

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI
2012-YL-018**

**BÜYÜK MENDERES HAVZASI'NDA BESİN
ELEMENTLERİ TAŞINIM SENARYOLARI**

Dilek ATMACA

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Ömer Faruk DURDU**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Dilek ATMACA tarafından hazırlanan “Büyük Menderes Havzası’nda Besin Elementleri Taşınım Senaryoları” başlıklı tez, 28 Haziran 2012 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı,	Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan:	Prof. Dr.	Ömer Faruk DURDU	ADÜ
Üye :	Doç. Dr.	Osman EREKUL	ADÜ
Üye :	Yrd. Doç. Dr.	Bekir Sıtkı KARATAŞ	ADÜ

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıylatarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2012

Dilek ATMACA

ÖZET

BÜYÜK MENDERES HAVZASI'NDA BESİN ELEMENTLERİ TAŞINIM SENARYOLARI

Dilek ATMACA

Yüksek Lisans Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer Faruk DURDU
2012, 80 sayfa

Bu çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında Ege Bölgesi'nde bulunan Büyük Menderes Havzası'nda PolFlow modelini kullanarak senaryo analizleri ile birlikte su akışları ve besin elementleri akışlarındaki değişimleri incelemek ve parametre hassasiyet analizi yaparak, parametrelerden birinin değişimi ile havza çıkışındaki parametreler üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla Durdu ve Cvetkovic (2009)'in Büyük Menderes Havzası'na PolFlow modelini uyguladıkları "Büyük Menderes Havzası'nda su ve besin elementleri akışlarının modellenmesi" çalışması kullanılmış ve iklim değişikliği, nüfus senaryoları ve yaşam stili senaryoları oluşturularak, modelin arka planına senaryolar uygulanmıştır. Parametre hassasiyet analizini gerçekleştirmek için MAROV İndeksleri hesaplanmıştır.

Sonuçlar, Büyük Menderes Havzası için iklim değişikliği senaryosu sonucu, su akışları ve havza çıkışında nihai besin elementleri yüklerinde azalmalar olduğunu; nüfus senaryoları sonucu, havza çıkışında nihai besin elementleri yüklerinde artışlara neden olduğunu; kentsel yaşam senaryosu sonucu, havza çıkışında nihai fosfor yüklerinin, azota göre daha fazla etkilendiğini ortaya koymaktadır. Kırsal yaşam senaryosunda ise havza çıkışındaki nihai besin elementleri yükleri kentsel yaşam senaryosu sonuçlarına göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Ayrıca parametre hassasiyet analizi hem azot hem de fosfor için pms (toprağın maksimum depolama kapasitesini tahmin parametresi) parametresinin diğer parametrelere göre daha çok sayıda model çıkış parametresini etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar sözcükler: Besin elementleri, PCRaster-PolFlow, iklim değişikliği senaryosu, nüfus senaryosu, yaşam stili senaryosu, MAROV İndeksleri

ABSTRACT**NUTRIENT TRANSPORT SCENARIOS IN
THE BUYUK MENDERES RIVER BASIN**

Dilek ATMACA

M.Sc. Thesis, Department of Farm Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ömer Faruk DURDU

2012, 80 pages

In this study, Büyük Menderes River Basin that lies in the Southwestern part of Turkey in Aegean Region was analyzed using the PolFlow model in order to investigate the changes in flow and nutrient fluxes and conducting sensitivity analysis to examine the effect on one of the parameters on the results at the watershed outlet. For this purpose, the study of Durdu and Cvetkovic (2009) "Modelling of Water and Nutrient Flows Büyük Menderes River Basin" where the PolFlow model had been applied to Büyük Menderes River Basin was used and the climate change, population and life style scenarios generated in this study were applied. MAROV Indexes were applied to realize the sensitivity analyses for model parameters.

The results for the Büyük Menderes River Basin indicate that nutrient loads at the outlet of the watershed would decrease according to the climate change scenario; they would increase according to the population scenarios and phosphorus loads at the watershed outlet would be more affected than the nitrogen loads according to the "urban life" scenario. Nutrient loads at the watershed outlets are lower in the "rural life" scenario than in the "urban life" scenario. Sensitivity analyses of model parameters indicated that pms (a parameter that is used to estimate the maximum storage capacity of soil) affected more watershed outlets for nitrogen and phosphorus comparing to other parameters.

Key words: Nutrients, PCRaster–PolFlow, climate change scenario, population scenario, life-style scenario, MAROV Indexes

ÖNSÖZ

Çalışmalarımın her aşamasında bana destek olan, değerli bilgi ve desteği ile bu çalışmayı yönlendiren tez danışmanım, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, aynı zamanda Ziraat Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Ömer Faruk DURDU'ya teşekkür eder ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bu çalışma esnasında bana destek olan ve cesaretlendiren tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ.....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
EKLER DİZİNİ.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ / KURAMSAL TEMELLER	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Materyal	7
3.1.1. Çalışma Alanı.....	7
3.1.2. Mevcut Veriler	8
3.2 Yöntem.....	11
3.2.1. PolFlow Modelinin Yapısı	12
3.2.2. Su Akış Modeli	14
3.2.3. Besin Elementleri Akış Modeli	16
3.2.4. Senaryo Analizleri.....	22
3.2.4.1. İklim Değişikliği Senaryosu.....	22
3.2.4.2. Nüfus Senaryoları.....	24
3.2.4.3. Yaşam Stili Senaryoları.....	26
3.2.5. Parametre Hassasiyet Analizi.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. Senaryo Analizleri.....	30
4.1.1. İklim Senaryosu	30
4.1.2. Nüfus Senaryoları.....	34
4.1.3. Yaşam Stili Senaryoları.....	36

4.2. Parametre Hassasiyet Analizi	42
5. SONUÇ.....	45
KAYNAKLAR.....	47
EKLER	50
ÖZGEÇMİŞ.....	80

SİMGELER DİZİNİ

IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change (İklim Değişikliği üzerine Hükümetler arası Panel)
GEF	Global Environment Facility (Küresel Çevre Fonu)
GIS	Geographical Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi)
GWLF	The Generalized Watershed Loading Functions (Genelleştirilmiş Havza Yüğü Fonksiyonları)
MAROV	The Maximum Ratio of Absolute Variation (Mutlak Değişimin Maksimum Oranı)
N	Azot
P	Fosfor
Si	Silisyum
SiO ₃	Silisyumtrioksit
TUSİAD	Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneğı
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNDP	United Nations Development Program (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
UNFPA	The United Nations Population Fund (Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Büyük Menderes Havzası yerleşim yerleri haritası	9
Şekil 3.2. Büyük Menderes Havzası'nda yer alan göller ve akarsular haritası	10
Şekil 3.3. Nehir ağı boyunca hücreden hücreye taşınım	15
Şekil 3.4. Taşınım modeli teorisinin prensipleri	17
Şekil 4.1. İklim değişikliği senaryosu sonucu havza çıkışında azot yükleri grafiği.....	30
Şekil 4.2. İklim değişikliği senaryosu sonucu havzada 2035 yılı azot akışları	32
Şekil 4.3. İklim değişikliği senaryosu sonucu havza çıkışında fosfor yükleri grafiği.....	33
Şekil 4.4. İklim değişikliği senaryosu sonucu havzada 2035 yılı fosfor akışları	34
Şekil 4.5. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında azot yükleri grafiği.....	35
Şekil 4.6. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında fosfor yükleri grafiği.....	36
Şekil 4.7. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri grafiği ...	37
Şekil 4.8. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri grafiği.....	38
Şekil 4.9. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri grafiği.....	39
Şekil 4.10. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri grafiği.....	40
Şekil 4.11. Havza çıkışındaki azot ve fosfor yükleri üzerine parametrenin etkisinin değişimi grafiği.....	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Büyük Menderes Havzası'nda kalan yerleşimler	8
Çizelge 3.2. Büyük Menderes Havzası'nda yer alan önemli akarsular ve uzunlukları.....	11
Çizelge 3.3. Büyük Menderes Havzası'nda su akışlarını modellemek için kullanılan veriler.....	12
Çizelge 3.4. Büyük Menderes Havzası'nda besin elementleri akışlarını analiz etmek için kullanılan veriler.....	13
Çizelge 3.5. Büyük Menderes Havzası'nın bulunduğu bölge için IPCC iklim değişikliği tahminleri (2080-2099).....	23
Çizelge 3.6. İklim değişikliği senaryo değişkenleri	24
Çizelge 3.7. Türkiye için nüfus projeksiyonları.....	25
Çizelge 3.8. Nüfus senaryoları.....	26
Çizelge 3.9. Büyük Menderes Havzası 2005 yılı nüfus tahmini	26
Çizelge 3.10. Büyük Menderes Havzası 2000 ve 2005 yılları arası kentsel nüfus değişim oranı.....	27
Çizelge 4.1. İklim değişikliğinin su akışları üzerine etkileri.....	30
Çizelge 4.2. İklim değişikliği senaryosu ve senaryosuz havza çıkışında azot yükleri.....	31
Çizelge 4.3. İklim değişikliği senaryosu ve senaryosuz havza çıkışında fosfor Yükleri.....	33
Çizelge 4.4. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında azot yükleri.....	35
Çizelge 4.5. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında fosfor yükleri.....	36
Çizelge 4.6. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri.....	37
Çizelge 4.7. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri.....	38
Çizelge 4.8. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri	39
Çizelge 4.9. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri	40
Çizelge 4.10. Kentsel ve kırsal yaşam senaryolarına göre havza çıkışında azot yükleri.....	41

Çizelge 4.11. Kentsel ve kırsal yaşam senaryolarına göre havza çıkışında fosfor yükleri.....	41
Çizelge 4.12. Azot için MAROV indeksleri.....	43
Çizelge 4.13. Fosfor için MAROV indeksleri.....	43

EKLER DİZİNİ

Ek 4.1. MAROV İndeksi hesap tablolarında kullanılan terimlerin açıklamaları	51
Ek 4.2. Azot – pms MAROV İNDEKSİ	52
Ek 4.3. Azot – sr MAROV İNDEKSİ	54
Ek 4.4. Azot – rn1 MAROV İNDEKSİ	56
Ek 4.5. Azot – rn2 MAROV İNDEKSİ	56
Ek 4.6. Azot – gr MAROV İNDEKSİ	58
Ek 4.7. Fosfor – pms MAROV İNDEKSİ	60
Ek 4.8. Fosfor – sr MAROV İNDEKSİ	62
Ek 4.9. Fosfor – rn1 MAROV İNDEKSİ	64
Ek 4.10. Fosfor – rn2 MAROV İNDEKSİ	64
Ek 4.11. Fosfor – gr MAROV İNDEKSİ	66
Ek 4.12. Model (Azot için)	68

1. GİRİŞ

Avrupa Birliği, 2000 yılında Su Çerçeve Direktifini-2000/60/EEC (Directive 2000/60/EEC of the European and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy) yayınlamıştır. Bu direktif ile iç yüzey sularını, geçiş sularını, kıyı sularını ve yeraltı sularını korumayı hedeflemiştir (Anonim, 2000). Bu Su Çerçeve Direktifi ile 2015 yılına kadar, tüm üye devletlerin tüm su kütleleri için “iyi su” kalitesine ulaşılmasını hedeflemektedir (Anonim, 2010). 1991 yılında Evsel Atık Su Arıtımı Direktifi-91/271/EEC’yi (Council Directive 91/271/EEC of May 1991 Concerning Urban Wastewater Treatment) yayınlamıştır. Bu direktifin amacı da, evsel atıksu deşarjı ve arıtımı ve endüstriyel sektörlerden gelen atıksu deşarjlarının olumsuz etkilerinden çevreyi korumak olarak ifade edilmektedir (Anonim, 1991). Yine 1991 yılında Nitrat Direktifi-91/676/EEC’ yi (Council Directive of 12 December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources) yayınladı. Bu direktifte “su kalitesi endişesine, mevcut suda organizmaların dengesine istenmeyen karmaşa üretimine, alg ve bitki yaşamının daha ileri formlarının hızlı bir şekilde büyümesine neden olan ötrofikasyon, besin elementleri (özellikle azot ve fosfor bileşikleri) ile suyun zenginleşmesi olarak tanımlanmaktadır” (Anonim, 1991). “Ötrofikasyon, besin elementleri (genellikle fosfor ve azot bileşikleri) ile neden olunan, rezervuar, göl ve nehirlerde biyolojik üretimin doğal prosesinin zenginleşmesidir. Ötrofikasyon, görülebilir mavi-yeşil alg (cyanobacterial) veya algal patlamalar, yüzey birikintileri, yüzey bitki yığınları ve bentik macrofitlerin toplanmasıyla sonuçlanabilir. Bu organik maddelerin bozunması, toksik maddelerin serbest kalması veya fosfatların öncelikle okside olmuş sedimentlere bağlanması ve oksijen yokluğundan balık ölümleri gibi ikincil problemlere neden olabilen suda çözünmüş oksijenin azalmasını teşvik edebilir” (Chorus ve Bartram, 1999). Su kaynaklarına besin elementleri (azot ve fosfor) noktasal ve noktasal olmayan (yayıllı) kirletici kaynaklardan ulaşmaktadır. Noktasal kaynaklar, evsel atıksular ve endüstriyel atıksulardır. Yayıllı kaynaklar ise tarımsal alanlarda yapılan gübreleme, katı atık depolama sahalarının sızıntı suları, büyükbaş, kümes ve küçükbaş hayvan atıkları, atmosferik taşınım, yüzey akışı ve erozyondur. Su kaynaklarında ötrofikasyon istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle noktasal ve noktasal olmayan kirletici kaynaklarından yeraltı ve yüzey sularına besin elementleri girişleri önlenmelidir. Yeraltı ve yüzey sularına besin elementlerinin girişleri ve

ötrofikasyon, azot ve fosfor giderimi yapabilen evsel atıksu arıtma tesislerinin yapılması, endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin yapılması, mevcut arıtma tesislerinin iyileştirilmesi ve optimum işletilmesi, tarımsal alanlarda gübreleme sonucu oluşan kirliliklerin kontrolü ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin sıkı denetimi ile azaltılabilir.

Bu tez çalışmasının amacı (Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışması ve) PolFlow modelini kullanarak Büyük Menderes Havzası için senaryo analizleri ve parametre hassasiyet analizleri yapmaktır. Ayrıca İklim değişikliği senaryosu, nüfus senaryoları ve yaşam stili senaryoları oluşturmak ve bu senaryolardan iklim değişikliği senaryosunu PolFlow modelinin su ve besin elementleri akış modeline uygulayarak 30 yıl sonraki su akışlarını ve nehir çıkışındaki besin elementleri yüklerindeki değişimleri incelemektir. Ayrıca iklim değişikliği senaryosunun arka planına nüfus ve yaşam stili senaryolarını uygulayarak 30 yıl sonraki nehir çıkışındaki besin elementleri değişimini incelemektir. Bu çalışmanın diğer bir amacı da her bir besin elementi için parametrelerden bir tanesinin değişimi ile model çıkışının değişimini incelemek amacıyla parametre hassasiyet analizi yapmak ve MAROV İndekslerini (Mutlak Değişimin Maksimum Oranı) hesaplamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

De Wit vd. (2000)'de Avrupa'da Rhine ve Elbe Nehir Havzaları'nda modelleme çalışması yapmışlardır. Birden fazla ülkeyi ilgilendiren büyük nehir havzaları için bölgesel uzun dönem ortalama su ve yayılı kirletici akışlarını haritalama imkanlarını araştırmak için tüm Rhine ve Elbe Havzaları için Wendland ve Meinardi tarafından geliştirilen hidrolojik modelleri uygulamış ve karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, ortalama uzun dönem akış, yeraltı suyu beslenme indeksleri ve yeraltı suyu kalma sürelerini modellemişlerdir. Ortalama uzun dönem toplam akışın bölgesel dağılımını başarıyla modellemişlerdir (De Wit vd., 2000).

De Wit ve Bendoricchio (2001)'de PolFlow Modelini Po Havzası'na uygulamış ve Havza için uygulanabileceğini göstermişlerdir. Bu çalışmada kaynak dağılımı ve senaryo analizleri yaparak, Po Nehri'nin azot ve fosfor yüklerinde farklı kirletici kaynaklarının katkısını analiz etmişlerdir ve ayrıca azot ve fosfor kirliliklerini azaltmayı amaçlayan önlemlerin etkilerini tahmin etmişlerdir. PolFlow Modelinin Po Havzası için ortalama azot ve fosfor akışlarını (1995-2000) tahmin etmek ve özetlemek (1970-1995) için kullanılabileceği sonucunu çıkarmışlardır. Yine bu çalışmada kısa vadede azot ve fosfor yüklerinde daha büyük miktarda azalma sağlanabilmesi için havzadaki atıksu arıtma tesislerinin iyileştirilmesi ve genişletilmesi gerektiğini ve Po Nehri'nde azot ve fosfor yüklerini daha da düşürmek için Avrupa Birliği Nitrat ve Atıksu Arıtma Direktifleri'nin yeterince sıkı olmadığını belirtmişlerdir (De Wit ve Bendoricchio, 2001).

De Wit (2001), kirletici kaynaklarından nehir çıkışlarına besin elementleri akışlarını modelleyebilen PolFlow Modeli'ni test etmek ve geliştirmek için, PolFlow Modeli'ni Avrupa'da bulunan Rhine ve Elbe Nehir Havzaları'na 1970-1995 periyodu için uygulamıştır. Bu çalışmada model girişi için emisyon verileri (nüfus sayısı, kanalizasyon ve atıksu arıtma tesislerine bağlantı oranı, çiftlik hayvanları sayısı, tarımsal arazi kullanımı, gübre kullanımı vs.), toprak, yeraltı suyu ve nehir ağında besin elementlerinin davranışını tanımlamak için nehir havzalarının fiziksel karakteristikleri ve modelin geçerliliği ve kalibrasyonu içinde su kalite verilerini kullanmıştır. Modelin geçerliliği çalışması sonucunda, PolFlow Modeli çıkışlarının diğer bağımsız gözlemler ile makul bir uyum içinde olduğunu göstermiştir (De Wit, 2001).

Kronvang vd. (1999)'da yeni bir model olan TRANS nehir havza modelini geliştirmişlerdir. Bu modeli, nehirler, göller ve nehir kıyı alanlarında besin elementlerinin birikimi, giderimi (uzaklaştırılması) ve taşınımı çalışması için uygulamışlar ve Danimarka'da 115 km² lik bir nehir havzasından (Gjern Nehri) alınan verilerle test etmişlerdir (Kronvang vd., 1999).

Shen ve Liu (2009), 1997 yılı kurak mevsimde ve 1998 yılı yağışlı mevsimde Changjiang Nehri'nde SiO₃, N ve P'yi araştırmıştır. Changjiang Nehri'nde N, P oluşum ve dağılım karakteristiklerini; N, P ve Si molar oranlarını; akış, askıda katı madde ve besin elementleri konsantrasyonları arasındaki bağlantıyı ve nehirdeki besin elementleri taşınımını incelemiştir. Bu çalışmada Shen ve Liu (2009) tarafından Changjiang Nehri'nde çözülmüş N ve partikül P'nin, ana N ve P formları olduğu, P dağılımının askıda madde tarafından önemli şekilde kontrol edildiği, SiO₃-Si konsantrasyonunun çevre kirliliğini etkilemediği, besin elementleri taşınımının esas olarak akış tarafından kontrol edildiği, besin elementleri akışlarının yarısından fazlasının nehir yan kollarından geldiği, yüksek N/P oranının normalin ötesinde antropojenik N girişini yansıttığı belirtilmiştir (Shen ve Liu, 2009).

Meinardi vd. (1994), yeraltı suyu beslenimi ve yaşı, akifer tipi, net yağış, toprak üst tabakası, arazi örtüsüne bağlı olarak Avrupa toprakları ve yeraltı suyunun yayılı kirleticilere karşı hassasiyetini Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanarak araştırmışlardır. Bu çalışmada araştırmacılar, en hassas toprak ve yeraltı suyunun Hollanda, Danimarka, Kuzey Almanya, Polonya ve Karadeniz'in kuzeyinde geniş bir bölümde olduğunu, geçirgen ve konsolide olmayan akiferler altında yatan kumlu topraklar üzerindeki tarımsal alanların en yüksek yeraltı suyu kirliliği riskine ulaştığını tespit etmişlerdir (Meinardi vd., 1994).

