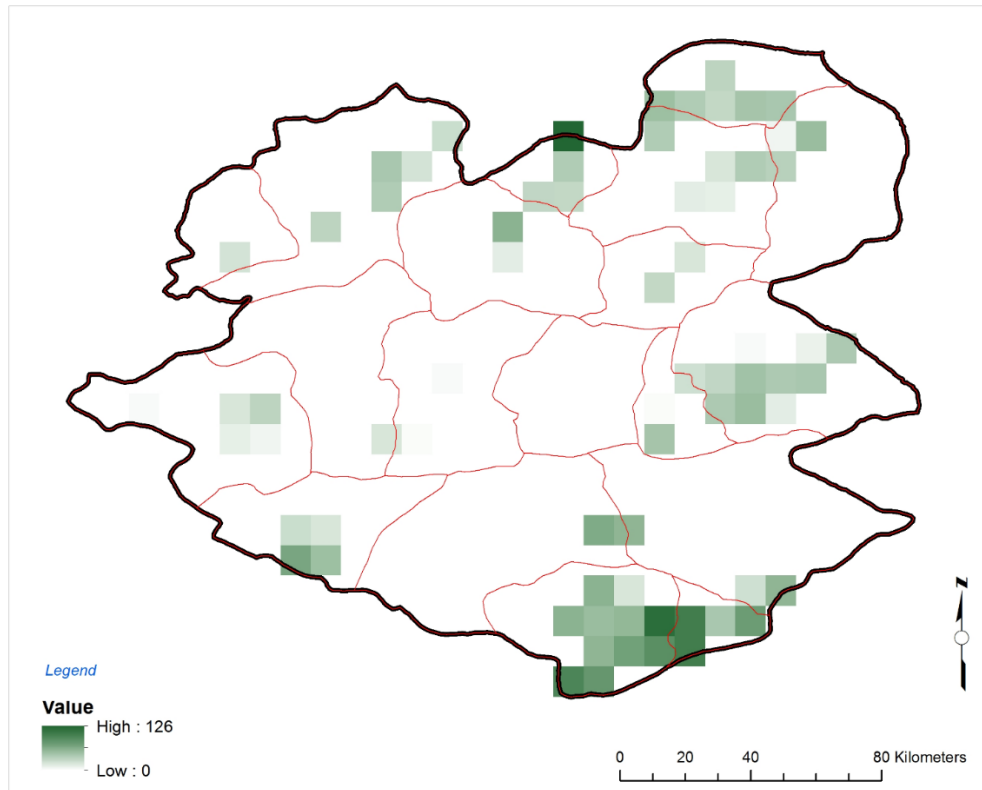
EK-1d. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal yağış (kuru) (b) koşullarında yetiştirilen arpa bitkisi ekim alanları



EK-1e. Erzurum il ölçeğinde sulu (a) ve doğal koşullarda (b) yetiştirilen mısır bitkisi ekim alanları uydu görüntüsü

