



TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

2001-98

KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE
AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

PTOJE NO: YDABÇAG-460/G

Yer Deniz Atmosfer Bilimleri ve
Çevre Araştırma Grubu

Earth Marine Atmospheric Sciences and
Environmental Researches Grant Group

2001-98

KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE
AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

PTOJE NO: YDABÇAG-460/G

Doç. Dr. Semal YEMENİCİOĞLU

?
— ?

S: 1-42

R: 3

ODTÜ-Deniz Bilimleri Enstitüsü Türk.

Nisan 2000
Erdemli-İÇEL

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) desteği ile yapılmıştır. Proje kod no. YDABÇAG-460/G.

Projenin çeşitli safhalarında emeği geçen akademik ve teknik personele teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	2
İÇİNDEKİLER.....	3
ÖZET	4
I- GİRİŞ.....	5
II- MATERYAL VE METOD.....	6
III- SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	6
III.1- CIVA (Hg).....	9
III.2- KADMIYUM (Cd).....	14
III.3- KROM (Cr).....	19
III.4- DEMİR (Fe).....	23
III.5- BAKIR (Cu).....	28
III. 6- KURŞUN (Pb).....	32
III.7- MANGAN (Mn).....	36
III.8- ÇİNKO (Zn).....	40
IV- SONUÇLAR.....	45
IV- REFERANSLAR.....	45

KUZEYDOĞU AKDENİZ'DE AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

ÖZET

Değişik avlanma bölgelerinden yakalanan balıklarda ağır metallerden (Hg, Pb, Zn, Cd, Ni, Cr, Cu, Fe, Mn) analizleri yapıp bölgesel farklılıkların yanı sıra organizmaların yaş (boy) sınıflarına bağlı olarak yenilebilir kas dokularında biriktirdikleri ağır metal miktarları incelenmiştir. Bazı balık türlerinin (*M. barbatus*, *U. molluccensis* ve *S. solea*) boyları ve içerdikleri bazı ağır metal (örneğin civa) arasında doğru orantılı bir ilişki gözlenmiştir. Bazı türlerde (*M. auratus*, *P. kerathurus*) ise bu ilişki gözlenememiştir. Analiz edilen balıkların yakalandıkları bölgeler ŞEKİL 1'de gösterilmektedir.

Geçmiş yıllarda (1995 yılında) yapılan balık analizlerinden elde edilen sonuçlar ve laboratuvar performans çalışmaları birleştirilerek ileriye dönük yapılması düşünülen ağır metal kirleticilerin bölgesel trend analizleri için gerekli hesaplamalar statistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Analiz edilen balık örnekleri balık pazarına gidecek olan balıklardan fakat daha karaya indirilmeden önce avdan dönen trollerden seçilip alınmıştır. Proje kapsamına alınması düşünülen türlerden *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus* ve *Solea solea* temin edilebilmiş ve analizleri yapılmıştır. *Thunnus thynnus* ise temin edilemediği için analizleri yapılamamıştır. *Thunnus thynnus* yerine yurdumuzda (bilhassa sahilde yaşayan halk tarafından çok tüketilen) *Mugil auratus* ve *Penaeus keraturus* temin edilmiş ve bu iki türün analizleri yapılmıştır.

I- GİRİŞ

Bir araştırma programının gücü çalışılan kirleticilerin değişimini ve bu değişimin boyutlarını ne dereceye kadar belirleyebildiğine bağlıdır. Bir izleme programı planlanırken veya yürütülmekte olan bir çalışma programı yeniden revise edilip geliştirilirken çalışmaların yanlış yönlere kaymasını önleyecek birtakım öngörüler tesbit edilip çalışmaların ona göre planlanması gerekmektedir. Örneğin yıllara bağlı bir değişim izleme çalışmasında örneklemeden gelebilecek değişimler çok sayıda örnek toplanarak enaza indirilebilir, analitik yöntemden gelebilecek değişim paralel analizlerle veya yöntemin geliştirilmesiyle önlenebilir, keza mevsimsel değişimler yılda bir kez ve her yıl aynı zamanda örnekleme yapılması ile önlenebilir. Bu ve buna benzer örnekleri işin niteliği ve niceliğine bağlı olarak çoğaltmak mümkündür.

Bu güne kadar Akdeniz'de bir çok kirlilik izleme ve belirleme programları yapılmış ve uygulanmıştır. Bu programlar kapsamında bir çok değişik matrislerde değişik kirlilik parametreleri ölçülmüştür. Hepsinin tek ortak yanı düzensiz ve rast gele örneklemler yapılmış olmasıdır. Geriye dönüp bu çalışmalardan elde edilen bulgular incelendiğinde hiç birinin bir süreklilik göstermediği görülmüştür. Kesintili ve plansız örnekleme yapıldığı için bu bulguların kullanılabilirliği çok sınırlıdır. Örneğin balıklarda ölçülen ağır metal kirleticilerin zaman içerisindeki ve bölgeler arası eğilimi incelenmek istendiğinde elde edilen bu verilere trend analiz yöntemlerinin uygulanmasının imkansız olduğu görülmüştür. Bunun nedenleri yukarıda da belirtildiği gibi düzensiz örnekleme (her defasında değişik zamanlarda veya değişik bölgelerden yapılan örneklemler, zaman ve örnekleme bölgesi aynı olsa dahi balık türü veya yaşı farklı olmaktadır) neticesinde elde edilen bu bulgular sadece o bölgedeki belirli türlerin örnekleme yapılan zaman dilimi içerisindeki kirlilik seviyesini göstermekten öteye gidememiştir. Önceki çalışmalardan elde edilen tecrübeler ışığında başlatılan bu çalışma ile bütün bu olumsuzlukların giderilmesi, elde edilecek bulguların ileride çok amaçlı olarak kullanımını sağlayacak bir çalışma planı yapıp uygulamaya konulması düşünülmüştür. Bu nedenle bölgeler arasındaki kirlilik farkını tesbit etmek amacıyla değişik bölgelerden balık örnekleri alınmıştır ayrıca (organizma boyu) yaş gurubu ve-metal derişimi arasındaki bağlantıyı tesbit etmek için değişik boylardan örnekler alınmıştır. Bu bize sözkonusu metallerin besin zinciri içerisinde bir üst besin halkasına taşınıp taşınmadığını vermektedir. Her boy gurubundan birden fazla birey örneklenmiş ve analizleri yapılmıştır. Bundan amaç metal derişimlerinin yıl içerisinde ve yıllar arasındaki sapmalarını hesaplayabilmektir. Bütün bu bulgular bize ileride yapmayı planladığımız zaman ve

bölgesel anlamda trend analizi çalışmalarına baz oluşturacak ve böyle bir çalışmayı başlatabilecek veri tabanını sağlayacaktır. 1995 yılını kapsayan çalışmalarda da bölgesel dağılım ve boy dağılımı yapılmış ve bölgeler arası farklılıklar ortaya konmuştu (Yemenicioğlu, 1999 Proje kod no. YDABÇAG-261/G). Bu çalışma 1995 yılında yapılan çalışmanın bir devamı şeklinde planlanıp örnek toplama zamanlaması ve bu örneklerde yapılan analizler analizler 1995 yılındaki çalışmaya uyumlu şekilde tasarlanmış ve yapılmıştır.

II- MATERYAL VE METOD.

Bu çalışma süresinde analiz edilen balık örnekleri balık pazarına gidecek olan balıklardan fakat daha karaya indirilmeden önce avdan dönen trollerden seçilip alınmış ve her örnek tek tek distile di-iyonize su ile yıkanarak önceden seyreltik asitle temizlenmiş plastik torbalara ayrı ayrı konularak laboratuvara getirilmiş ve analiz edilinceye kadar derin dondurucuda ve -20°C 'de saklanmıştır. Örneklerin analizinde uygulanan analiz yöntemleri 1995 yılına ait proje raporunda (Proje kod no. YDABÇAG-261/G) ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Yemenicioğlu 1999). Örneklerin alındığı bölgeler ise Şekil 1'de verilmiştir.

III- SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlar ileriye dönük yapılması düşünülen bölgesel değişim izleme çalışmaları ışığında irdelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir.

Ölçülen metaller arasında ilk aşamada civa ile ilgili değişim izleme çalışması yapılabilmesi için gerekli şartların tesbitine yönelik bazı hesaplamalar yapılmıştır. Bundan sonra Akdeniz'deki canlılarla ilgili olarak yapılacak olan çalışmaların programının bu çerçevede çizilmesi düşünülmüştür. Yapılan hesaplamalarda Nicholson ve diğ., (1997), Nicholson, ve Fryer, (1992) çalışmaları baz alınmıştır. Buna göre bir değişim izleme programının gücü şu formülle hesaplanabilmektedir.

$$\text{Power} = 1 - \text{PF}(F_{1-\alpha, l, T-2}, \delta).$$

$$\delta = b^2(T-1)T(T+1)/12\psi^2$$

$$\psi^2 = \sigma_y^2 + (\sigma_w^2/R) + \tau_y^2 + \tau_w^2/R$$

Burada:

T: Araştırma süresi yıl olarak.

τ_w^2 : Kullanılan yöntemin ve laboratuvarın yıl içi varyansı.

τ_y^2 : Kullanılan yöntemin ve laboratuvarın yıllar arası varyansı.

σ_y^2 : Örneklerdeki senelere bağlı varyans

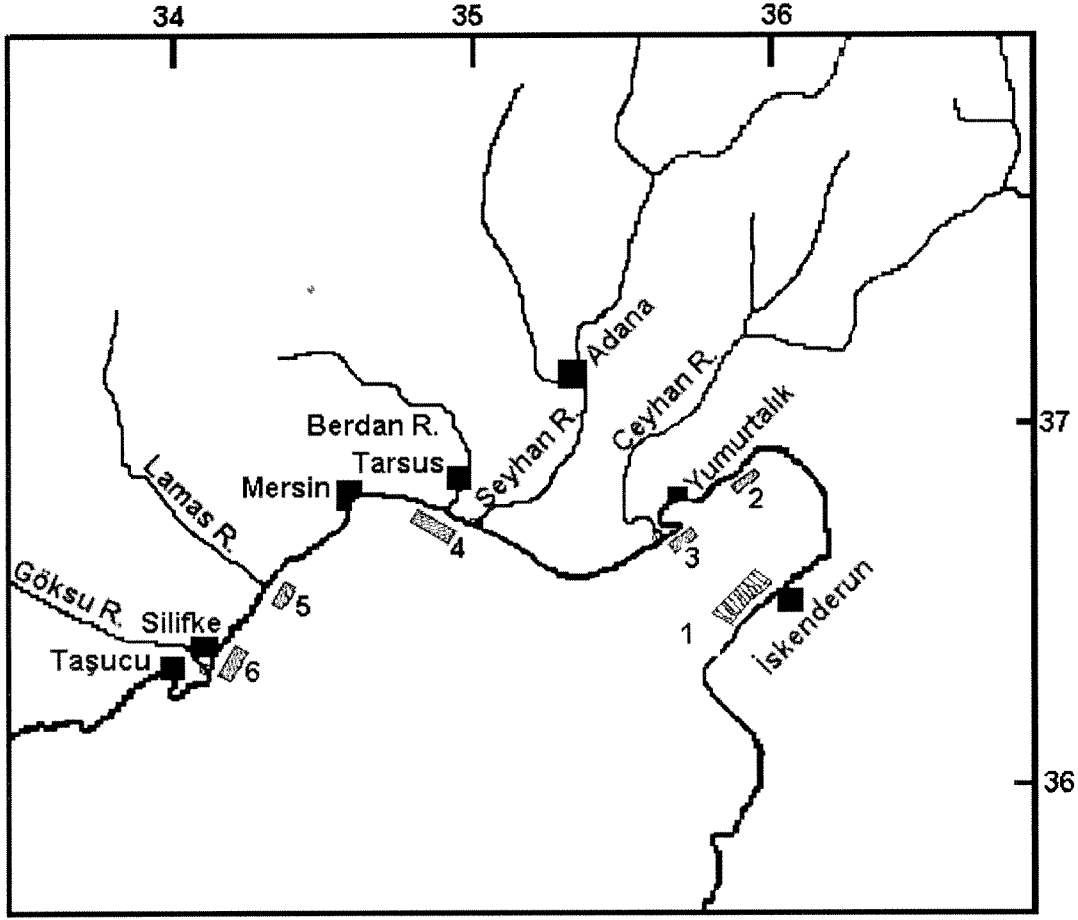
σ_w^2 : Örneklerdeki yıl içi varyans

ψ^2 : Toplam varyans.

R: analiz edilen örnek sayısı

δ = değişimin sayısal boyu.

Yapılan iki yıllık ön çalışma neticesi elde edilen bulgular değerlendirilerek ve statistik paket programı (S-plus) kullanılarak %90 güvenirlilik sınırları kullanılarak yapılan hesaplamalardan (varyans) $\psi = 0.1476$ ve 10 yıllık bir izleme süresi öngörüldüğünde değişimin gürültüye oranı $(b/\Psi) = 0.409$ ve buradan da $b = 0.409 * 0.1476 = 0.06$ olarak hesaplanmıştır. Bu da 1995 ve 1996 yıllarını kapsayan bir ön çalışmadan elde edilen bulgular ışığında planlanacak program çerçevesinde izlenebilecek en az değişimin %6 olacağını göstermektedir. Yukarıda yapılan hesaplamalar ve söylenenler Tırtar bölgesindeki balıkların civa miktarlarındaki bölgesel değişimleri izleyebilmek için yerine getirilmesi gereken şartlardır. Bu parametrelerden (şartlardan herhangi birini değiştirmek gerektiğinde bu tür hesaplamaları yeniden yapmak gerekmektedir. Ölçülen diğer metaller (Cd, Zn, Cu) için de aynı şekilde hesaplamalar yapıp bulunan değerlerden bölgesel değişim izleme çalışmalarının başarılı olabilmesi için nelere ihtiyaç duyulduğu (ne kadar ve hangi sıklıkta örnek alınmalı, uygulanacak programla ne kadarlık bir değişim güvenilir bir şekilde izlenebilir vs.) tesbit edilebilir.

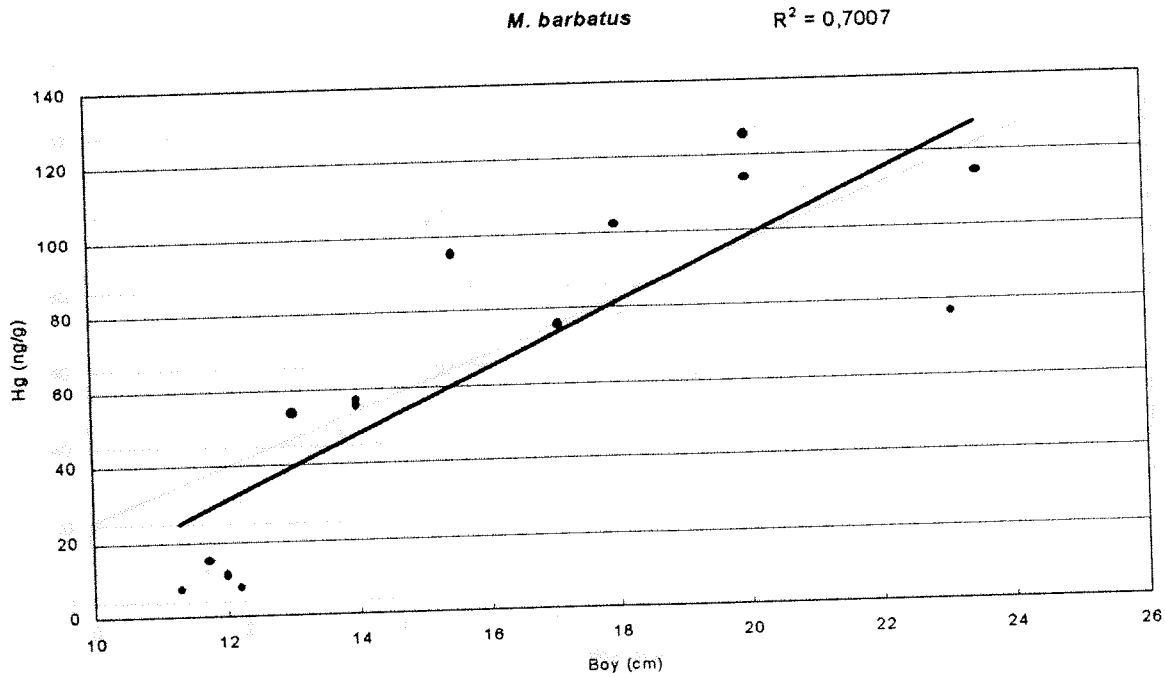


ŞEKİL 1. Örneklerin toplandığı bölgelerin konumları.

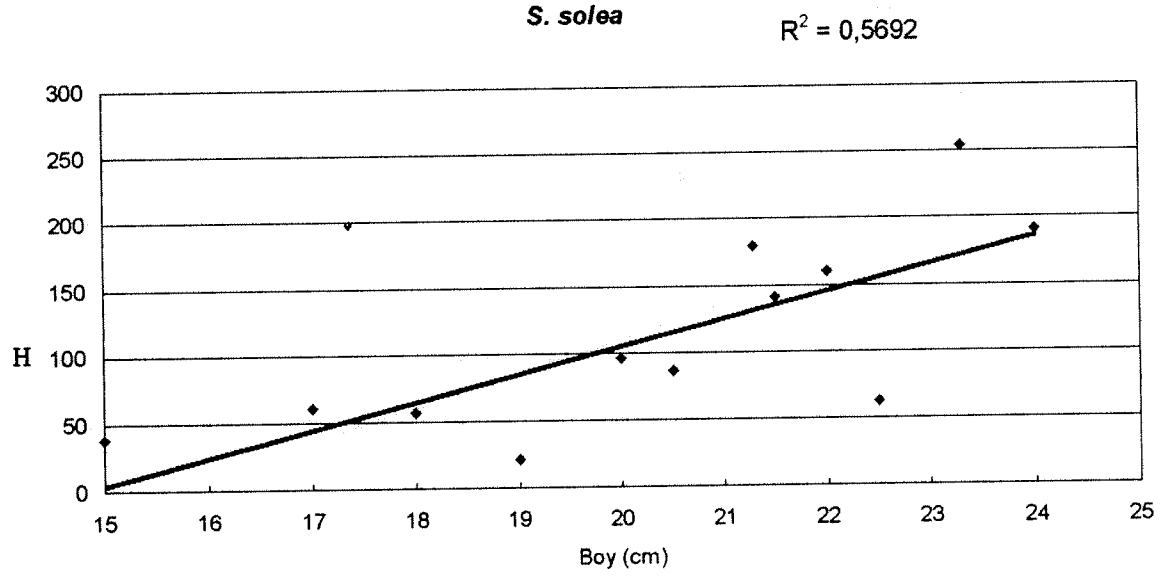
III.1- CİVA (Hg)

Toplanan balık örneklerinde ölçülen civa miktarları Şekil 2-11'de grafiksel olarak verilmiştir. Yapılan boy dağılımı analizlerinden görüleceği üzere organizmanın boyu arttıkça civa miktarı da doğru orantılı olarak artmaktadır (Şekil 2-6). Bu ilişki (boy-civa miktarı ilişkisi) bazı türlerde daha kuvvetli bazılarında ise daha zayıftır. Bu da balığın beslenme alışkanlığıyla doğrudan ilişkilidir. *U. molluccensis* ve *M. barbatus* ta ilişki katsayısı (R^2) sırası ile 0.7095 ve 0.7007 iken *S. solea* ve *P. kerathurus*'ta sırası ile 0.5692 ve 0.544 olarak hesaplanmıştır. *Mugil auratus*'da boy-civa derişimi arasındaki ilişki diğer türlere göre daha zayıftır ($R^2=3935$).

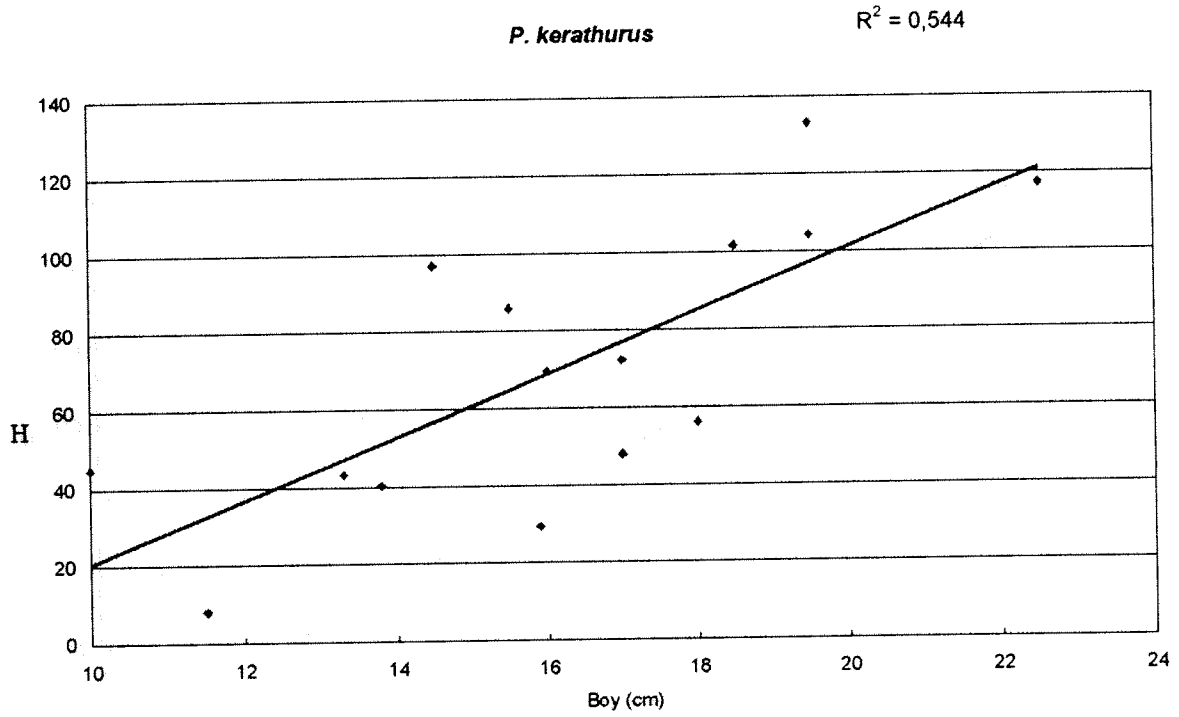
Bölgelere göre balık türlerinin vücutlarında ölçülen civa derişimleri Şekil 7-11'de verilmiştir. *M. barbatus*'daki bölgelere göre civa dağılımına baktığımızda (Şekil 7) nehir deltalarından (Göksu Nehri ve Ceyhan Nehri deltaları) yakalanan balıklarda civa miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. *M. auratus* ve *S. solea*'da Mersin körfezinden yakalanan balıklarda diğer bölgelere oranla oldukça yüksek civa miktarları ölçülmüştür. Diğer bölgeler arasında ise belirgin bir değışim yoktur (Şekil 9 ve 10). Öte yandan *U. molluccensis* ve *P. kerathurus*'daki civa derişimleri doğu-batı yönünde oldukça belirgin ve azalan bir eğilim göstermektedir (Şekil 8, 11).



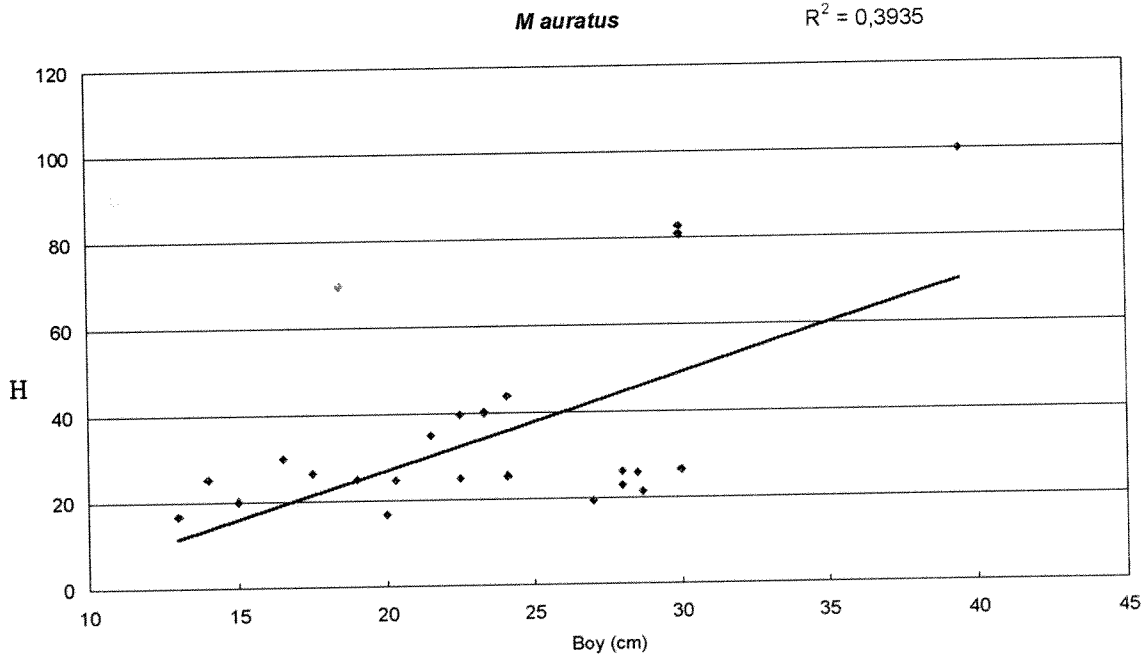
ŞEKİL 2. Civanın *M. barbatus*'da organizma boyuna bağı olarak değışimi.