Mourad ve van der Perk (2004), Avrupa'nın en büyük göllerinden biri olan, Rusya ve Estonya arasında paylaşılan sınır ötesi Peipsi (Estonya)/Chudskoe (Rusya) Gölü Estonya bölümünde 1985-1999 periyodu için De Witt (2001) yaklaşımını kullanarak besin elementleri akışlarını (PCRaster) GIS içinde modellemişlerdir. Ayrıca Emajögi Nehri ve Vöhandu Nehri için modellenen ortalama yıllık yükleri, ölçülen yıllık yükler ile karşılaştırmışlardır. Mourad ve van der Perk (2004), bu çalışmada yayılı ve noktasal kaynaklardan gelen besin elementleri emisyonlarının bir envanterini yapmışlar, drenaj havzasında uzun dönem su akışlarını modellemişler ve toplam azot ve fosfor taşınımını hesaplamışlardır. Bu çalışmada

yayılı kaynaklardan toplam azot ve fosfor emisyonlarında sırasıyla %66 ve %83 azalmanın nedenini gübre uygulama oranlarında azalmadan kaynaklandığını, nokta kaynaklardan toplam azot ve fosfor emisyonu miktarlarının nüfus ve atık su arıtma tesisi bağlantısı ve verimlilik oranları arasındaki ilişkilere bağlı olduğunu belirtmişlerdir (Mourad ve van der Perk 2004).

Wallin (2005)'te Baltık Denizi'ne deşarj olan Daugava Nehri Havzası'nda hidrolojik aylık akım debisini ve aylık besin elementleri yüklerini tahmin etmek için modifiye edilmiş GWLF (The Generalized Watershed Loading Functions) modelini uyguladı. Wallin bu çalışmada, kalibrasyon, geçerlilik, besin elementleri kaynak bölüşümü üzerine eğri sayısı etkisini, parametre hassasiyet analizini çalışmıştır. Wallin (2005)'te modelleme sonucunda fosfor yüklerini raporlanan değerlerden %90 daha az, azot yüklerini ise kalibrasyon periyodu için oldukça iyi sonuçlarda, geçerlilik periyodu için kalibrasyon periyodu esnasındaki sonuçlardan daha yüksek sonuçlar elde etmiştir.

Darracq (2003)'te Stockholm'un batısında Norrström Drenaj Havzası'na PolFlow Modelini beş yıllık (1995-1999) zaman periyodu için uygulamıştır. Bu çalışmada senaryo analizi yaparak azot ve fosfor taşınımı üzerine iklim değişikliğinin, nüfus gelişiminin ve yaşam stilineki değişikliklerin etkilerini incelemiş, kaynak dağılımı ve parametre hassasiyet analizi yaparak, Norrström Havzası çıkışındaki azot ve fosfor yükleri için en çok sorumlu kaynak tiplerini belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda, nüfus gelişimi ve yaşam stili değişikliklerinin besin elementleri üzerine oldukça küçük etkiye sahip olduğu, iklim değişikliğinin ise havza çıkışında nihai azot ve fosfor yüklerini etkilemediği, yüzey suyuna besin elementlerinin akışının ana yayılı kaynağı olarak kısmi doğal besin elementleri birikintileri olduğu bulunmuştur.

Palumbo (2006)'da Venice Lagoon Drenaj Havzası için mekansal bir bilgi veritabanı oluşturmuş ve bu havzaya PolFlow Modelini 1997-2001 bir beş yıllık zaman periyodu için uygulamıştır. Palumbo (2006), bu çalışmada modelden elde ettiği sonuçlar için kalibrasyon ve geçerlilik çalışması yapmıştır, ayrıca senaryo analizi yaparak iklim değişikliğinin nüfus gelişimi değişikliğini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, modelden (besin elementleri taşınım modeli) elde edilen sonuçların izleme istasyonundaki ölçümleri yansıttığı, senaryo analizi sonucunda da farklı senaryolardan elde edilen sonuçların çok benzer olduğu bulunmuştur.

Zessner ve Gills (2002)'de Tuna Nehri'nde mevcut bilgiler ile besin elementlerinin nicel sentezini yapmışlardır. Bu çalışmada besin elementleri değerleri 1988/89 ve 1992 yılları için "Tuna Ülkeleri için Besin Elementleri Dengeleri" çalışması ve 1996/97 yılı için "GEF/UNDP (Küresel Çevre Fonu/Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı) Tuna Nehri Kirlilik Azaltma Programı" çerçevesinde yapılan tahminleri güncelleştirilerek kullanılmıştır. Tuna Havzası'ndaki ondört ülkenin bu yıllardaki besin elementleri katkılarını belirleyerek, Romanya, Bulgaristan, Yugoslavya, Almanya ve Avusturya'nın Tuna Nehri'ne besin elementleri katkısının en fazla olan ülkeler olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yine bu çalışmada Tuna Nehri'ne besin elementlerinin ana kaynağının tarım sektörü olduğunu, fosfor için en önemli taşınım yolunun erozyon/akış ve atık su arıtma tesisleri akımları, azot için yeraltı suyu yolu ile emisyonlar olduğunu saptamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada çalışma alanı Ege Bölgesi'nde bulunan Büyük Menderes Havza'sıdır. Büyük Menderes Havzası Ege Bölgesi'nde 37° 6' - 38° 55' kuzey enlemleri ve 27°- 30° 36' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Türkiye yüzölçümünün %3,08'ini oluşturan havza Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, Muğla, Uşak, Isparta, İzmir, Manisa ve Kütahya illerinin bir kısmını kapsamaktadır (Şekil 3.1). Büyük Menderes Havzası kuzeyden Samson, Cevizli, Elma ve Murat Dağları, doğudan Sandıklı Dağları güneyden Madran Dağı, Babadağ ve Bozdağ su bölüm çizgisiyle ve batıda Ege Denizi ile çevrilidir. Havza alanı yaklaşık olarak 2.600.967 ha'dır (Anonim, 2010). Büyük Menderes Havzası içinde kalan yerleşimler illere göre Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Büyük Menderes Nehri, 584 km uzunluğunda olup, Ege Bölgesinin en uzun akarsuyudur. İç Batı Anadolu'da Sandıklı ve Dinar (Afyon) arasındaki platolar ile Çivril ve Honaz (Denizli) yakınlarından sızan kaynaklardan doğar. Işıklı gölünü dolduran sularla beslenir. Uşak'tan katılan Banaz Çayı ve Muğla'dan Çine Çayı sularını bünyesine katarak 2.600.967 ha'lık bir havzaya adını vererek Ege Denizi'ne dökülür. Nehri çok sayıda yan dere beslemektedir (Şekil 3.2) (Anonim, 2010).

Büyük Menderes Havzası, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçit özelliği taşıdığından, havzanın iklimi yer yer farklılıklar göstermektedir. Havzanın, doğu ve kuzeydoğusunda, Uşak ve Afyon illeri ile Denizli'nin bir kısmını içerisine alan yukarı kesiminde karasal iklim hüküm sürerken, havzanın batı ve güney kesimleri Akdeniz iklimi özelliği göstermektedir. Karasal iklimde kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçerken; Akdeniz ikliminde kışlar ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kuraktır. Havzada, yıllık toplam yağışın büyük bir kısmı kış aylarında düşmektedir. Kıyı kuşağında, kar yağışı ve don olayları nadir olarak görülürken, iç ve yüksek kesimlerde kışlar, karlı ve soğuk geçer (Anonim, 2010). Büyük Menderes Havzası'nda ortalama yıllık yağış 635 mm, toplam ortalama buharlaşma 2.122 mm dir (Durdu ve Cvetkovic, 2009).

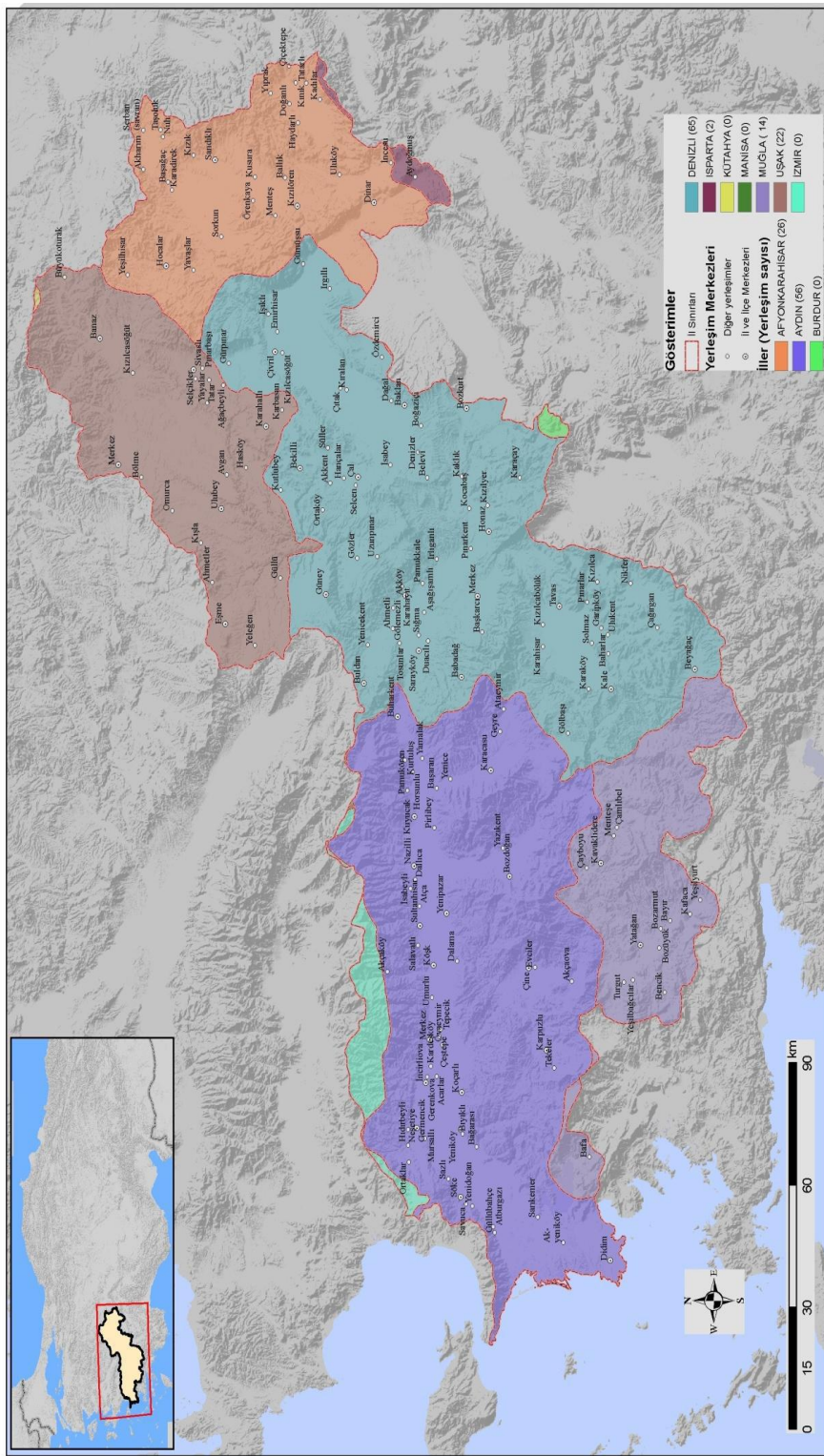
Çizelge 3.1. Büyük Menderes Havzası'nda kalan yerleşimler (Anonim, 2010)

BÜYÜK MENDERES HAVZASI'NDA KALAN YERLEŞİMLER	
İl	Yerleşimler
Afyonkarahisar	Dinar, Hocalar, Kızılören, Sandıklı, Sinanpaşa
Aydın	Merkez, Bozdoğan, Buharkent, Çine, Didim, Germencik, İncirlioiva, Karacasu, Karpuzlu, Koçarlı, Köşk, Kuyucak, Nazilli, Söke, Sultanhisar, Yenipazar
Denizli	Merkez, Babadağ, Baklan, Bekilli, Beyağaç, Buldan, Çal, Çivril, Güney, Honaz, Kale, Sarayköy, Serinhisar, Tavas
Muğla	Kavaklıdere, Yatağan
Uşak	Merkez (İlyaslı ve Güre Belediyeleri hariç), Banaz, Eşme, Karahallı, Sivaslı, Ulubey
Isparta	Keçiborlu İlçesi Aydoğmuş ve İncesu beldeleri

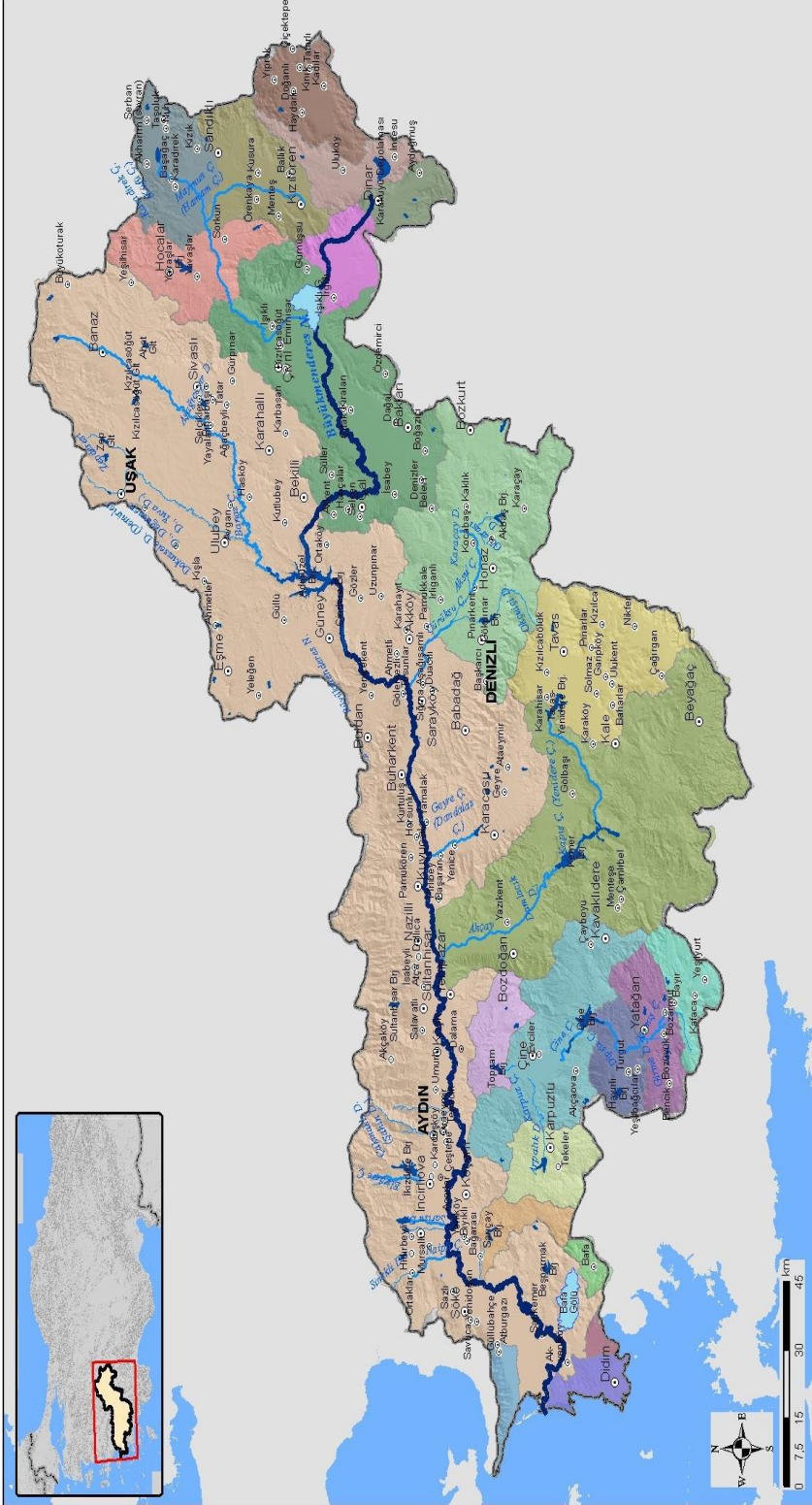
Havzadaki arazi kullanımı ise aşağıda ifade edildiği şekildedir. Bölgenin %44'ü tarımsal alanlar, %52'si orman ve yarı doğal alanlar, %2'si yapay alanlar (kentsel) ve %1'den az bir kısmı ise ıslak alan ve sularla kaplıdır (Anonim, 2010).

3.1.2. Mevcut Veriler

Durdu ve Cvetkovic (2009)'da, "Büyük Menderes Havzası'nda su ve besin elementleri akışlarının modellenmesi" çalışmasını yapmışlardır. PCRaster PolFlow modelini Büyük Menderes Havzası'na uygulamışlardır. Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışmasında Büyük Menderes Havzası için uzaysal bilgi veritabanı oluşturularak düzenlenmiş, su akışları ve besin elementleri akışları PCRaster



Şekil 3.1. Büyük Menderes Havzası yerleşim yerleri haritası (Anonim, 2010)



Şekil 3.2. Büyük Menderes Havzası'nda yer alan göller ve akarsular haritası (Anonim, 2010)

Çizelge 3.2 Büyük Menderes Havzası'nda yer alan önemli akarsular ve uzunlukları (Anonim, 2010)

Akarsu Adı	Türü	Uzunluğu (km)
Büyük Menderes Nehri	Nehir	581,091
Banaz Çayı	Çay	159,102
Akçay	Çay	116,099
Kufi Çayı (Karadirek Ç.)	Çay	81,731
Dokuzsele Deresi (Koca D. Demirler D., Değirmen D., Yuva D.)	Dere	69,081
Geyre Çayı (Dandalaz Ç.)	Çay	38,847
Dipsiz Çayı	Çay	26,694
Çine Çayı	Çay	17,958
Hamam Çayı	Çay	48,000

PolFlow modeli kullanılarak beş yıllık bir zaman periyodu (1999–2004) için modellenmiştir. Bu çalışmada Büyük Menderes Havzası'nda su akışlarını modellemek ve besin elementleri akışlarını analiz etmek için kullandıkları veriler Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de verilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında, Durdu ve Cvetkovic (2009)'in “Büyük Menderes Havzası'nda su ve besin elementleri akışlarının modellenmesi” çalışmasında Büyük Menderes Havzası için hazırlanmış oldukları model kullanılacaktır.

Su akış modelini, Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışmasında, Büyük Menderes Havzası'nda yapılmış olan deşarj ölçümleri ile geçerli kılmışlardır. Su akış modelinde ortalama yıllık deşarjların hesaplanmasında (De Wit'e göre), iki yaklaşım kullanmışlardır: Wendland (1992) ve Meinardi vd. (1994).

Çizelge 3.3. Büyük Menderes Havzası'nda su akışlarını modellemek için kullanılan veriler (Durdu ve Cvetkovic, 2009)

VERİ	ÇÖZÜNÜRLÜK	KAYNAKLAR
Yıllık Ortalama Yağış	-	GLOBALSOND NOAA http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/globalsond
Yıllık Ortalama Sıcaklık	-	http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/globalsond
Hidrojeolojik Harita	1/250.000	DSİ ve MTA kaynakları
Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)	1 derece, DEM 30 açısız dakika veya 1/250.000	GTOPO30, US Jeolojik harita
Eğim	1 km ²	Sayısal yükseklik modelinden üretildi
Arazi Örtüsü	1/250.000	http://glcf.unimacs.umd.edu/data/landcover
Toprak Haritası	1/5.000.000	http://www.lib.berkeley.edu/EARTH/fao.html
Nehirler için Deşarj Verisi		www.dsi.gov.tr

Besin elementleri akış modelinden elde ettikleri azot ve fosforun dağılım sonuçlarının Büyük Menderes Havzası'ndaki azotun dağılım karakteristiklerine benzediğine, ancak fosforun farklı bir dağılım izlediğine işaret etmişlerdir. Ayrıca Büyük Menderes Havzası için modelden elde edilen besin elementleri akışlarının havzada ölçülen değerlerle makul bir uyum gösterdiğine işaret etmişlerdir (Durdu ve Cvetkovic, 2009).