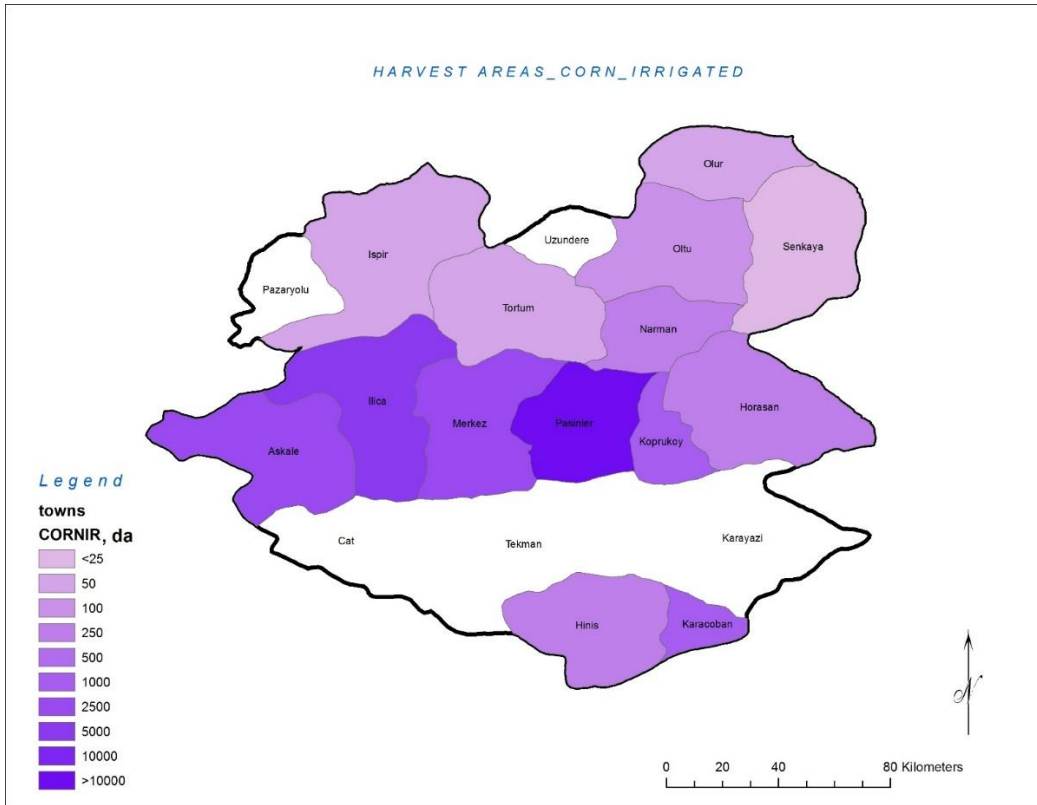


a



b

EK-1f. Erzurum il ölçeğinde yetiştirilen mısır bitkisi ekim alanları

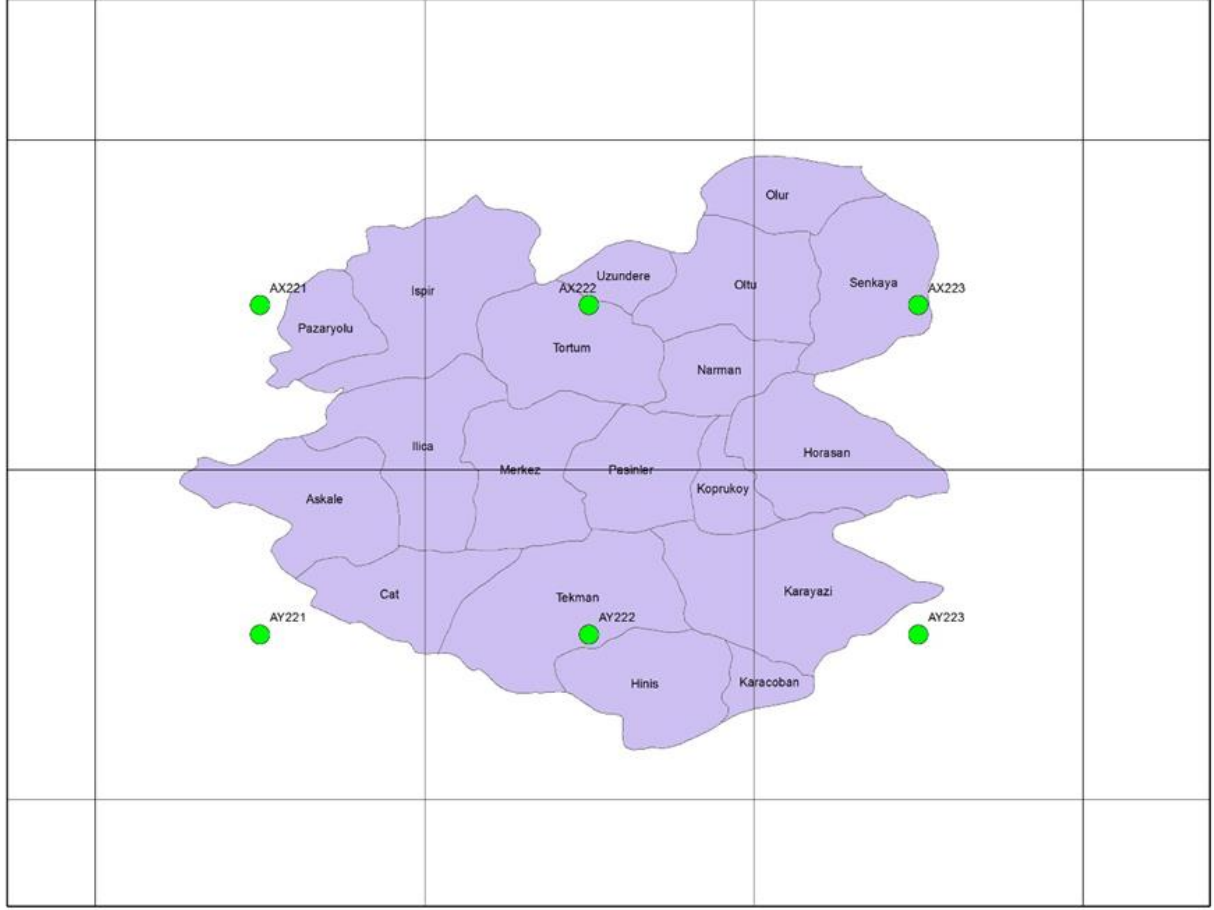


EK-2. Erzurum il ölçeğinde buğday, arpa ve mısır için hasat alanları (ha), (TUIK, 2014)

İlçeler	Buğday		Arpa		Mısır
	Sulu	Kuru	Sulu	Kuru	Sulu
Aşkale	2 500	2 000	1 000	200	240
Çat	500	3 000	1 250	750	-
Hınıs	1 781	6 270	200	1 800	14
Horasan	7 000	16 498	1 200	5 400	25
İlica	5 300	2 900	200	850	500
İspir	540	1 560	220	1 350	5
Karaçoban	797	6 170	300	900	58
Karayazı	1 500	7 589	110	500	-
Köprüköy	4 300	9 500	150	1 200	100
Merkez*	2 510	713	855	247	113
Narman	160	4 550	350	1 200	25
Oltu	1 490	4 034	9 349	2 250	9
Olur	375	1 209	3 150	944	5
Pasinler	10 600	9 174	20 999	5 999	1 500
Pazaryolu	304	19 708	2 940	20 030	-
Şenkaya	600	49 996	4 500	8 500	2
Tekman	-	4 442	---	6 199	-
Tortum	400	2 000	440	17 599	4
Uzundere	57	498	512	1 600	-

* Yakutiye ve Palandöken ilçelerinin toplamıdır.