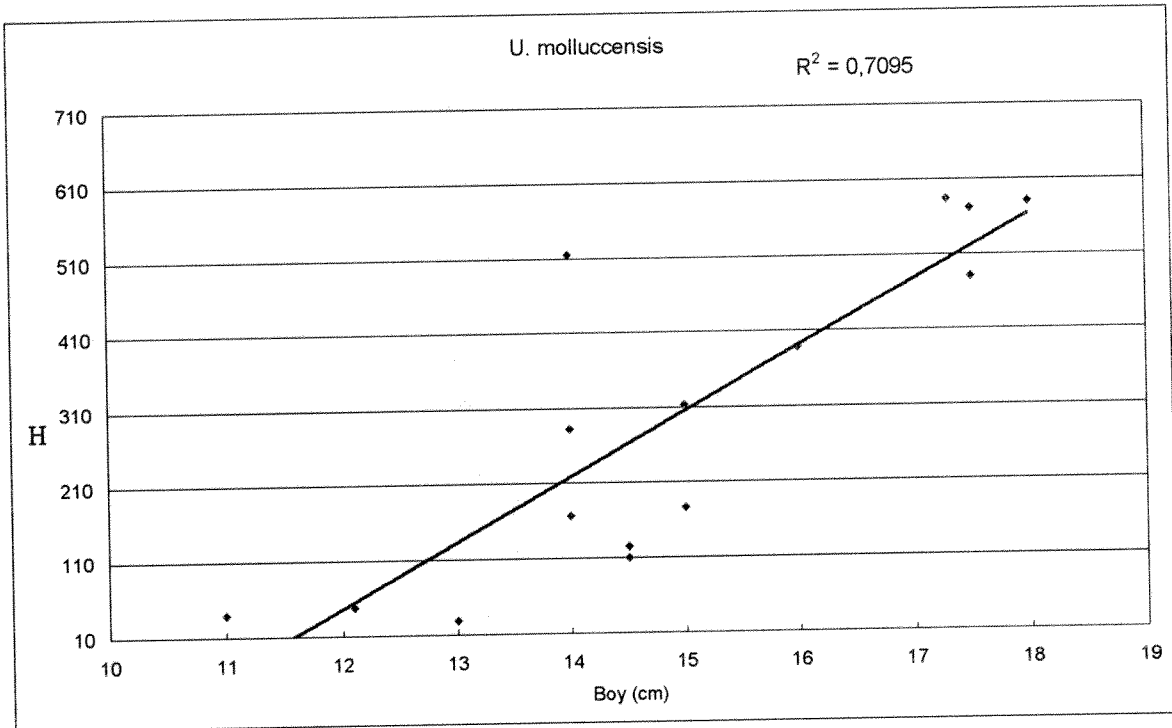
ŞEKİL 3. Civanın *S. solea*'da organizma boyuna göre değişimi.



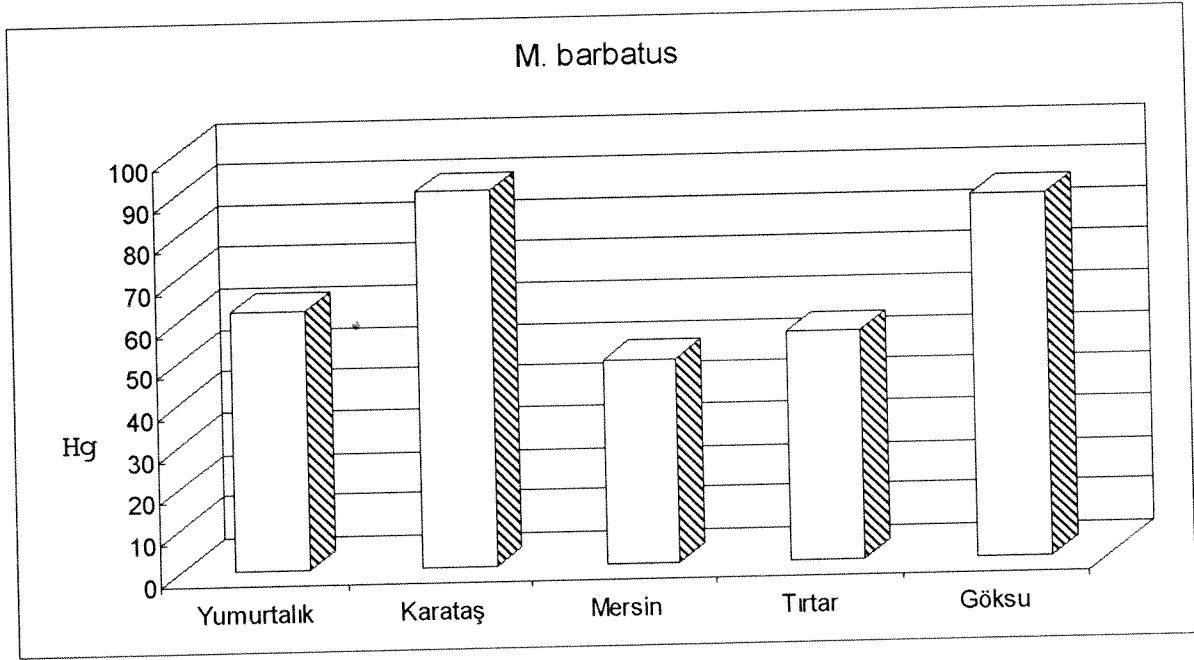
ŞEKİL 4. Civanın *P. kerathurus*'da organizmanın boyuna bağlı olarak değişimi.



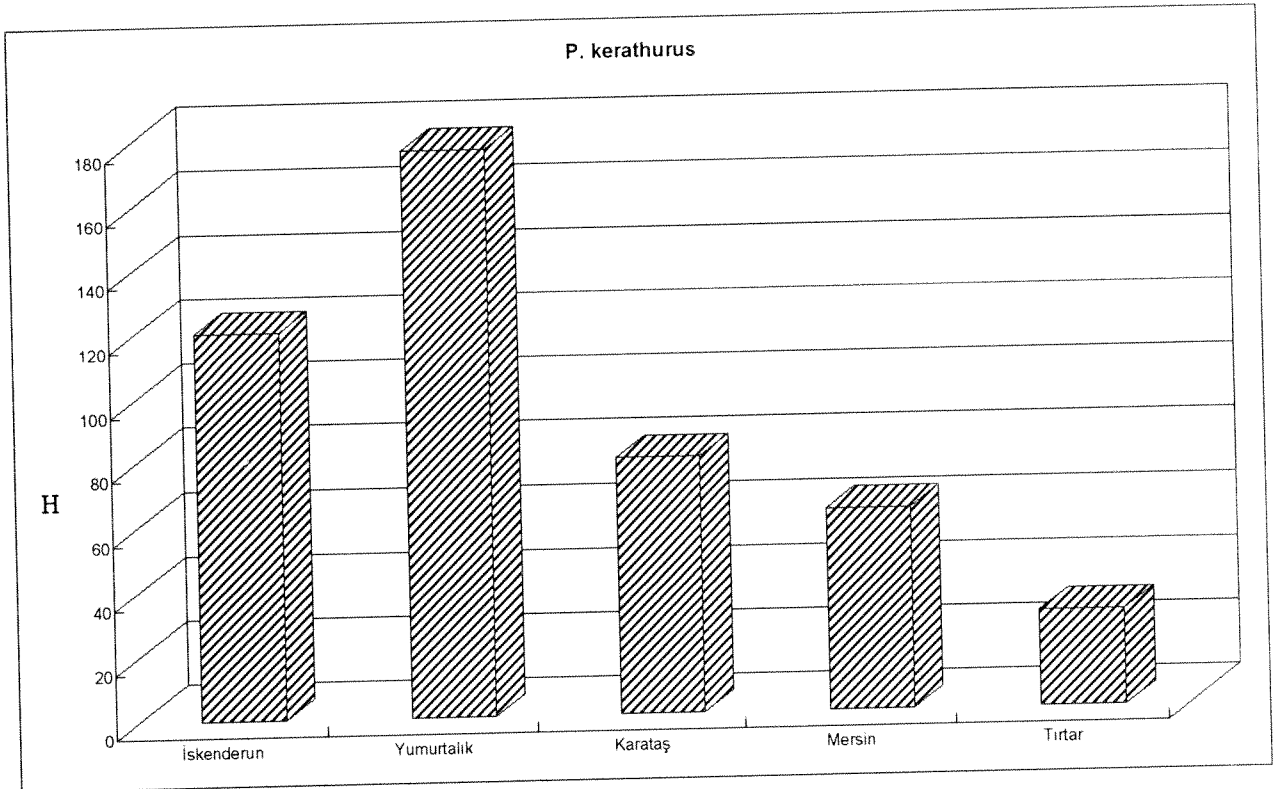
ŞEKİL 5. Civanın *M. auratus*'da organizmanın boyuna bağlı olarak değişimi.



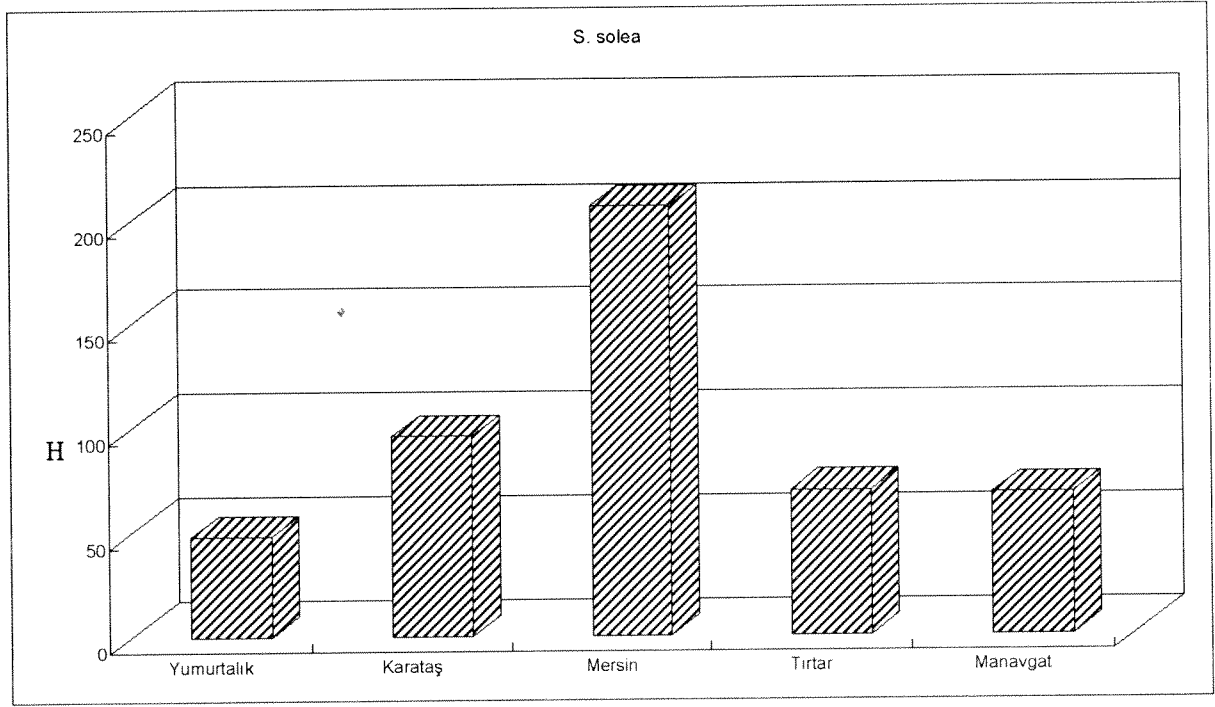
ŞEKİL 6. Civanın *U. molluccensis*'de organizmanın boyuna göre dağılımı.



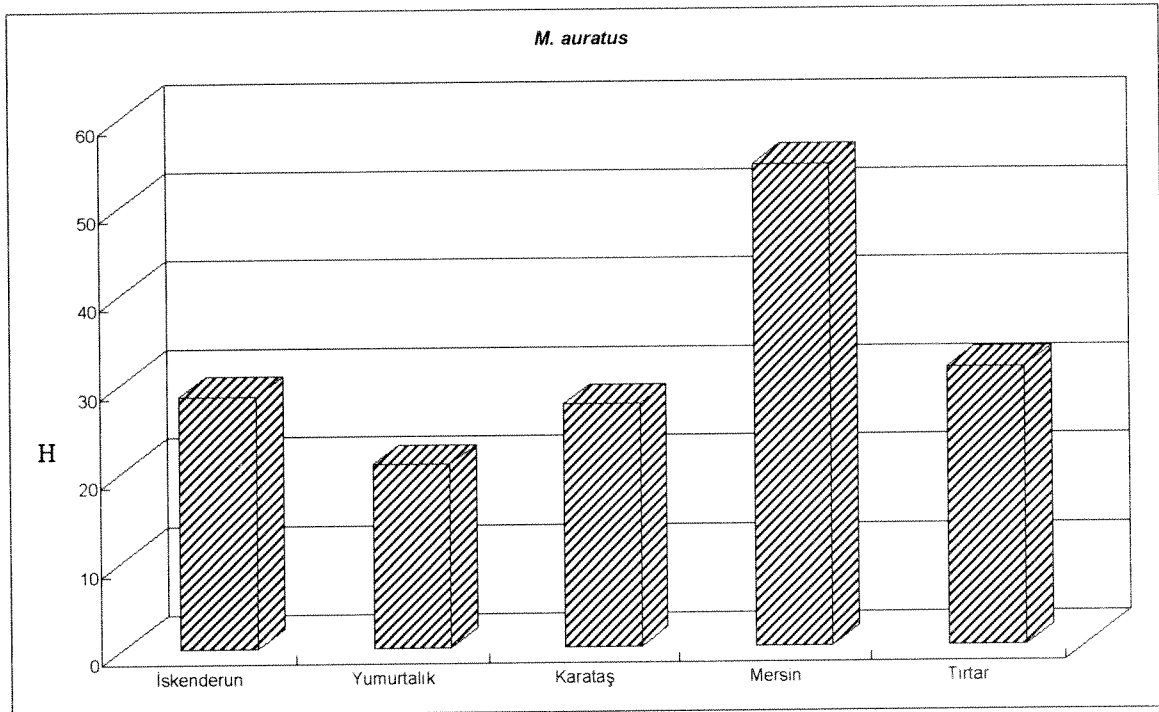
Şekil 7. Civanın *M. barbatus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



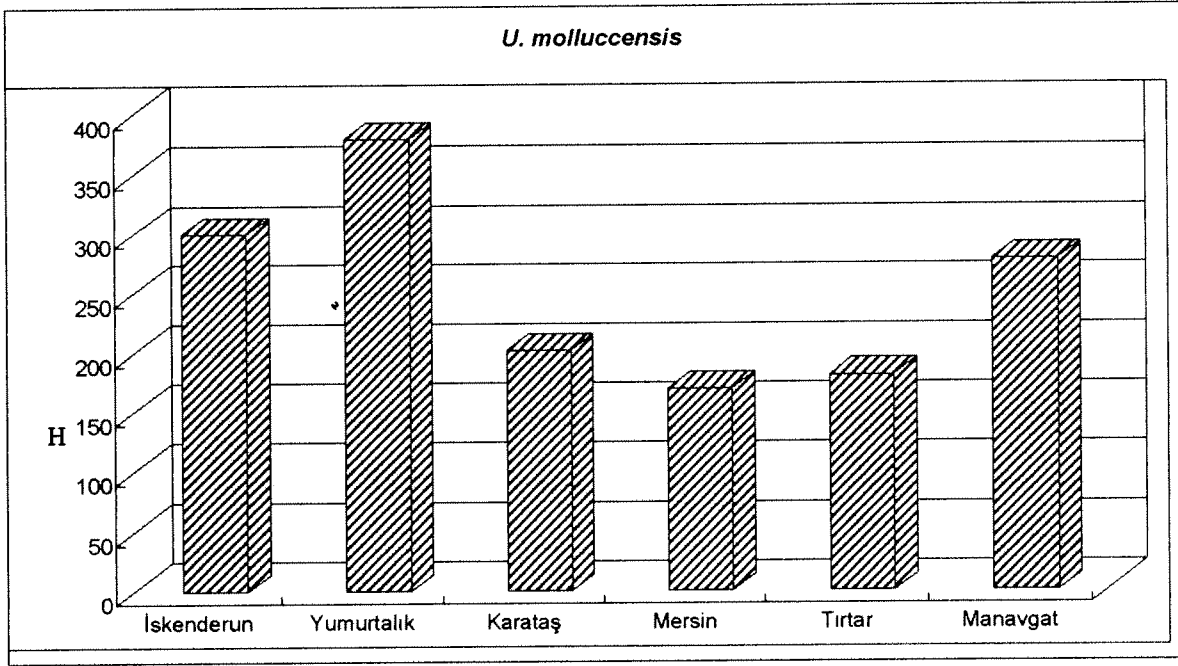
Şekil 8. Civanın *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 9. Civanın *S. solea*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 10. Civanın *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



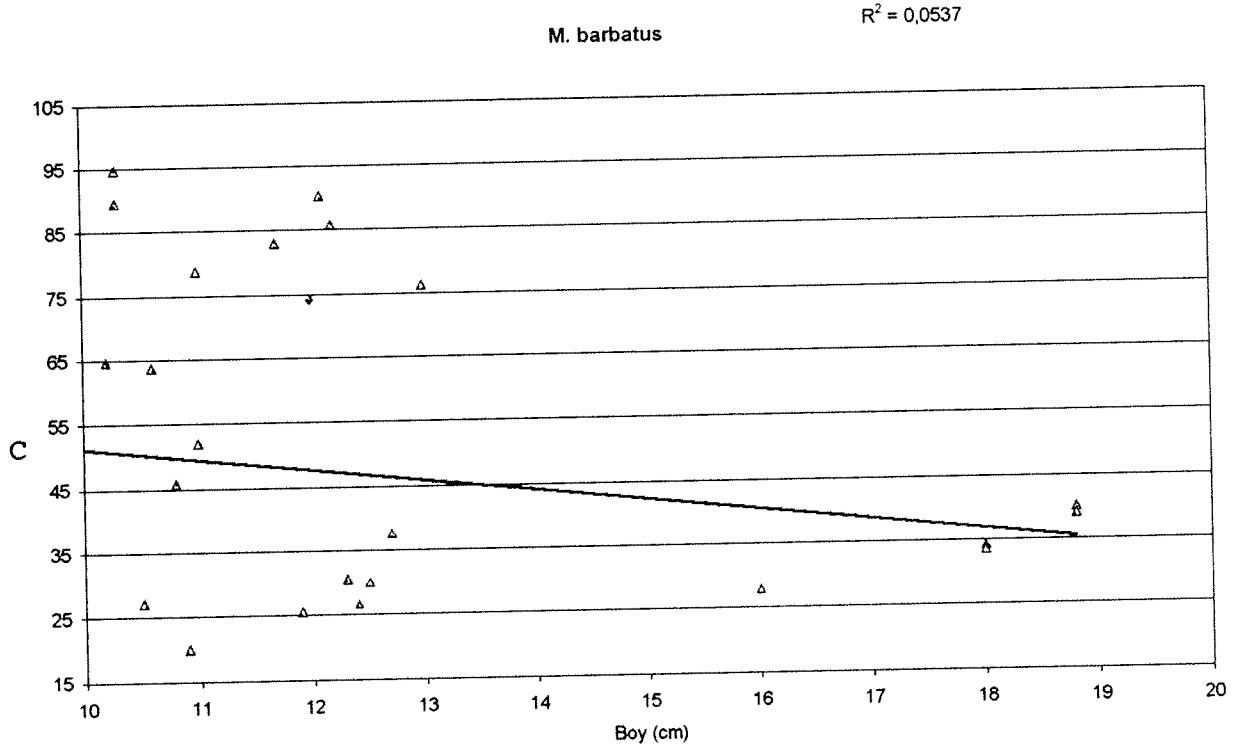
Şekil 11. Civanın *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları

III.2- KADMIYUM (Cd)

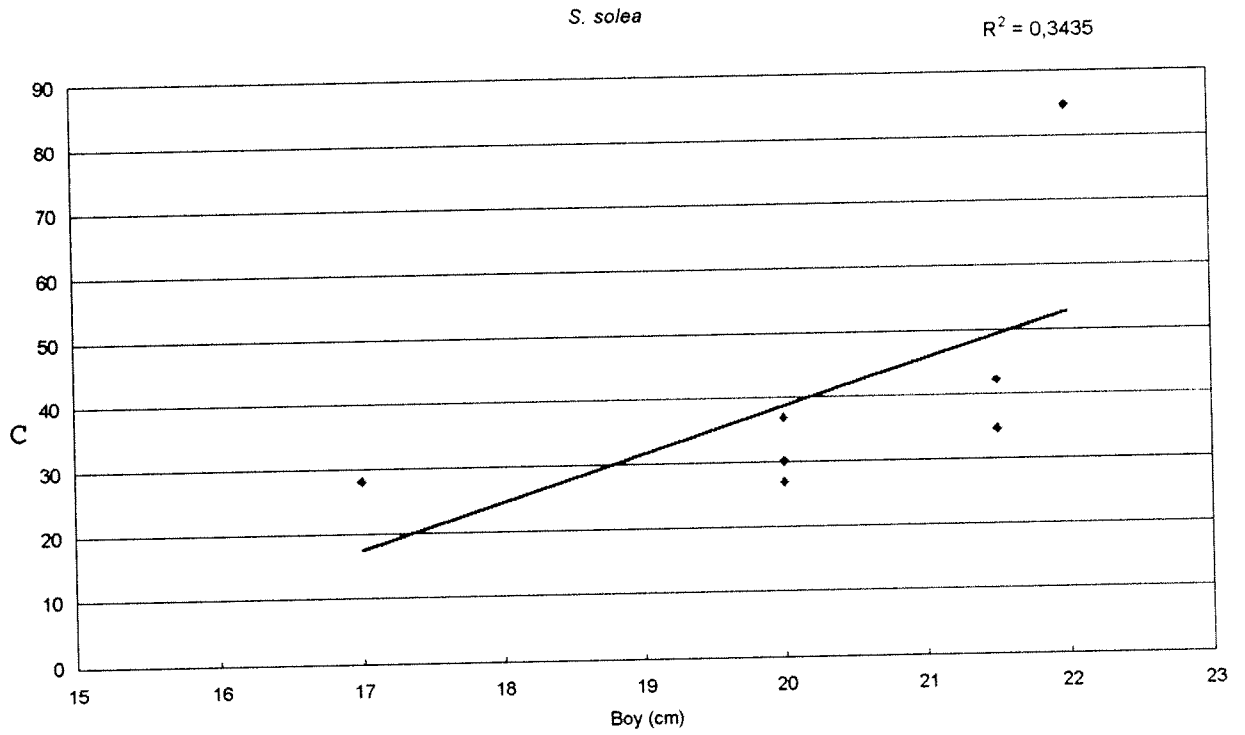
Kadmiyum doğal olarak çok düşük seviyelerde bulunmaktadır. Çevrede bulunan kadmiyum derişimleri antropojenik kaynaklı olup insanlar tarafından ve sanayileşmenin bir sonucu olarak çevreye verilen atıklardan kaynaklanmaktadır.

Değişik türlerdeki balıklarda ölçülen kadmiyum derişimleri ile ilgili grafikler Şekil 12-19'da verilmiştir. Organizma boyu ile kadmiyum derişimi arasındaki ilişki incelendiğinde analizi yapılan türler arasında sadece *S. solea*'da metal derişimi ile organizma boyu arasında zayıf da olsa doğru orantılı bir ilişki olduğu görülmüştür (Şekil 13 ilişki katsayısı $R^2=0.3435$). Diğer türlerde ise gelişigüzel bir dağılım görülmektedir.

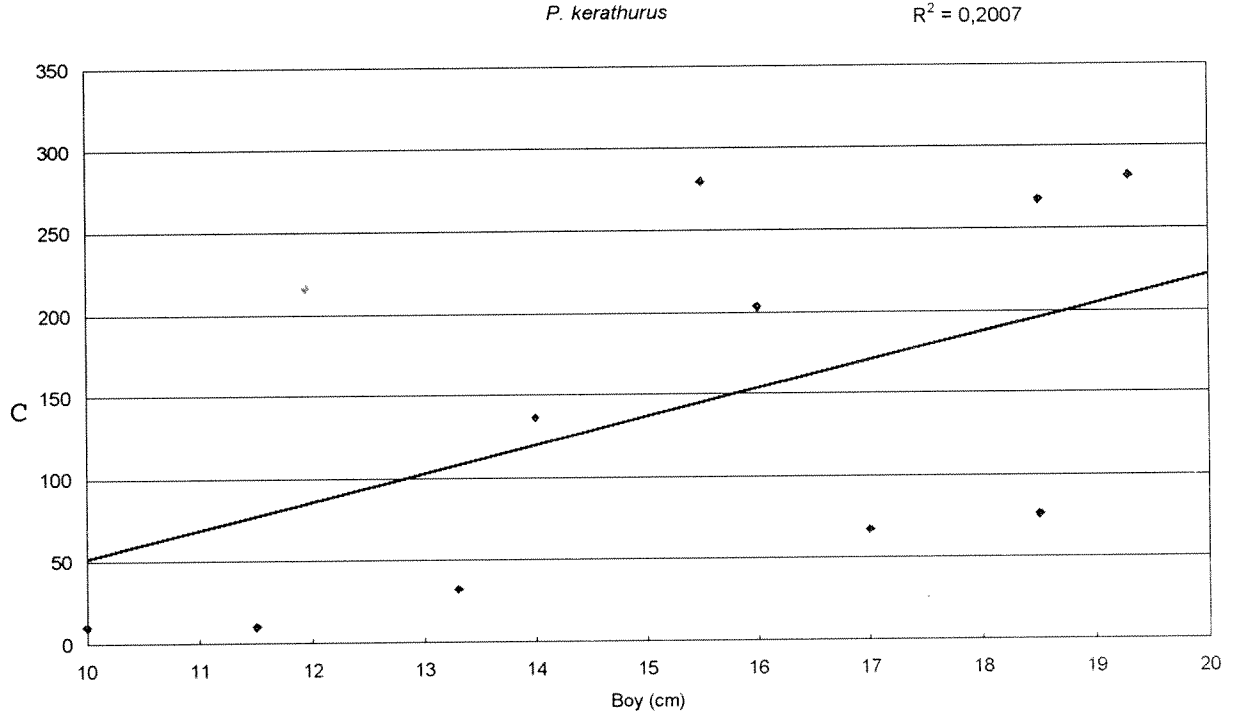
Kadmiyum'un değişik bölgelerden yakalanan aynı tür balıklardaki dağılımına bakıldığında analiz edilen bütün türlerde kadmiyum derişiminde doğu-batı (Iskenderun-Tırtar) yönünde bir azalma sözkonusudur.