Bu tez çalışmasında Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışması ve PolFlow modeli kullanılarak senaryo analizleri ve parametre hassasiyet analizleri yapılmıştır.

3.2.1. PolFlow Modelinin Yapısı

PCRaster modeli Hollanda'da Utrecht Üniversitesi'nde geliştirilmiş bir coğrafi bilgi sistemidir. PolFlow (Pollutant flow) modeli su dengesini tanımlamaya, dolayısıyla toprakta ve yeraltısu tabakaları boyunca ve arazi üzerinde besin

Çizelge 3.4. Büyük Menderes Havzası'nda besin elementleri akışlarını analiz etmek için kullanılan veriler (Durdu ve Cvetkovic, 2009)

VERİ	ÇÖZÜNÜRLÜK	KAYNAKLAR
Nüfus sayısı	Alt havzalar	Türkiye İstatistik Kurumu
Kanalizasyon sistemi ve atıksu arıtma tesisi'ne bağlantı oranı	Alt havzalar	Havza belediyeleri
Kümes hayvanları sayısı	Alt havzalar	Tarım bölümü
Tarımsal alan kullanımı	Havza yerleşimleri	Tarım bölümü
Ürün verimi	Havza yerleşimleri	Tarım bölümü
Gübre kullanımı	Havza alt toplamları	Tarım bölümü
Endüstriyel emisyonlar	Havza yerleşimleri	Yerel sanayi odası
Uzun dönem toplam ortalama akış (Q)	1 km ²	Su akış modeli
Sığ yeraltı suyu beslenme indeksi (Q _{sgw})	1 km ²	Su akış modeli
Derin yeraltı suyu beslenme indeksi (Q _{gdw})	1 km ²	Su akış modeli
Yıllık ortalama deşarj (q _d)	1 km ²	Su akış modeli
Sığ yeraltı suyu ortalama kalma süresi (RT _{sgw})	1 km ²	Su akış modeli
Derin yeraltı suyu ortalama kalma süresi (RT _{gdw})	1 km ²	Su akış modeli
Lokal drenaj doğrultu haritası	1 km ²	Yükseklik haritasından üretilir

elementleri taşınımını tanımlamaya izin verir. Bu amaç için iki akış modeli kullanılır. Su akış modeli ve besin elementleri akış modeli. Su akışları ve besin elementleri taşınımını modelinin teorisi kapsamlı bir şekilde De Wit tarafından bulundu (Palumbo, 2006).

PolFlow modelinin basit yapısı De Wit (2001), De Witt ve Bendoricchio, (2001)'nin çalışmalarında aşağıdaki şekilde ifade edilmiş olup, DI ve SSS model girişleri, L ise model çıkışı şeklinde tanımlanmıştır.

$$L_x = a \times [DI_x + (b \times SSS_x)]$$

$$II_x = b \times SSS_x$$

L_x = x konumunda 5 yıllık ortalama nehir yükü (kg/yıl)

DI_x = x'in yüzey suyu yukarısına 5 yıllık ortalama direkt girişler (kg/yıl)

II_x = x in nehir ağı yukarısına ortalama indirekt girişler (kg/yıl)

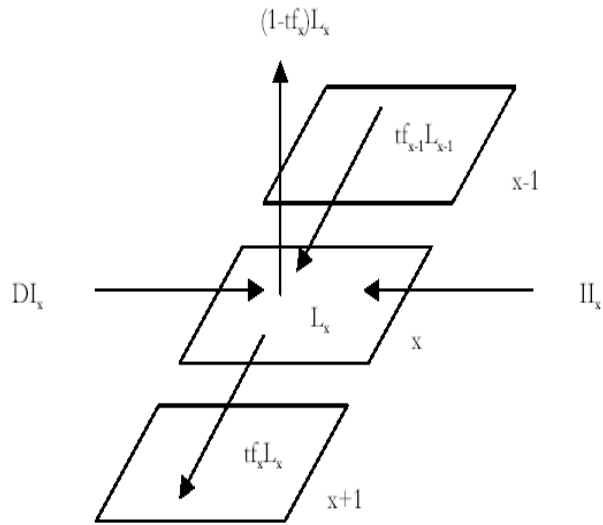
SSS_x = x in toprak yüzeyi yukarısında 5 yıllık ortalama fazlalık (kg/yıl)

a = Nehir ağında kaybı tanımlayan modül (-)

b = Toprak – yeraltı suyu sisteminde kaybı tanımlayan modül (-) (De Wit, 2001; De Witt ve Bendoricchio, 2001).

3.2.1.1. Su Akış Modeli

PolFlow'un su akış modeli, drenaj havzası içinde uzun dönem su akışlarının modelini yapar (Durdu ve Cvetkovic, 2009). Yüzey suyu ve yeraltı suyunu birleştirmek bu modelin esasıdır. Çünkü su taşınımından sadece yüzey suyu değil aynı zamanda yeraltı suyuda etkilidir (Palumbo, 2006). Su akış modeli; yağış ve sıcaklık verisi, toprak yapısı, yeraltı suyu havzası karakteristikleri, arazi örtüsü ve topoğrafya gibi havzanın birkaç özelliğine dayanan verilere göre; sığ yeraltı suyu beslenimi, derin yeraltı suyu beslenimi ve yüzey akışı tahminleri verir. Bu su akış verileri hem yayılı hemde nokta kaynak besin elementleri emisyonlarının bir envanterinin yanı sıra sonraki besin elementleri modeli için giriş verisi oluşturur (Palumbo, 2006).



Şekil 3.3. Nehir ağı boyunca hücreden hücreye taşınım (Darracq, 2003)

Anahtar eşitlikler ve prensipler De Wit ve diğerleri tarafından 2000'de bulunmuştur (Darracq, 2003). PolFlow'un su akış modülü üç belirleyici faktöre dayanır (Darracq, 2003).

$$1) Q = (P - E_a) \text{ (Darracq, 2003)}$$

Q = Uzun dönem ortalama toplam akış veya yağış fazlalığı (mm/yıl)

P = Uzun dönem ortalama yağış (mm/yıl)

E_a = Uzun dönem gerçek buharlaşma (mm/yıl)

Uzun dönem terimi birkaç yılın üzerindeki yıllık ortalamayı ifade etmektedir.

$$2) \text{Yeraltı suyu beslenim (toplam akış) indeksi, } Q_{gw} / Q \text{ (Darracq, 2003)}$$

Q_{gw} = Uzun dönem ortalama yeraltı suyu beslenimi (mm/yıl)

3) Yeraltı suyu kalma süresi RT_{gw} (yıl) (Darracq, 2003), Bir su taneciğinin yeraltı suyu tabakasından yüzey suyuna çıktığı noktaya akması için gerekli ortalama süredir (Palumbo, 2006).

3.2.1.2. Besin Elementleri Akış Modeli

Besin elementleri taşınım modeli, toprak tabakaları ve yüzey yolları boyunca bir yıl içinde bir konumdan geçen birikmiş materyal miktarını tanımlar. “Besin elementlerinin su akış yollarını izlediği kabul edilir ve bu yüzden su modelinden elde edilen sonuçlar PolFlow’un besin elementleri taşınım modeli için temel oluşturur. Besin elementleri taşınım modeli beş yıllık bir zaman adımında çalışır. Akış, beslenme ve kalma süreleri, su modelinden elde edilir (Darracq, 2003).

Hem N hem de P için taşınım modeli, azot için göz önüne alınan ama fosfor için alınmayan topraktan ve yeraltı suyundan buharlaşma/denitrifikasyon hariç aynıdır. Çünkü denitrifikasyon olayı P için meydana gelmez (Palumbo, 2006).

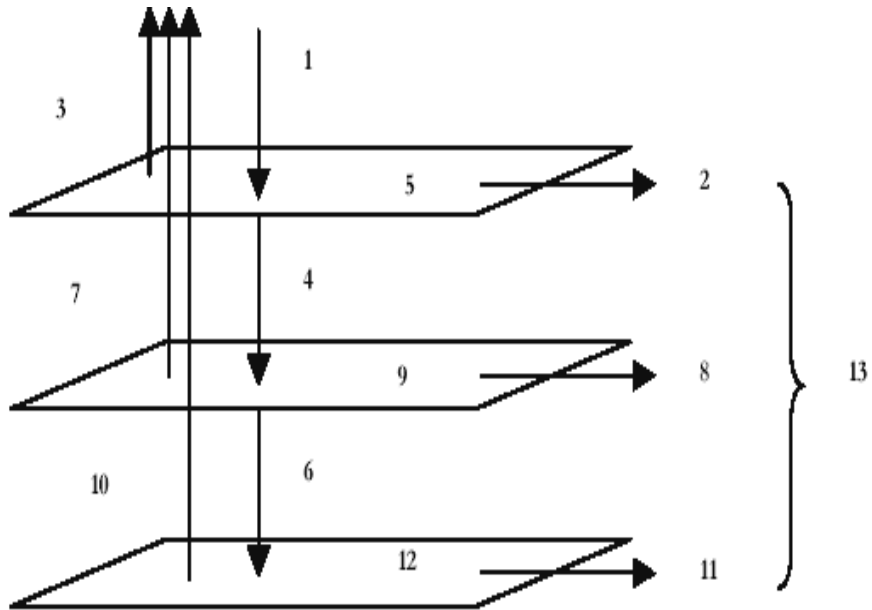
Toprak yüzeyinde besin elementleri fazlalığı oranı/kısmı her biri spesifik konumda yeraltı suyu havzası tipi, toprak tipi, eğim, yeraltı suyu taşınım süresi, yeraltı suyu beslenme indeksleri ve toplam akışla bağlantılı olan toprak-yeraltı suyu sisteminde süzülür, aşınır (rüzgar ve su ile), gaz fazına geçer veya depolanır (Palumbo, 2006).

Bu model 5 yıllık bir zaman adımında çalışır. Farklı faktörler veya parametreler toprak ve yeraltı suyu boyunca ve toprak yüzeyinde besin elementleri için farklı sirkülasyon yollarını değerlendirmek ve tanımlamak için kullanılır. Bu yollar yatay ve dikey (yukarı ve aşağı) olabilir (Palumbo, 2006). Şekil 3.3 De Wit (2001) ve Greffe (2003)’e göre nehir ağı boyunca hücreden hücreye taşınımı açıklar.

Şekil 3.4 taşınım modeli teorisinin prensiplerini De Wit (2001) ve Greffe (2003)’e göre açıklar. Şekil 3.4’de belirtilen rakamların tanımları kısaca aşağıda verilmiştir.

- 1)Toprağın besin elementleri içeriğine yayılı emisyonların ilavesi
- 2)Yüzey akışı ve erozyon
- 3)Toprakta denitrifikasyon
- 4)Yüzeyden sığ yeraltı suyuna süzülme
- 5)Toprağın yeni besin elementleri içeriği, sonraki zaman adımı için giriş

- 6) Sığ yeraltı suyundan derin yeraltı suyuna süzülme
- 7) Sığ yeraltı suyunda denitrifikasyon
- 8) Yüzeysel suya sığ yeraltı suyu akışı
- 9) Sığ yeraltı suyunda yeni besin elementleri içeriği, sonraki zaman adımı için giriş
- 10) Derin yeraltı suyunda denitrifikasyon
- 11) Yüzeysel suya derin yeraltı suyu akışı
- 12) Derin yeraltı suyunda yeni besin elementleri içeriği, sonraki zaman adımı için giriş
- 13) Yüzeysel ve yeraltı suyu akışları yolu ile toplam giriş (Darracq, 2003).



Şekil 3.4. Taşınım modeli teorisinin prensipleri (Darracq, 2003)

Aşağıdaki eşitlikler De Wit (2001)'in çalışmasında şöyle açıklanmıştır

1- Toprakta besin elementleri (S_{soil}) (kg/km^2):

Toprağın besin elementleri içeriğine SI_{soil} (kg/km^2), besin elementleri yayılı emisyonlarından gelen, toprak yüzeyindeki fazlalık SSS ($kg/yıl$) ilave edilir. Bu toprak içinde depolanan besin elementleri içeriğini verir (De Wit, 2001).

$$S_{soil} = (5 \times SSS) + SI_{soil} \quad (\text{De Wit, 2001})$$

2- Yüzey suyuna giriş: yüzey akışı ve erozyon (II_{sr}) ($kg/yıl/km^2$) :

Yüzey suyuna yüzey akışı ve erozyon ile taşınan besin elementleri içeriğinin bir kısmıdır (De Wit, 2001).

$$II_{sr} = sr \times \left(\frac{Q_{dr}}{Q} \right) \times \left(\frac{Q_{5yr}}{Q} \right) \times S_{soil}$$

sr = yüzey akışı ve erozyonun etkilerini ölçen parametre ($kg/yıl/km^2$)

Q_{dr} = uzun dönem ortalama direkt akış ($mm/yıl$)

Q = uzun dönem ortalama yıllık akış ($mm/yıl$)

Q_{5yr} = 5 yıl ortalama yıllık akış ($mm/yıl$) (De Wit, 2001)

3- Toprakta atmosfere kayıp (LS_{soil}) ($kg/yıl/km^2$) :

Toprakta atmosfere P kaybı yoktur, ama N denitrifikasyon boyunca kaybolur. Wendland (1992) toprakta N fazlalığı ve toprak tipinin bir fonksiyonu olarak toprakta denitrifikasyon kaybını tahmin etmek için bir metod tanımladı. Bowmann ve Focht (1974)'un çalışmasına dayandırılan bu metod aşağıdaki eşitlikte verilmiştir (De Wit, 2001).

$$LS_{soil} = mdr \times \left(\frac{\left(\frac{SSS}{sm} \right)}{\left(\frac{SSS}{sm} \right) + dc} \right)$$

LS_{soil} = Toprakta atmosfere yıllık ortalama kayıp ($kg/yıl/km^2$)

mdr = Maksimum denitrifikasyon oranı ($kg/yıl/km^2$)

sm = Toprak kütlesi (kg/km^2)

dc = Bir denitrifikasyon sabiti (kg/kT/yıl)

Wendland (1992) toprak kütleini 750 kT/km² tahmin etti (De Wit, 2001)

4- Süzülme (LE_{gw}) (kg/yıl/km²) :

Yeraltı suyuna süzülen besin elementlerinin miktarıdır, LE_{gw} (kg/yıl.km²), toprağın mevcut besin elementleri içeriği ve toprağın maksimum depolama kapasitesi (ms) arasında bir oran fonksiyonu olarak tanımlanır. Aslında toprağa geçmişteki girişler gerçek süzme şartlarını etkiler. LE_{gw} yine de yeraltı suyu beslenimine bağlıdır. Besin elementlerinin süzülmesi, sadece eğer toprak boyunca aşağı doğru su akışı (Q_{gw}) olması durumunda meydana gelebilir. Eğer toprak boyunca aşağı doğru su akışı artarsa toprağın depolama kapasitesinin azalması muhtemeldir. Yeraltı suyuna süzülen besin elementleri miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır (De Wit, 2001).

$$LE_{gw} = IF S_{soil} - (5 \times (II_{sr} + LS_{soil})) \leq ms$$

$$THEN \frac{S_{soil} - 5 \times II_{sr} + LS_{soil}}{ms} \frac{Q_{gw} \frac{Q_{5yr}}{Q}}{\left(Q_{gw} \frac{Q_{5yr}}{Q} \right) + gr} SSS \text{ ELSE } \frac{Q_{gw} \frac{Q_{5yr}}{Q}}{\left(Q_{gw} \frac{Q_{5yr}}{Q} \right) + gr} SSS$$

$$ms = pms * SI_{soil} \text{ (De Wit, 2001)}$$

$$Q_{gw} = \text{Uzun dönem ortalama toplam yeraltı suyu beslenimi (mm/yıl)}$$

$$pms = \text{Toprağın maksimum depolama kapasitesini tahminleme parametresi(-)}$$

$$gr = \text{Yeraltı suyu beslenim etkisini tartmak için parametre (mm/yıl)}$$

$$ms = \text{Toprağın maksimum depolama kapasitesi (kg/km²) (De Wit, 2001)}$$

5-Toprak içindeki besin elementleri: sonraki periyot başlangıç şartı (SI_{soil}) (kg/km²) :

Sonraki zaman adımı için giriş olarak alınabilecek toprakta geriye kalan yeni bir besin elementleri içeriğidir (De Wit, 2001).

$$SI_{soil} = S_{soil} - (5 \times (II_{sr} + LS_{soil} + LE_{sgw})) \text{ (De Wit, 2001)}$$

6- Derin yeraltı suyuna süzülme (LE_{dgw}) ($kg/yıl/km^2$) :

Sığ yeraltı suyunun içerdiği besin elementlerinin bir kısmı aşağıya derin yeraltı suyuna süzülür (Palumbo, 2006).

$$LE_{dgw} = LE_{gw} \frac{Q_{gwd}}{Q_{gw}}$$

Q_{gwd} = uzun dönem ortalama derin yeraltı suyu beslenimi ($mm/yıl$) (De Wit, 2001)

7- Sığ yeraltı suyundan atmosfere kayıp (LS_{sgw}) ($kg/yıl/km^2$) :

Yeraltısu sisteminden atmosfere fosfor kaybı yoktur, ama azot denitrifikasyon boyunca kaybolabilir (De Wit, 2001).

$$LS_{sgw} = \text{IF } 1 - \exp^{-drc \times RT_{sgw}} \leq \text{mdf} \text{ THEN } (1 - \exp^{-drc \times RT_{sgw}}) (LE_{gw} - LE_{dgw}) \text{ ELSE mdf } (LE_{gw} - LE_{dgw})$$

drc = Denitrifikasyon reaksiyon sabiti ($1/yıl$)

mdf = Maksimum denitrifikasyon reaksiyon oranı (-)

RT_{sgw} = Ortalama sığ yeraltı suyu kalma süresi ($yıl$) (De Wit, 2001)

8- Yüzey suyuna giriş, sığ yeraltı suyu akışı (II_{sgw}) ($kg/yıl/km^2$) :

Sığ yeraltı suyunun S_{sgw} (kg/km^2) bir üçüncü kısmı bir beş yıl periyodu içinde yüzey suyuna ulaşacaktır (De Wit, 2001).

$$S_{sgw} = 5 \times (LE_{sgw} - LE_{dgw} - LS_{sgw}) + SI_{sgw}$$

$$II_{sgw} = \frac{S_{sgw}}{5 + RT_{sgw}}$$

SI_{sgw} = Önceki periyottan geriye kalan, sığ yeraltı suyu tabakalarında depolanan besin elementleri (kg/km^2) (De Wit, 2001)

9- Sonraki periyot sığ yeraltı suyu (SI_{sgw}) (kg/km^2) :

Sığ yeraltı suyu içinde başlangıç besin elementleri içeriği S_{sgw} (kg/km^2)'dir ve beş yılın sonunda SI_{sgw} (kg/km^2) geriye kalan besin elementleridir (De Wit, 2001).

$$SI_{sgw} = S_{sgw} - (5 \times II_{sgw}) \quad (\text{De Wit, 2001})$$

10- Derin yeraltı suyundan atmosfere kayıp ($LS_{d_{gw}}$) (kg/yıl/km^2) :

Derin yeraltı suyunun içerdiği besin elementlerinin bir kısmı $LS_{d_{gw}}$ (kg/yıl/km^2) atmosfere kaybolur (azot özel hali için) (Palumbo, 2006):

$$LS_{d_{gw}} = IF \ 1 - \exp^{(-drc \times RT_{d_{gw}})} \leq mdf \ THEN \ (1 - \exp^{(-drc \times RT_{d_{gw}})}) \ LE_{d_{gw}} \ ELSE \ mdf \ LE_{d_{gw}}$$

$RT_{d_{gw}}$ = Ortalama derin yeraltı suyu kalma süresi (yıl) (De Wit, 2001))

11- Yüzey suyuna giriş: derin yeraltı suyu akışı ($II_{d_{gw}}$) (kg/yıl/km^2) :

Derin yeraltı suyu besin elementleri içeriğinin $S_{d_{gw}}$ (kg/km^2), diğer bölümü ($II_{d_{gw}}$) beş yıl içinde yüzey suyuna ulaşacaktır (De Wit, 2001).

$$S_{d_{gw}} = 5 \times (LE_{d_{gw}} - LS_{d_{gw}}) + SI_{d_{gw}}$$

$$II_{d_{gw}} = \frac{S_{d_{gw}}}{5 + RT_{d_{gw}}} \quad (\text{De Wit, 2001})$$

12- Sonraki periyot derin yeraltı suyu ($SI_{d_{gw}}$) (kg/km^2)

Yeraltı suyunun başlangıç besin elementi içeriği $S_{d_{gw}}$ (kg/km^2) dir ve sadece gelecek yıl için giriş $S_{d_{gw}}$ (kg/km^2) olabilecek beş yılın sonunda geriye kalan bir kısmıdır (Palumbo, 2006).

$$SI_{d_{gw}} = S_{d_{gw}} - (5 \times II_{d_{gw}}) \quad (\text{De Wit, 2001})$$

13- Toprak – yeraltı suyu vasıtasıyla toplam indirekt giriş (II) (kg/yıl/km^2) :

Yüzey akışı ve yeraltı suyu akışı vasıtasıyla bir zaman periyodu için yüzey suyuna toplam indirekt giriş (De Wit, 2001).

$$II = II_{sr} + II_{sgw} + II_{d_{gw}} \quad (\text{De Wit, 2001}).$$

Taşıma faktörü (De Wit, 2001)'e göre aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir (Palumbo, 2006).

$$t_f = 1 - \frac{1}{1 + \left[m_1 \times \left[1000 \times e_{\text{gim}} + 1 \right] \right] \times q_d^{m_2}}$$

Eğim = Dijital yükseklik modelinden türetilen eğim

m_1 = Nehir ağında kaybı tanımlamak için parametre (s/m^3)

m_2 = Nehir ağında kaybı tanımlamak için parametre (-)

q_d = Hücrede ortalama deşarj (m^3/s)

t_f = Bir hücreden aşağıdaki bir hücreye taşınan besin elementlerinin bölümünü temsil eden faktördür (Palumbo, 2006).