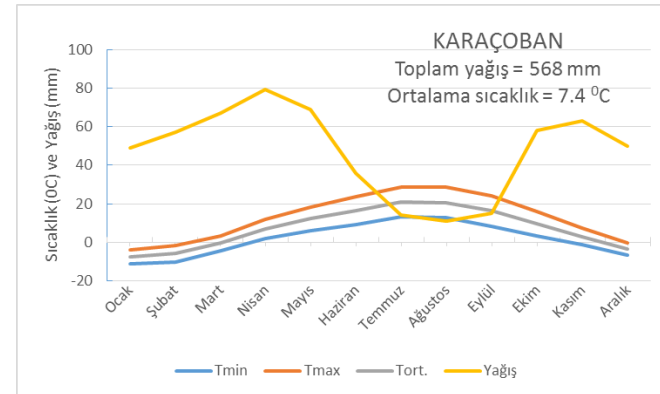
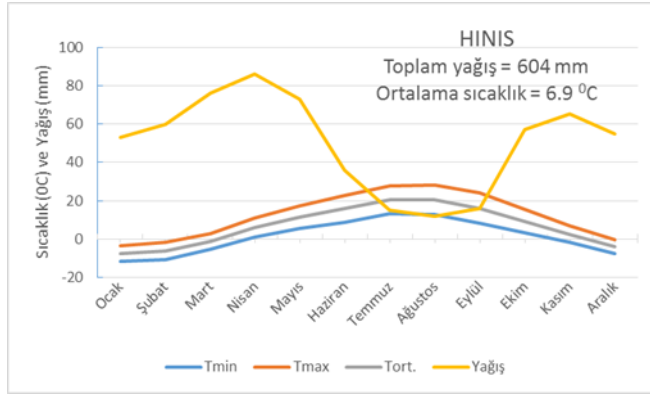
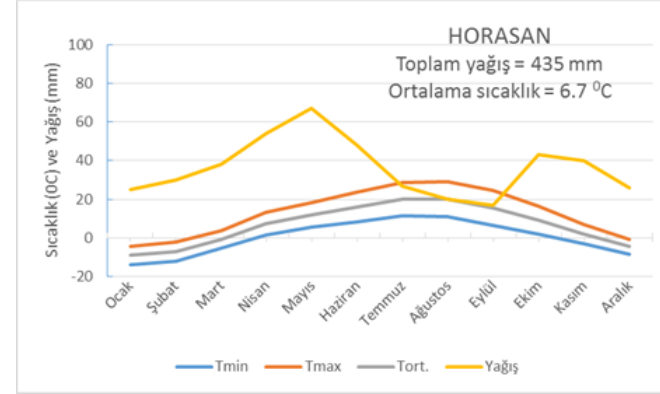
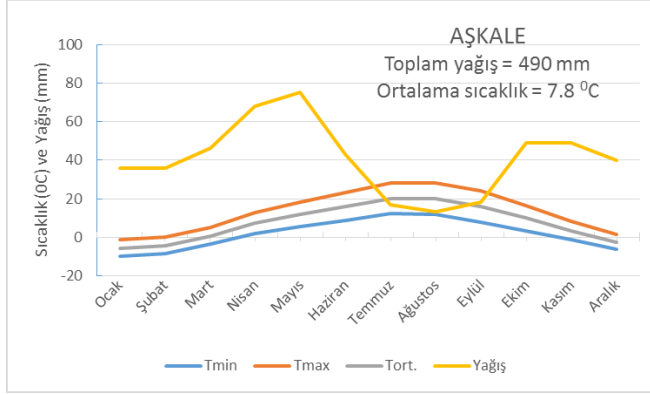
EK-3a. NASA iklim gözlem istasyonlarına ait koordinatlar