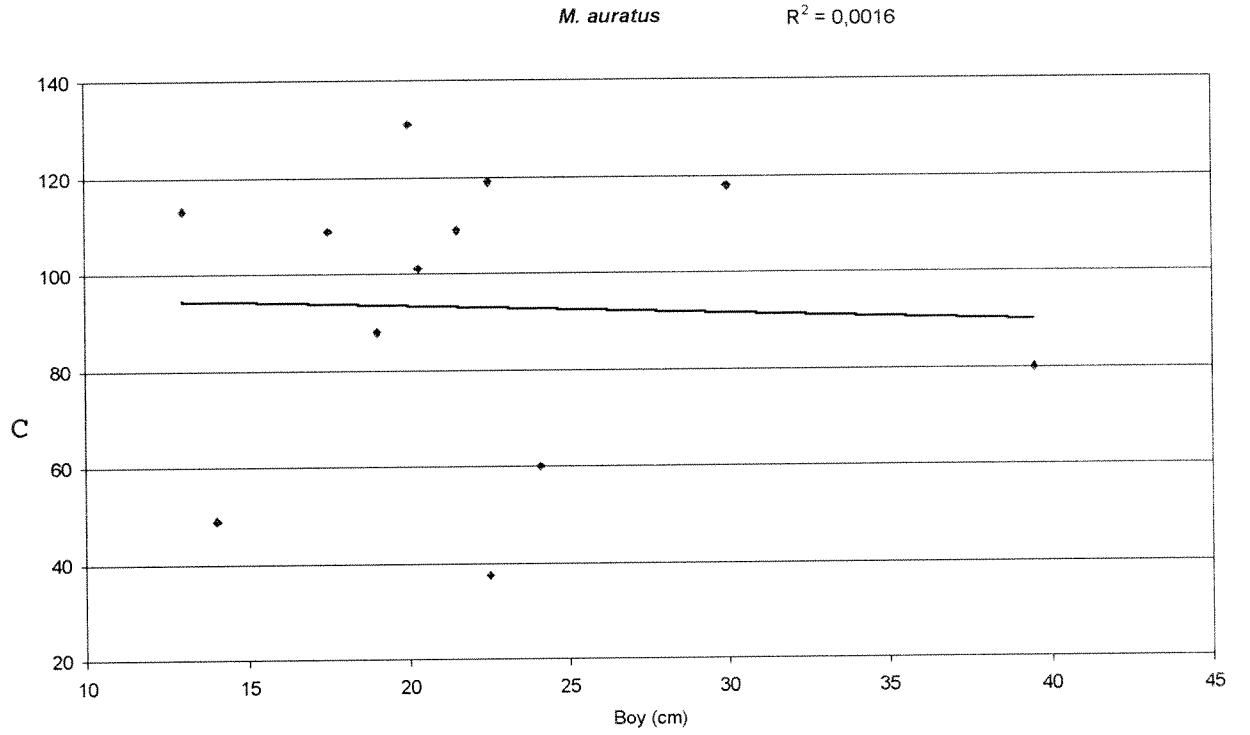
Şekil 12. Kadmiyum'un *M. barbatus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



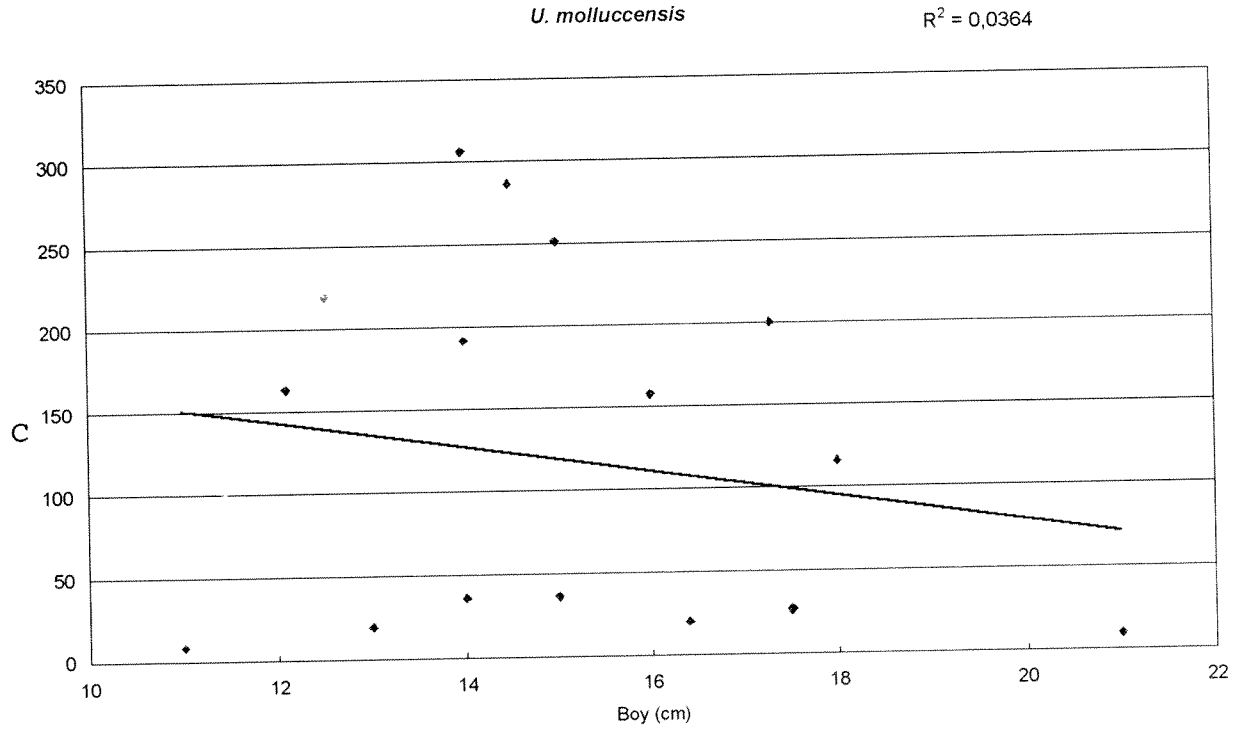
Şekil 13. Kadmiyum'un *S. solea*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



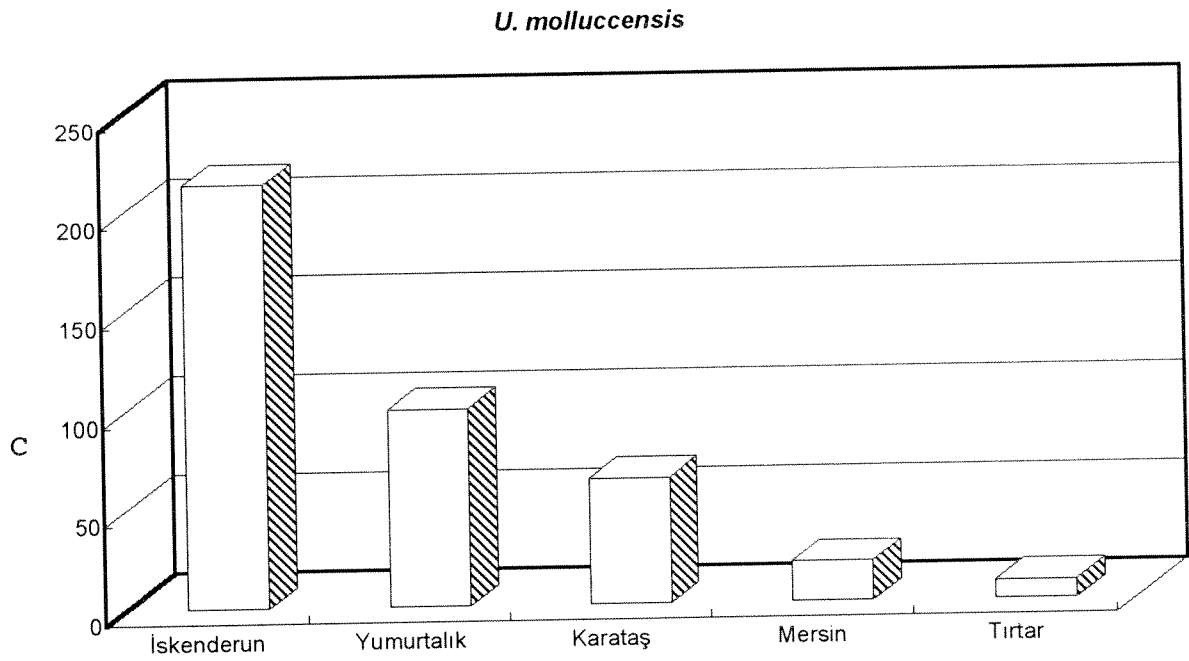
Şekil 14. Kadmiyum'un *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



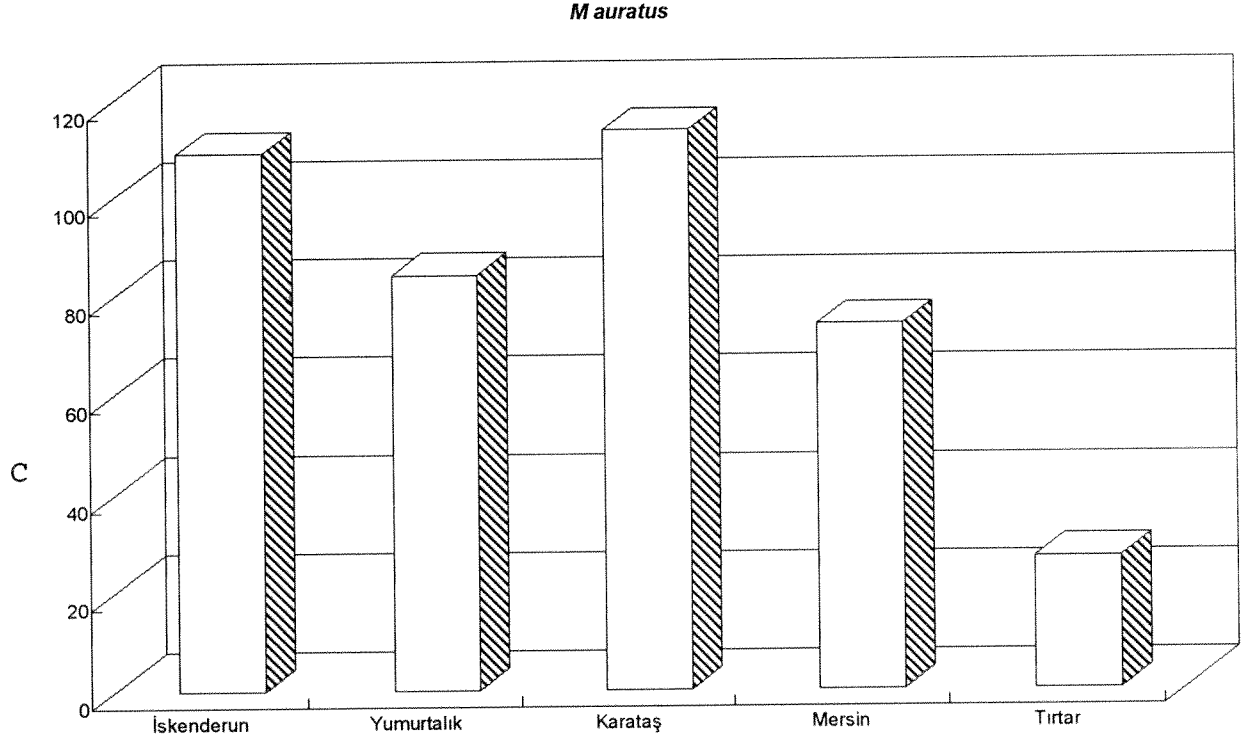
Şekil 15. Kadmiyum'un *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



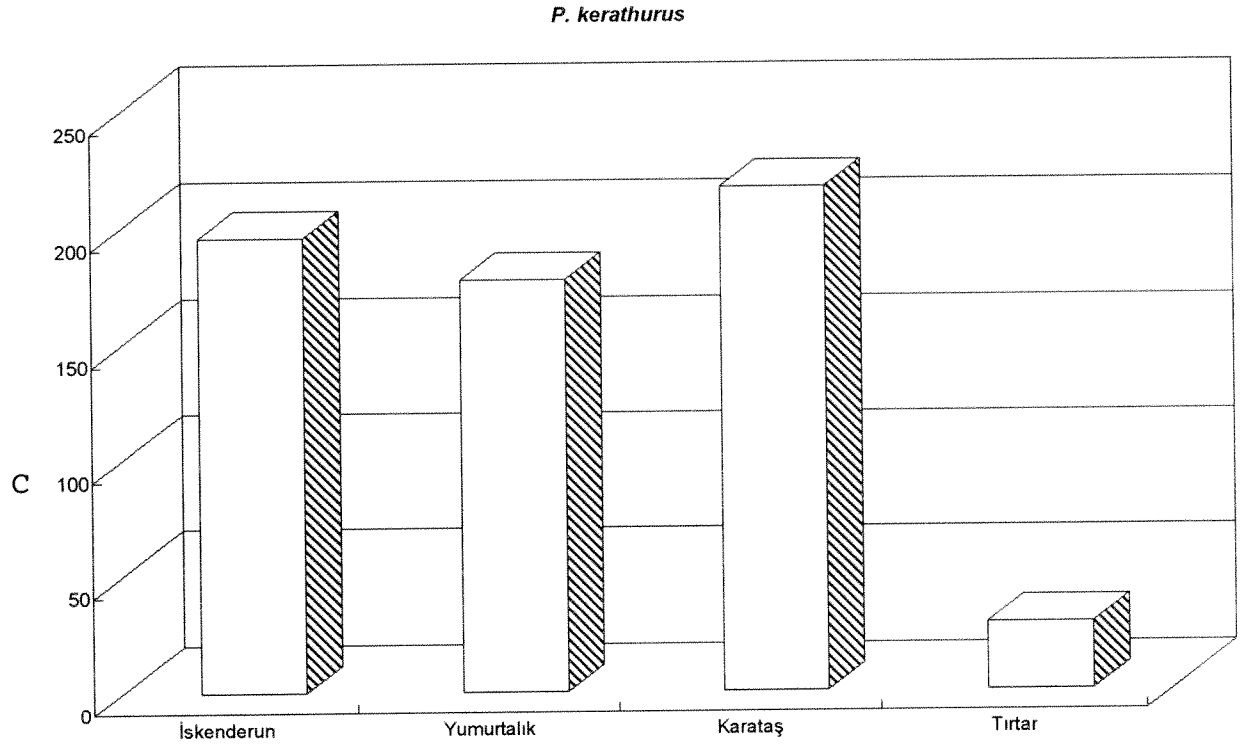
Şekil 16. Kadmiyum'un *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



Şekil 17. Kadmiyum'un *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 18. Kadmiyum'un *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

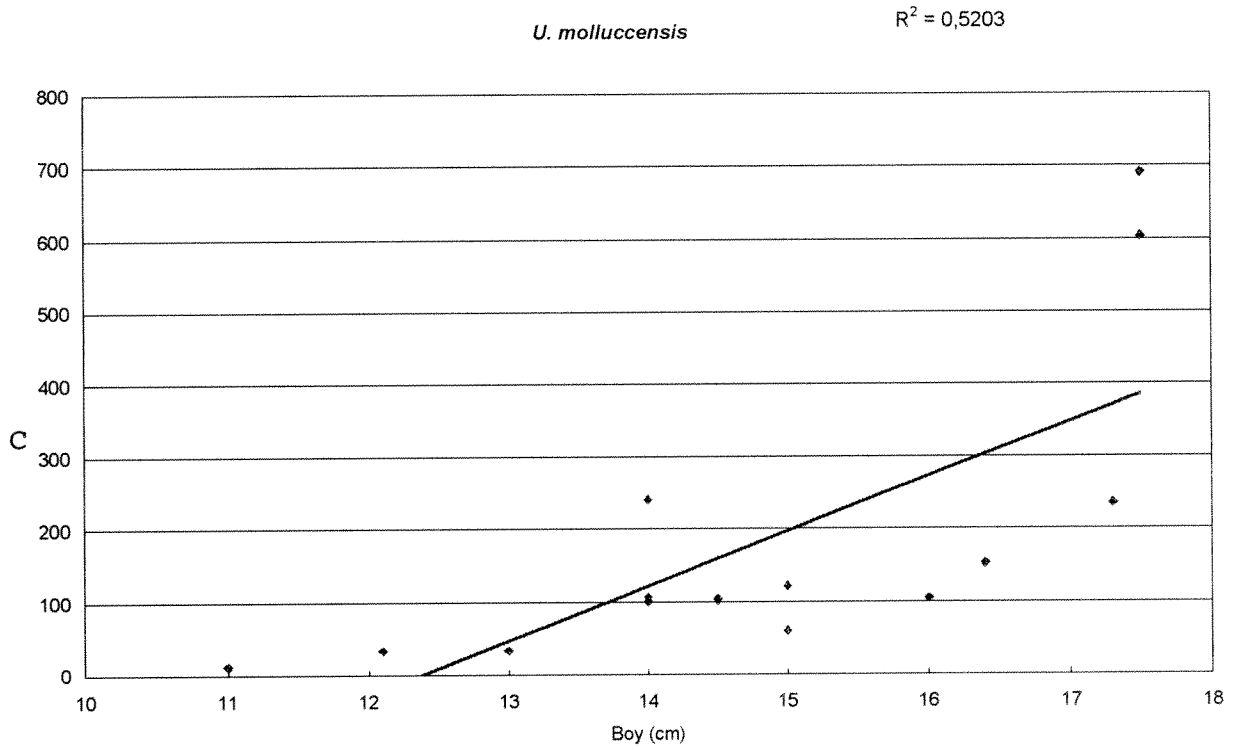


Şekil 19. Kadmiyum'un *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

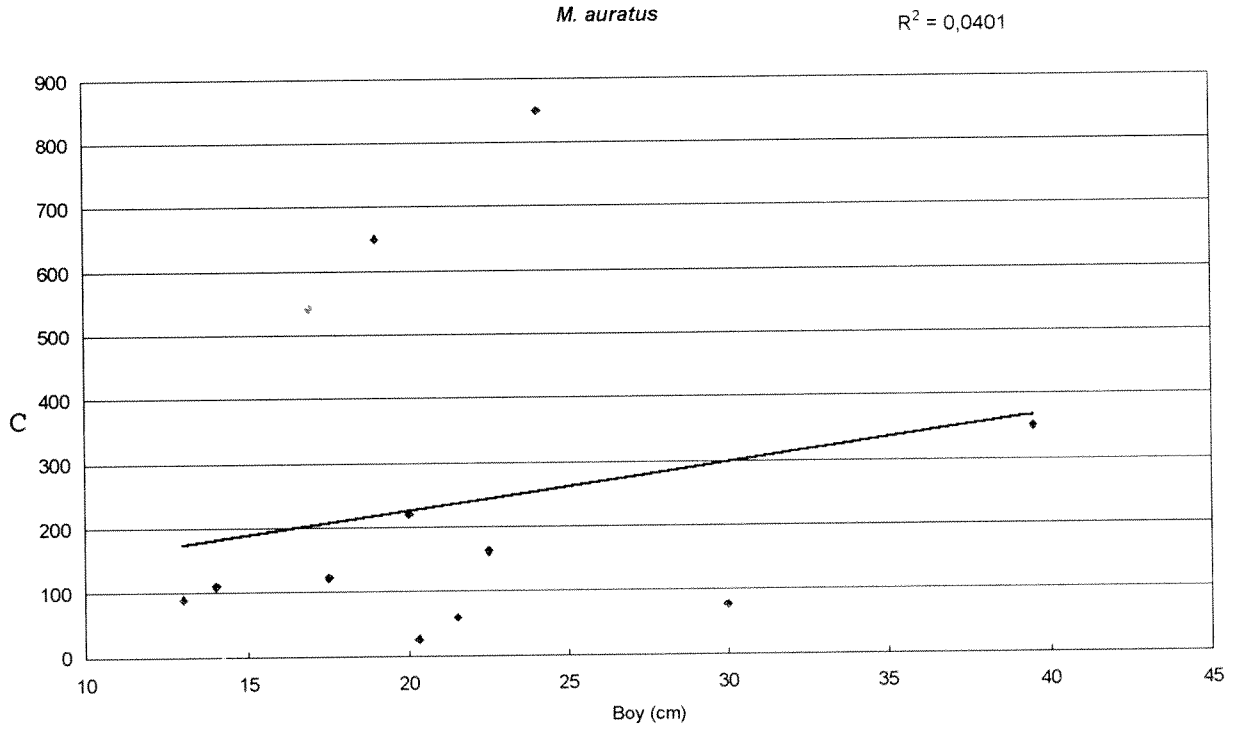
III.3- KROM (Cr)

Balıkların yenilebilir kas dokusunda yapılan krom analizinden elde edilen sonuçlar grafik olarak Şekil 20-26'da verilmiştir. Elde edilen grafikler incelendiğinde balıkların yenilebilir kas dokularında ölçülen krom derişimleri ile organizmaların boyu arasında herhangi bir doğrudan (liner) ilişki bulunmadığı görülmektedir. En yakın ilişkiyi *U. molluccensis*'de görmekteyiz ki burada da $R^2=0.5203$ 'dür.

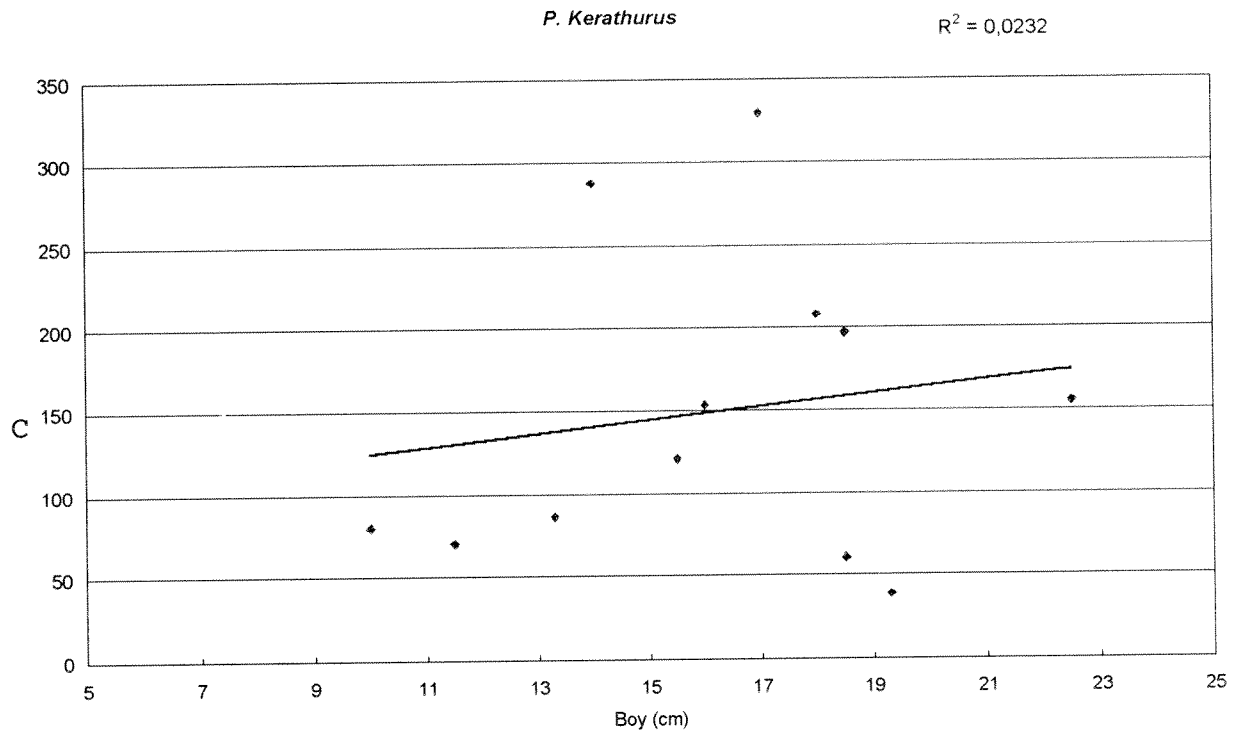
Şekil 24-26 değişik balık türlerindeki krom derişimlerinin bölgelere göre dağılımını göstermektedir. Bölgeler arasında karşılaştırma yapılırken herhangi bir genelleme yapmak mümkün olmamıştır. Örneğin *U. molluccensis*'de Yumurtalık'dan alınan balık örneklerindeki krom miktarı diğer bölgelerle kıyaslandığında oldukça yüksektir (Şekil 24). *P. kerathurus*'da bölgeler arasında herhangi bir farklılık yoktur (Şekil 26) bütün bölgelerden alınan balık örneklerindeki krom derişimleri aynı seviyelerdedir. *M. auratus*'da ise ölçülen diğer ağır metallerin aksine doğudan batıya doğru gittikçe artan bir eğilim görülmektedir.