Şekil 3.3 de $(1 - t_f)$, nehir ağında kalma, kayıp ve bozunmayı ifade eder. t_f arazi eğimi ve hücrede ortalama deşarjın bir fonksiyonudur (Palumbo, 2006).

3.2.4. Senaryo Analizleri

Bu tez çalışmasında Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışması ve PolFlow modeli kullanılarak senaryo analizleri yapılmıştır. Bu amaçla iklim, nüfus ve yaşam stili senaryoları oluşturulmuştur. Öncelikle iklim senaryosu su ve besin elementleri akış modellerine uygulanarak 30 yıl sonrası için su akışları ve besin elementleri yüklerindeki değişimler incelenmiştir. İkinci adımda nüfus senaryoları, iklim senaryosunun arkasına, üçüncü adımda da iklim senaryosunun arka planına yaşam stili senaryoları uygulanarak 30 yıl sonrası için besin elementlerindeki değişimler incelenmiştir. Durdu ve Cvetkovic (2009)'in çalışmasında Büyük Menderes Havzası 1999–2004 arası beş yıllık zaman periyodu için modellenmiş olması nedeniyle bu çalışmada 2005 yılı temel kabul edilerek, 30 yıl sonrası 2035 yılı için analizler yapılmıştır.

3.2.4.1. İklim değişikliği senaryosu

İklim değişikliği, fiziksel ve doğal çevre, şehir hayatı, kalkınma ve ekonomi, teknoloji, insan hakları, tarım ve gıda, temiz su ve sağlık olmak üzere hayatımızın her aşamasını etkilemektedir (Anonim, 2008).

Türkiye’de iklim değişikliğinin kendini özellikle yaz sıcaklıklarında meydana gelen artışlarla gösterdiği, yaz sıcaklıklarındaki artışların Türkiye’nin batı ve güney bölgelerinde gerçekleştiği ve son 50 yıl içinde kış mevsiminde Türkiye’nin

batı illerine düşen yağış miktarının önemli ölçüde azaldığı”, “İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi”nde ifade edilmektedir (Anonim, 2008).

İklim değişikliğinin sonuçlarından kuraklık, yağışların azalması sonucu hidrolojik dengede bozulmalara neden olmaktadır (Anonim, 2008).

İklim değişikliği senaryosu için yıllık ortalama sıcaklık, kış sıcaklığı ve yıllık ortalama yağış değişkenleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. Büyük Menderes Havzası'nın bulunduğu bölge için IPCC iklim değişikliği tahminleri (2080-2099)

İklim için Değişken	IPCC Tahminleri
Yıllık Ortalama Sıcaklık	3 – 3,5 °C artış
Kış Sıcaklığı	2 – 2,5 °C artış
Yıllık Ortalama Yağış	% 20 – 27 azalma

Bu senaryo değişkenlerinin değerleri “Uluslararası İklim Değişimi Üzerine Panel (IPCC) 4. Değerlendirme Raporu: İklim Değişikliği 2007 (AR4)” “İklim Değişikliği 2007: Fiziksel Bilimi Temelinde” raporunun bölgesel iklim projeksiyonları bölümünden alınmıştır. Bu raporda Güney Avrupa ve Akdeniz Bölgesi için yapılan modelleme çalışmalarında Büyük Menderes Havzası'nın bulunduğu bölgede 2080–2099 dönemi için yıllık ortalama sıcaklıkta 3–3,5 °C artış, kış sıcaklığında 2–2,5 °C artış, yıllık ortalama yağışta % 20–27 oranında azalış olacağı öngörülmüştür (Çizelge 3.5). Projede iklim değişikliğinin etkisini daha iyi görebilmek ve emniyetli tarafta kalmak amacıyla yüksek olan sıcaklık değerleri ve yağış değerleri seçilmiştir. Bu değerlere 2080 yılında ulaşılacağı kabulü yapılarak 5'er yıllık zaman periyodundaki artış/azalış miktarları tespit edilmiştir (Çizelge 3.6). İklim değişkenlerinde 5'er yıllık zaman periyodundaki değişimlerinin lineer olacağı kabulü yapılmıştır.

Çizelge 3.6. İklim değişikliği senaryo değişkenleri

İklim için değişken	İklim senaryosu için seçilen değişken değeri	5 yıllık zaman periyodundaki değişim	İklim senaryosu için seçilen değişkenin 2035'teki değeri
Yıllık Ortalama Sıcaklık	3,5 °C artış (2080 yılına kadar)	0,22 °C artış	1,32 °C artış
Kış Sıcaklığı	2,5 °C artış (2080 yılına kadar)	0,16 °C artış	0,96 °C artış
Yıllık Ortalama Yağış	% 27 azalma (2080 yılına kadar)	% 1,69 azalış	% 10,14 azalış

3.2.4.2. Nüfus senaryoları

Gelecekteki muhtemel nüfus artışlarının su ve besin elementleri akışları üzerindeki etkilerini tahmin etmek amacıyla nüfus senaryoları oluşturulmuştur. Nüfus senaryoları oluşturulurken TUSİAD (Türkiye Sanayicileri ve İşadamları Derneği) ve UNFPA (Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu) tarafından yaptırılan (Hoşgör ve Tansel, 2010) “2050’e Doğru Nüfus Bilim ve Yönetim” raporundan faydalanılmıştır. Bu raporda doğuştaki yaşam ümidi ve toplam doğurganlık hızı kriterlerinin değişik kombinasyonları kullanılarak oluşturulan en düşük, düşük, orta, yüksek ve en yüksek şeklindeki beş adet senaryoya göre Türkiye için nüfus projeksiyonları yapılmıştır (Çizelge 3.7). Bu çizelgeden en düşük, orta ve en yüksek senaryo değerleri dikkate alınarak 2000–2035 yılları arasındaki nüfus artış hızları % olarak hesap edilmiştir. 2005–2035 yılları arasındaki nüfus artışlarının lineer olacağı kabul edilerek 5'er yıllık zaman periyodundaki artışlar bulunmuştur. Büyük Menderes Havzası'ndaki nüfus artışlarının Türkiye genelini izleyeceği kabulü yapılarak nüfus senaryoları oluşturulmuştur (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.7. Türkiye için nüfus projeksiyonları (Hoşgör ve Sağıt, 2010)

YILLAR	EN DÜŞÜK	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK	EN YÜKSEK
2000	67.803.930	67.803.930	67.803.930	67.803.930	67.803.930
2005	72.365.548	72.365.548	72.721.882	73.074.192	73.074.192
2010	76.678.032	76.690.668	77.473.668	78.196.766	78.222.281
2015	80.695.383	80.676.022	81.867.139	82.965.723	83.101.353
2020	84.337.588	84.286.517	85.863.220	87.275.612	87.528.767
2025	87.502.832	87.471.118	89.495.158	91.151.250	91.613.864
2030	90.165.205	90.254.863	92.740.165	94.629.612	95.402.609
2035	92.347.577	92.634.871	95.472.163	97.625.064	98.827.167
2040	93.979.969	94.541.607	97.584.356	100.017.720	101.764.796
2045	94.892.090	95.796.119	98.999.196	101.716.850	104.134.812
2050	95.065.978	96.409.629	99.794.141	102.795.176	106.015.107

Havzadaki toplam nüfus için havzaya giren tüm yerleşimlerin 2000 ve 2007 nüfus sayım sonuçları kullanılarak üstel artış yöntemi ile 2005 yılı için nüfusları hesaplanmıştır. Bu şekilde havzanın 2005 yılı toplam nüfusu tespit edilmiştir. Ayrıca “kalkınma planlarında belli nüfus büyüklüğünü aşan yerlerde kent olarak nitelendirilmektedir. Örneğin planlama çalışmalarında 20.000 ve daha fazla nüfuslu yerlerde kent olarak tanımlanmaktadır” (Kocaman, 2002). Bu şekilde havzada nüfusu 20.000 ve üzeri olan yerleşimler tespit edilerek, bu yerleşimlerin 2005 yılı nüfus tahminleri toplanarak havzada 2005 yılında yaşayan kentsel nüfus tespit edilmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Nüfus senaryoları

Nüfus Senaryoları	2005 – 2035 Yılları Arasındaki Nüfus Artışındaki Değişim (%)	5'er Yıllık Zaman Periyodundaki Değişimler (%)
Senaryo-1 En Düşük	27,61	4,60
Senaryo-2 Orta	31,28	5,21
Senaryo-3 En Yüksek	35,24	5,87

Çizelge 3.9. Büyük Menderes Havzası 2005 yılı nüfus tahmini

Büyük Menderes Havzası 2005 Yılı Tahmini Nüfusu (kişi)	
Kentsel Nüfus Toplamı	892.346
Kırsal Nüfus Toplamı	1.335.668
Toplam Nüfus	2.228.014

2000 yılı kentsel nüfusu ve 2005 yılı tahmini kentsel nüfusu arasında 5 yıldaki değişimin % 8,46 olduğu görülmüştür (Çizelge 3.10). Nüfus senaryolarında kentsel nüfusun 2005–2035 yılları arasında 5'er yıllık zaman periyotlarında % 8,46 artacağı kabulü yapılmıştır.

3.2.4.3. Yaşam stili senaryoları

İklim senaryosunun arka planına ayrıca nüfus senaryolarındaki toplam nüfus artış oranları dikkate alınarak yaşam stili senaryoları uygulanmıştır. 2 adet yaşam stili senaryosu oluşturulmuştur: Kentsel yaşam senaryosu ve kırsal yaşam senaryosu. Kentsel yaşam senaryosunda havzada meydana gelen nüfus artışının tamamının kentsel alanlara yerleşeceği kabulü yapılmıştır. Kırsal yaşam senaryosunda ise

havzada meydana gelen nüfus artışının tamamının kırsal alanlara yerleşeceği kabulü yapılmıştır. Kentsel yaşam senaryosunda nüfus artışı ile birlikte besin elementleri yüküne sanayinin katkısının artacağı kabul edilmiştir. 01.07.2006 tarih, 26215 sayılı resmi gazetede yayınlanan 9. Kalkınma Planı (2007–2013)’nda 2001–2005 döneminde sanayi sektörünün %5,1, tarım sektörünün ise yıllık ortalama %1,1 oranında büyüdüğü ifade edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada 2005–2035 döneminde her beş yıllık zaman periyodunda sanayinin %5,1, tarım sektörünün ise %5,5 oranında büyüyeceği kabulü yapılarak, yaşam senaryoları modele uygulanmıştır. Kentsel yaşam senaryosunda 5’er yıllık zaman periyodunda sanayinin %5,1 artacağı, tarım sektörünün artmayacağı kabulü yapılırken, kırsal yaşam senaryosunda sanayi artışı olmayacağı ve tarım sektörünün %5,5 artacağı kabulü yapılmıştır. Her iki yaşam stili de iklim senaryosunun arka planına ayrı ayrı uygulanmıştır.

Çizelge 3.10. Büyük Menderes Havzası 2000 ve 2005 yılları arası kentsel nüfus değişim oranı

Büyük Menderes Havzası	2000 Yılı Nüfus Sayımı Sonucuna Göre	2005 Yılı Tahmini Nüfus	2000 ve 2005 Yılları Arasında Kentsel Nüfus Değişim Oranı
Kentsel Nüfus Toplamı	822.724	892.436	% 8,46 artış

3.2.5. Parametre Hassasiyet Analizi

Parametre hassasiyet analizi ile parametrelerden birinin değişimi ile modelden çıkış değerlerinin ne şekilde değiştiğinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla parametrelerden bir tanesinin değeri değiştirilerek, diğer parametreler sabit tutulmuştur. Parametre hassasiyet analizi için Bağlı Hassasiyet Metodu kullanılmıştır. Bu methoda İndeksi (Mutlak Değişimin Maksimum Oranı) olarak adlandırılan bir indeks kullanılır.

MAROV İndeksi parametrenin değişkenliğinin etkisini temsil eden miktarını verir (Darracq, 2006).

$$\text{MAROV} = \text{Max} \left| \frac{O - O_{bc} \cdot xI_{bc}}{O_{bc} \cdot I - I_{bc}} \right| \quad (\text{Darracq, 2003})$$

O = Çıkış değeri

O_{bc} = Temel senaryo için çıkış değeri

I = Parametre değeri

I_{bc} = Temel senaryoda parametre değeri (Darracq, 2003)

MAROV < 1, bir parametrenin % x'e kadar değişimi, % x'ten daha küçük bir çıkış değişimi ile sonuçlanacaktır ve belirli bir parametre için daha büyük MAROV değeri daha hassas bir çıkıştır (Darracq, 2003).

Parametre hassasiyet analizinde kullanılan parametreler aşığıda belirtilmiştir.

pms parametresi (-), toprağın maksimum depolama kapasitesini tahmin etmek için kullanılır.

sr parametresi (1/yıl), yüzey akışı ve erozyonun etkilerini ölçüm için kullanılır.

gr parametresi (mm/yıl), yeraltı suyu beslenme etkisini ölçüm için kullanılır.

rn_1 kayıp parametresi1 (s/m^3), nehir ağında kaybı tanımlamak için kullanılır.

rn_2 kayıp parametresi2 (-), nehir sistemi boyunca t_f taşınım bölümünün değişimini ölçmek için kullanılır (De Wit, 2001).

pms, sr, gr, rn_1 ve rn_2 parametrelerinin her biri için 4 adet faktör kullanılarak, 4 farklı yeni parametre değerleri elde edilmiştir. Faktör değerleri, faktör 1/10, faktör 1/2, faktör 2 ve faktör 10 olarak belirlenmiştir.

pms, sr, gr parametrelerinin her biri için 4 farklı faktör değerlerine karşılık gelen yeni değerleri hesap edilerek, bu yeni parametre değerlerinin modele uygulanmasıyla model çıkış parametrelerinden LE_{gw} topraktan yeraltı suyuna süzülen besin elementlerinin miktarı, $LE_{d_{gw}}$ sığ yeraltı suyunun içerdęi besin elementlerinin derin yeraltı suyuna süzülen miktarı, II_{sr} topraktaki besin

elementlerinin yüzey akışı ve erozyonu ile taşınan miktarı, II_{sgw} sığ yeraltı suyu beslenimi ile yüzey suyuna taşınan miktarı, $II_{d_{gw}}$ derin yeraltı suyu beslenimi ile yüzey suyuna taşınan miktarı, yüzey suyuna toplam besin elementleri girişi ve havza çıkışındaki toplam yük değerleri modelden elde edilmiştir. Model çıkış parametreleri kullanılarak MAROV indeksleri hesaplanmıştır.

r_{n1} ve r_{n2} parametrelerinin her biri içinde aynı faktör değerleri kullanılarak bu parametrelerin yeni değerleri hesaplanmıştır. Aynı şekilde yeni parametre değerlerinin modele uygulanmasıyla model çıkış parametrelerinden t_f taşınım faktörü ve havza çıkışındaki toplam yük değerleri modelden elde edilerek MAROV indeksleri hesaplanmıştır.

MAROV indeksleri hesap edilirken herhangi bir senaryo uygulanmadan temel model kullanılmıştır ve MAROV indeksleri hem azot hem de fosfor için ayrı ayrı hesap edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Senaryo Analizleri

4.1.1. İklim Senaryosu

İklim değışikliği senaryosu ile iklim değışikliğinin gelecekteki su akışları üzerine etkisi incelenerek, havza çıkışındaki azot ve fosfor yüklerindeki değışimler incelenmiştir. İklim değışikliği senaryosunun modele uygulanmasıyla su akışlarından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1’ de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. İklim değışikliğinin su akışları üzerine etkileri

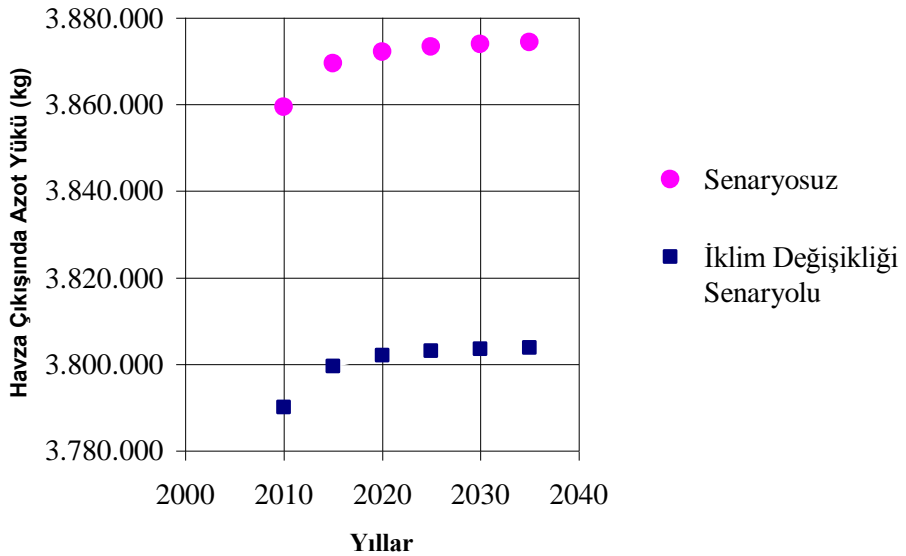
Parametre	Değişim (%)
Uzun Dönem Ortalama Akış (m ³ /s)	-5,60
Buharlaşma (mm/yıl)	-0,25
Toplam Yeraltı suyu Deşarjı (m ³ /s)	-7,06
Derin Yeraltı suyu Deşarjı (m ³ /s)	-7,11
Sığ Yeraltı suyu Kalma Süresi (yıl)	+4,42
Derin Yeraltı suyu Kalma Süresi (yıl)	+9,25

İklim değışikliği senaryosu su akışlarını önemli derecede etkilediği belirlendi. En fazla tepki % 9,25’lik artış ile derin yeraltı suyu kalma süresinde görüldü. En az tepki ise % 0,25’lik azalma ile buharlaşmada görüldü, ancak havzanın tamamında buharlaşmada azalma oldu. Toplam yeraltı suyu deşarjında ve derin yeraltı suyu deşarjında birbirine çok yakın değerlerde önemli derecede azalma olduğu belirlendi.