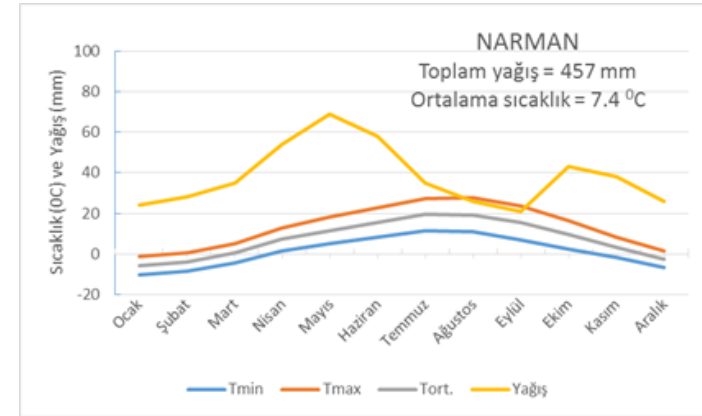
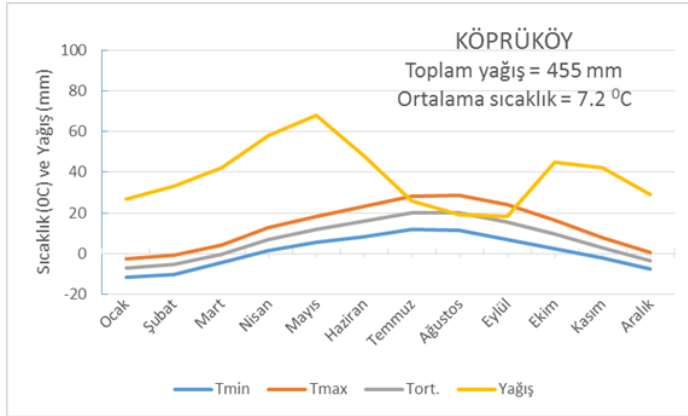
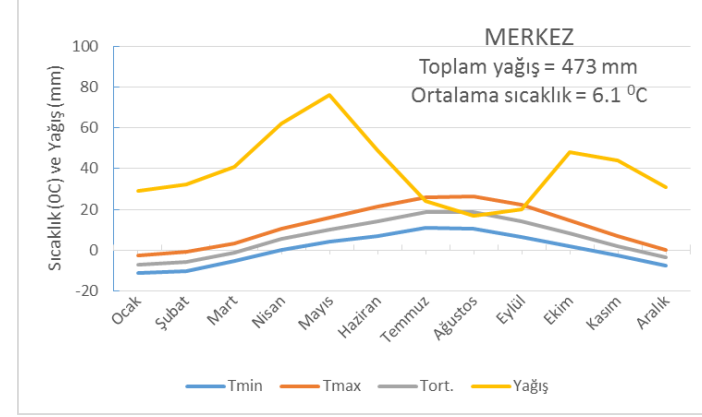
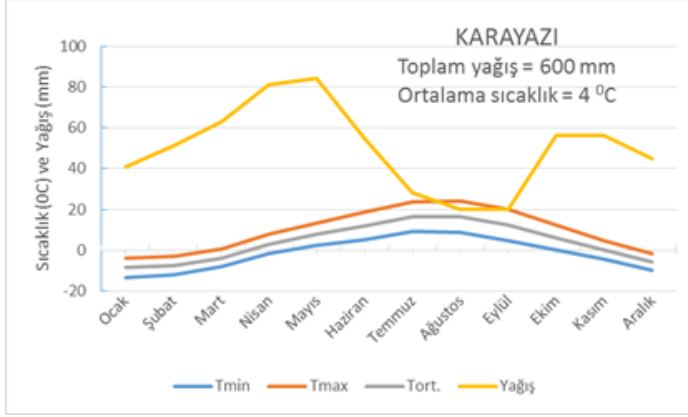
EK-3b. NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen ilçelerin yıllık ortalama sıcaklık (T_{ort}) ve yıllık ortalama yağış verileri

NASA İstasyon No	Enlem	Boylam	İlçeler	T_{ort} , $^{\circ}C$	Ort. \pm std	Yağış, mm	Ort. \pm std
AX221	40.5	40.5	Tortum	8.2	8.2 \pm 0.0	465	480 \pm 16
			Pazaryolu	8.2		480	
			Olur	8.2		496	
AX222	40.5	41.5	Uzundere	10.2	9.8 \pm 0.6	528	490 \pm 56
			İspir	10.0		516	
			Oltu	9.1		426	
AX223	40.5	42.5	Şenkaya	5,1	5.1 \pm 0.0	527	527 \pm 0.0
			Merkez	6,2		473	
			Ilıca	7		456	
AY221	39.5	40.5	Pasinler	7,3	7.1 \pm 0.5	458	461 \pm 17
			Narman	7,4		457	
			Horasan	6,7		435	
			Köprüköy	7,2		455	
			Aşkale	7,7		490	
			Tekman	5,9		543	
AY222	39.5	41.5	Hınıs	6,9	6.8 \pm 0.6	604	573 \pm 25
			Karaçoban	7,4		568	
			Çat	6,8		580	
			Karayazı	4.0		600	
AY223	39.5	42.5	Karayazı	4.0	4.0 \pm 0.0	600	600 \pm 0.0

EK-3c. NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen bazı ilçelerin aylık sıcaklık (minimum-Tmin, maksimum-Tmax, ortalama-Tort.) ve yağış (mm) değerleri ile yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri.