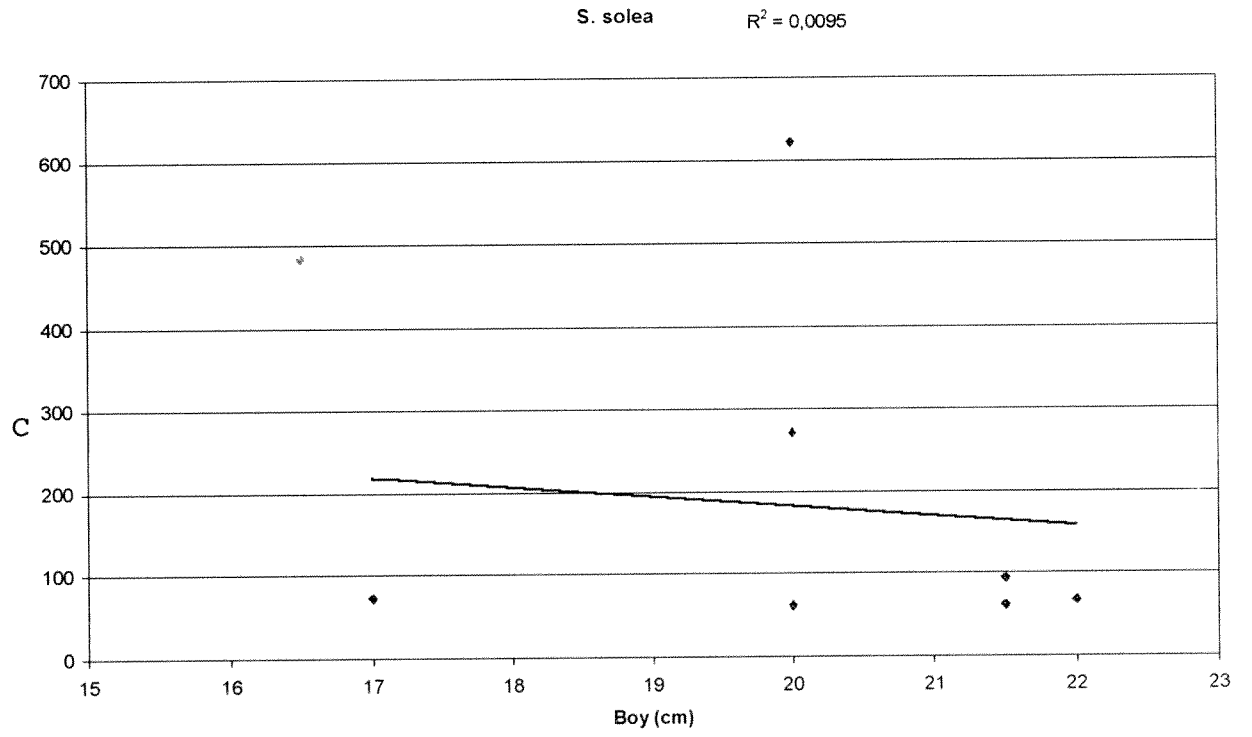
Şekil 20. Krom'un *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



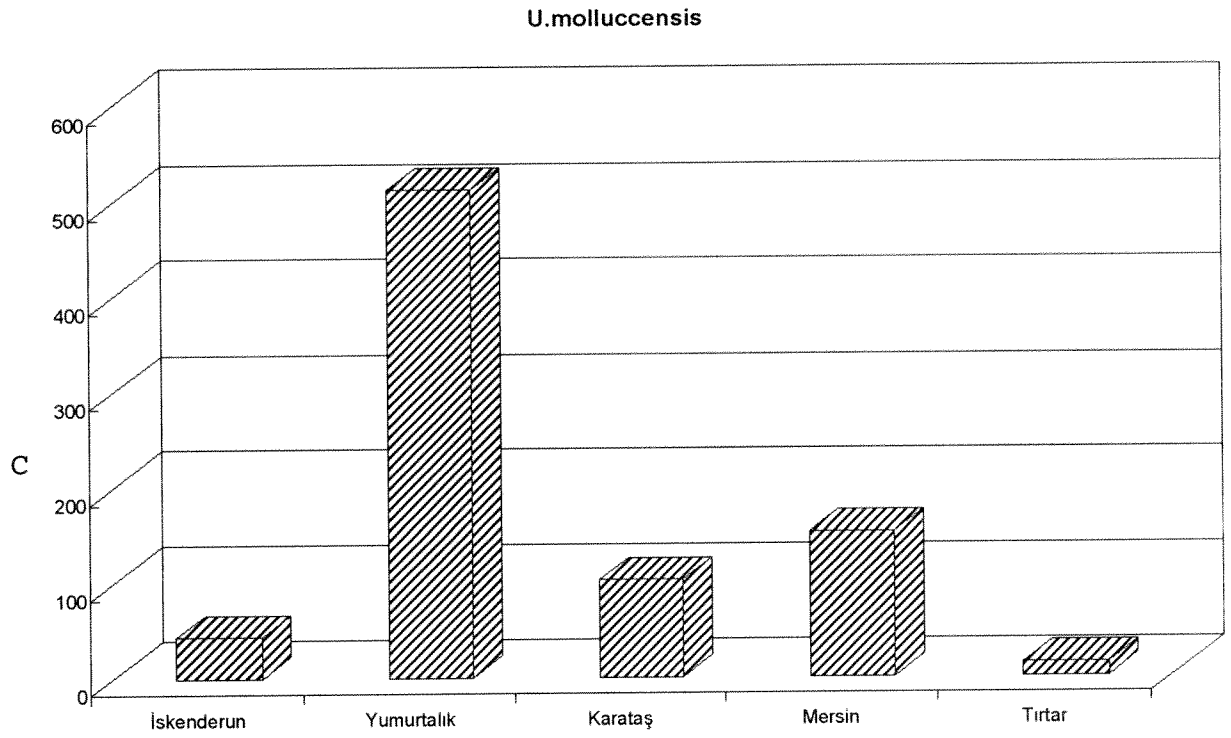
Şekil 21. Krom'un *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



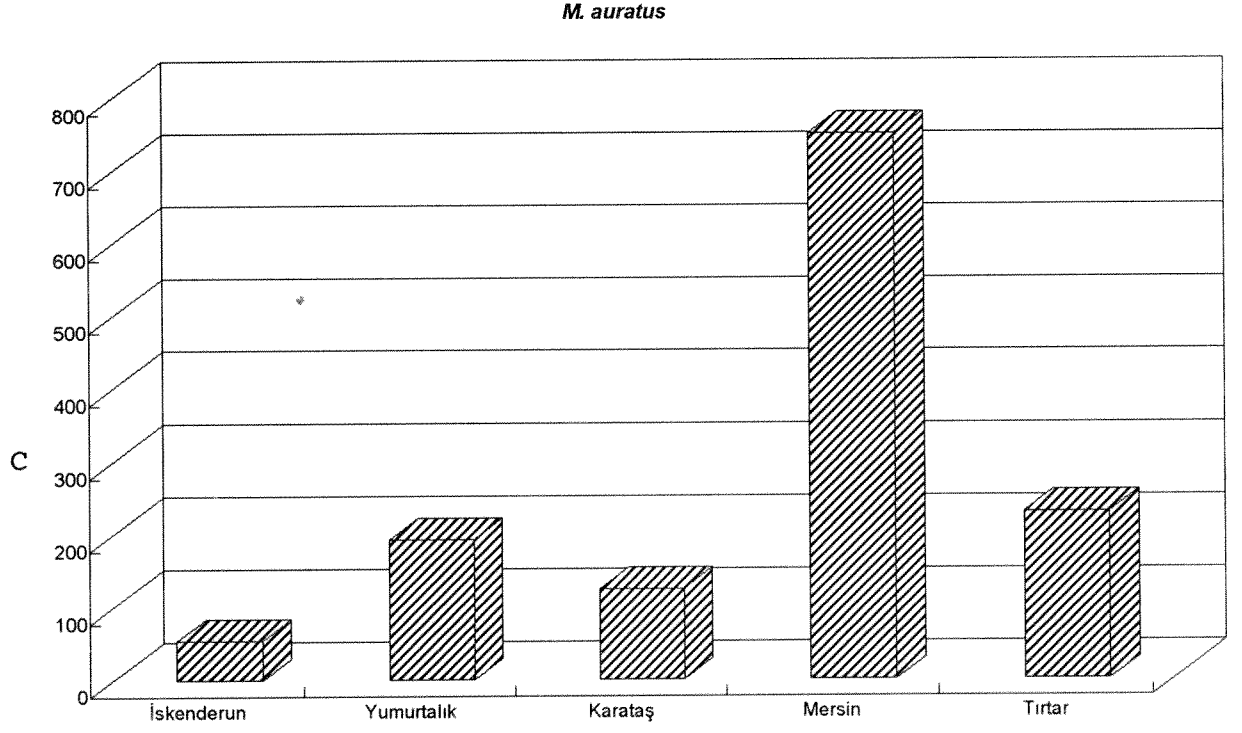
Şekil 22. Krom'un *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



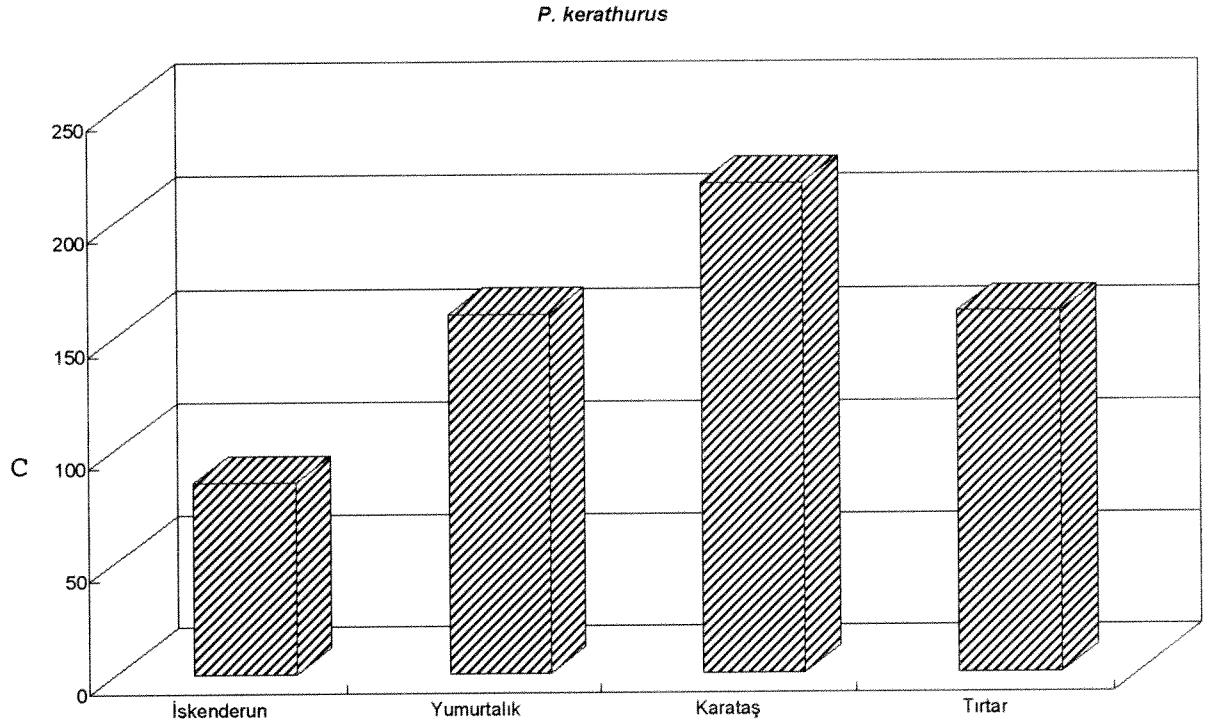
Şekil 23. Krom'un *S. solea*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



Şekil 24. Krom'un *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 25. Krom'un *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

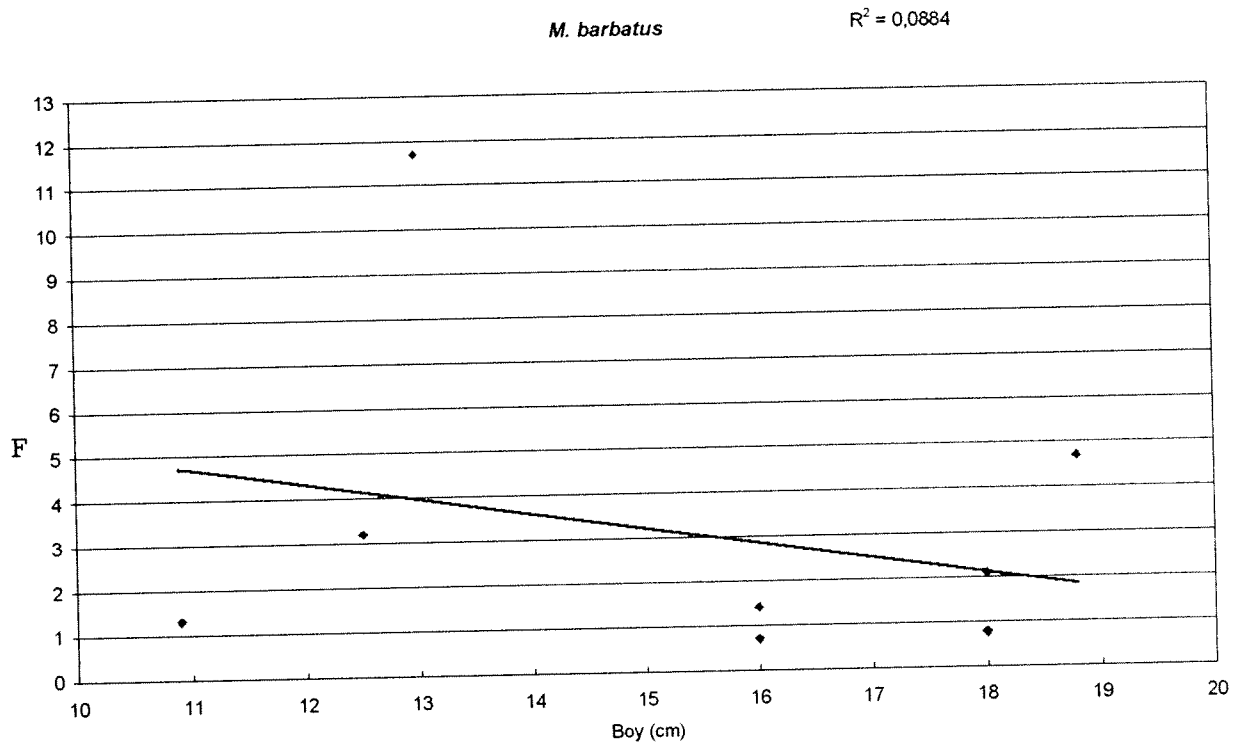


Şekil 26. Krom'un *P. Kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

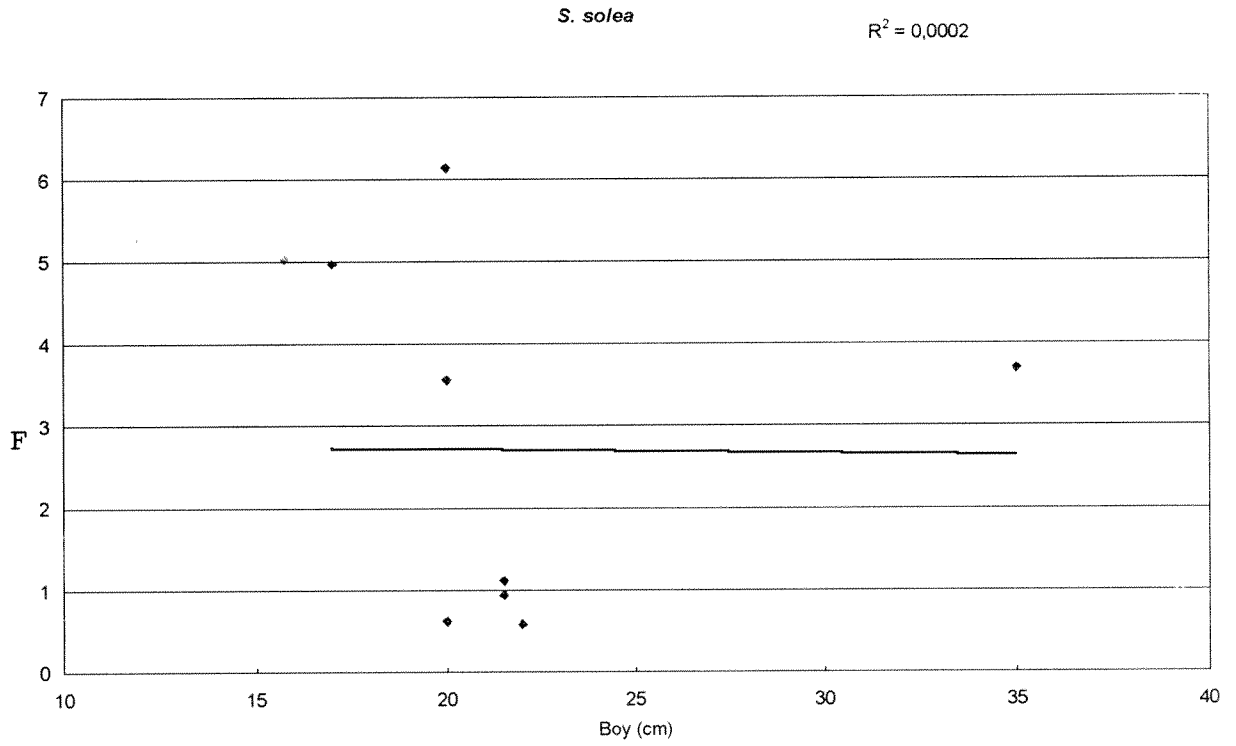
III.4- DEMİR (Fe)

Krom'da olduğu gibi demir'de de organizmaların (balıkların) boy uzunluğu ile metal derişimi arasında herhangi bir doğrudan (liner) ilişki gözlenememiştir. Şekil 27-31 demirin organizma boyuna göre dağılımını göstermektedir. Şekil'lerden ve boy-metal derişimi arasındaki ilişki katsayısından (R^2) da açıkça görüleceği gibi demir derişimi ile boy uzunluğu arasında karmaşık (gelişigüzel) bir dağılım vardır.

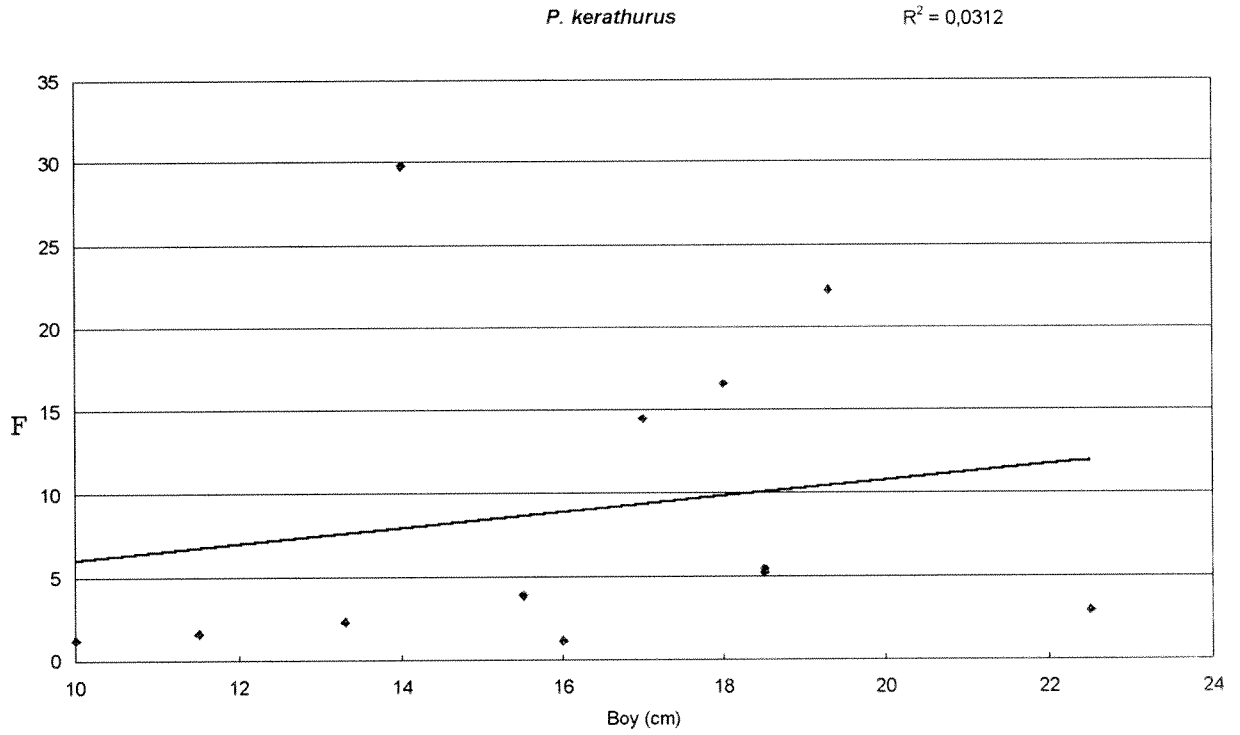
Şekil 32-35'te değişik bölgelerden yakalanan balıklardaki demir derişimlerinin dağılımı bölgesel bazda gösterilmiştir. *M. barbatus* ve *P. Kerathurus*'ta İskenderun bölgesinden yakalanan örneklerde demir derişimleri diğer bölgelerdeki örneklere oranla daha yüksektir (Şekil 34 ve Şekil 35). *M. auratus*'da ise Mersin ve İskenderun bölgelerinden alınan örneklerdeki demir miktarları diğer bölgelerden alınan örneklerdekinden daha yüksektir (Şekil 33). *U. molluccensis* 'de Tırtar bölgesinden alınan balıklarda demir miktarı diğer bölgelere göre daha düşük seviyelerdedir. Bu türde İskenderun, Yumurtalık, Karataş ve Mersin bölgelerinden alınan balıklardaki demir seviyeleri birbirine çok yakındır (Şekil 32). İskenderun körfezi sanayi faaliyetleri ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bir bölgemizdir ve daha fazla kirletilmiş olduğu açıktır. Doğal olarak bu bölgeden alınan örneklerde ağır metal kirleticilerin miktarlarının daha yüksek olması beklenen bir sonuçtur.



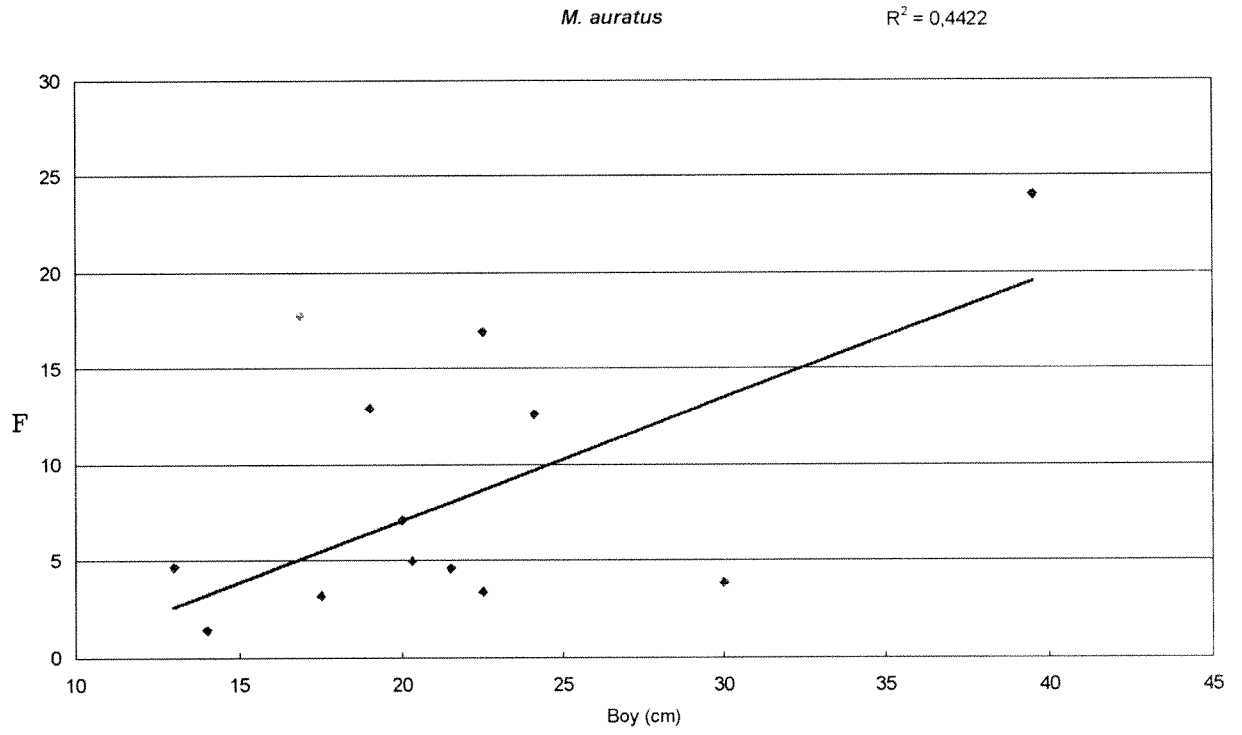
Şekil 27. Demir'in *M. barbatus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



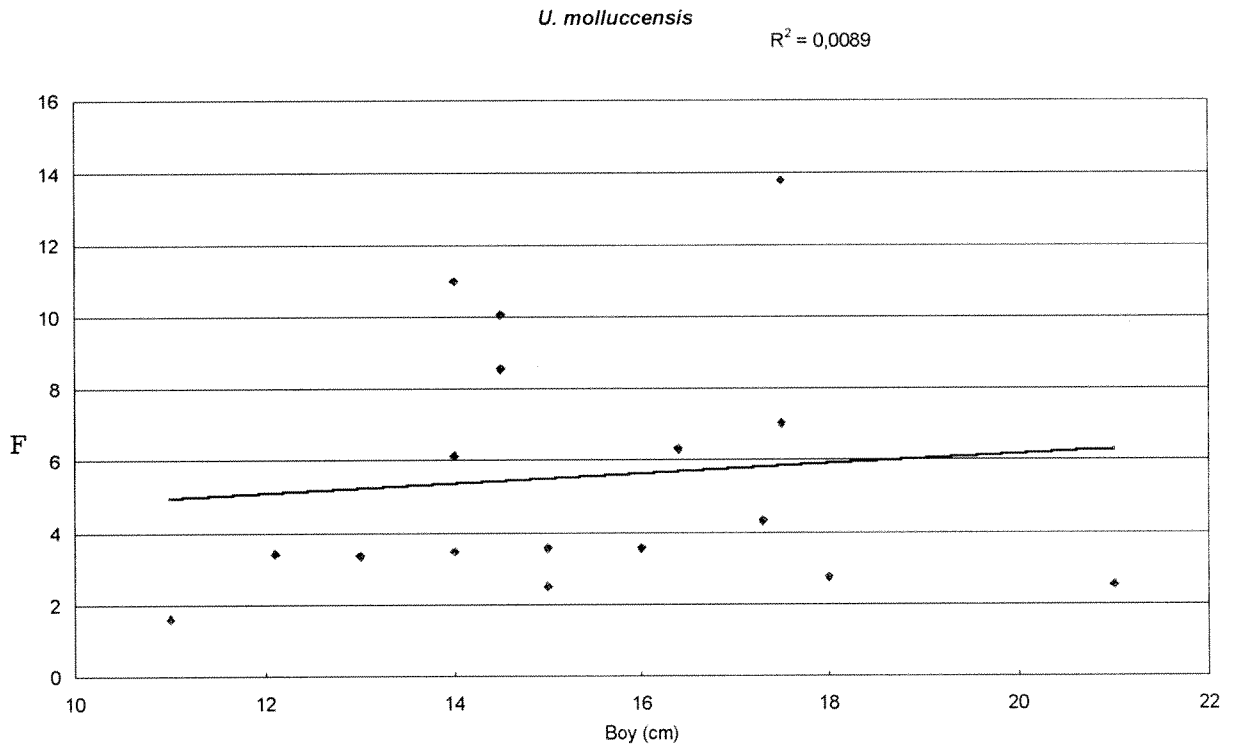
Şekil 28. Demir'in *S. solea*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