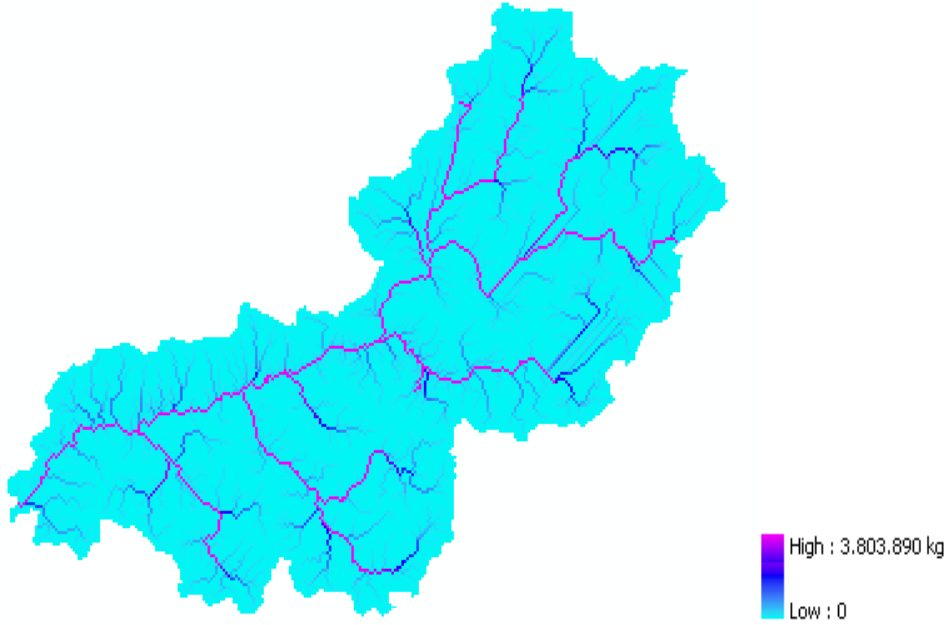
İklim değışikliği senaryosunun su akış modeline uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar, besin elementleri taşınım modeline uygulanmıştır. İklim değışikliği

Çizelge 4.2. İklim değişikliği senaryosu ve senaryosuz havza çıkışında azot yükleri

Yıllar	Senaryosuz Havza Çıkışında Azot Yükleri (kg)	İklim Senaryosu Sonucu Havza Çıkışında Azot Yükleri (kg)	Değişim (%)
2010	3.859.400	3.790.120	-1,795
2015	3.869.470	3.799.570	-1,806
2020	3.872.140	3.802.020	-1,811
2025	3.873.330	3.803.050	-1,814
2030	3.874.000	3.803.590	-1,818
2035	3.874.420	3.803.890	-1,820



Şekil 4.1. İklim değişikliği senaryosu sonucu havza çıkışında azot yükleri grafiği

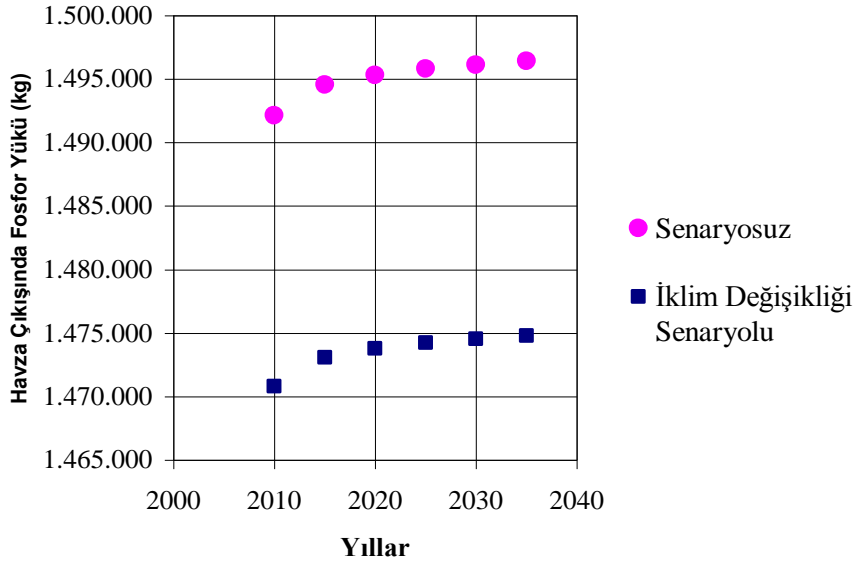


Şekil 4.2. İklim değişikliği senaryosu sonucu havzada 2035 yılı azot akışları

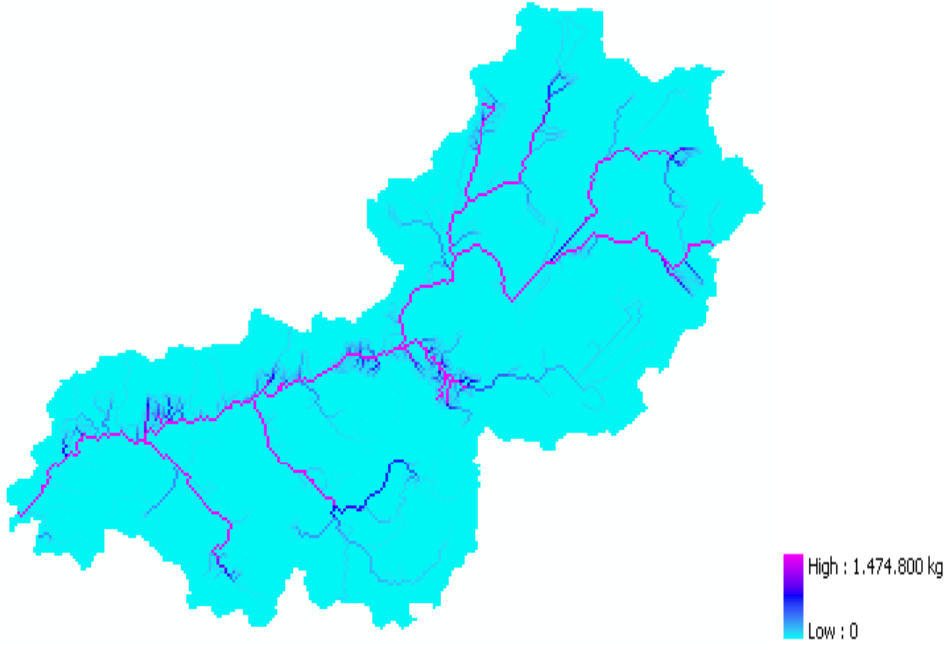
senaryosu havza çıkışında 2035 yılında nihai azot yükünde % 1,820, nihai fosfor yükünde ise %1,445 azalmaya neden oldu. İklim değişikliği senaryosunun uygulanmasıyla havza çıkışında hem azot hem de fosfor yükleri, senaryosuz durumdaki azot ve fosfor yüklerine göre başlangıçta azalma olmuştur. Ancak daha sonra havza çıkışındaki azot ve fosfor yükleri artma eğilimi göstermiştir. İklim değişikliği senaryosu sonucu uzun dönem ortalama akış, toplam yeraltı suyu deşarjında ve derin yeraltı suyu deşarjında önemli derecede azalma olmuştur. Model çıktıları incelendiğinde bu azalmalara bağlı olarak LE_{gw} (topraktan yeraltı suyuna süzülen besin elementlerinin miktarı) ve $LE_{d_{gw}}$ (sığ yeraltı suyunun içerdiği besin elementlerinin derin yeraltı suyuna süzülen miktarı) değerlerinde de azalma olduğu görülmüştür. Bu nedenle iklim değişikliği senaryosu sonucunda havza çıkışında hem azot hemde fosfor yüklerinde azalma olmasının nedeni uzun dönem ortalama akış, toplam yeraltı suyu deşarjında ve derin yeraltı suyu deşarjında meydana gelen azalmalar olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.3. İklim değişikliği senaryosu ve senaryosuz havza çıkışında fosfor yükleri

Yıllar	Senaryosuz Havza Çıkışında Fosfor Yükleri (kg)	İklim Senaryosu Havza Çıkışında Fosfor Yükleri (kg)	Değişim (%)
2010	1.492.150	1.470.800	-1,431
2015	1.494.550	1.473.060	-1,438
2020	1.495.330	1.473.800	-1,440
2025	1.495.790	1.474.220	1,442
2030	1.496.130	1.474.530	-1,444
2035	1.496.430	1.474.800	-1,445



Şekil 4.3. İklim değişikliği senaryosu sonucu havza çıkışında fosfor yükleri grafiği



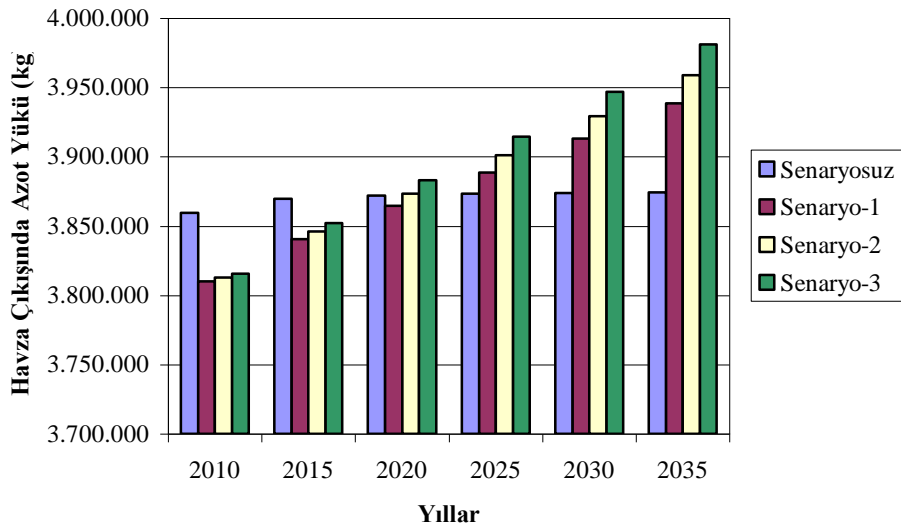
Şekil 4.4. İklim değişikliği senaryosu sonucu havzada 2035 yılı fosfor akışları

4.1.2. Nüfus Senaryoları

Modele iklim senaryosunun arkasına nüfus senaryolarının uygulanması sonucu havza çıkışında nihai azot yüklerinde senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 1,65, senaryo-2 sonucunda % 2,17, senaryo-3 sonucunda da % 2,75 artışlar olmuştur (Çizelge 4.4, Şekil 4.5). Havza çıkışında nihai fosfor yüklerinde ise senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 8,09, senaryo-2 sonucunda % 9,52, senaryo-3 sonucunda da % 11,12 artışlar olmuştur (Çizelge 4.5, Şekil 4.6). Nüfus senaryoları havza çıkışında azot yüklerini az etkilemiştir. Ancak, havza çıkışında nihai fosfor yükü nihai azot yükünden çok daha fazla etkilenmiştir. Nüfus senaryolarının üçünde de havza çıkışındaki hem azot hem de fosfor yükleri birbirine yakın çıkmıştır. Bunun nüfus senaryolarının artış oranları arasındaki farkın az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.4. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında azot yükleri (kg)

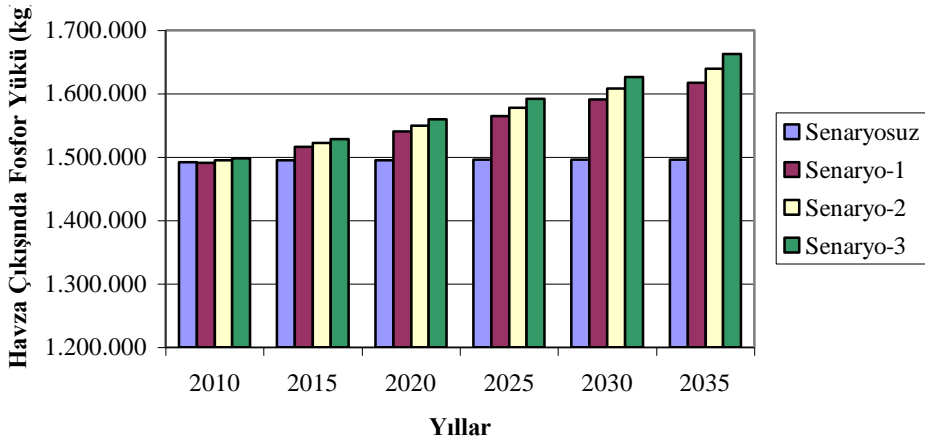
Yıllar	Senaryosuz	Nüfus Senaryoları		
		Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	3.859.400	3.810.090	3.812.750	3.815.610
2015	3.869.470	3.840.440	3.846.010	3.852.060
2020	3.872.140	3.864.740	3.873.510	3.883.080
2025	3.873.330	3.888.630	3.900.900	3.914.360
2030	3.874.000	3.913.080	3.929.160	3.946.930
2035	3.874.420	3.938.380	3.958.630	3.981.130



Şekil 4.5. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında azot yükleri grafiği

Çizelge 4.5. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında fosfor yükleri (kg)

Yıllar	Senaryosuz	Nüfus Senaryoları		
		Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	1.492.150	1.491.980	1.494.800	1.497.830
2015	1.494.550	1.516.400	1.522.310	1.528.720
2020	1.495.330	1.540.310	1.549.610	1.559.760
2025	1.495.790	1.564.970	1.577.980	1.592.260
2030	1.496.130	1.590.650	1.607.700	1.626.540
2035	1.496.430	1.617.440	1.638.910	1.662.770



Şekil 4.6. İklim değişikliği senaryosu ve nüfus senaryoları sonucu havza çıkışında fosfor yükleri grafiği

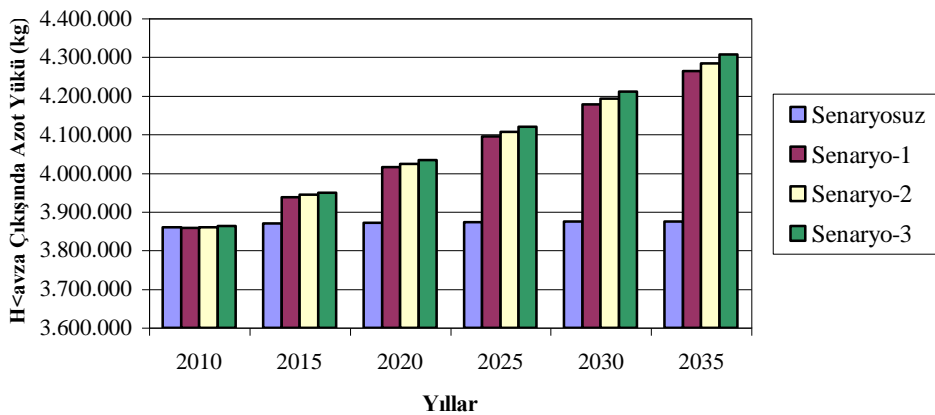
4.1.3. Yaşam Stili Senaryoları

Modele iklim senaryosunun arkasına kentsel yaşam senaryosunun uygulanması sonucu havza çıkışında nihai azot yüklerinde senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 10,05, senaryo-2 sonucunda % 10,57, senaryo-3 sonucunda da % 11,16 artışlar olmuştur (Çizelge 4.6, Şekil 4.7). Havza çıkışında nihai fosfor

yüklerinde ise senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 31,11, senaryo-2 sonucunda % 32,53, senaryo-3 sonucunda da % 34,13 artışlar olmuştur (Çizelge 4.7, Şekil 4.8). Yaşam stili senaryoları havza çıkışında hem azot hem de fosfor yüklerini önemli derecede etkilemiştir. Ancak, havza çıkışında nihai fosfor yükü nihai azot yükünden çok daha fazla etkilenmiştir.

Çizelge 4.6. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri (kg)

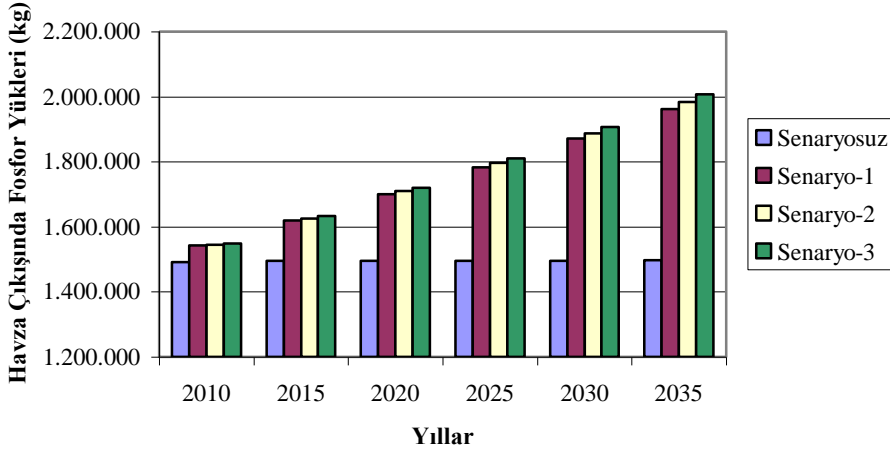
Yıllar	Senaryosuz	İklim Senaryosu	Kentsel Yaşam Senaryosu		
			Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	3.859.400	3.790.120	3.857.840	3.860.480	3.863.350
2015	3.869.470	3.799.570	3.938.360	3.943.900	3.949.960
2020	3.872.140	3.802.020	4.015.400	4.024.120	4.033.720
2025	3.873.330	3.803.050	4.094.710	4.106.920	4.120.420
2030	3.874.400	3.803.590	4.177.410	4.193.430	4.211.230
2035	3.874.420	3.803.890	4.263.950	4.284.100	4.306.650



Şekil 4. 7 Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri grafiği

Çizelge 4.7. Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri (kg)

Yıllar	Senaryosuz	İklim Senaryosu	Kentsel Yaşam Senaryosu		
			Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	1.492.150	1.470.800	1.542.490	1.545.300	1.548.340
2015	1.494.550	1.473.060	1.620.010	1.625.890	1.632.320
2020	1.495.330	1.473.800	1.699.720	1.708.970	1.719.150
2025	1.495.790	1.474.220	1.783.020	1.795.970	1.810.280
2030	1.496.130	1.474.530	1.870.330	1.887.310	1.906.200
2035	1.496.430	1.474.800	1.961.910	1.983.280	2.007.200



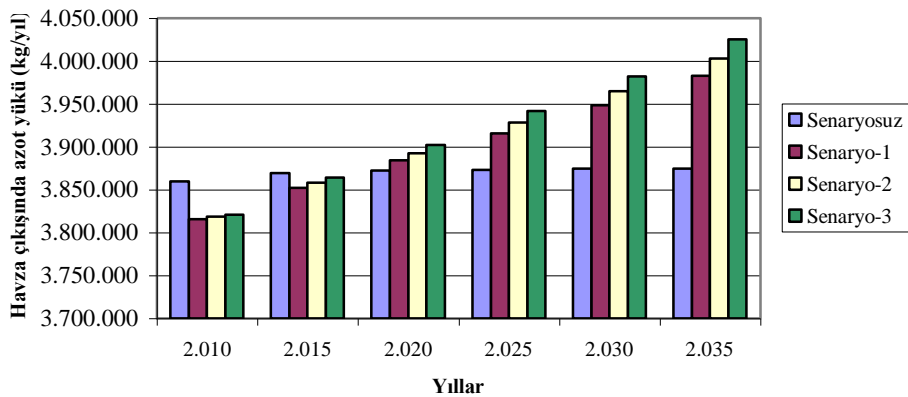
Şekil 4. 8 Kentsel yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri grafiği