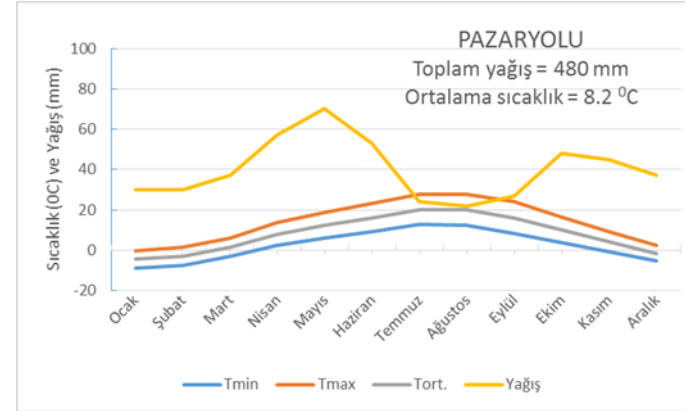
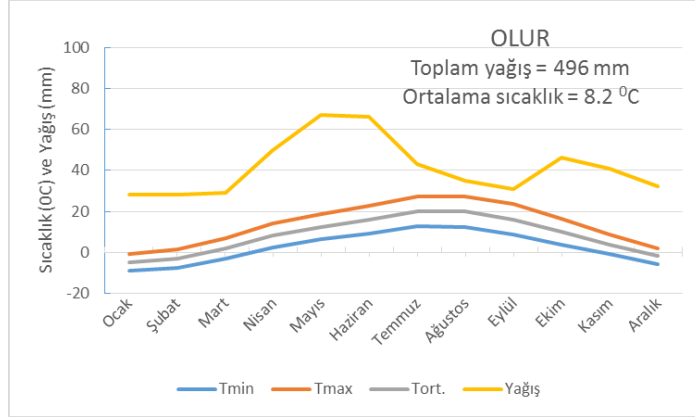
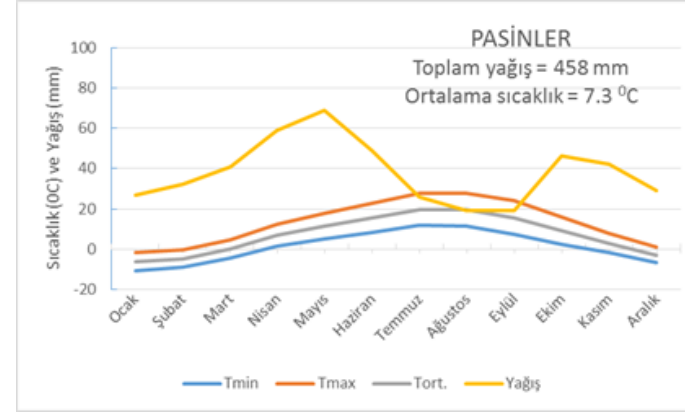
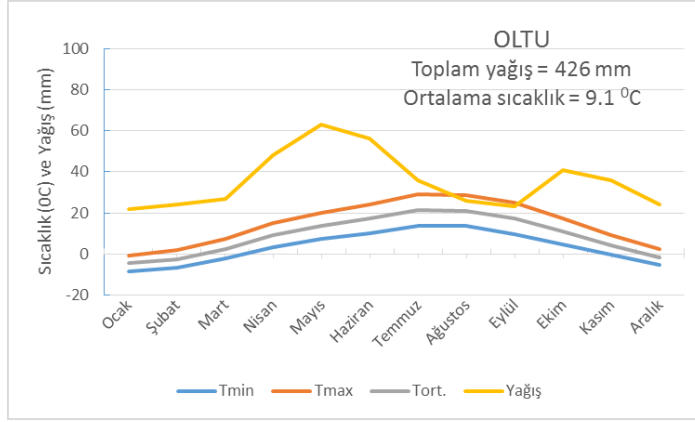


EK-3c (devam). NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen bazı ilçelerin aylık sıcaklık (minimum-Tmin, maksimum-Tmax, ortalama-Tort.) ve yağış (mm) değerleri ile yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri.