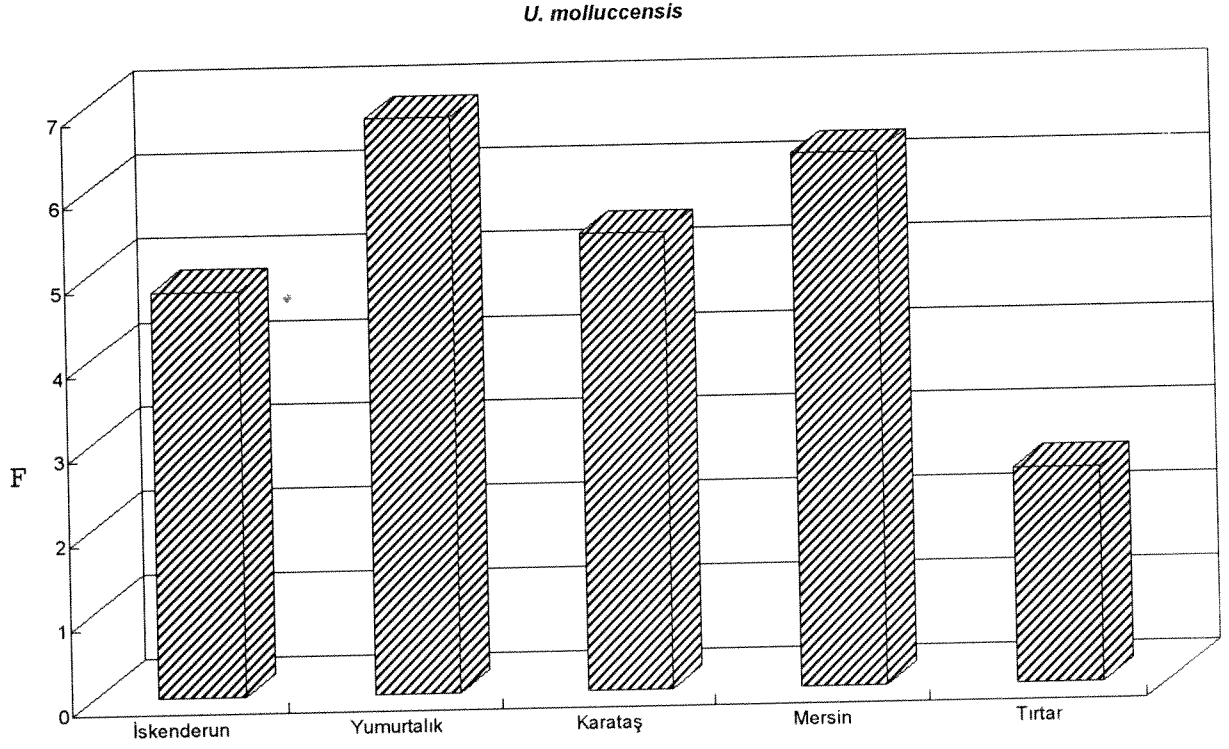
Şekil 29. Demir'in *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



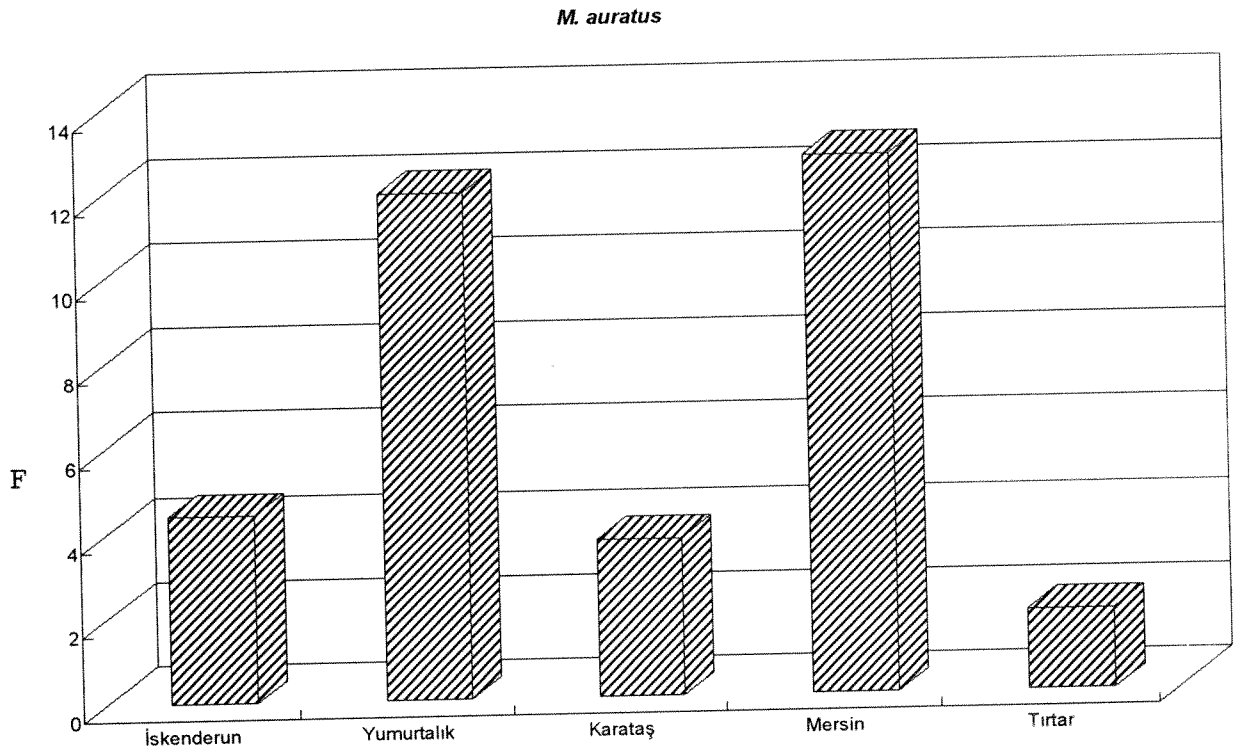
Şekil 30. Demir'in *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



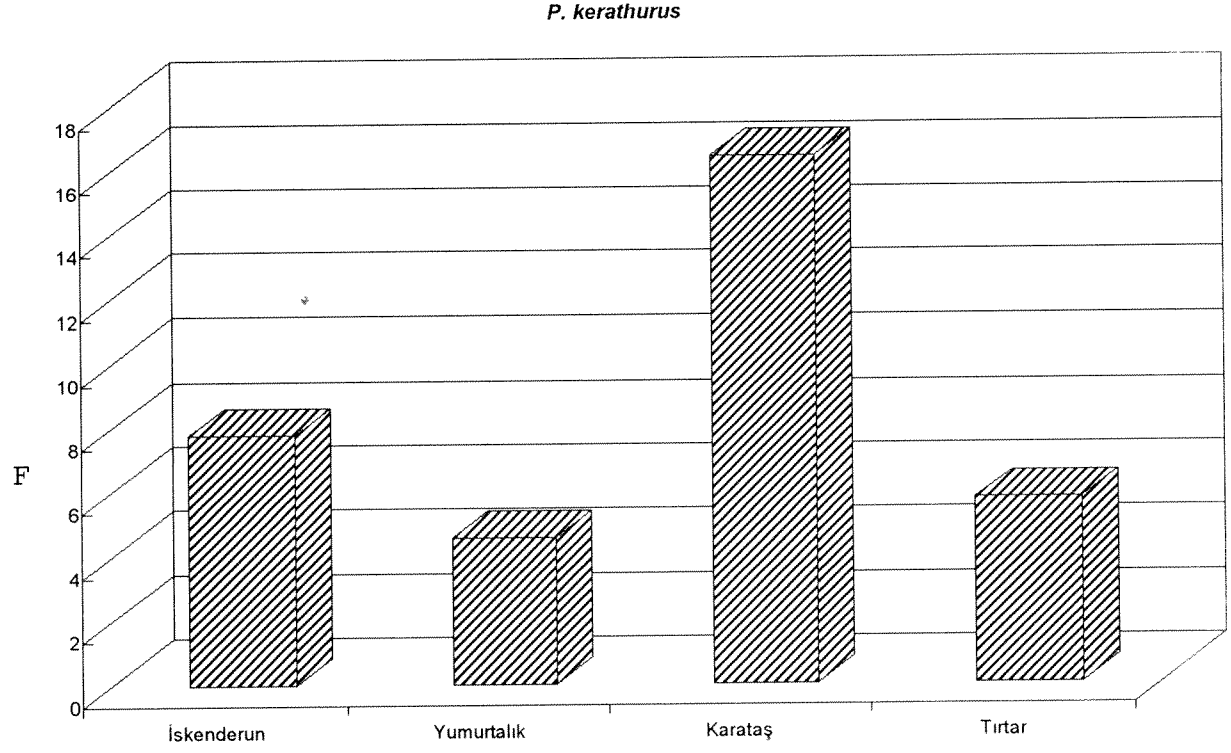
Şekil 31. Demir'in *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



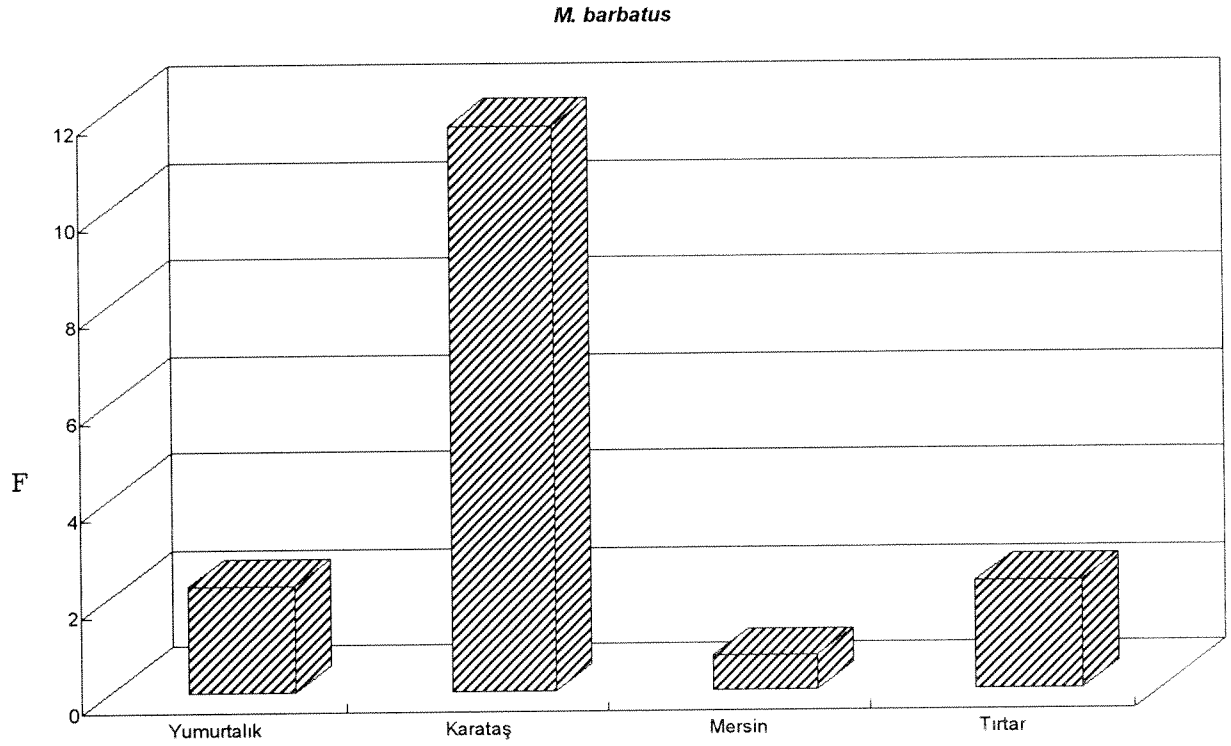
Şekil 32. Demir'in *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 33. Demir'in *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 34. Demir'in *P. kerethurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

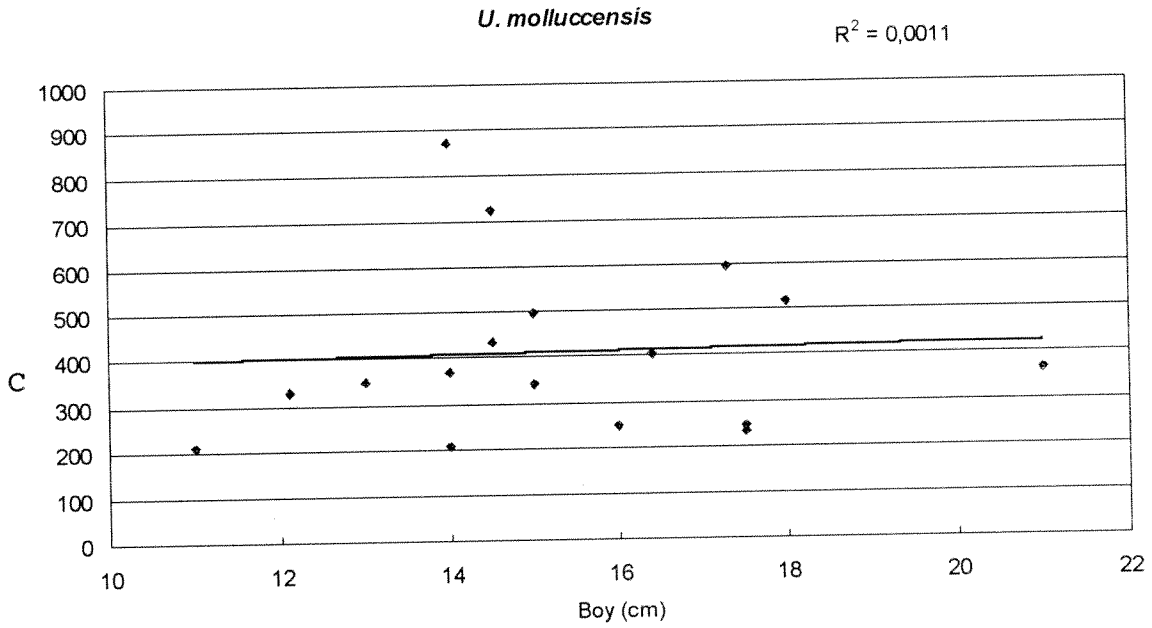


Şekil 35. Demir'in *M. barbatus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

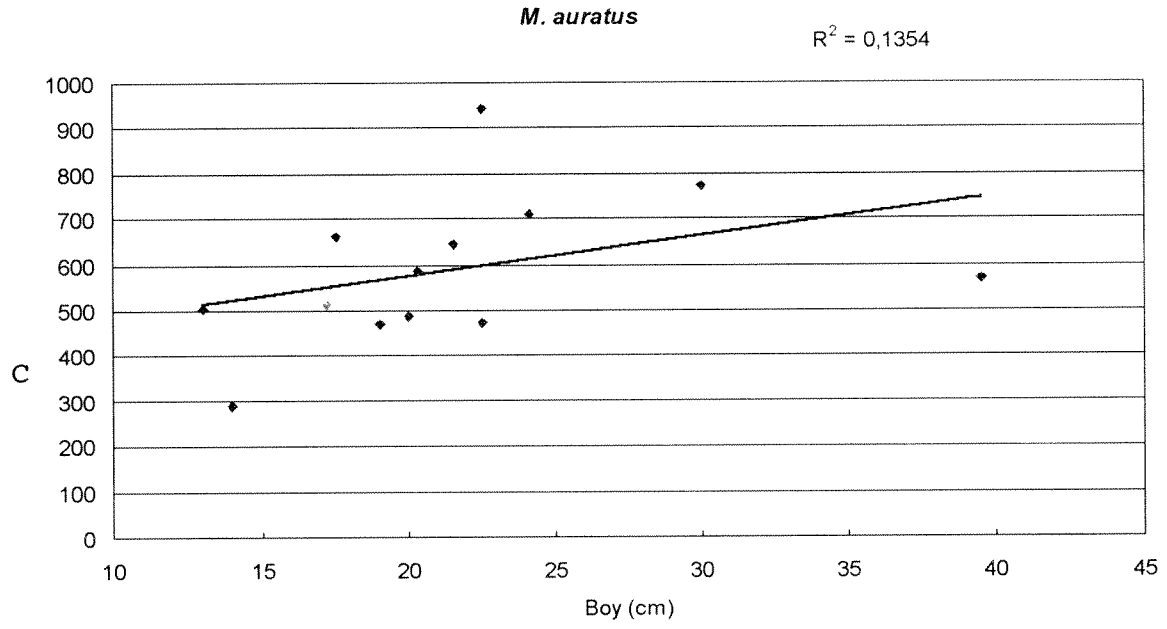
III.5- BAKIR (Cu)

Bakır uzun süreli ve/veya yüksek dozlarda alındığı zaman canlılar için toksik olan elementlerden birisidir. Bu çalışma süresince balıklarda ölçülen bakır miktarları Şekil 36-43'te grafiksel olarak boy-bakır derişimi ve bölgesel dağılımı verilmiştir. Şekil 36-39 değişik türlerde organizma boyuna bağlı olarak bakırın kas dokudaki seviyelerini göstermektedir. Organizma boy uzunluğu ve metal derişimleri gözönüne alındığında diğer birçok metalde olduğu gibi balık boyu ile kas dokudaki bakır derişimi arasında doğrudan (linear) bir ilişki olmadığı görülmektedir.

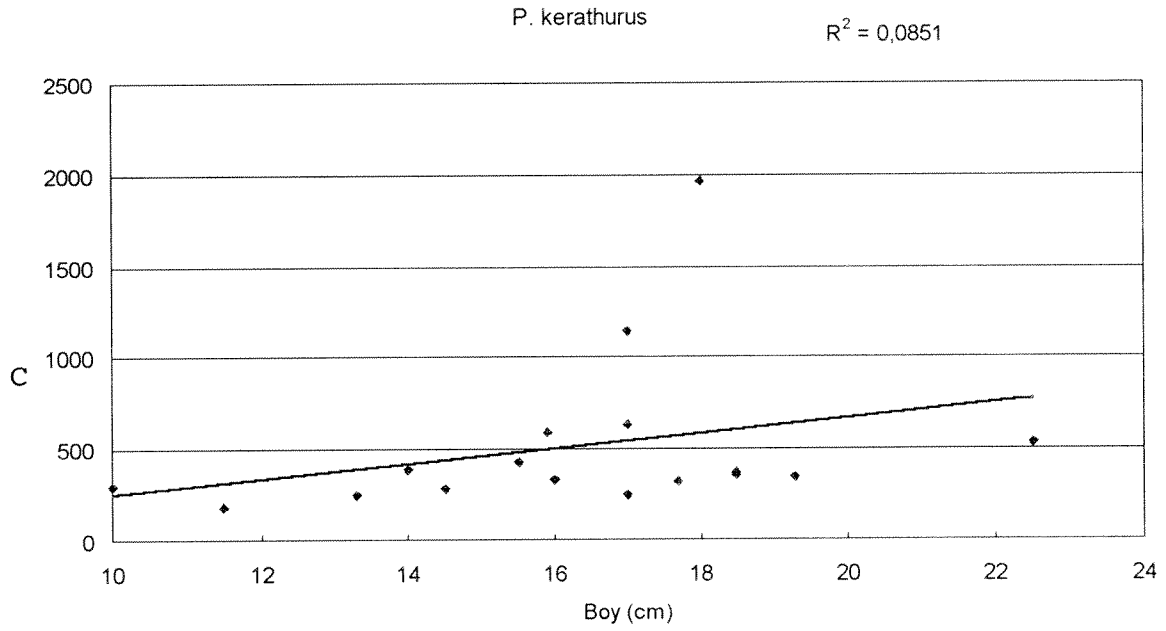
Bölgeler arası metal derişimi farklılaşması incelenirse (Şekil 40-43) *U. molluccensis* ve *M. auratus*'da Karataş bölgesinden yakalanan balıklarda diğer bölgelerden yakalanan balıklara oranla bakır seviyesi oldukça yüksektir. Diğer bölgelerden alınan balıklarda ise hemen hemen aynı seviyededir. *P. kerathurus*'da ise bakır seviyelerinde bölgeler arasında oldukça farklılıklar vardır. Karataş'dan yakalanan balıklarda diğer bölgelerden yakalanan balıklara oranla daha fazla bakır ölçülmüştür. *S. Solea*'da Doğu-Batı yönünde azalan bir trend gözlenmiştir.



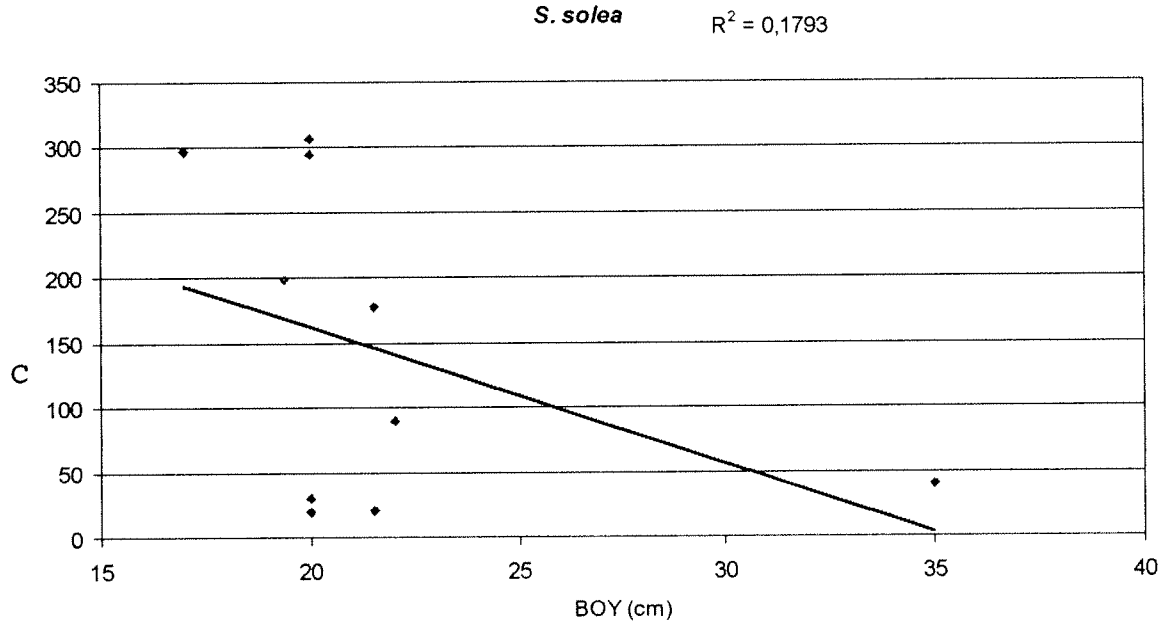
Şekil 36. Bakır'ın *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak derişimi.