Modele iklim senaryosunun arkasına kırsal yaşam senaryosunun uygulanması sonucu göre havza çıkışında nihai azot yüklerinde senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 2,80, senaryo-2 sonucunda % 3,32, senaryo-3 sonucunda da % 3,90 artışlar olmuştur (Çizelge 4.8, Şekil 4.9). Havza çıkışında nihai fosfor yüklerinde ise senaryosuz duruma göre senaryo-1 sonucunda % 9,43, senaryo-2 sonucunda % 10,86, senaryo-3 sonucunda da % 12,45 artışlar olmuştur (Çizelge 4.9, Şekil 4.10). Yaşam stili senaryoları havza çıkışında hem azot hem de fosfor

yüklerini etkilemiştir. Ancak, havza çıkışında nihai fosfor yükü nihai azot yükünden çok daha fazla etkilenmiştir. Kırsal yaşam senaryosunda nihai besin elementleri yüklerindeki artışlar kentsel yaşam senaryosuna göre daha az olmuştur. Kentsel yaşam senaryosunda nihai besin elementleri yüklerinin daha yüksek çıkması sanayiden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.8. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri (kg)

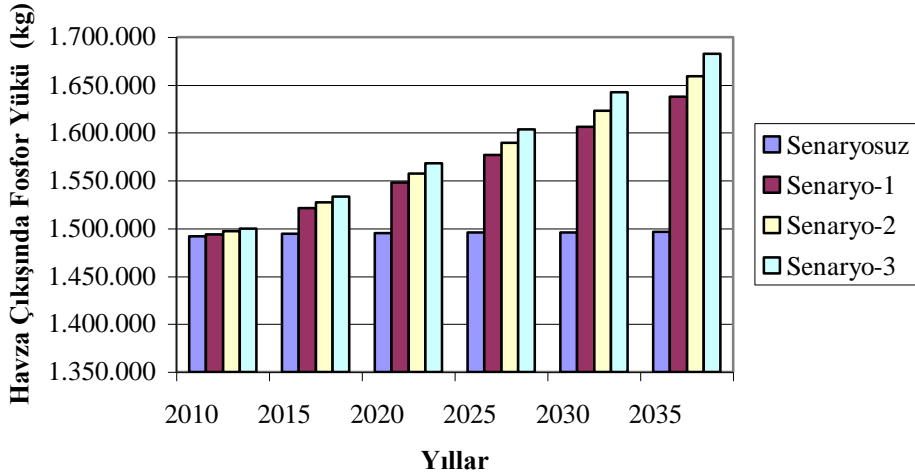
Yıllar	Senaryosuz	İklim Senaryosu	Kırsal Yaşam Senaryosu		
			Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	3.859.400	3.790.120	3.815.680	3.818.340	3.821.200
2015	3.869.470	3.799.570	3.852.570	3.858.150	3.864.190
2020	3.872.140	3.802.020	3.884.060	3.892.830	3.902.400
2025	3.873.330	3.803.050	3.915.730	3.927.990	3.941.460
2030	3.874.400	3.803.590	3.948.540	3.964.620	3.982.390
2035	3.874.420	3.803.890	3.982.840	4.003.080	4.025.580



Şekil 4. 9 Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında azot yükleri grafiği

Çizelge 4.9. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri (kg)

Yıllar	Senaryosuz	İklim Senaryosu	Kırsal Yaşam Senaryosu		
			Senaryo-1 (En Düşük)	Senaryo-2 (Orta)	Senaryo-3 (En Yüksek)
2010	1.492.150	1.470.800	1.494.210	1.497.030	1.500.060
2015	1.494.550	1.473.060	1.521.370	1.527.280	1.533.690
2020	1.495.330	1.473.800	1.548.410	1.557.710	1.567.860
2025	1.495.790	1.474.220	1.576.600	1.589.610	1.603.890
2030	1.496.130	1.474.530	1.606.240	1.623.290	1.642.130
2035	1.496.430	1.474.800	1.637.470	1.658.940	1.682.800



Şekil 4.10. Kırsal yaşam senaryosuna göre havza çıkışında fosfor yükleri grafiği

Havza çıkışında kentsel ve kırsal yaşam senaryolarına göre nihai azot yükleri karşılaştırıldığında kentsel yaşam senaryosuna göre kırsal yaşam senaryosunda senaryo-1 %6,59, senaryo-2 %6,56, senaryo-3 %6,03 daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4.10). Nihai fosfor yükleri ise kentsel yaşam senaryosuna göre kırsal

Çizelge 4.10. Kentsel ve kırsal yaşam senaryolarına göre havza çıkışında azot yükleri (kg)

Yıllar	Senaryo-1 (En Düşük)		Senaryo-2 (Orta)		Senaryo-3 (En Yüksek)	
	Kentsel	Kırsal	Kentsel	Kırsal	Kentsel	Kırsal
2010	3.857.840	3.815.680	3.860.480	3.818.340	3.863.350	3.821.200
2015	3.938.360	3.852.570	3.943.900	3.858.150	3.949.960	3.864.190
2020	4.015.400	3.884.060	4.024.120	3.892.830	4.033.720	3.902.400
2025	4.094.710	3.915.730	4.106.920	3.927.990	4.120.420	3.941.460
2030	4.177.410	3.948.540	4.193.430	3.964.620	4.211.230	3.982.390
2035	4.263.950	3.982.840	4.284.100	4.003.080	4.306.650	4.025.580

Çizelge 4.11. Kentsel ve kırsal yaşam senaryolarına göre havza çıkışında fosfor yükleri (kg)

Yıllar	Senaryo-1 En Düşük		Senaryo-2 Orta		Senaryo-3 En Yüksek	
	Kentsel	Kırsal	Kentsel	Kırsal	Kentsel	Kırsal
2010	1.542.490	1.494.210	1.545.300	1.497.030	1.548.340	1.500.060
2015	1.620.010	1.521.370	1.625.890	1.527.280	1.632.320	1.533.690
2020	1.699.720	1.548.410	1.708.970	1.557.710	1.719.150	1.567.860
2025	1.703.020	1.576.600	1.795.970	1.589.610	1.810.280	1.603.890
2030	1.870.330	1.606.240	1.887.310	1.623.290	1.906.200	1.642.130
2035	1.961.910	1.637.470	1.983.280	1.658.940	2.007.200	1.682.800

yaşam senaryosunda senaryo-1 %16,54, senaryo-2 %16,35, senaryo-3 %16,16 daha düşük çıkmıştır (Çizelge 4.11). Kırsal yaşam senaryosunda kentsel yaşam senaryosuna göre hem azot hem de fosfor yüklerinin düşük çıkmasının nedeni kırsal yaşam senaryosunda sanayide gelişme olmadığı kabulü yapılmış olmasıdır.

4.2. Parametre Hassasiyet Analizi

Azot ve fosfor için MAROV İndeksleri hesap detayları ekte sunulmuştur. Bu hesapların sonuçları ise Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13' de gösterilmiştir. MAROV İndeksleri, parametrelerin çoğunda göz önüne alınan çıkış parametreleri için 1'den küçük bulunmuştur.

Hem azot hem de fosfor için havzada çıkış yükü, en çok r_{n_2} parametresinin (kayıp parametresi2) değişkenliğinden etkilenmektedir (Şekil 4.11). r_{n_2} parametresinin (kayıp parametresi2), havza çıkışındaki azot yükü üzerindeki etkisi havza çıkışındaki fosfor yükü üzerindeki etkisinden daha fazla olduğu görüldü. Havza çıkışındaki yük, azot için r_{n_2} parametresinin (kayıp parametresi2) değişimine çok hassas. r_{n_2} parametresi (kayıp parametresi2) ve havza çıkışındaki yük ile bağlantılı MAROV İndeksinin 1'den büyük olması r_{n_2} parametresinin (kayıp parametresi2) değişiminin çıkışta yükün aşırı değişimi ile sonuçlanacağını gösterir.

Hem azot hem de fosfor için model çıkışı LE_{gw} (topraktan yeraltı suyuna süzülen besin elementlerinin miktarı), $LE_{d_{gw}}$ (sığ yeraltı suyunun içerdiği besin elementlerinin derin yeraltı suyuna süzülen miktarı), II_{sgw} (sığ yeraltı suyu beslenimi ile yüzey suyuna taşınan miktarı), $II_{d_{gw}}$ (derin yeraltı suyu beslenimi ile yüzey suyuna taşınan miktarı) parametrelerinin pms parametresinin değişkenliğine çok hassas olduğu görüldü.

Hem azot hem de fosfor için sr parametresinin değişkenliği en çok, model çıkış parametresi olan II_{sr} (yüzey akışı ve erozyonla yüzey suyuna giriş) parametresini etkilemektedir.

Hem azot hem de fosfor için model çıkışı $LE_{d_{gw}}$ (sığ yeraltı suyunun içerdiği besin elementlerinin derin yeraltı suyuna süzülen miktarı) ve), II_{sgw} (sığ yeraltı suyu beslenimi ile yüzey suyuna taşınan miktarı) paramtereleri, gr parametresinin değişkenliğine karşı hassas. Ayrıca hem azot hemde fosfor için toplam yüzey

suyuna besin elementleri girişi ve Π_{sr} (yüzey akışı ve erozyonla yüzey suyuna parametresi, gr parametresinin değişkenliğinden etkilenmemektedir.

rn_2 parametresi (kayıp parametresi2), havza çıkış yükü üzerinde hem azot hem fosfor için rn_1 parametresinden (kayıp parametresi1) daha fazla etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

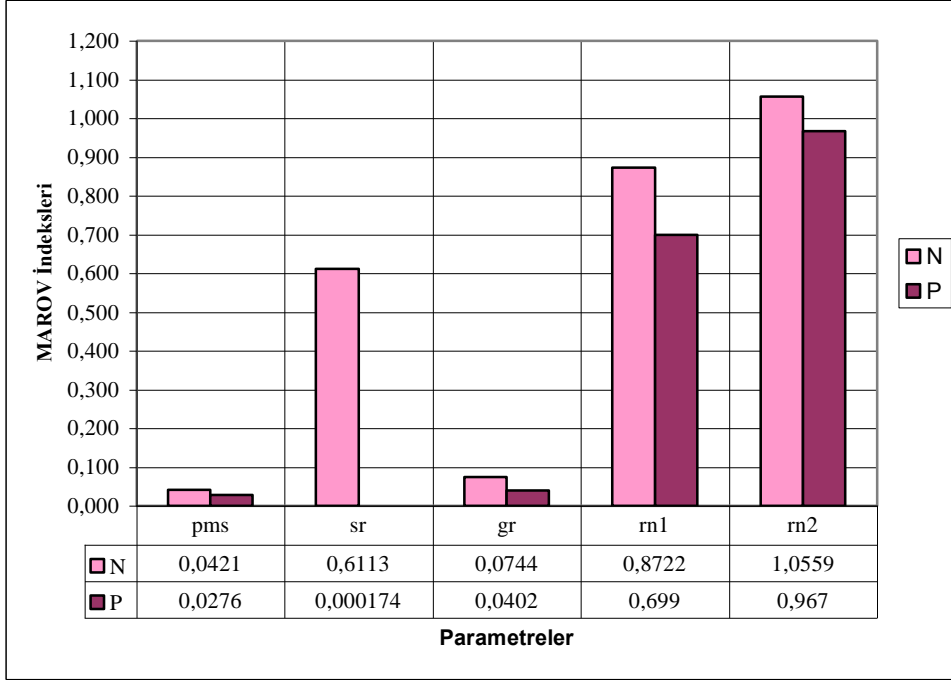
Çizelge 4.12. Azot için MAROV indeksleri

Parametreler	pms	sr	gr	rn_1	rn_2
LE_{gw}	1,4993	0,0010	0,9137	-	-
$LE_{d_{gw}}$	1,4984	0,0007823	1,2157	-	-
Π_{sr}	0,0000	1,000	0,000	-	-
Π_{sgw}	1,4994	0,00106	1,2239	-	-
$\Pi_{d_{gw}}$	1,4993	0,00104	0,9208	-	-
TI	0,0000033	0,0001999	0,000007	-	-
t_f	-	-	-	0,00008	0,0001
L	0,0421	0,6113	0,0744	0,8722	1,0559

Çizelge 4.13. Fosfor için MAROV indeksleri

Parametreler	pms	sr	gr	rn_1	rn_2
LE_{gw}	1,9417	0,005124	0,9137	-	-
$LE_{d_{gw}}$	1,937	0,004	1,2158	-	-
Π_{sr}	0,00	1,00	0,000	-	-
Π_{sgw}	1,9424	0,0053227	1,2245	-	-
$\Pi_{d_{gw}}$	1,9421	0,0052285	0,9208	-	-
TI	0,000	0,000	0,000	-	-
t_f	-	-	-	0,00007	0,00013
L	0,0276	0,000174	0,0402	0,6990	0,9670

Hem azot hem de fosfor için pms parametresi (toprağın maksimum depolama kapasitesini tahmin parametresi), diğer parametrelere göre daha çok sayıda model çıkış parametresini etkilemiştir.



Şekil 4.11. Havza çıkışındaki azot ve fosfor yükleri üzerine parametrenin etkisinin değişimi grafiği

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasının birinci bölümünde Durdu ve Cvetkovic (2009)'in PolFlow modelini kullanarak Büyük Menderes Havzası'nda su akışlarını ve besin elementleri akışlarını modelledikleri çalışma kullanılarak, senaryolar uygulanmıştır. İklim değişikliği, nüfus senaryoları ve yaşam stili senaryoları geliştirilmiştir.

İklim değişikliği senaryosunun PolFlow modeline uygulanmasıyla havza çıkışındaki su akışları ve besin elementleri akışlarındaki değişimler incelenmiştir. İklim senaryosu Büyük Menderes Havzası'nda su akışlarını önemli derecede etkileyerek, senaryosuz duruma göre toplam yeraltı suyu deşarjında %7,06, derin yeraltı suyu deşarjında ise %7.11 azalmalara neden olmuştur. Havza çıkışındaki nihai azot yükünde %1,820, nihai fosfor yükünde ise %1,445 azalmaya neden olmuştur. Bunun nedeni olarak iklim değişikliği senaryosu sonucu su akışlarında meydana gelen azalma olduğu düşünülmektedir.

Modele iklim değişikliği senaryosunun arka planına üç farklı nüfus senaryosu uygulanarak nüfustaki değişikliklerin havza çıkışında nihai besin elementleri yüklerini nasıl etkilediği incelenmeye çalışılmıştır. Nüfus senaryoları, senaryo-1, senaryo-2, senaryo-3'ün uygulanmasıyla senaryosuz duruma göre nihai azot yüklerinde sırasıyla %1,65, %2,17, %2,75; nihai fosfor yüklerinde ise sırasıyla %8,09, %9,52, %11,12 oranında artışlar olmuştur. Havza çıkışındaki nihai fosfor yükleri nüfus senaryolarından azottan daha fazla etkilenmiştir.

Modele iklim değişikliği senaryosunun arka planına, nüfus senaryolarındaki artışlar dikkate alınarak yaşam stili senaryoları uygulanarak, kentsel ve kırsal yaşamın havza çıkışındaki nihai besin elementleri yüklerine katkısı incelenmeye çalışılmıştır. Kentsel yaşam senaryosunda kentsel nüfusun artışı ile birlikte sanayi artışının olacağı, kırsal yaşam senaryosunda ise sanayi artışının olamayacağı, ancak tarım sektöründe artışlar olacağı dikkate alınmıştır. Kentsel yaşam senaryosunun uygulanmasıyla senaryosuz duruma göre havza çıkışındaki nihai azot yüklerinde senaryo-1, senaryo-2, senaryo-3'te sırasıyla %10,05, %10,57, %11,16; nihai fosfor yüklerinde ise sırasıyla %31,11, %32,53, %34,13 oranında artışlar olmuştur.

Kırsal yaşam senaryosunun uygulanmasıyla senaryosuz duruma göre havza çıkışındaki nihai azot yüklerinde senaryo-1, senaryo-2, senaryo-3'de sırasıyla %2,80, %3,32 ve %3,90; nihai fosfor yüklerinde ise sırasıyla %9,43, %10,86, ve %12,45 artışlar olmuştur.

Kırsal yaşam senaryosunda nihai besin elementleri yüklerindeki artışlar kentsel yaşam senaryosuna göre daha az olmuştur. Kentsel yaşam senaryosunda nihai besin elementleri yüklerinin daha yüksek çıkması sanayiden kaynaklanmaktadır.

İkinci bölümde parametre hassasiyet analizleri yapılarak, parametrelerden birinin değiştirilip, diğer parametrelerin sabit tutularak havza çıkışındaki nihai azot yüklerindeki değişimler incelenmiştir. Bu amaçla MAROV İndeksleri hesaplanmıştır. Hem azot hem de fosfor için pms parametresi (toprağın maksimum depolama kapasitesini tahmin parametresi), diğer parametrelere göre daha çok sayıda model çıkış parametresini etkilemiştir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1991. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal of the European Communities, 1991, L 375/1, 8 sayfa, Erişim [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:375:0001:0008:EN:PDF], Erişim tarihi: 20.05.2012.
- Anonymous, 1991. Council Directive 91/271/EEC of May 1991 concerning urban wastewater treatment. Official Journal of European Communities, 1991 . L 135/40, 13 sayfa, Erişim [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:135:0040:0052:EN:PDF] Erişim tarihi: 20.05.2012.
- Anonymous, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, 2000. L 327/1, 72 sayfa, Erişim [http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:EN:PDF] Erişim Tarihi: 20.05.2012.
- Anonim, 2006. 9. Kalkınma Planı (2007 – 2013). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 01.07 2006 tarih, 26215 sayılı resmi gazete, 101 sayfa, Ankara, Erişim [http://ekutup.dpt.gov.tr/plan/plan.asp], Erişim Tarihi: 07/05/2012.
- Anonim, 2007. İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 284 sayfa, Ankara, Erişim [http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx#sfU], Erişim Tarihi: 17.05.2012.
- Anonim, 2008. İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 103 sayfa, Ankara, Erişim [http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_ve_yap%C4%B1lan_calismalar_ekim_2008.pdf?sfvrsn=2], Erişim Tarihi: 17.05.2012.
- Anonim, 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Büyük Menderes Havzası Proje Nihai Raporu Cilt 1. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü, 495 sayfa, Gebze/Kocaeli, Erişim [http://www.cygm.gov.tr/CYGM/AnaSayfa/SuToprakYonetimi/HavzaKoruma.aspx?sflang=tr], Erişim Tarihi: 15.05.2012.

- Chorus I., Bartram J., 1999. Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management, World Health Organization, ISBN 0-419-23930-8, 13 sayfa, Erişim [http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxycyanchap1.pdf] Erişim tarihi: 20.05.2012.
- Darracq, A. 2003. Dynamic Characterization of Nutrient Transport in The Norrström Drainage Basin. Royal Institute of Technology, 50 s.,Stockholm.
- De Wit, M., Meinardi, C., Wendland, F., Kunkel, R. 2000. Modelling water fluxes fort he analysis of diffuse pollution at the river basin scale. **Hydrological Processes**, 14: 1707–1723.
- De Wit, M. J. M. 2001. Nutrient fluxes at the river basin scale. I: the PolFlow model. **Hydrological Processes**, 15: 743–759.
- De Wit, M. J. M., Bendoricchio, G. 2001. Nutrient fluxes in the Po Basin. **The Science of the Total Environment**, 273: 147–161.
- Durdu, Ö.F., Cvetkovic, V. 2009. Modeling water and nutrients fluxes in the Büyük Menderes Drainage Basin, Turkey. **Water Science & Technology**, 59: 531-541.
- Grefe F. 2003. Material transportin the Norrström Drainage Basin :Integration GIS and hydrological process modelling. Kungl Tekniska Högskolan Department of Land and Water resources Engineering, 45s., Stockholm.
- Hoşgör, Ş., Tansel, A. 2010. 2050'ye Doğru Nüfusbilim ve Yönetim.Türkiye. Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) – Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA), 136 sayfa, İstanbul, Erişim [http://www.tusiad.org/_rsc/shared/file/2050yeDogruNufusBilim-AnaRapor.pdf], Erişim Tarihi: 14/12/2011.
- Kocaman, T. 2002. Plan Nüfus Projeksiyon Yöntemleri. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. 85 sayfa, Erişim [<http://ekutup.dpt.gov.tr/nufus/nufus.asp>], Erişim tarihi: 06.05.2012.
- Kronvang, B., Svendsen, L. M., Jensen, J. P., Dorge, J. 1999. Scenario analysis of nutrient management at the river basin scale. **Hydrobiologia**, 410: 207–212.
- Mourad, D., van der Perk, M. 2004. Modelling nutrient fluxes from diffuse and point emissions to river loads: the Estonian part of the transboundary Lake Peipsi/Chudskoe Drainage Basin (Russia/Estonia/Latvia). **Water Sci. Technology**, 49(3): 21–28.