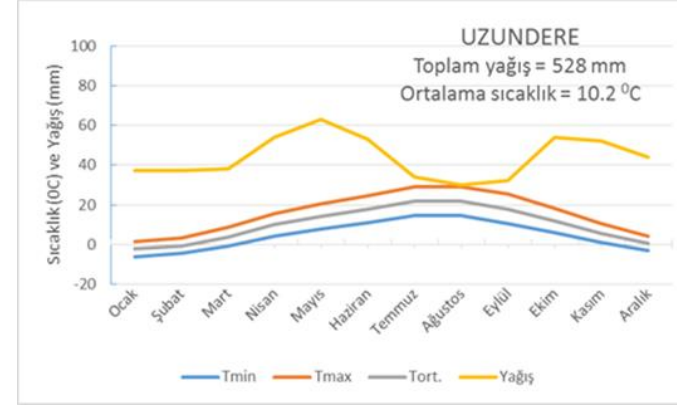
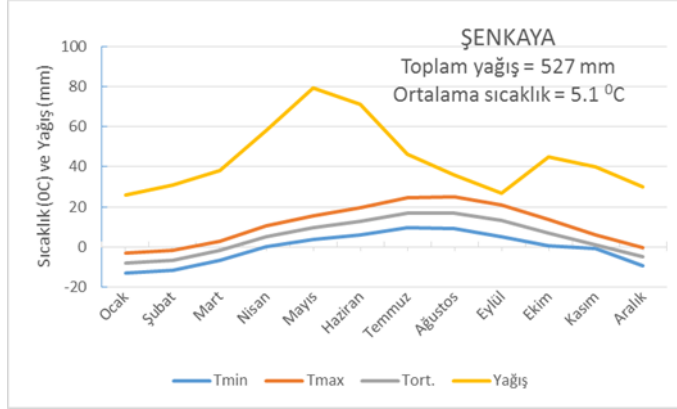
EK-3c (devam).

NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen bazı ilçelerin aylık sıcaklık (minimum-Tmin, maksimum-Tmax, ortalama-Tort.) ve yağış (mm) değerleri ile yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri.