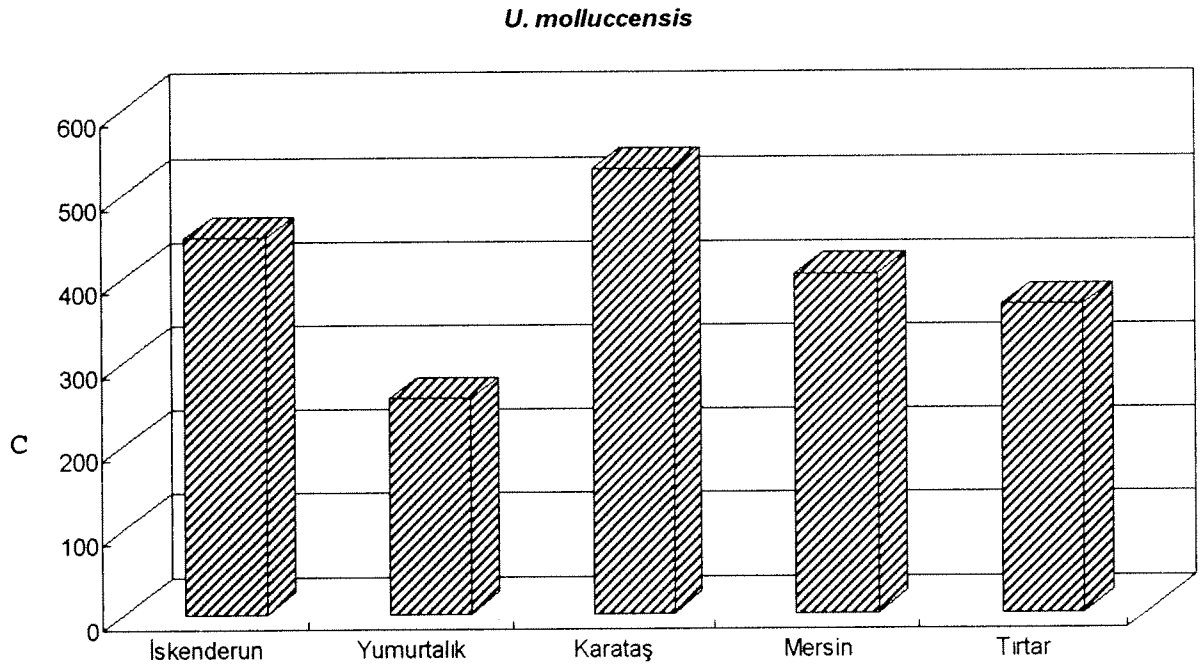
Şekil 37. Bakır'ın *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



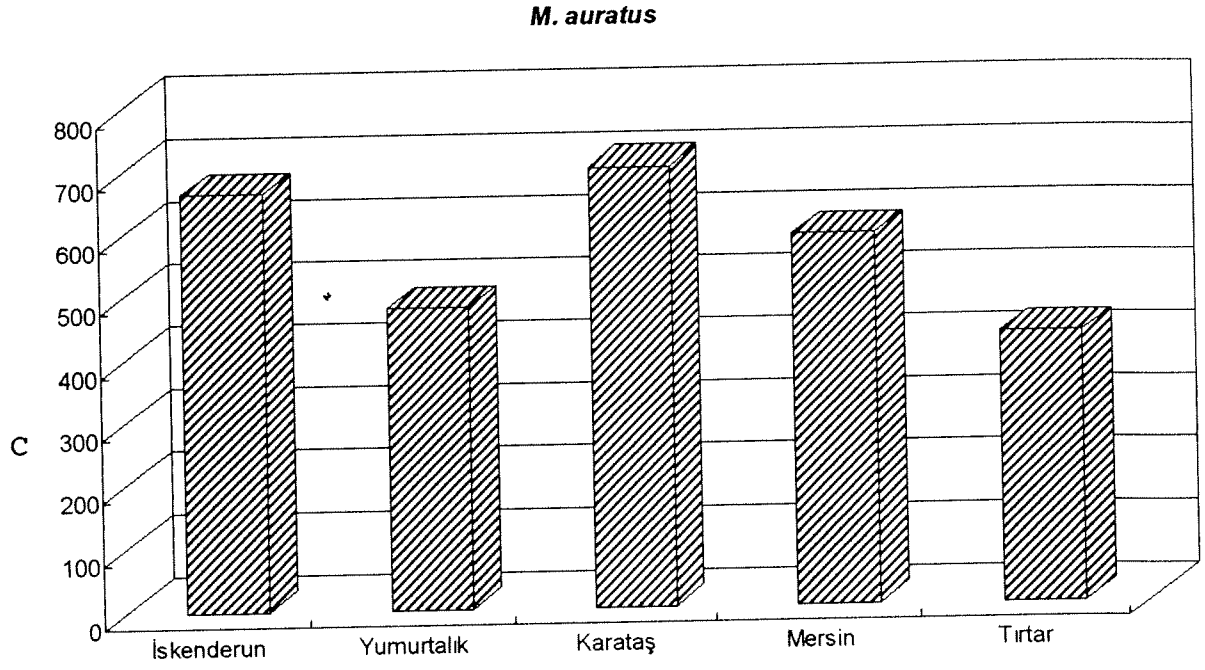
Şekil 38. Bakır'ın *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



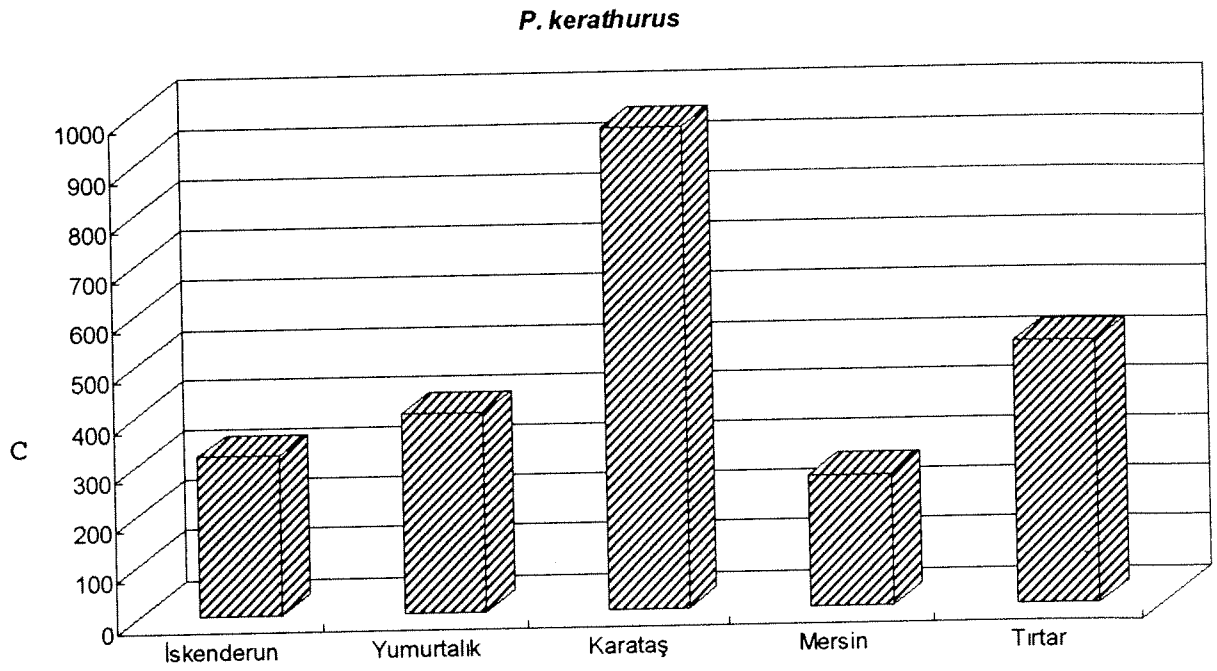
Şekil 39. Bakır'ın *S. solea*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



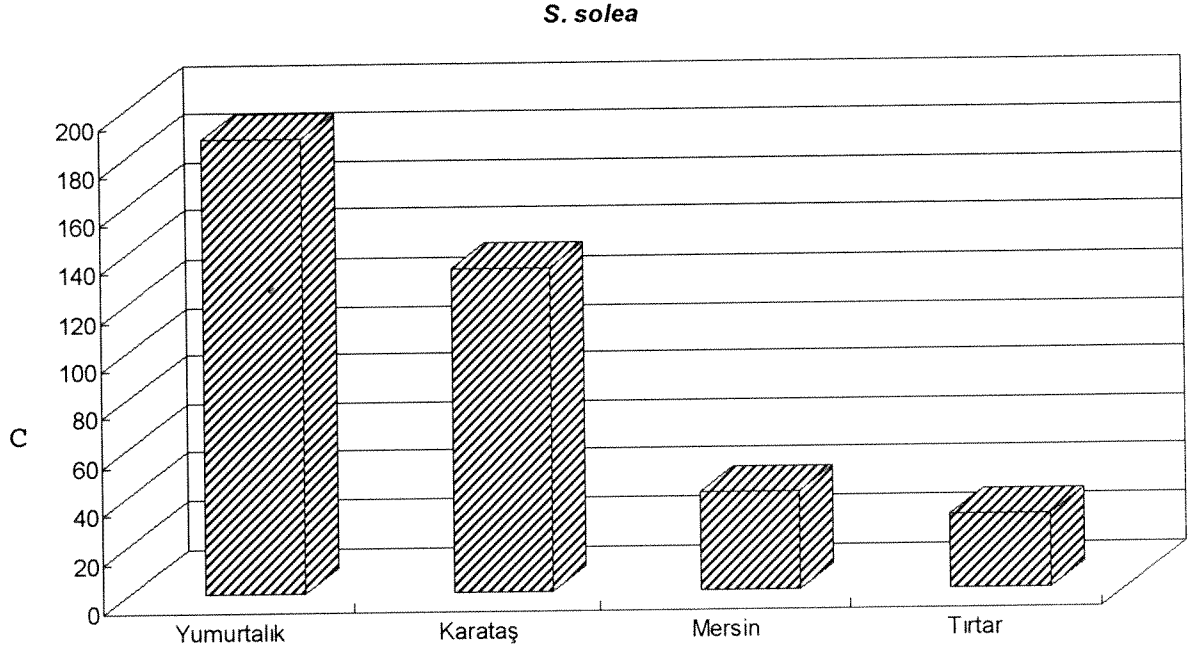
Şekil 40. Bakır'ın *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 41. Bakır'ın *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 42. Bakır'ın *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



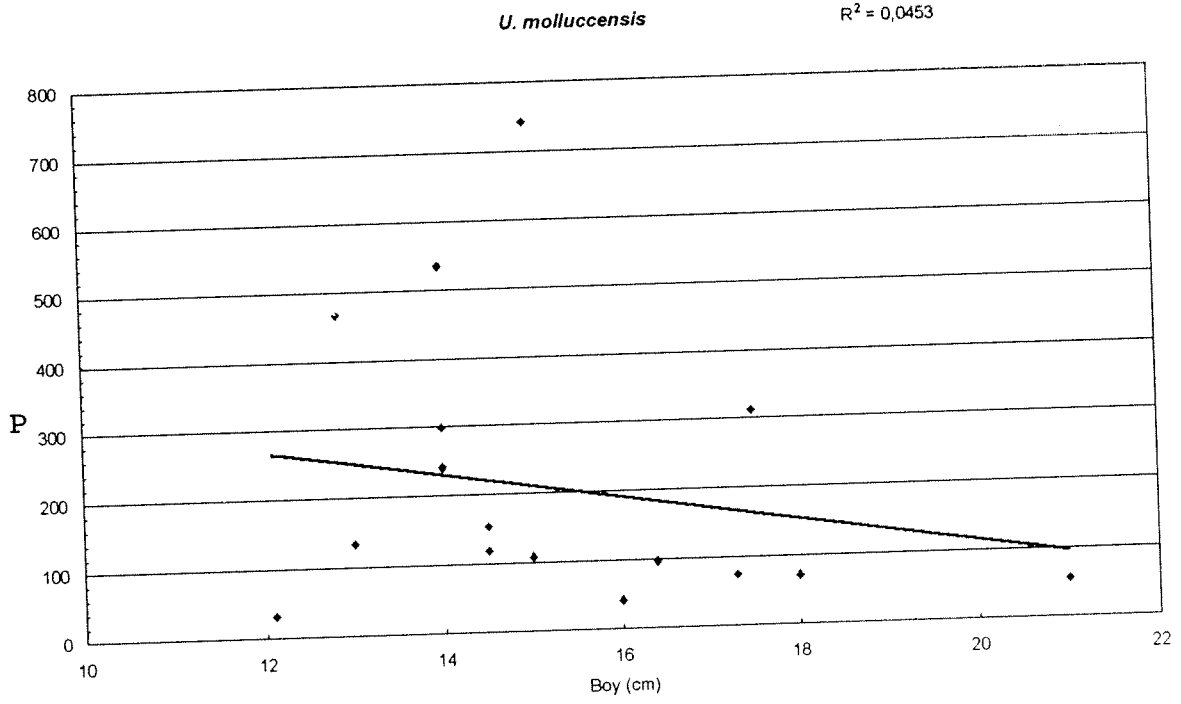
Şekil 43. Bakır'ın *S. solea*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

III. 6- KURŞUN (Pb)

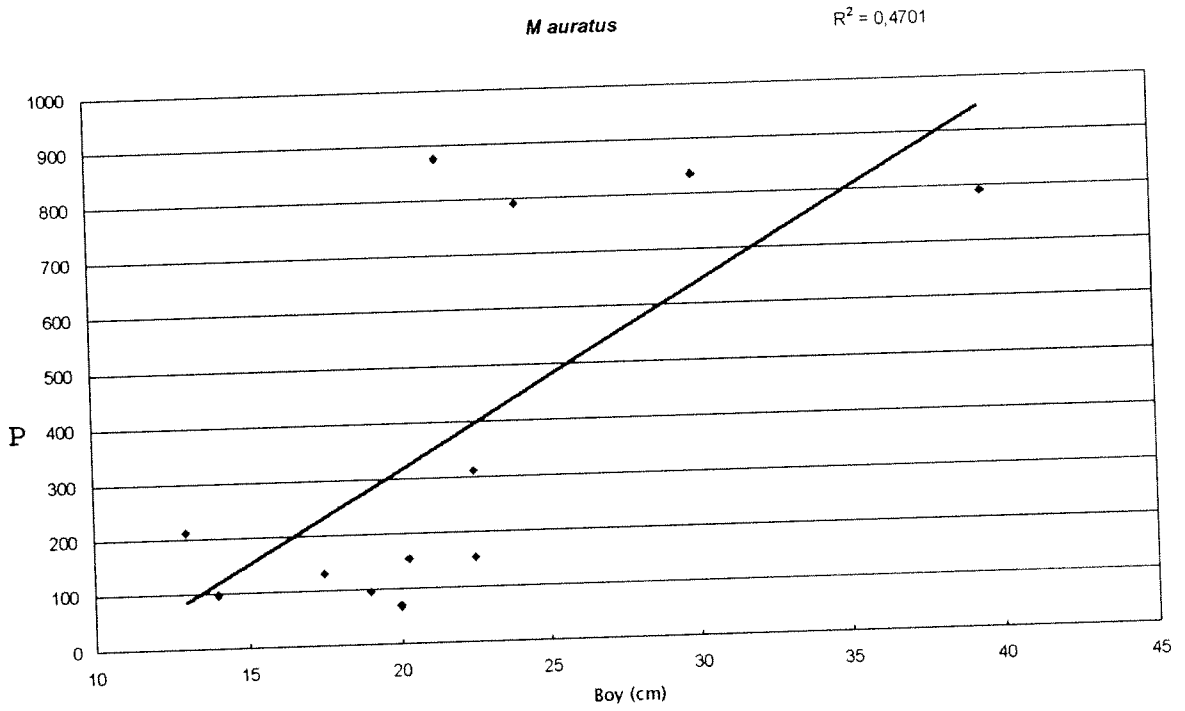
Kurşun, insanlar tarafından çevreye en yoğun bir şekilde atılan metallerden birisidir. İçten yanmalı motorlarda kullanılan yakıtlarda katkı maddesi olarak kullanılan tetraetil kurşun, yakıtın yakılması neticesinde eksoz gazları ile birlikte çevreye atılmakta ve çeşitli taşınım yolları (atmosferden kuru ve yaş çökme, sel ve nehir suları gibi) ile deniz ortamına ulaşmaktadırlar.

Yapılan analizlerden elde edilen bulgular Şekil 44-49'da verilmiştir. Bu bulgulardan da görüleceği gibi *M. auratus* ve *P. kerathurus* 'da boy-kurşun derişimi arasında oldukça zayıf bir ilişki vardır (Şekil 45-46 ve ilişki katsayısı sırasıyle $R^2=0.47$ ve 0.44). *U. molluccensis*'de ise herhangi bir doğrudan ilişki gözlenememiştir (Şekil 44 ve ilişki katsayısı $R^2=0.045$). Kurşun derişimi balık boyundan bağımsız olarak değişiklikler göstermektedir.

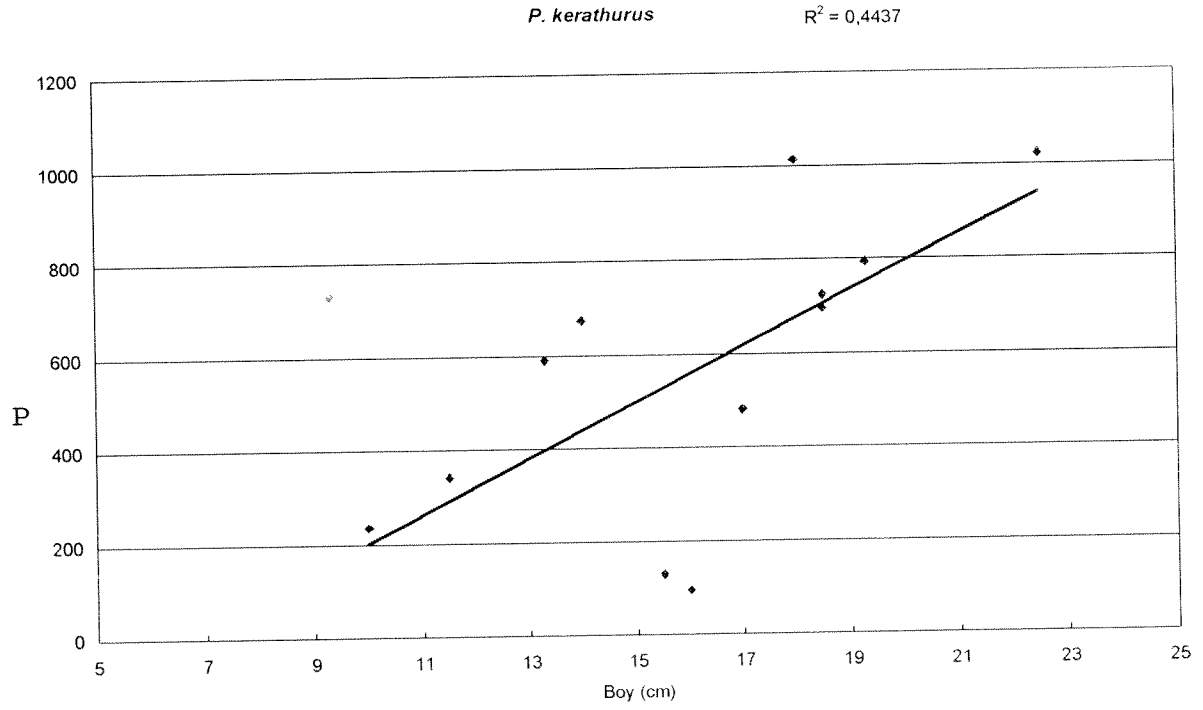
Analiz edilen balıklardaki kurşun dağılımını bölgesel bazda incelediğimizde *M. auratus* haricinde tüm türlerde Karataş bölgesinden yakalanan balıklar diğer bölgelerden yakalananlara oranla daha yüksek kurşun ihtiva etmektedirler (Şekil 47, 49). *M. auratus*'ta ise İskenderun bölgesinden yakalanan bireyler daha yüksek kurşun içermektedirler (Şekil 48).



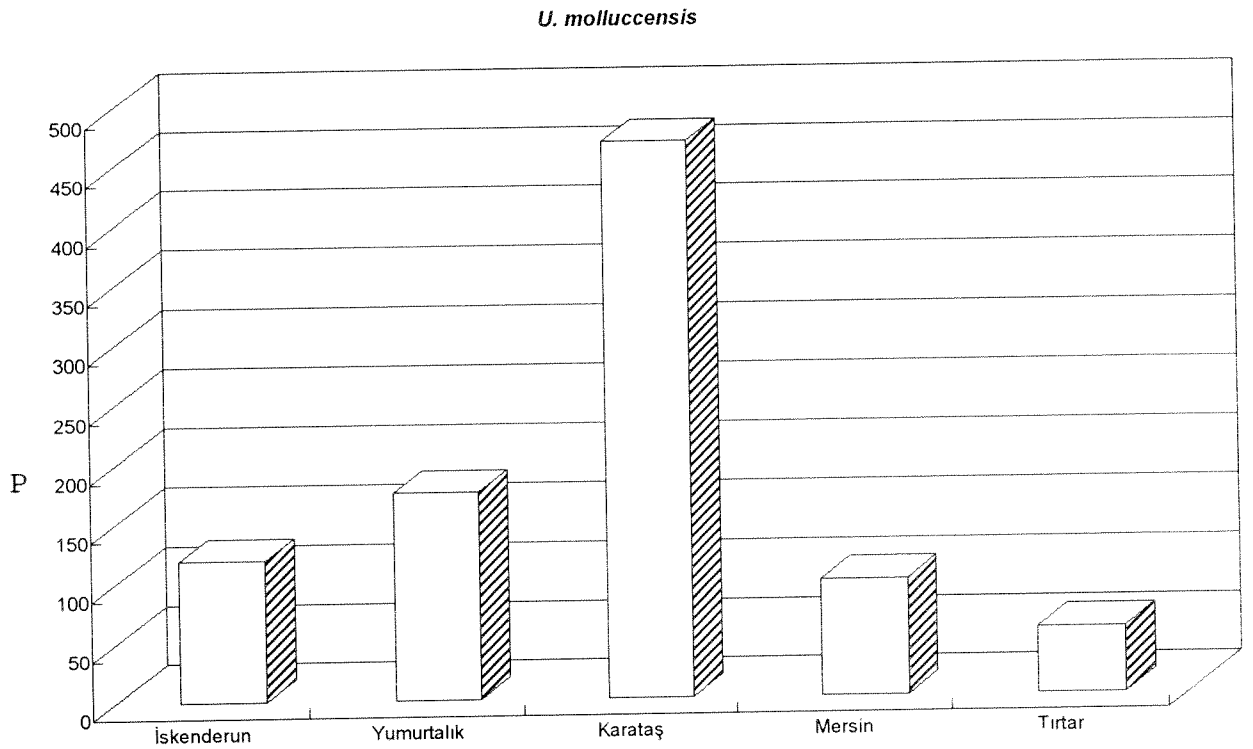
Şekil 44. Kurşunun *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi.



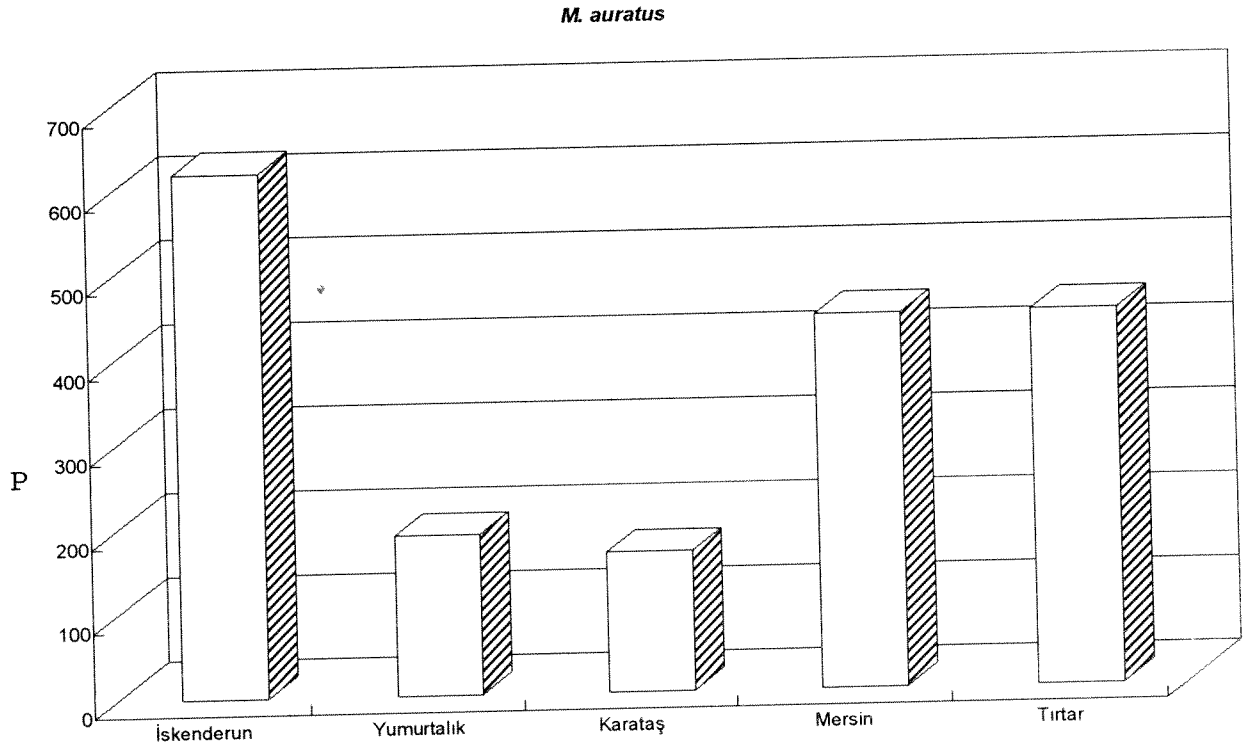
Şekil 45. Kurşunun *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



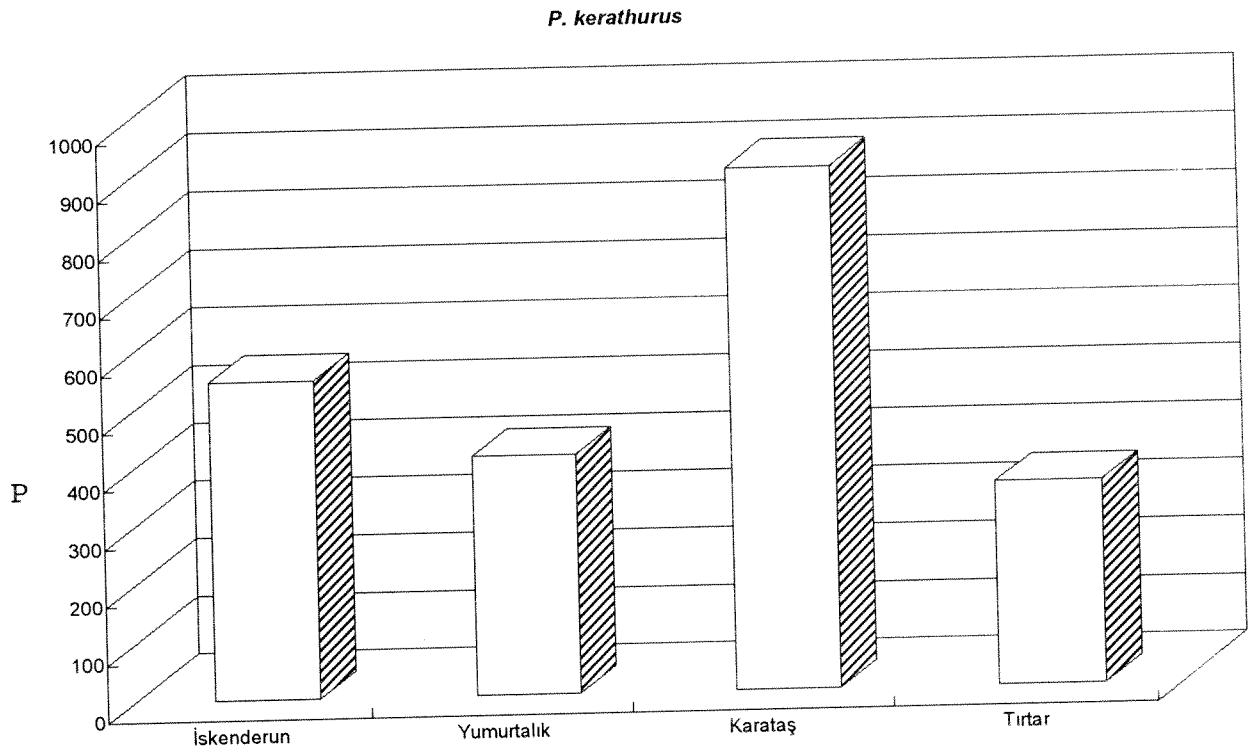
Şekil 46. Kurşunun *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



Şekil 47. Kurşun'un *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 48. Kurşunun *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