- Meinardi, C.R., Beusen, A.H.W., Bollen, M.J.S., Klepper, O. 1994. Vulnerability of diffuse pollution of European Soils and Groundwater, Report 4615001002, National Institute of Public Health and Environmental Protection Bilthoven the Netherlands RIVM report nr 461501002, 21, Netherlands.
- Palumbo, V. 2006. Material Transport in The Dese Drainage Basin: Integrating GIS And Hydrological Process Modelling, KTH Land and Water Resources Engineering, 39s. Stockholm.
- Shen, Z. L., Liu, Q. 2009. Nutrients in the Changjiang River. **Environ. Monit. Assess**, 153:27-44.
- Wallin, A. 2005. Nutrient transport modeling in the Daugava River Basin. Master Thesis, Department of Earth Sciences, Uppsala University, 37, Uppsala, Sweden.
- Zessner, M., Gills, J. Van 2002. Nutrient fluxes from The Danube Basin to the Black Sea. **Water Science Technology**, 46 (8): 9-17.

EKLER

Ek 4.1. MAROV İndeksi hesap tablolarında kullanılan terimlerin açıklamaları

LEgw = Topraktan yeraltı suyuna süzülme (kg/yıl/km²)

LEdgw = Derin yeraltı suyuna süzülme (kg/yıl/km²)

IIsr = Yüzey akışı ve erozyonla yüzeysuyuna giriş (kg/yıl/km²)

IIs gw = Sığ yeraltı suyu akışından yüzey suyuna giriş (kg/yıl/km²)

IIdgw = Derin yeraltı suyu akışından yüzeysuyuna giriş (kg/yıl/km²)

TI = Yüzey suyuna toplam besin elementleri girişi (kg/yıl/km²)

L = Havza çıkışında (yüzey suyuna girişte) besin elementi yükü (kg)

tf = Taşınım oranı (-)

O = Çıkış değeri

O_{bc} = Temel senaryo için çıkış değeri

I = Parametre değeri

I_{bc} = Temel senaryoda parametre değeri

Ek 4.2. Azot – pms MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
pms (-)	1/10	1,75	0,175	-90	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
pms (-)	1/2	1,75	0,875	-50	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
pms (-)	2	1,75	3,50	100	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
pms (-)	10	1,75	17,50	900	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400

Ek 4.2. Azot – pms MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
85,2638	74,96	-0,8329	LEgw	1,4993
27,5021	74,92	-0,8325	LEdgw	1,4984
737,237	0,00	0,0000	IIsr	0,0000
62,8461	74,97	-0,8330	IIsgw	1,4994
2,10342	74,97	-0,8330	IIIdgw	1,4993
600.873	0,00017	-0,0000018	TI	0,0000033
3.940.550	2,10	-0,0234	L	0,0421
85,26380	74,96	-1,4993		
27,5021	74,92	-1,4984		
737,237	0,00	0,0000		
62,8461	74,97	-1,4994		
2,10342	74,97	-1,4993		
600.873	0,00017	-0,0000033		
3.940.550	2,10	-0,0421		
24,3661	-50,00	-0,5000		
7,86123	-50,00	-0,5000		
737,237	0,00	0,0000		
17,959	-50,00	-0,5000		
0,601088	-50,00	-0,5000		
600.871	-0,00017	-0,0000017		
3.805.300	-1,40	-0,0140		
4,87322	-90,00	-0,1000		
1,57225	-90,00	-0,1000		
737,237	0,00	0,0000		
3,5918	-90,00	-0,1000		
0,120218	-90,00	-0,1000		
600.870	-0,00033	-0,0000004		
3.762.030	-2,52	-0,0028		

Ek 4.3. Azot – sr MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
sr (1/yıl)	1/10	0,00025	0,000025	-90	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
sr (1/yıl)	1/2	0,00025	0,000125	-50	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
sr (1/yıl)	2	0,00025	0,0005	100	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
sr (1/yıl)	10	0,00025	0,0025	900	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIs gw	35,9180
					IIdgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400

Ek 4.3. Azot – sr MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
48,7767	0,09	-0,00101	LEgw	0,0010
15,7335	0,07	-0,0007774	LEdgv	0,0007823
73,7237	-90,00	1,0000000	IIsr	1,000000
35,9521	0,09	-0,00105	IIsgw	0,00106
1,2033	0,09	-0,00104	IIgdw	0,00104
600.764	-0,02	0,0001997	TI	0,0001999
1.748.890	-54,68	0,6076	L	0,6113
48,7569	0,05	-0,00101		
15,7286	0,04	-0,0007760		
368,619	-50,00	0,999999		
35,9370	0,05	-0,00106		
1,20280	0,05	-0,00103		
600.812	-0,01	0,0001997		
2.679.850	-30,56	0,6113		
48,6827	-0,10	-0,0010		
15,7102	-0,08	-0,000782		
1.474,47	100,00	0,999995		
35,8801	-0,11	-0,0011		
1,20093	-0,10	-0,00104		
600.992	0,02	0,0001997		
6.218.480	61,13	0,6113		
48,28670	-0,91	-0,00102		
15,6125	-0,70	-0,0007774		
7.372,37	900,00	1,0000000		
35,5767	-0,95	-0,0011		
1,19095	-0,93	-0,00104		
601.953	0,18	0,0001999		
25.091.200	550,13	0,6113		

Ek 4.4. Azot – m1 MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
rn1 (s/m3)	1/10	3,50	0,350	-90	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn1 (s/m3)	1/2	3,50	1,750	-50	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn1 (s/m3)	2	3,50	7,00	100	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn1 (s/m3)	10	3,50	35,00	900	tf	0,999959
					L	3.859.400

Ek 4.5. Azot – m2 MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
rn2 (-)	1/10	1,10	0,110	-90	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn2 (-)	1/2	1,10	0,550	-50	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn2 (-)	2	1,10	2,20	100	tf	0,999959
					L	3.859.400
rn2 (-)	10	1,10	11,00	900	tf	0,999959
					L	3.859.400

Ek 4.4 Azot – m1 MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
0,9999	-0,01	0,00007	tf	0,00008
829.682	-78,50	0,8722	L	0,8722
0,999917	0,00	0,00008		
2.852.060	-26,10	0,5220		
0,999979	0,00	0,00002		
4.173.240	8,13	0,0813		
0,999996	0,00	0,00000		
5.791.740	50,07	0,0556		

Ek 4.5. Azot – m2 MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
0,9999	-0,01	0,00007	tf	0,0001
759.370	-80,32	0,8925	L	1,0559
0,9999	-0,01	0,00012		
1.821.880	-52,79	1,0559		
0,999999	0,00	0,00004		
4.995.000	29,42	0,2942		
1	0,00	0,00000		
5.753.410	49,08	0,0545		

Ek 4.6. Azot – gr MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
gr (mm/yıl)	1/10	230	23	-90	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIsgw	35,9180
					IIDgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
gr (mm/yıl)	1/2	230	115	-50	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIsgw	35,9180
					IIDgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
gr (mm/yıl)	2	230	460	100	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIsgw	35,9180
					IIDgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400
gr (mm/yıl)	10	230	2.300	900	LEgw	48,7322
					LEdgw	15,7225
					IIsr	737,237
					IIsgw	35,9180
					IIDgw	1,20218
					TI	600.872
					L	3.859.400

Ek 4.6. Azot – gr MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
88,8047	82,23	-0,9137	LEgw	0,9137
32,9256	109,42	-1,2157	LEdgw	1,2157
737,237	0,00	0,0000000	IIsr	0,0000
75,4829	110,15	-1,2239	IIsgw	1,2239
2,19843	82,87	-0,9208	IIIdgw	0,9208
600.876	0,00	-0,000007	TI	0,000007
4.117.900	6,70	-0,0744	L	0,0744
65,0361	33,46	-0,6691		
22,1527	40,90	-0,8180		
737,237	0,00	0,0000000		
48,4863	34,99	-0,6998		
1,60667	33,65	-0,6729		
600.873	0,00	-0,000003		
3.806.360	-1,37	0,0275		
32,4582	-33,39	-0,3339		
9,94752	-36,73	-0,3673		
737,237	0,00	0,0000000		
23,7425	-33,90	-0,3390		
0,799575	-33,49	-0,3349		
600.871	0,00	-0,000002		
3.696.980	-4,21	-0,0421		
8,84042	-81,86	-0,0910		
2,52575	-83,94	-0,0933		
737,237	0,00	0,0000000		
6,45326	-82,03	-0,0911		
0,217326	-81,92	-0,0910		
600.870	0,00	-0,0000004		
3.652.820	-5,35	-0,0059		

Ek 4.7. Fosfor – pms MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
pms (-)	1/10	100	10	-90	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIsrgw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
pms (-)	1/2	100	50	-50	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIsrgw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
pms (-)	2	100	200	100	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIsrgw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
pms (-)	10	100	1.000	900	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIsrgw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150

Ek 4.7. Fosfor – pms MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
25,4296	97,08	-1,0787	LEgw	1,9417
8,20238	96,85	-1,0761	LEdgw	1,937
0,062893	0,00	0,0000	IIsr	0,0000
18,7436	97,12	-1,0791	IIsgw	1,9424
0,627336	97,10	-1,0789	IIIdgw	1,9421
600.750	0,00	0,0000	TI	0,0000
1.513.260	1,41	-0,0157	L	0,0276
25,4296	97,08	-1,9417		
8,20238	96,85	-1,937		
0,062893	0,00	0,0000		
18,7436	97,12	-1,9424		
0,627336	97,10	-1,9421		
600.750	0,00	0,0000		
1.512.760	1,38	-0,0276		
6,45151	-50,00	-0,5000		
2,08345	-50,00	-0,5000		
0,062893	0,00	0,0000		
4,75431	-50,00	-0,5000		
0,159139	-50,00	-0,5000		
600.750	0,00	0,0000		
1.481.540	-0,71	-0,0071		
1,2903	-90,00	-0,1000		
0,416691	-90,00	-0,1000		
0,062893	0,00	0,0000		
0,950862	-90,00	-0,1000		
0,0318278	-90,00	-0,1000		
600.750	0,00	0,0000		
1.473.050	-1,28	-0,0014		

Ek 4.8. Fosfor – sr MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
sr (1/yıl)	1/10	0,00025	0,000025	-90	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
sr (1/yıl)	1/2	0,00025	0,000125	-50	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
sr (1/yıl)	2	0,00025	0,0005	100	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
sr (1/yıl)	10	0,00025	0,0025	900	LEsgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150

Ek 4.8. Fosfor – sr MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
12,9625	0,46	-0,005124	LEgw	0,005124
4,18158	0,35	-0,0039	LEdgw	0,004
0,0062893	-90,00	1,00000	Isr	1,0000
9,55417	0,48	-0,0053227	IIsrgw	0,0053227
0,319775	0,47	-0,0052260	IIdgw	0,0052285
600.750	0,00	0,0000	TI	0,0000
1.491.920	-0,02	0,000171	L	0,000174
12,936	0,26	-0,005115		
4,17506	0,20	-0,0039		
0,0314465	-50,00	1,00000		
9,53392	0,27	-0,0053215		
0,31911	0,26	-0,0052281		
600.750	0,00	0,0000		
1.492.020	-0,01	0,000174		
12,837	-0,51	-0,005115		
4,1506	-0,39	-0,0039		
0,125786	100,00	1,00000		
9,45801	-0,53	-0,0053225		
0,316614	-0,52	-0,0052281		
600.750	0,00	0,0000		
1.492.410	0,02	0,000174		
12,3085	-4,61	-0,005119		
4,02016	-3,52	-0,0039		
0,62893	900,00	1,00000		
9,05313	-4,79	-0,0053225		
0,303301	-4,71	-0,0052285		
600.750	0,00	0,0000		
1.494.460	0,15	0,000172		

Ek 4.9. Fosfor – rn1 MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
rn1 (s/m3)	1/10	4	0,40	-90	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn1 (s/m3)	1/2	4	2	-50	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn1 (s/m3)	2	4	8	100	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn1 (s/m3)	10	4	40	900	tf	0,999964
					L	1.492.150

Ek 4.10. Fosfor – rn2 MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
rn2 (-)	1/10	1,10	0,11	-90	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn2 (-)	1/2	1,10	0,55	-50	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn2 (-)	2	1,10	2,20	100	tf	0,999964
					L	1.492.150
rn2 (-)	10	1,10	11,00	900	tf	0,999964
					L	1.492.150

Ek 4.9. Fosfor – m1 MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
0,9999	-0,01	0,00007	tf	0,00007
553.376	-62,91	0,6990	L	0,6990
0,999928	0,00	0,00007		
1.158.870	-22,34	0,4467		
0,999982	0,00	0,00002		
1.743.730	16,86	0,1686		
0,999996	0,00	0,00000		
2.019.990	35,37	0,0393		

Ek 4.10. Fosfor – m2 MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
0,9999	-0,01	0,00007	tf	0,00013
595.642	-60,08	0,6676	L	0,9670
0,9999	-0,01	0,00013		
770.673	-48,35	0,9670		
1	0,00	0,00004		
1.836.240	23,06	0,2306		
1	0,00	0,000004		
2.020.440	35,40	0,0393		

Ek 4.11. Fosfor – gr MAROV İNDEKSİ

Parametre	Faktör	Ibc	I	Orjinal Değere Göre Değişim (%)	Parametre	Obc
gr (mm/yıl)	1/10	230	23	-90	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
gr (mm/yıl)	1/2	230	115	-50	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
gr (mm/yıl)	2	230	460	100	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150
gr (mm/yıl)	10	230	2.300	900	LEgw	12,903
					LEdgw	4,16691
					IIsr	0,062893
					IIs gw	9,50862
					IIdgw	0,318278
					TI	600.750
					L	1.492.150

Ek 4.11. Fosfor – gr MAROV İNDEKSİ (devam)

O	Orijinal Değere Göre Değişim (%)	MAROV İndeksi (-)	Parametre	MAROV İndeksi (-)
23,5132	82,23	-0,9137	LEgw	0,9137
8,72625	109,42	-1,2158	LEdgv	1,2158
0,062893	0,00	0,0000	IIsr	0,0000
19,9875	110,20	-1,2245	IIsgw	1,2245
0,582038	82,87	-0,9208	IIIdgv	0,9208
600.750	0,00	0,0000	TI	0,0000
1.546.090	3,61	-0,0402	L	0,0402
17,2199	33,46	-0,6691		
5,87112	40,90	-0,8180		
0,062893	0,00	0,0000		
12,8358	34,99	-0,6998		
0,425368	33,65	-0,6729		
600.750	0,00	0,0000		
1.505.870	0,92	-0,0184		
8,5941	-33,39	-0,3339		
2,63638	-36,73	-0,3673		
0,062893	0,00	0,0000		
6,28585	-33,89	-0,3389		
0,211688	-33,49	-0,3349		
600.750	0,00	0,0000		
1.482.880	-0,62	-0,0062		
2,34071	-81,86	-0,0910		
0,669398	-83,94	-0,0933		
0,062893	0,00	0,0000		
1,70851	-82,03	-0,0911		
0,0575373	-81,92	-0,0910		
600.750	0,00	0,0000		
1.473.600	-1,24	-0,0014		

Ek 4.12.Model (Azot için)

```
#Greater Menderes River basin surface water model
```

```
binding
```

```
# input
```

```
#tempy=tempannu.map;      # average year temperature (degree celcius)
mask=basinmask.map;      # mask of the basin
#prcy=rain.map;          # average year precipitation (mm/yr)
texture=texture.map;     # soil texture map (derived from soil map)
soiltype=soil.map;      # soil type map
lddmap=essaymodif2.map;  # local drain direction map
slope=essaymodifslope.map; # slope map (derived from DEM)
landcover=landcover.map; # land cover map
aquifer=totaquifercap.map; # aquifer map
#tempw=tempjanu.map;     # average winter temperature (degree celcius)
at=50;                   # aquifer thickness (m)
quantity=newquantity.map; # location of discharge measurement stations
measurement = measurement.map;
```

```
#input
```

```
totalemission = totaemission.map; # emission from direct (point-)
#sources 1)wastewater treatment plants and industries(WWTP)
#2)population not connected to WWTP
#(in Amelias paper ndiffanth1+npointwwtp1999+npointindustriy1999)
(kg/yr/km2)
surplussoilsurface = surplussoilsurface; # emission from indirect (diffuse-)
sources,
#agricultural lands, forest, marshy ground, open land, atmospheric
#deposition, background (losses from land)
#(in Amelias paper ndiffanth2agr+ndiffanth2ncp+ndiffanth2+ndiffanth5)
(kg/yr/km2)
clongterm = cm.map; # long term annual average runoff (mm/yr)
cfiveyear = cfiveyears; # long term annual runoff for the years under consideration
(mm/yr)
#cfast = cfastm.map;
```

```

cdirect = cfast; # long term annual average direct runoff, surface (mm/yr)
#soiltype = soil.map; # map showing soil types
#texture = texture.map; # map showing soil textures
ninitialtable = ninitia.tbl; # initial nutrient content in soil in 1945 (kT/km2)
!(1000000kg/km2)!
mdrtable = mdr.tbl; # table with column 1: texture, column 2: maximum
denitrification rate (kg/yr/km2)
soilmass = 750; # mass of the entire soil on a km2 (kT/km2)
dctable = dc.tbl; # table with column 1: texture, column 2: denitrification constant
(kg*kT/yr)
totalrecharge = totalgwrecharge.map; # average annual total groundwater recharge
(mm/yr)
parametergr = 230; # parameter to weight the effect of GW recharge (mm/yr)
parametersr = 0.00025; # parameter to weight the effect of surface runoff and
erosion (1/yr)
deepgwrecharge = deepgwrecharge.map; # long term average deep groundwater
recharge (mm/yr)
drctable = drc.tbl; # table with column 1: aquifer type, column 2: denitrification
reaction constant (1/yr)
shallowgwresidencetime = residencetimesh.map; # average shallow groundwater
residence time (yr)
mdftable = mdf.tbl; # table with column 1: aquifer type, column 2: maximum
denitrification fraction (-)
deepgwresidencetime = residencetimedeeep.map; # average deep groundwater
residence time (yr)
lakes = lakes.map; # map showing position of lakes\par
#caccu =caccum.map; # annual average discharge, according to meinardi (1994)
(m3/s)
#slope = essaymodifslope.map; # slope map (km/km)
#landcover = landcover.map; # landcover map
lossparameter1 = 3.5; # parameter to describe loss in the river network (s/m3)
lossparameter2 = 1.1; # parameter to describe loss in the river network (-)
#liddmap = essaymodif2.map; # local drainage direction map
quality = newquality.map; # map with water quality measurement locations
basinmask = basinmask.map; # mask map of the norrstrom basin
#aquifer = totaquifercap.map; # map of aquifer types