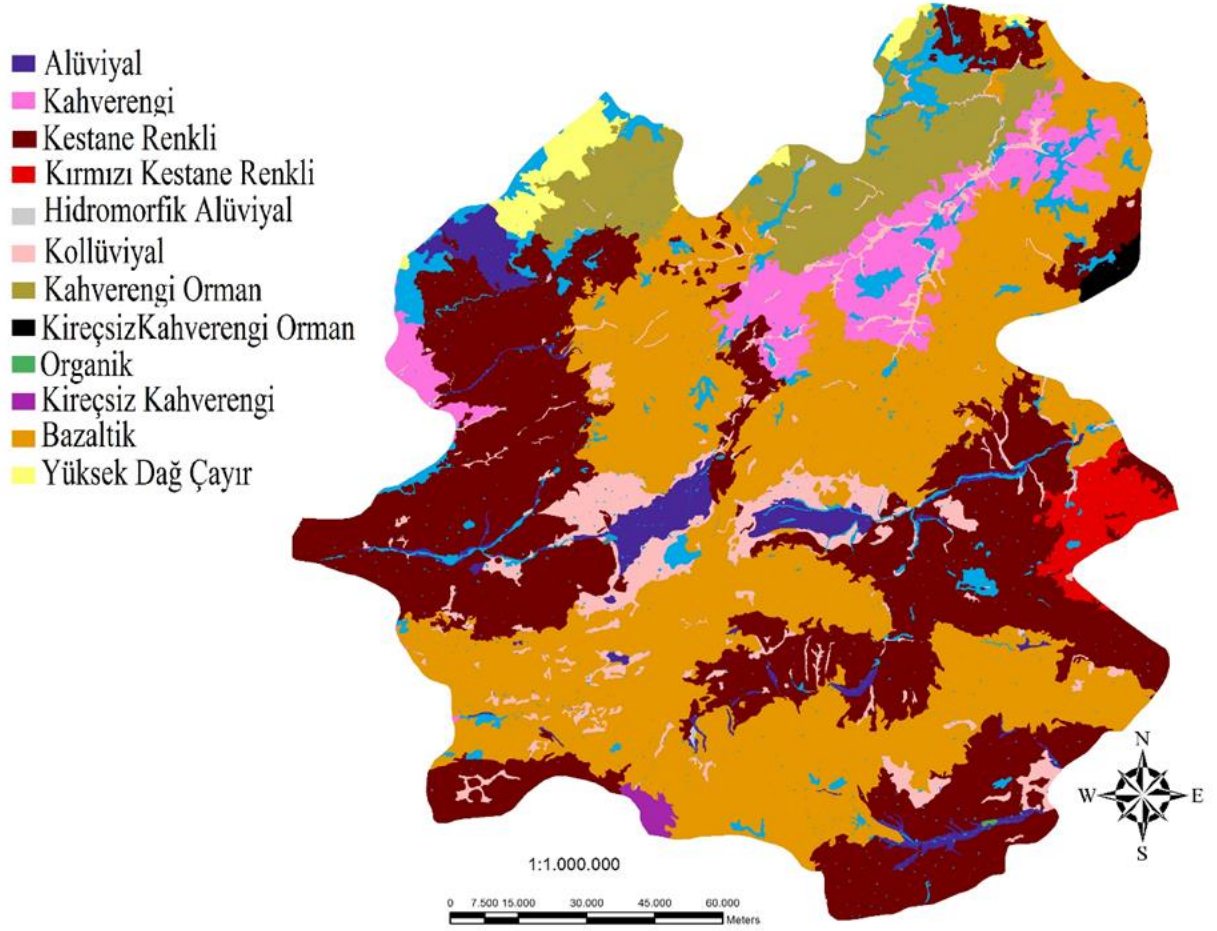


EK-3c (devam).

NASA iklim gözlem istasyonlarında temsil edilen bazı ilçelerin aylık sıcaklık (minimum-Tmin, maksimum-Tmax, ortalama-Tort.) ve yağış (mm) değerleri ile yıllık toplam yağış ve sıcaklık değerleri.



EK-4. Erzurum ili toprak haritası (KHGM, 2000).



EK-5. Erzurum il ölçeğinde buğday, arpa ve mısır için modellemede esas alınan ekim, çiçeklenme, fizyolojik olgunluk ve hasat tarihleri

Ürün	Ekim tarihi	Çiçeklenme tarihi	Fizyolojik Olgunluk tarihi	Hasat tarihi
Buğday (sulu)	17 Eylül \pm 3	15 Haziran \pm 5	20 Temmuz \pm 5	11 Ağustos \pm 4
Buğday (kuru)	17 Eylül \pm 3	20 Haziran \pm 5	25 Temmuz \pm 5	7 Ağustos \pm 3
Arpa (sulu)	17 Eylül \pm 3	10 Haziran \pm 5	10 Temmuz \pm 5	3 Ağustos \pm 2
Arpa (kuru)	17 Eylül \pm 3	12 Haziran \pm 5	20 Temmuz \pm 5	31 Temmuz \pm 3
Mısır (sulu)	1 Mayıs \pm 5	25 Temmuz \pm 5	01 Ekim \pm 5	10 Ekim \pm 5

EK-6. Erzurum koşullarında kışlık buğday için WOFOST bitki simülasyon modeli kalibrasyonu ve uygulama örnekleri