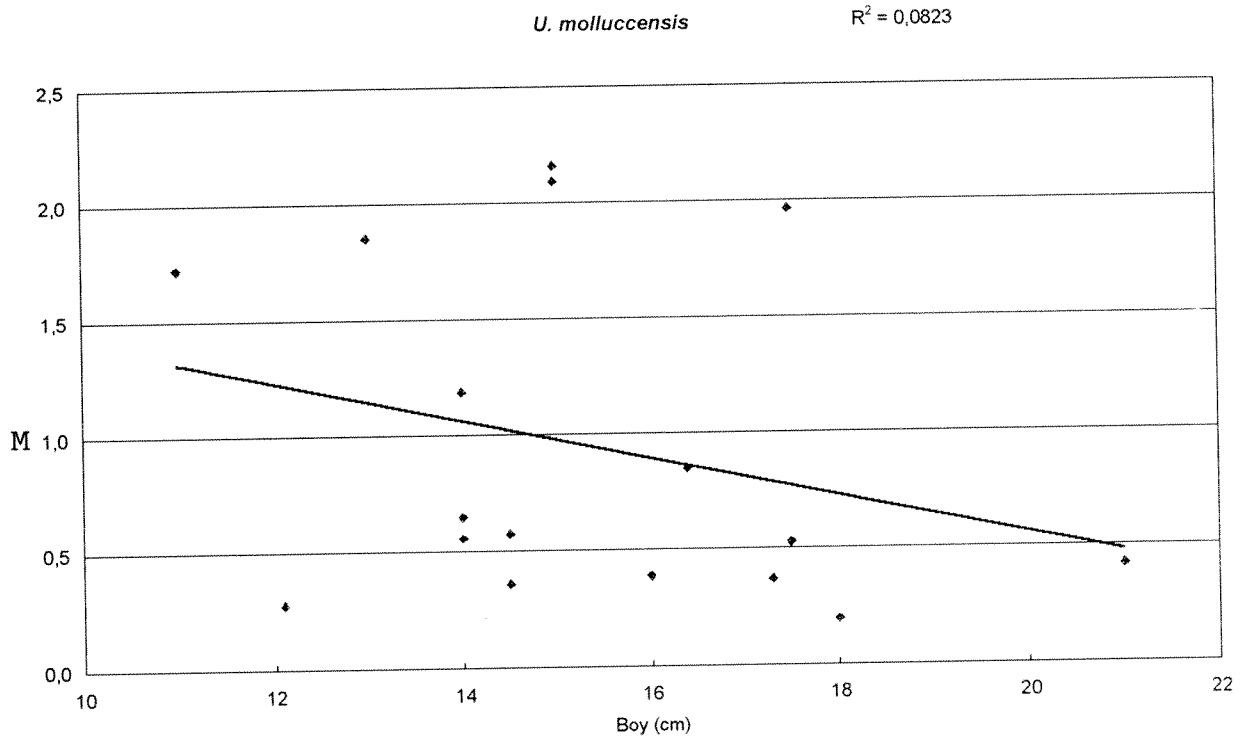
Şekil 49. Kurşunun *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları

III.7- MANGAN (Mn)

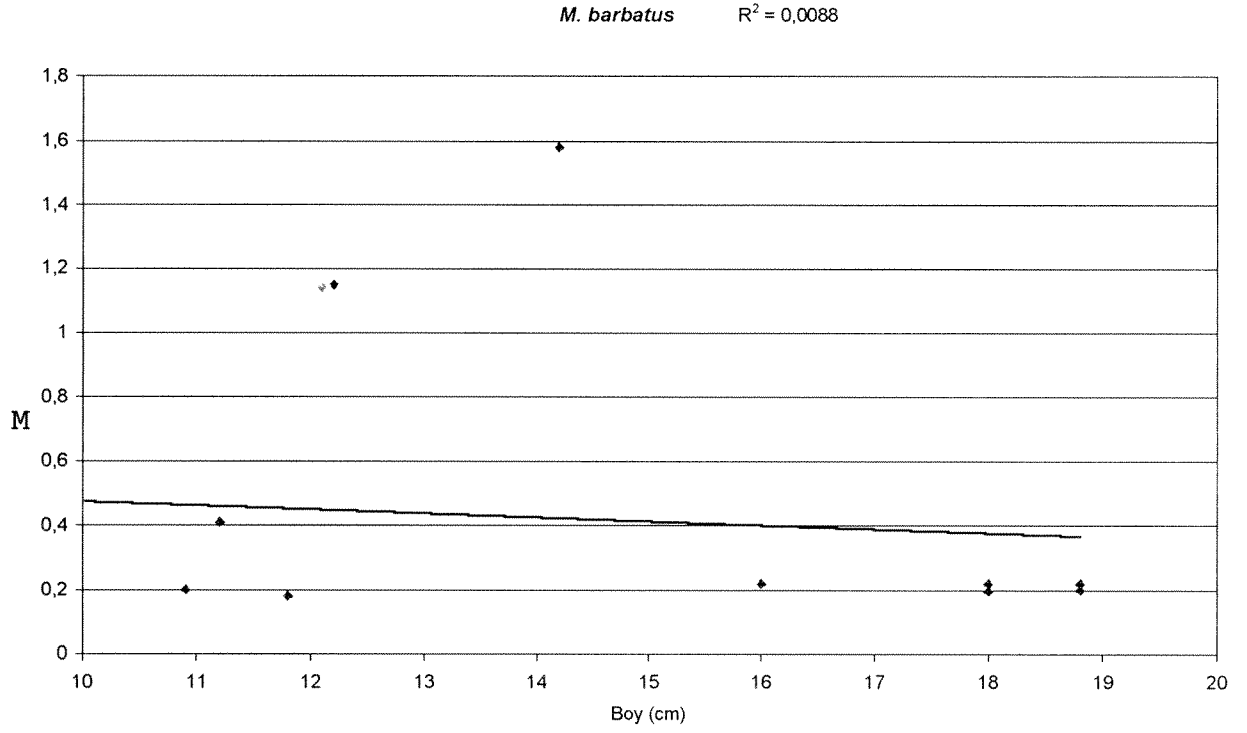
Mangan da demir ve çinko gibi canlıların hayatlarını devam ettirebilmeleri için gerekli elementlerden birisidir. Fakat diğer metaller gibi fazla miktarda alınınca canlılar üzerinde toksik etki yapıp yapmadığı bilinmemektedir.

Çalışma süresince analiz edilen balıklardan elde edilen mangan değerleri hem bölgesel bazda hem de analiz edilen organizmaların boyuna bağlı olarak grafik halinde Şekil 50-57’de verilmiştir. Şekil 50- 54 mangan derişimlerinin değişik türlerde analiz edilen organizmaların boyuna göre dağılımını göstermektedir.

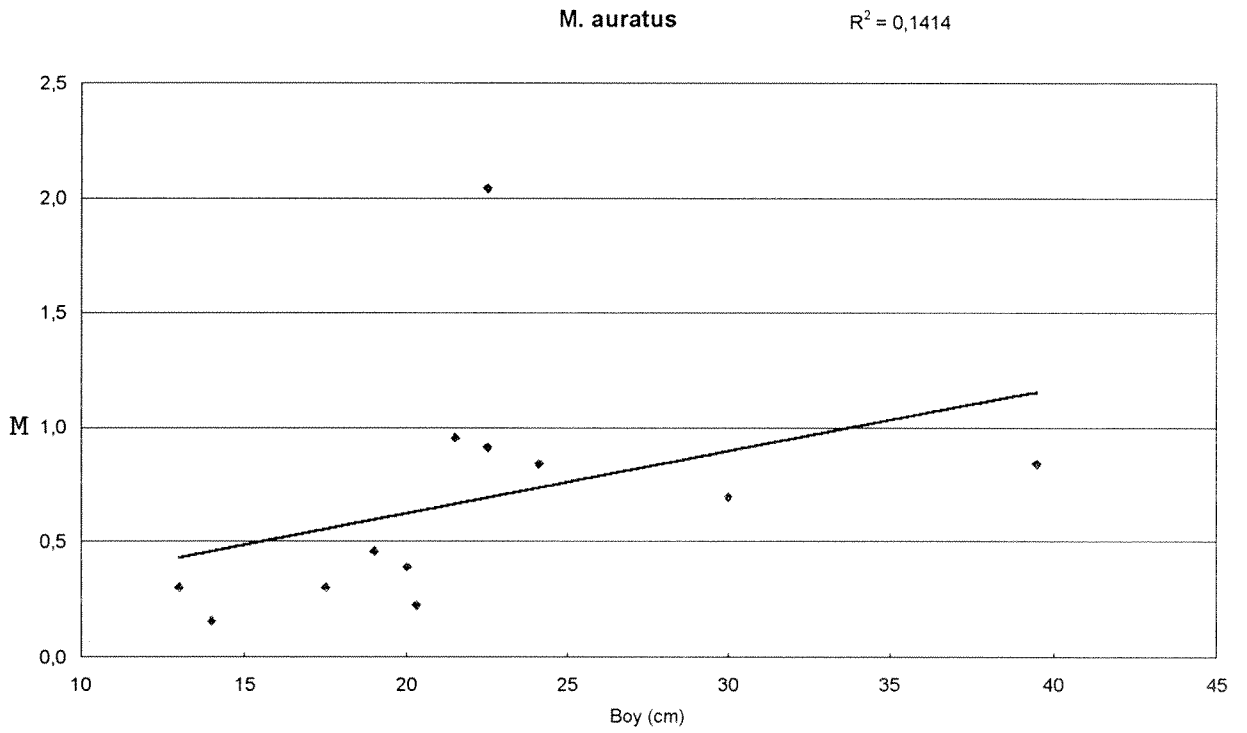
Şekil 55-57 ise yakalanan balıklardaki değişik bölgelere göre mangan derişimlerini göstermektedir. Yapılan analizlerde mangan derişimi ile organizma boyu arasında herhangi bir doğrudan ilişki bulunamamıştır (Şekil 50-57). Bölgesel bazda yapılan analizlerde ise genelde İskenderun ve Mersin bölgelerinden yakalanan balıklardaki mangan derişimlerinin diğer bölgelerden yakalanan balıklardakinden daha yüksek olduğu görülmüştür. İskenderun ve Mersin bölgesinde yoğun sanayileşme ve kentleşme olmasından dolayı bu beklenen bir sonuçtur.



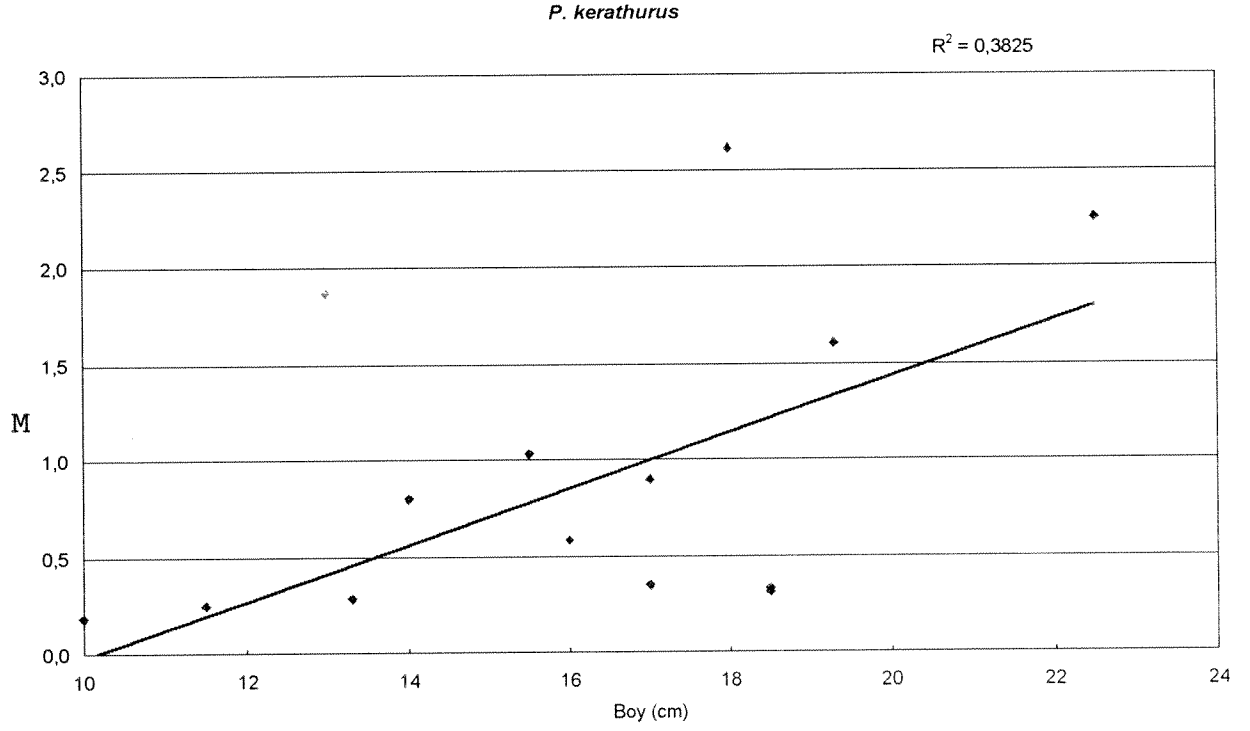
Şekil 50. Mangan'ın *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi



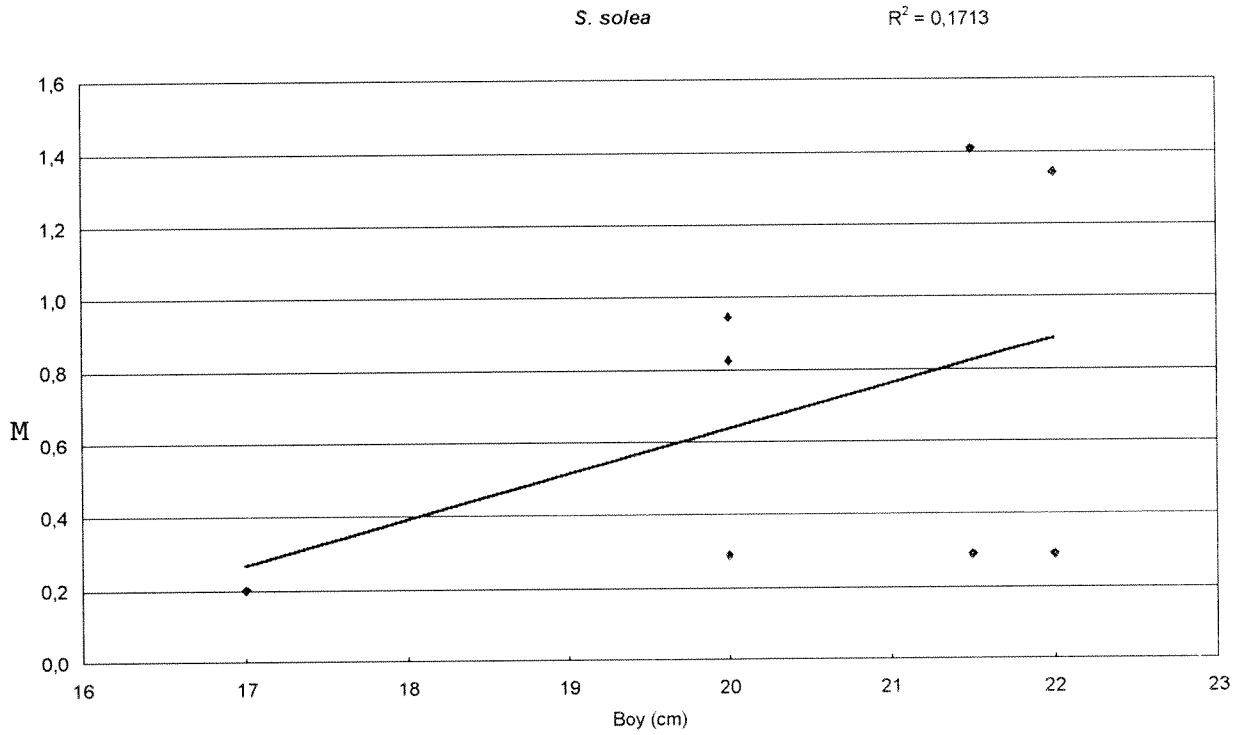
Şekil 51. Mangan'ın *M. barbatus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



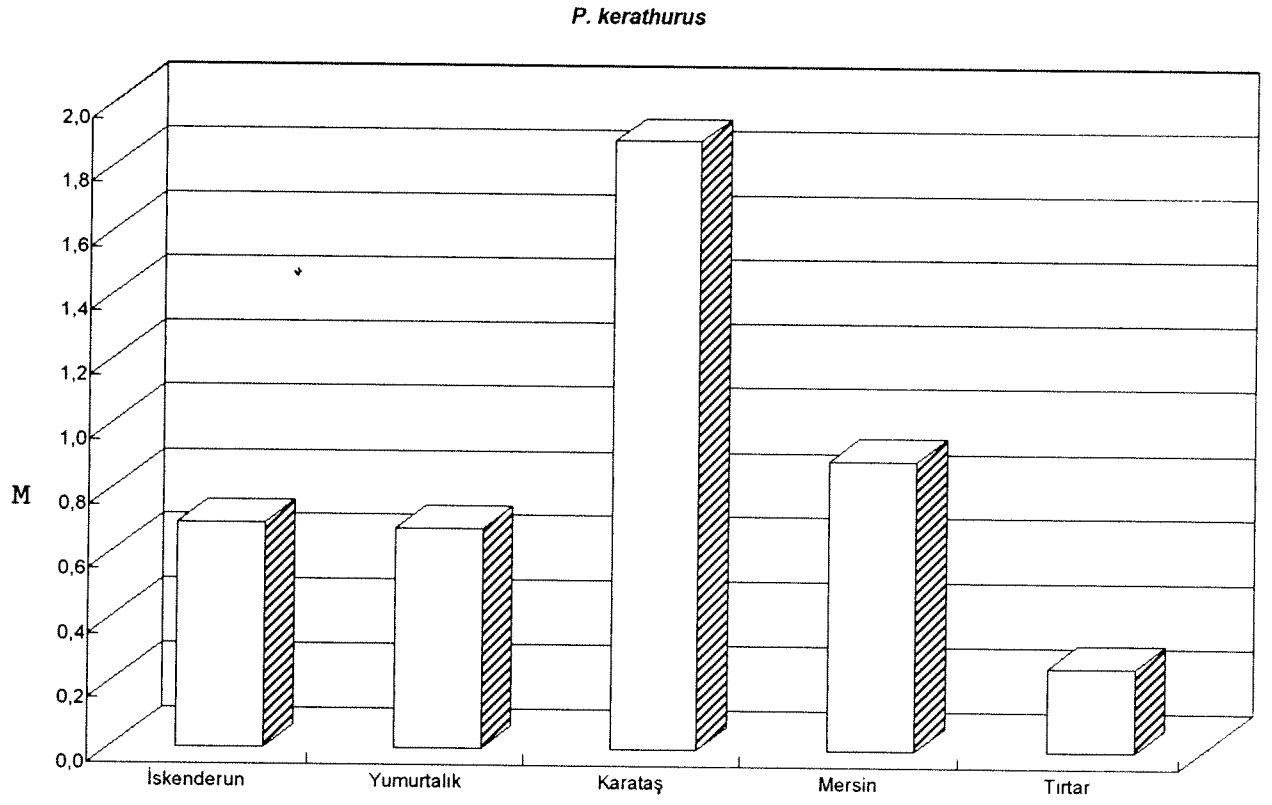
Şekil 52. Mangan'ın *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



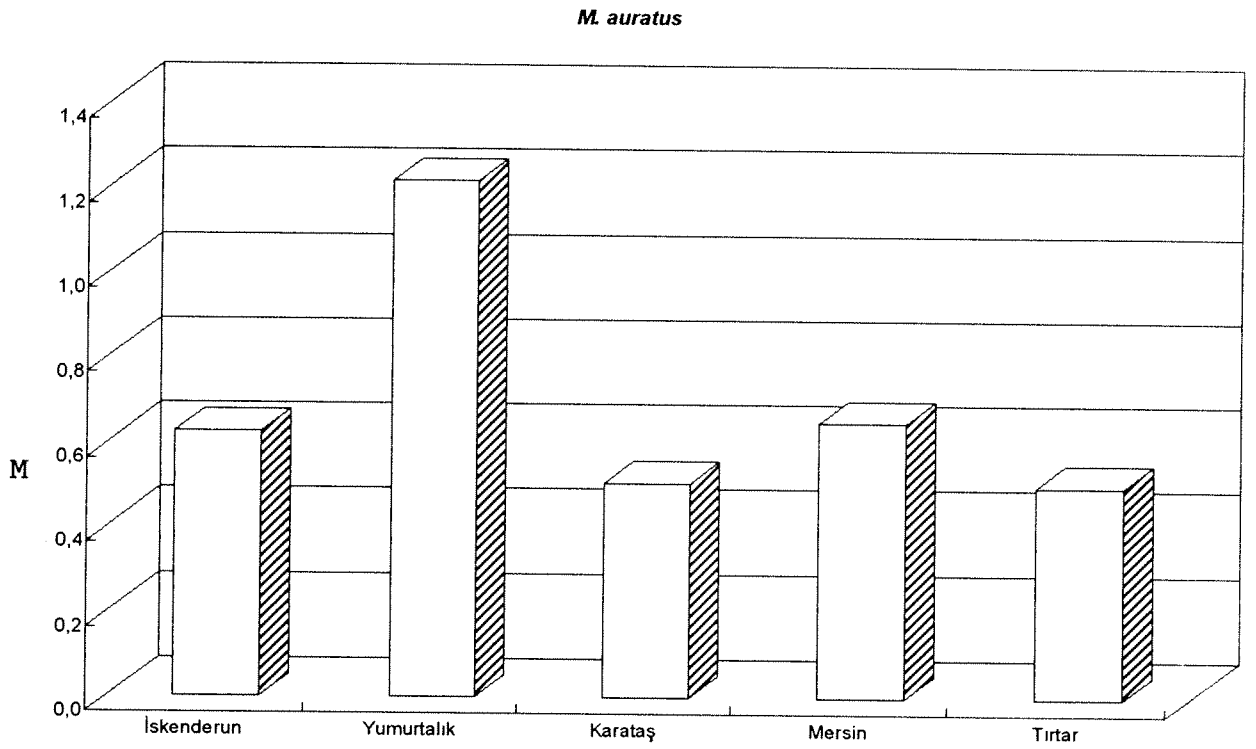
Şekil 53. Manganez'in *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



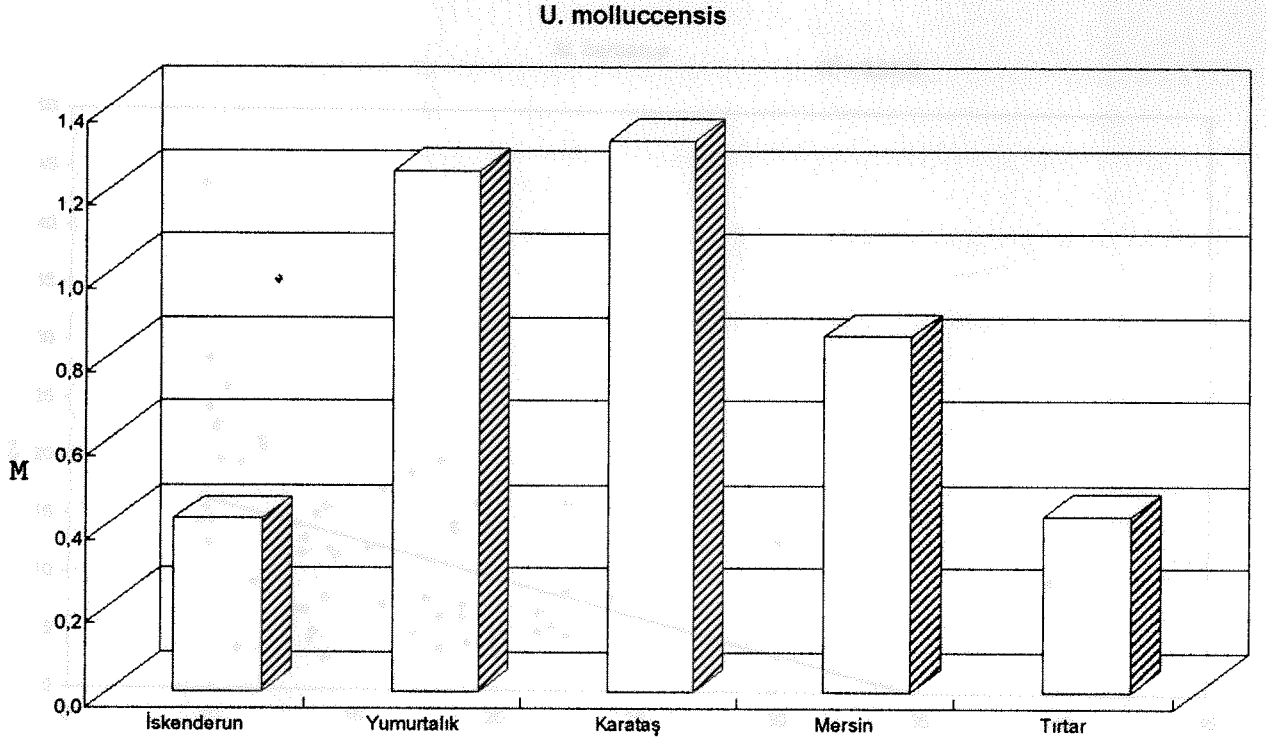
Şekil 54. Manganez'in *S. solea*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



Şekil 55. Mangan'ın *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 56. . Mangan'ın *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