```

```

#ndiffanth2agr = ndiffanth2agr.map;
#ndiffanth2ncp = ndiffanth2ncp.map;
#ndiffanth3 = ndiffanth3.map;
#ndiffanth5 = ndiffanth5.map;
#ndiffanth1 = ndiffanth1.map;
#cities3 = cities3.map;
#indus2 = indus2.map;

# output
tempw=tempw;
tempy=tempy;
prcy=prcy;
epot=epot.map; # potential evapotranspiration (mm/yr)
eactm=eactm.map; # actual evapotranspiration (mm/yr) Meinardi (1994)
eactw=eactw.map; # actual evapotranspiration (mm/yr) Wendland (1992)
eact=eact.map; # actual evapotranspiration (mm/yr) mean
cm=cm.map; # annual precipitation surplus (mm/yr) Meinardi (1994)
cw=cw.map; # annual precipitation surplus (mm/yr) Wendland (1992)
c=c.map; # annual precipitation surplus (mm/yr) mean
caccum=caccum.map; # annual average discharge (m3/s) Meinardi (1994)
caccuw=caccuw.map; # annual average discharge (m3/s) Wendland (1992)
caccu=caccu.map; # annual average discharge (m3/s)
gwfracw=gwfracw.map; # total groundwater recharge index (-)
gwfracm=gwfracm.map; # deep groundwater recharge index (-)
cgwaccuw=cgwaccuw.map; # total groundwater discharge (m3/s)
cgwaccum=cgwaccum.map; # deep groundwater discharge (m3/s)
n=streamdensity.map; # stream density (n/km2)
l=flowpathlength.map; # length of flow path (m)
va=flowvelocity.map; # groundwater flow velocity (m/day)
residencetimeshallow=residencetimesh.map; # average shallow groundwater
residence time (yr)
residencetimedeeep=residencetimedeeep.map; # average deep groundwater
residence time (yr)
cgw=cgw.map; # average annual groundwater recharge (mm/yr)
cgww=totalgwrecharge.map; # total groundwater recharge (mm/yr)
cgwm=deepgwrecharge.map; # deep groundwater recharge (mm/yr)

```

```

cfastw=cfastw.map; # fast runoff (surface and throughflow) (mm/yr)
cfastm=cfastm.map; # fast runoff (surface, throughflow, shallow groundwater)
(mm/yr)
cfast=cfast.map; # fast runoff (mm/yr), mean
caccupoints=caccupoints.map; # mean annual discharge, average between
Meinardi (1994) and Wendland (1992)
caccumpoints=caccumpoints.map; # mean annual discharge Meinardi (1994)
caccuwpoints=caccuwpoints.map; # mean annual discharge Wendland (1992)
maynard=maynard.tbl;

# output
storagesoil = storagesoil; # storage of nutrients in the soil (kg/km2)
remainedsoil = remainso; # amount of nutrients remaining in the soil for the next
period (kg/km2)
soilsurfacetowater = soilsurfacetowater.map; # amount of nutrients going from soil
surface to water (kg/yr/km2)
soiltoatmosphere = soiltoat; # amount of nutrients emitted to atmosphere (kg/km2)
mdr = mdr; # maximum denitrification rate (kg/yr/km2)
dc = dc; # denitrification constant (kg/kT/yr)
leaching = leaching; # leaching from soil to groundwater (kg/yr/km2)
leachingdeepgw = leacdeep; # 5-year average leaching to deep groundwater
(kg/yr/km2)
shallowgwtoatmosphere = shgwtoat; # 5-year average loss from shallow
groundwater to atmosphere (kg/yr/km2)
drc = drc; # denitrification reaction constant (1/yr)
maxdenitrfrac = mdf; # maximum denitrification fraction (-)
shallowgwtowater = shgwtowa; # 5-year average indirect input to surface water
via shallow gw (kg/yr/km2)
remainedshallowgw = remainsh; # amount of nutrients stored in shallow
groundwater remaining from previous period (kg/km2)
storageshallowgw = storshgw; # amount of nutrients stored in shallow
groundwater for the next period (kg/km2)
deepgwtoatmosphere = dpgwtoat; # 5-year average loss from deep groundwater to
atmosphere (kg/yr/km2)
remaineddeepgw = remainde; # amount of nutrients stored in deep gw remaining
from previous period (kg/km2)

```

deepgwtowater = dpgwtowa; # 5.year average indirect input to surface water via deep gw recharge (kg/yr/km²)

storeddeepgw = stordegw; # amount of nutrients stored in deep groundwater for the next period (kg/km²)

totalindirectinputs = totalind; # total indirect nutrient input into surface water (kg/yr/km²)

totalinputs = totalinp; # total nutrient inputs into surface water (kg/yr/km²)

qlake = qlake; # discharge (m³/s) in lakes

discharge = discharge; # discharge (m³/s); estimated using normal discharge and lake discharge

uparea = uparea; # map showing the amount of upstream cells for each cell

alpha = alpha; # map showing the transport fraction (-), the part of the nutrients transported further downwards

load = load; # nutrient load of the surface water (kg)

loadpoints = loadpoi; # nutrient load of the surface water (kg) for measurement locations

cities3=cities3;

ndiffanth2agr=ndiffanth2agr;

indus2=indus2;

areamap

basinmask.map;

timer

1 6 1; # timestart, timeend, timeslice

initial

prcy=0.9831*rain.map;

tempy=(3.5/16)+tempannu.map;

tempw=0.16+tempjanu.map;

cities3=(1.1149*0.4005*cities3.map)+(0.5995*cities3.map);

ndiffanth2agr=ndiffanth2agr.map;

indus2=1.051*indus2.map;

```

# 1. ESTIMATING ACTUAL EVAPOTRANSPIRATION (mm/yr), AVERAGE
ANNUAL RUNOFF (mm/yr) AND AVERAGE ANNUAL DISCHARGE (m3/s)
# A. Based on Turc (1954) and Langbein (1949) in Meinardi et al. (1994)
# Potential evapotranspiration (epot) according to Langbein (1949) (mm/yr)
report epot=(325+(21*tempy)+(0.9*(tempy**2)))*scalar(mask);
# Actual evapotranspiration according to Turc (1954) (mm/yr)
report eactm=if(mask eq 1 then (prcy/((0.9+((prcy**2)/(epot**2)))**0.5)));
# B. Based on Dorhofer and Josopait (1980) in Wendland (1992)
eactwforest=scalar(if(texture eq 5 then 570 else if(texture eq 4 then 550 else
if(texture eq 3 then 530 else if(texture eq 2 then 475 else if(texture eq 1 then 450
else if(texture eq 6 then 520))))));
eactwother=scalar(if(texture eq 5 then 550 else if(texture eq 4 then 470 else
if(texture eq 3 then 423 else if(texture eq 2 then 375 else if(texture eq 1 then 325
else if(texture eq 6 then 520))))));
eactw3=if(landcover eq 4 or landcover eq 5 then 600 else if(landcover eq 3 then
eactwforest else eactwother));
report eactw=if(mask eq 1 then if(eactw3 gt 0.9*prcy then 0.9*prcy else eactw3));
# Mean actual evapotranspiration Wendland (1992) and Meinardi et al. (1994)
report eact=(eactw+eactm)/2;
# C. Average annual runoff (q) (mm/yr), mean of Wendland (1991) and Meinardi
(1994)
report cm=prcy-eactm;
report cw=prcy-eactw;
report c=prcy-eact;
# D. Average annual discharge (qaccu) (m3/s), mean of Wendland (1992) and
Meinardi et al. (1994)
report caccum=(accuflux(lddmap,cm))*1000/365/24/60/60;
report caccuw=(accuflux(lddmap,cw))*1000/365/24/60/60;
report caccu=(accuflux(lddmap,c))*1000/365/24/60/60;
report maynard.tbl = timeoutoutput(measurement,caccum);

# definition of some parameters using lookup tables
report drc = lookupscalar (drctable, aquifer); # denitrification reaction constant
(1/year)
report maxdenitrfracton = lookupscalar (mdftable, aquifer); # maximum
denitrification fraction (-)

```

```

report uparea = upstream (lddmap,1); # number of cells upstream each cell
report mdr = lookupscalar(mdrtable,texture); # maximum denitrification rate
(kg/yr/km2)
report dc = lookupscalar(dctable,texture); # denitrification constant (kg/kT/yr)
remainedsoil = (lookupscalar (ninitialtable, texture))*1000000; # initial content of
nutrient in the top soil (kg/km2)
parametermaximumstorage = 1.75; # parameter to estimate the maximum storage
of nutrients in the soil (-)
maximumstorage = parametermaximumstorage*remainedsoil; # maximum storage
of nutrients in soil (kg/km2)
remainedshallowgw = 0; # initial value of remainedshallogw
remaineddeepgw = 0; # initial value of remaineddeepgw
storagesoil = 0.5; # initial value of storagesoil

```

dynamic

```

# 2. ESTIMATING AVERAGE GROUNDWATER RECHARGE (qgw)
(mm/yr) AND DIRECT RUNOFF (qfast) (mm/yr)
# A. Method described by Dorhofer and Josopait (1980) in Wendland (1992):
Total groundwater recharge index (gwfracw) (-)
report gwfracw=if(mask eq 1 then if(landcover eq 5 then 0.0001 else
(1/(scalar(if(landcover eq 4 then 2 else (1+(3*((slope+0.0001)**0.6)))))))));
# B. Method described by Meinardi (1994): Deep groundwater recharge index
(gwfracm) (mm/yr)
gwf1=scalar(if(aquifer eq 1003 then 0.45 else if(aquifer eq 1004 then 0.4 else
if(aquifer eq 1005 then 0.3 else if(aquifer eq 1006 then 0.10 else if(aquifer eq 1007
then 0.05 else if(aquifer eq 1011 then 0.6 else if(aquifer eq 1012 then 0.55 else
if(aquifer eq 1013 then 0.6 else if(aquifer eq 1014 then 0.45 else 0.0001)))))))));
#gwf1=scalar(aquifergwri);
gwf2=scalar(if(texture eq 1 then 0.95 else if(texture eq 2 then 0.75 else if(texture
eq 3 then 0.50 else if(texture eq 4 then 0.25 else if(texture eq 5 then 0.05 else
if(texture eq 6 then 0.10))))));
gwf3=scalar(1-((slope+0.0000001)**0.4));
gwf4=scalar(if(landcover eq 1 then 0.4 else if(landcover eq 2 then 0.92 else
if(landcover eq 3 then 1 else if(landcover eq 4 then 0.10 else if(landcover eq 5
then 0.000001)))));

```



```

gwf5=scalar(if(tempw lt -16 then 0.10 else if(tempw lt -12 then 0.25 else if(tempw
lt -8 then 0.50 else if(tempw lt -4 then 0.75 else if(tempw lt 0 then 0.90 else
1))))));
report gwfracm=if(mask eq 1 then (gwf1*gwf2*gwf3*gwf4*gwf5));
# C. Calculation of total groundwater recharge (qgww) (mm/yr), deep
groundwater recharge (qgwm) (mm/yr) qfast=fast runoff (m3/s)
report cgww=gwfracw*cm;
report cgwm=gwfracm*cm;
# Calculation of total (qgwaccuw) and deep (qgwaccum) groundwater discharges
(m3/s)
report cgwaccuw=(accuflux(lddmap,cgww))*1000/365/24/60/60;
report cgwaccum=(accuflux(lddmap,cgwm))*1000/365/24/60/60;
# Calculation of fast runoff (mm/yr): only surface and throughflow (qfastw) and
surface runoff, throughflow and shallow groundwater (qfastm)
report cfastw=(cm-cgww);
report cfastm=(cm-cgwm);
#report qfast=(qfastw+qfastm)/2;
cfast = cfastm;

```

3. ESTIMATING SHALLOW GROUNDWATER RESIDENCE TIME (yr) AND DEEP GROUNDWATER RESIDENCE TIME (yr)

```

# A. Shallow groundwater residence time (yr)
# Making a map with the conductivity of aquifers (m/day)
kf=scalar(if(landcover eq 5 then 1000 else if(aquifer eq 1003 then 32 else
if(aquifer eq 1004 then 30 else if(aquifer eq 1005 then 26 else if (aquifer eq 1006
then 23 else if (aquifer eq 1007 then 20 else if(aquifer eq 1011 then 30 else
if(aquifer eq 1012 then 26 else if(aquifer eq 1013 then 23 else if(aquifer eq 1014
then 20))))))))));
#kf=scalar(if(landcover eq 5 then 1000 else (aquifercon)));
# Making a map with the porosity of aquifers (-)
nf=scalar(if(landcover eq 5 then 0.999 else if(aquifer eq 1003 then 0.11 else
if(aquifer eq 1004 then 0.10 else if(aquifer eq 1005 then 0.09 else if (aquifer eq
1006 then 0.075 else if (aquifer eq 1007 then 0.07 else if(aquifer eq 1011 then 0.09
else if(aquifer eq 1012 then 0.08 else if(aquifer eq 1013 then 0.075 else if(aquifer
eq 1014 then 0.07))))))))));
#nf=scalar(if(landcover eq 5 then 0.999 else (aquiferpep)));

```

```

# Calculation of groundwater flow velocity (m/day)
report va=if(mask eq 1 then ((kf*(slope+0.0001))/nf));
# Making a map with stream density (n) (n/km2)
report n=if(mask eq 1 then if(landcover eq 4 then 2 else ((c/450)**0.8));
# Calculation of length of underground flow path (m)
report l=if(mask eq 1 then (1000/(2*n)));
# Calculation of the shallow groundwater residence time (yr)
report residencetimeshallow=if(mask eq 1 then if(landcover eq 5 then 0 else
(l/(va*365)));
# B. Deep groundwater residence time (yr)
# Making a map with the total effective porosity (-)
nfm= scalar(if(landcover eq 5 then 0.999 else if(aquifer eq 1003 then 0.06 else
if(aquifer eq 1004 then 0.05 else if(aquifer eq 1005 then 0.035 else if (aquifer eq
1006 then 0.02 else if (aquifer eq 1007 then 0.01 else if(aquifer eq 1011 then 0.15
else if(aquifer eq 1012 then 0.12 else if(aquifer eq 1013 then 0.15 else if(aquifer
eq 1014 then 0.09))))))))));
#nfm= scalar(if(landcover eq 5 then 0.999 else (aquifertep)));
# Calculation of deep groundwater residence time, with a maximum of 250 (yr)
ttml=if(mask eq 1 then if(landcover eq 5 then 0 else (nfm*at*1000/cgwm));
report residencetimedeeep=if(ttml ge 10000 then 250 else ttml);
# 4. Sampling of water quantity at measurement stations: mean annual discharge
(m3/s)
report caccupoints=if(quantity ne -9999 then caccu);
report caccumpoints=if(quantity ne -9999 then caccum);
report caccuwpoints=if(quantity ne -9999 then caccuw);

# conversion terms between water flow and nutrient transport

cfiveyear = clongterm;#0.9873807*clongterm;
cdirect = cfast;
totalrecharge = totalgwrecharge.map;
deepgwrecharge = deepgwrecharge.map;
shallowgwresidencetime = residencetimesh.map;
deepgwresidencetime = residencetimedeeep.map;

```

soil part

1. nutrients storage per timestep in the soil (kg/km2):

surplussoilsurface = ndiffanth2agr; #ndiffanth2ncp + ndiffanth3 + ndiffanth5;

#report storagesoil = (5*timeinput(surplussoilsurface))+ remainedsoil;

storagesoil = (5*surplussoilsurface) + remainedsoil;

2. input to the surface water: surface runoff and erosion (kg/km2/yr):

#report soilsurfacetowater = if (landcover eq 5 then timeinput(surplussoilsurface)
else parametersr*(qdirect/qlongterm+0.0001)*storagesoil);

soilsurfacetowater1 = if (landcover eq 5 then 0 else
parametersr*(cdirect/clongterm+0.0001)*(5*surplussoilsurface));

soilsurfacetowater2 = if (landcover eq 5 then 0 else
parametersr*(cdirect/clongterm+0.0001)*(remainedsoil));

soilsurfacetowater = soilsurfacetowater1 + soilsurfacetowater2;

directdiffuse = if (landcover eq 5 then 0 else 0);

report soilsurfacetowater=soilsurfacetowater;

3. loss from soil to atmosphere, denitrification in the soil (kg.yr/km2):

report soiltoatmosphere = 0;

4. leaching from the soil to groundwater (kg/yr/km2):

report leaching = if((storagesoil - (5*(soilsurfacetowater + soiltoatmosphere))) <=
maximumstorage then ((storagesoil - (5*(soilsurfacetowater +
soiltoatmosphere)))/maximumstorage)*(totalrecharge*(cfiveyear/clongterm))/((tot
alrecharge*(cfiveyear/clongterm))+parametergr)*surplussoilsurface else
(totalrecharge*(cfiveyear/clongterm))/((totalrecharge*(cfiveyear/clongterm)) +
parametergr)*surplussoilsurface);

5. nutrients that remain in the soil for the next timestep (kg/km2):

report remainedsoil = storagesoil - (5*(soilsurfacetowater + soiltoatmosphere +
leaching));

#6. leaching to deep groundwater (kg/yr/km2):

report leachingdeepgw = leaching*(deepgwrecharge/(totalrecharge + 0.0001));

7. loss from shallow groundwater to atmosphere (kg/yr/km2):

```
#report shallowgwtoatmosphere = if((1 - (exp( - drc*shallowgwresidencetime)))) lt
maxdenitrfrac then ((leaching - leachingdeepgw)*(1 - (exp( -
drc*shallowgwresidencetime)))) else ((leaching - leachingdeepgw) *
maxdenitrfrac));
```

```
# 8. input to the surface water from shallow groundwater runoff (kg/yr/km2):
report storageshallowgw = (5*(leaching - leachingdeepgw)) +
remainedshallowgw;
report shallowgwtowater = storageshallowgw/(5+shallowgwresidencetime);
```

```
# 9. nutrients that remain in shallow groundwater for the next period (kg/km2):
report remainedshallowgw = storageshallowgw - (5*shallowgwtowater);
```

```
# deep groundwater part
```

```
# 10. loss from deep groundwater to atmosphere: denitrification (kg/yr/km2):
#report deepgwtoatmosphere = if((1 - (exp( - drc*(deepgwresidencetime)))) lt
maxdenitrfrac then ((leachingdeepgw)*(1 - (exp( -
drc*deepgwresidencetime)))) else (leachingdeepgw*maxdenitrfrac));
```

```
# 11. input to surface water from deep groundwater runoff (kg/yr/km2):
report storeddeepgw = 5*(leachingdeepgw) + remaineddeepgw;
report deepgwtowater = storeddeepgw/(5+deepgwresidencetime);
```

```
# 12. remaining nutrients in deep groundwater to next period (kg/km2):
report remaineddeepgw = storeddeepgw - (5*deepgwtowater);
```

```
# inputs and loads part
```

```
# 13. total indirect input into the surface water via soil/groundwater system
(kg/yr/km2):
report totalindirectinputs = soilsurfacetowater + shallowgwtowater +
deepgwtowater;
```

```
# 14. total direct and indirect inputs to the surface water (kg/yr/km2):
totaldirectinputs = cities3 + indus2; #+ ndiffanth1;
cover.map = if(defined(basinmask.map) then 1);
report totalinputs = cover ((totalindirectinputs + totaldirectinputs), cover.map);
```

15. discharge (m³/s) for the lakes: discharge at the lake outlet (m³/s) divided by the lake area (m²):

```
qlake = if(lakes eq 5101 then 26/464000000 else if(lakes eq 4377 then
126/898000000));
```

```
report discharge = cover (qlake, caccu);
```

16. factor for loss in the river network: output to next cell divided by input into cell:

```
report alpha = if(uparea lt 10 and landcover eq 5 then 0.9999 else (cover(1 - (1/(1
+ (lossparameter1*((1000*slope) + 1))*((discharge + 1)**lossparameter2))),
cover.map)));
```

computing loads:

```
report load = accufractionflux(lddmap,totalinputs,alpha);
```

sampling of water quality measurement locations:

```
report loadpoints = if(quality ne -9999 then load);
```

```
prcy=0.9831*prcy;
```

```
tempy=(3.5/16)+tempy;
```

```
tempw=0.16+tempw;
```

```
cities3=(1.1149*0.4005*cities3)+(0.5995*cities3);
```

```
ndiffanth2agr=ndiffanth2agr;
```

```
indus2=1.051*indus2;
```


ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Dilek ATMACA
Doğum Yeri ve Tarihi : 20.03.1971

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 1995
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (orta seviye)

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

- a) Makaleler
-SCI
-Diğer
- b) Bildiriler
-Uluslararası
-Ulusal
- c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : İSKİ Genel Müdürlüğü,
Su Proje Müdürlüğü, (1996-2004)
DSİ 21. Bölge Müdürlüğü,
Proje Şube Müdürlüğü (2004-2011)
DSİ 21. Bölge Müdürlüğü,
İçmesuyu ve Atıksu Şube Müdürlüğü (2011-)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : datmaca@yahoo.com
Tarih : 28.05.2012