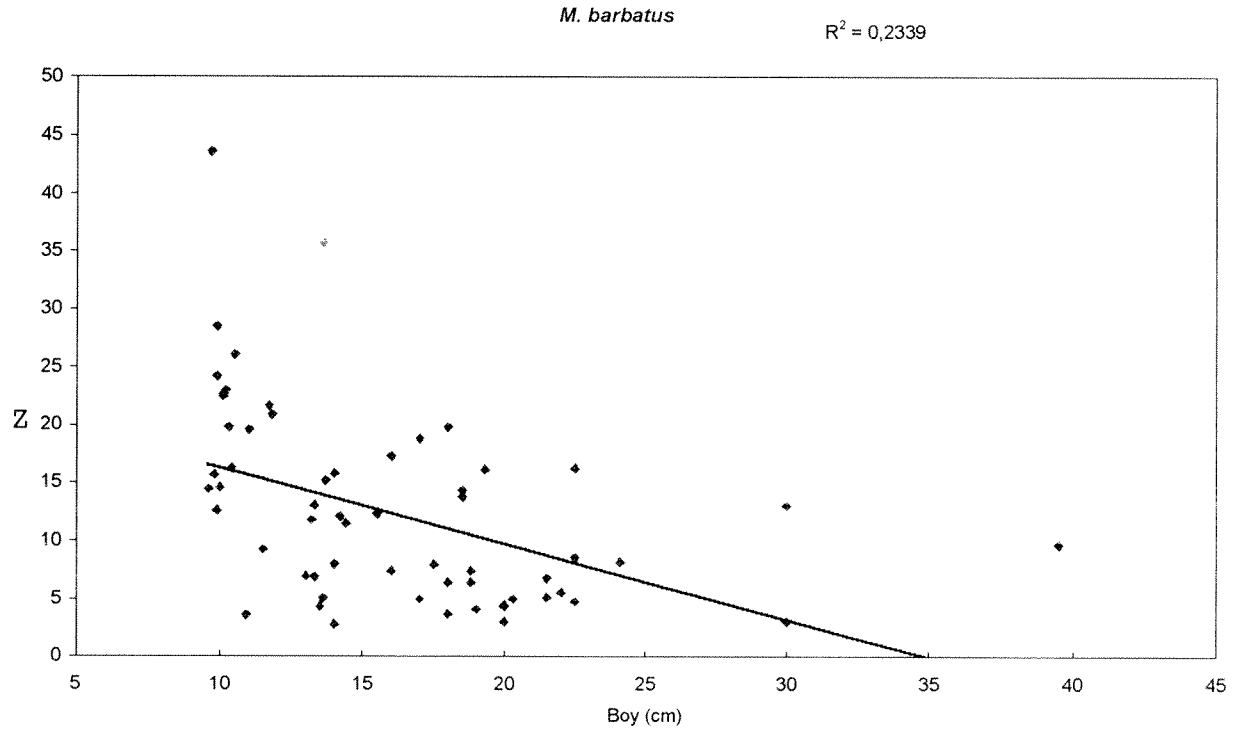
Şekil 57. Manganez'in *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları

Şekil 58. Çinko'nun *M. barbatulus*'de organizmaya oryantasyonuna bağlı olarak değişimi

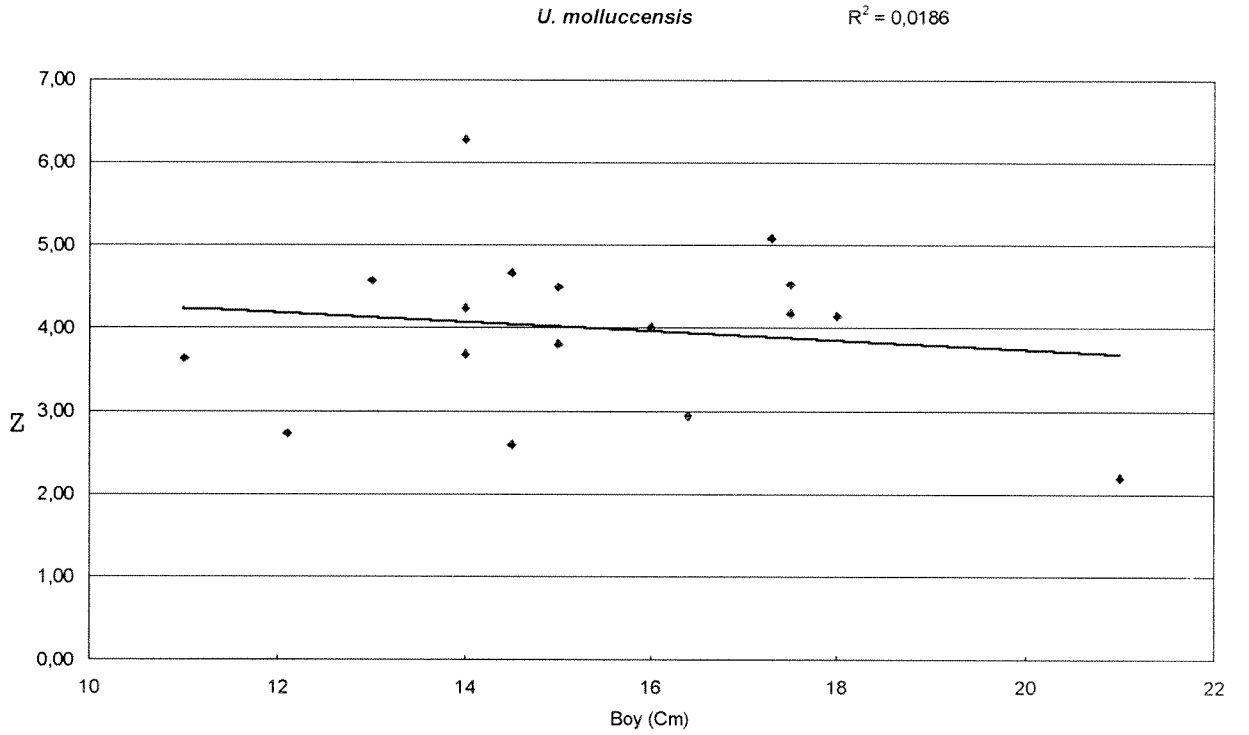
III.8- ÇİNKO (Zn)

Çinko, canlıların yaşamını sağlıklı olarak idame ettirmesi için gerekli ana elementlerden birisidir. Fakat fazla miktarlarda alındığı zaman canlılar üzerinde toksik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Çinkonun toksisitesi diğer toksik elementlere (Hg, Cd, Pb gibi) oranla daha düşüktür, bir başka deyişle diğer toksik (Hg, Cd, Pb gibi) elementlere oranla canlılar tarafından daha çok tolere edilebilmektedir dolayısıyla toksik derişimleri oldukça yüksek seviyelerdedir..

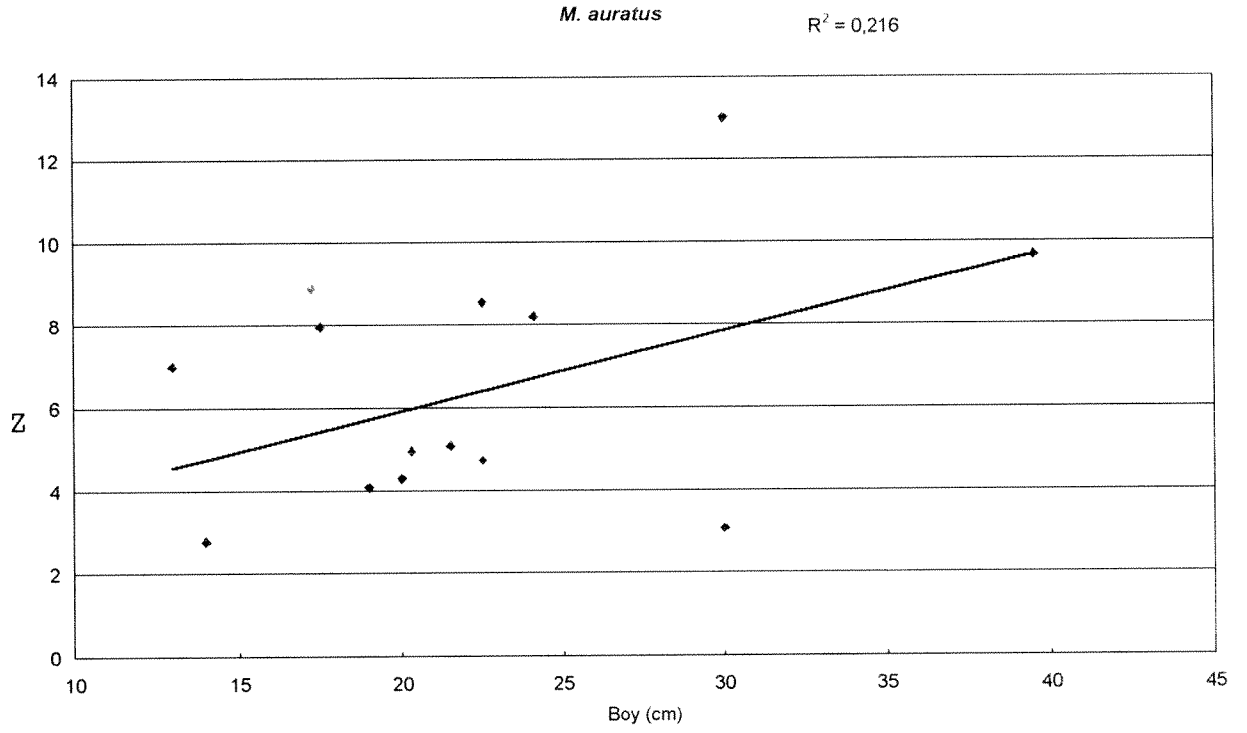
Analiz edilen balıklardan elde edilen çinko değerleri Şekil 58-65'de verilmiştir. Şekil 58-61 analiz edilen balık örneklerinin boylarına bağlı olarak vücutlarında (kas dokularında) biriktirdikleri çinko derişimlerini göstermektedir. Şekiller incelendiği zaman canlı boyu ile kas dokularında bulunan çinko derişimleri arasında herhangi bir doğrudan ilişki bulunmadığı kolayca görülmektedir. Şekil 62-65'de balıklarda ölçülen çinko derişimleri bölgelere bağlı olarak gösterilmiştir. Yine bu şekiller incelendiğinde bölgeler arası kayda değer bir farklılık olmadığı görülmektedir. Bütün bölgelerde ölçülen çinko derişimleri birbiri ile karşılaştırılabilecek seviyelerdedir.



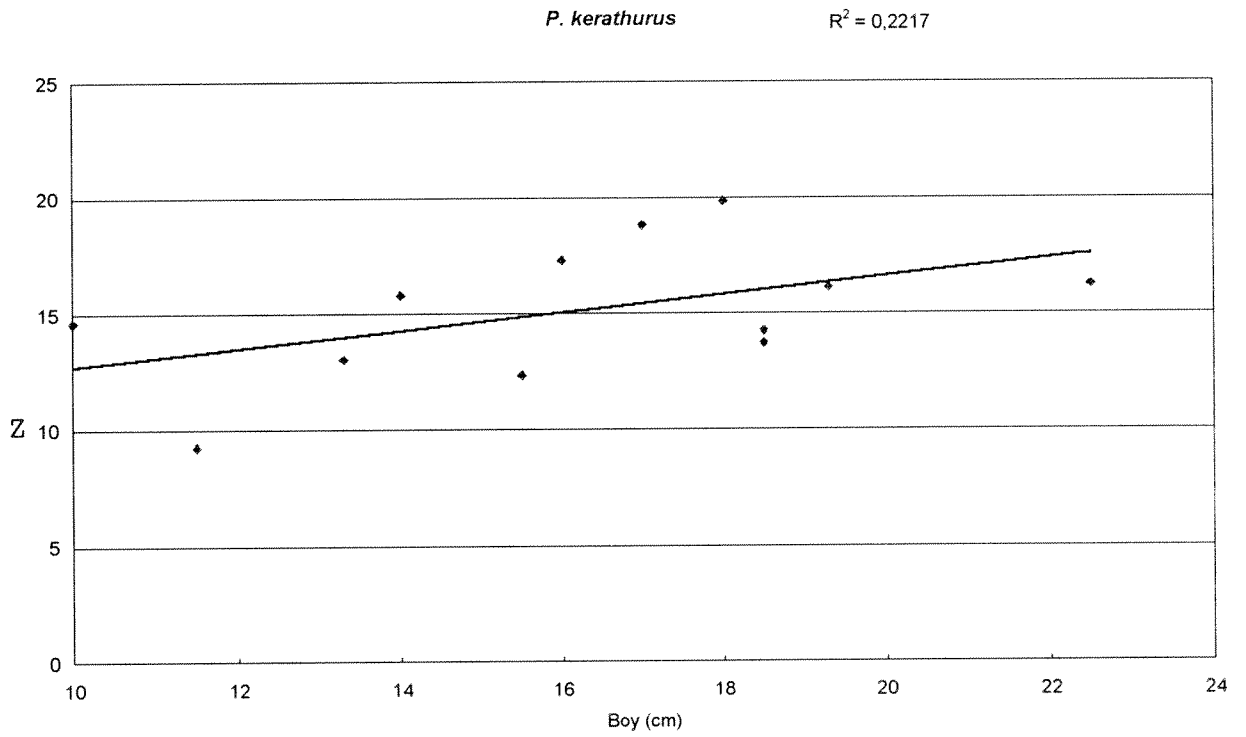
Şekil 58. Çinko'nun *M. barbatus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



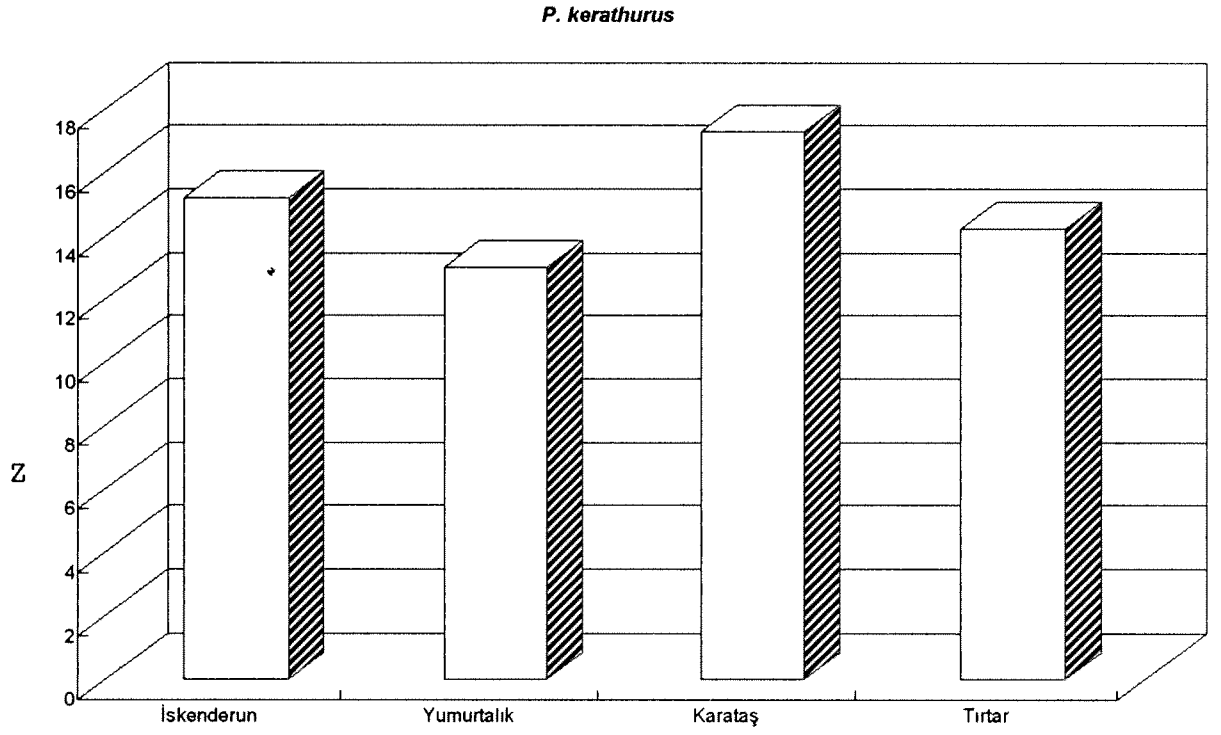
Şekil 59. . Çinko'nun *U. molluccensis*'de organizma boyuna bağlı olarak değişimi



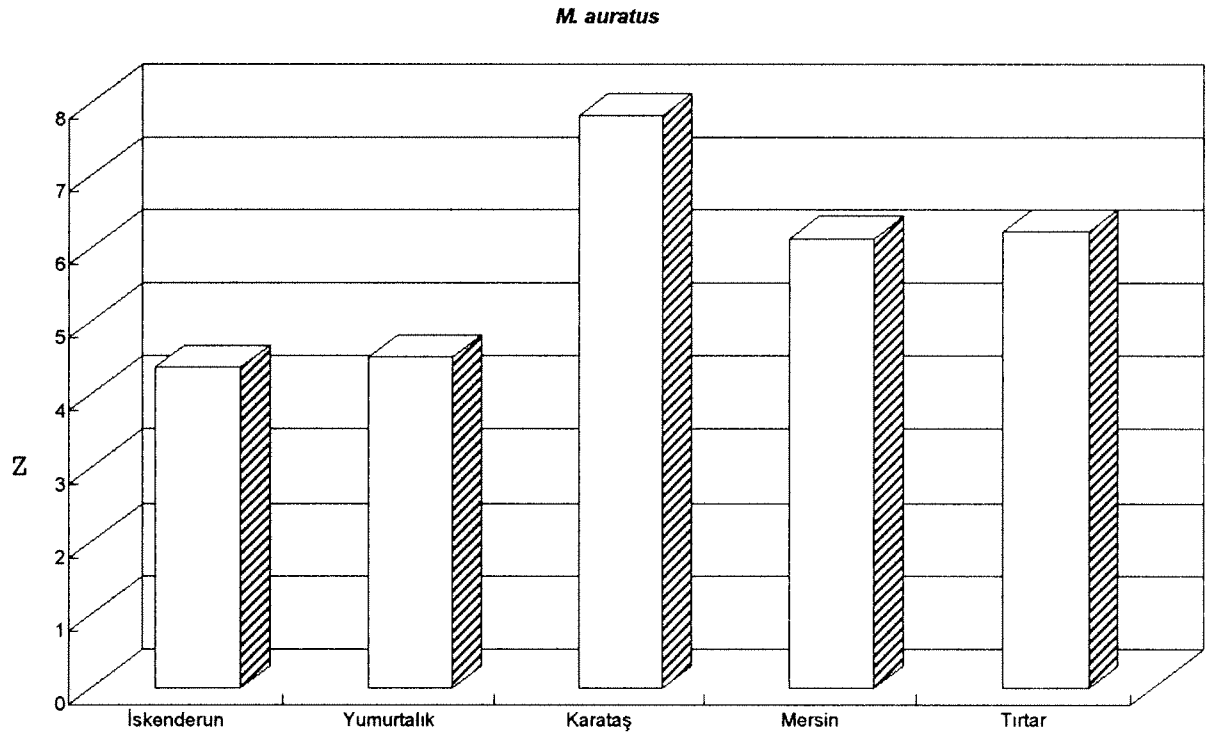
Şekil 60. . Çinko'nun *M. auratus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



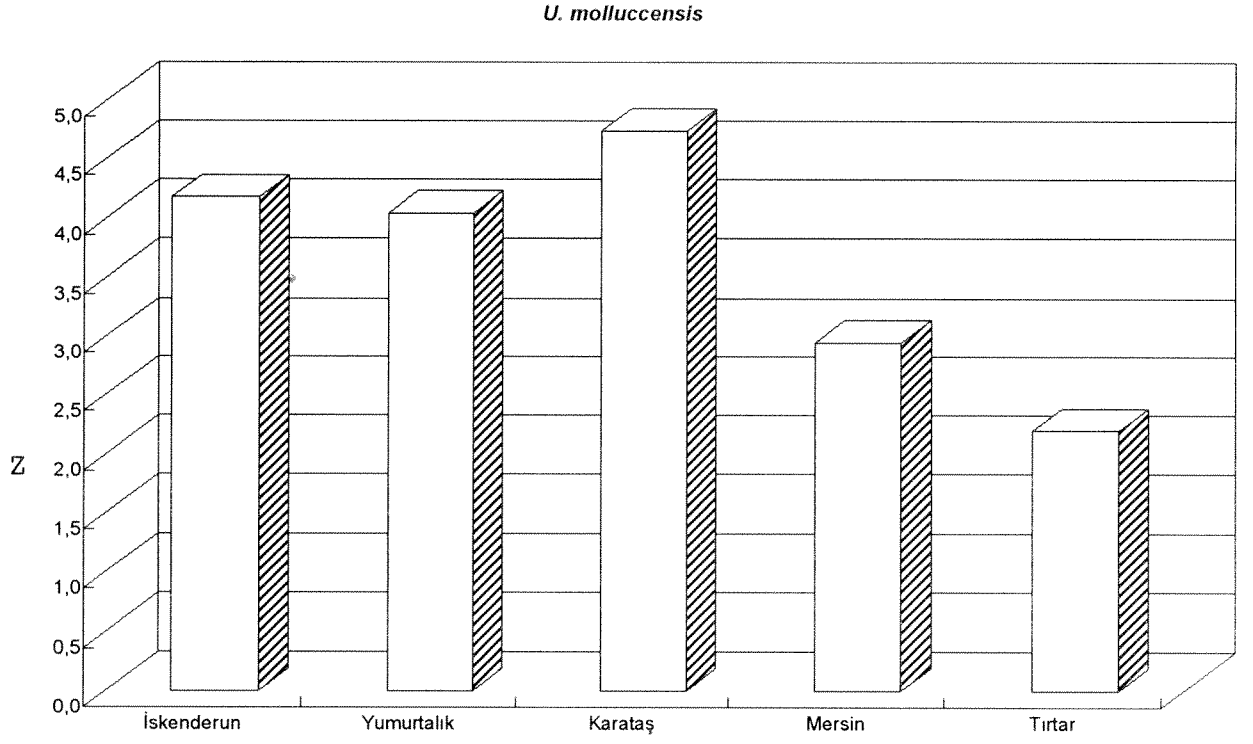
Şekil 61. . Çinko'nun *P. kerathurus*'da organizma boyuna bağlı olarak değişimi



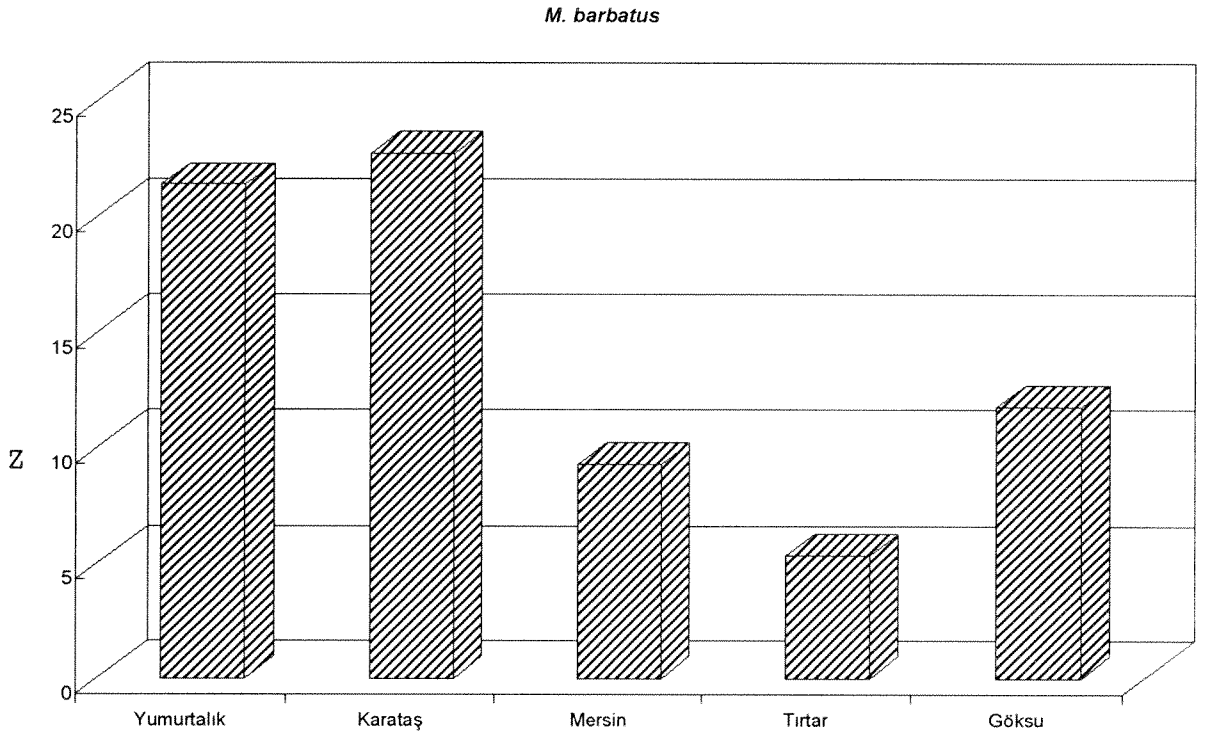
Şekil 62. Çinko'nun *P. kerathurus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.



Şekil 63. . Çinko'nun *M. auratus*'da bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 64. . Çinko'nun *U. molluccensis*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları



Şekil 65. Çinko'nun *M. barbatus*'de bölgeler arasındaki dağılım farklılıkları.

IV- SONUÇLAR

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar bazı metallerin organizma yaşına (boyuna) bağlı olarak doğru orantılı olarak arttığını göstermektedir. Örneğin bu doğru orantılı ilişki civa'da -ki bu element besi zinciri içerisinde de artmaktadır (bir üst besi zincirinde bir öncekine oranla daha yüksektir)- çok belirgin olmaktadır ve analiz edilen bütün türlerde civa organizma boyuyla doğru orantılı bir değişim göstermektedir. Bu da bu civanın balıkların etinde kalıcı olarak birikme özelliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Enstitümüz laboratuvarlarının sahip olduğu çalışma koşulları içerisinde ve iki yıllık bir çalışma sonrası elde edilen sonuçlar ışığında yapılan hesaplamalardan görüleceği üzere 10 yıllık bir çalışma süresi hedeflenir ve herhangi bir boy gurubundan yılda bir kez 10 adet örnek analiz edilerek %5'lik bir değişimi gözleyebilme olasılığımız %90'dır. Örnek sayısını artırarak veya azaltarak keza izleme süresini artırarak veya azaltarak değişik izleme hedeflerine varmak mümkündür.

IV- REFERANSLAR

- Nicholson, M. D., R. J., Fryer and C. A., Ross, 1997. Designing monitoring programmes for detecting temporal trends in contaminants in fish and shellfish. **Marine Pollution Bulletin** 34, 10: 821-826.
- Nicholson, M. D., R. J., Fryer, 1992. The statistical power of monitoring programmes. **Marine Pollution Bulletin**, 24: 3, 146-149.
- Yemenicioğlu, S., 1999. Kuzeydoğu Akdeniz'deki ekonomik önemi olan bazı balıklarda ağır metal miktarları (Proje no. YDABÇAG-261/G). 42 sayfa.